مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
دوره بیست و ششم، شماره سه، خرداد ۱۳۹۷
تاریخ دریافت:۱۳۹۶/۱۰/۰۷
تاریخ پذیرش:۱۳۹۶/۱۲/۱۹

تاثیر ده هفته تمرینات ورزشی ترکیبی بر نشانگر های جدید کبد چرب در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲

ابراهیم بنی طالبی*[۱]، مجید مردانیان قهفرخی[۲]، محمد فرامرزی[۱]، سمیرا نصیری[۱]

مقاله پژوهشی

مقدمه: کبد چرب به عنوان شرایط پاتولوژیک در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ شناخته شده است. هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر تمرینات ترکیبی بر نشانگر های جدید کبد چرب (شاخص چربی کبد FLI، شاخص تجمعی چربیLAP، شاخص استئاتوز کبدی HSI و شاخص استئاتوز فرامینگهام FSI) در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ می باشد.

روش بررسی: ۳۵ زن مبتلا به دیابت نوع ۲ به صورت تصادفی به دو گروه تمرین ترکیبی (۱۷ نفر) و کنترل (۱۸نفر) تقسیم شدند. گروه تمرین ترکیبی به مدت ۱۰ هفته به تمرینات منتخب هوازی و مقاومتی پرداختند. نمونه های خونی قبل و پس از ۱۰ هفته پروتکل تمرینی از دو گروه گرفته شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار spss نسخه ۲۲ استفاده شد. به منظور مقایسه‌های درون گروهی از آزمون t زوجی و برای مقایسه‌های بین گروهی از آزمون آنالیز کوواریانس استفاده شد.

نتایج: نتایج آزمون آنالیز کوواریانس نشان داد ۱۰ هفته تمرینات ترکیبی موجب کاهش غیر معنی دار HSI (P=۰/۶۰)، FSI (P=۰/۳۱)، FLI (P=۰/۳۳) و کاهش معنی دار LAP (P=۰/۳۴) نسبت به گروه کنترل می شود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می دهد، ۱۰ هفته تمرینات ترکیبی موجب کاهش معنی دار در شاخص LAP و کاهش غیر معنی دار در شاخص های HSI, FSI و FLI زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ می شود. از این رو، تمرین ترکیبی برای بهبود وضعیت کبد چرب در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ توصیه می شود.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، تمرین هوازی، کبد چرب، دیابت نوع۲

IRCT20141118019995N10

ارجاع: بنی طالبی ابراهیم، مردانیان قهفرخی مجید، فرامرزی محمد، نصیری سمیرا. **تاثیر ده هفته تمرینات ورزشی ترکیبی بر نشانگر های جدید کبد چرب در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲** مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد ۱۳۹۷؛ ۲۶ (۳): ۱۴-۲۰۰

۱- گروه علوم ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
۲- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران،
*(نویسنده مسئول)؛ تلفن: ۰۹۱۳۲۸۱۸۲۱۶، پست الکترونیکی : banitalebi.e@gmail.comکدپستی: ۸۸۱۸۶۳۴۱۴۱

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

مقدمه

دیابت نوع ۲ با تجمع و توزیع غیر طبیعی چربی در بافت هایی هم چون کبد، عضله اسکلتی، قلب و بافت چربی احشایی مشخص می‌شود (۱). تجمع چربی در کبد موجب ایجاد بیماری کبد چرب در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ می شود (۲). در واقع، بیشتر از ۸۰ درصد افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ به کبد چرب نیز مبتلا هستند (۳). در این زمینه مطالعات متعدد نشان داده اند که بیماری های مزمن کبدی عامل اصلی مرگ در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ است (۴). بسیاری از محققان تلاش می کنند تعداد زیادی از بیومارکرهای جدید را شناسایی و معرفی کنند زیرا پیش بینی خطر استئاتوز کبدی می تواند به ارزیابی و استراتژی های درمانی کمک کند (۶،۵). تکنیک های بالینی مختلفی برای تشخیص کبد چرب غیر الکلی وجود دارد که اغلب گران بوده و در دسترس نمی باشند (۷،۸). در سال های اخیر معادلات ترکیبی برای پیش بینی خطر بیماری های کبدی (به عنوان مثال، شاخص چربی کبد fatty liver index (FLI)، محصول تجمعی چربی (LAP) lipid accumulation product، شاخص استئاتوز کبدی hepatic steatosis index (HSI) و شاخص استئاتوز فرامینگهام (Framingham steatosis) index (FSI) مطرح شده است که در پیشگیری اولیه از بیماری های کبدی در سطح فردی و بالینی توسعه یافته‌اند (۱۰-۸). مشخص شده که تغییرات میزان چربی کبد توسط مداخلاتی هم چون ورزش، دارو و تغییر رژیم غذایی موجب کاهش خطر بیماری دیابت نوع ۲ می شود (۱۱).

ورزش به مدت طولانی با توجه به افزایش کالری مصرفی، ایجاد تعادل منفی انرژی، بهبود متابولیسم گلوکز و کاهش مقاومت به انسولین به عنوان یک استراتژی مدیریتی مهم در مورد بیماران مبتلا به دیابت نوع۲ شناخته شده است (۱۲). شواهد معتبری وجود دارد که مداخلات ورزشی با افزایش فعالیت AMPK در کبد و از طریق غیر فعال کردن استیل کو آ کربوکسیلاز کبدی موجب کاهش سنتز لیپید ها می شود. به علاوه فعالیت ورزشی از طریق کاهش وزن و بهبود ترکیب بدنی افزایش آدیپونکتین و تنظیم سطوح لپتین و شاخص های التهابی و پیش التهابی می‌شود که به نوبه خود موجب افزایش مجدد فعالیت AMPK و کاهش چربی کبدی می شود (۱۶-۱۳). با این حال هنوز اطلاعات کافی در مورد شاخص های تشخیصی جدید کبد چرب و تمرین ورزشی در بیماران دارای کبد چرب مبتلا به دیابت نوع ۲ وجود ندارد. در این زمینه تنها می توان به پژوهش بالدوسی و همکاران (۲۰۱۵)، اشاره کرد که گزارش کردند اختلاف معنی داری بین اثرات تمرین با شدت بالا و پایین بر FLI وجود ندارد (۱۷).

بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر ۱۰ هفته تمرینات ورزشی ترکیبی بر نشانگر های جدید کبد چرب در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌باشد.

روش بررسی

آزمودنی ها

این پژوهش یک کار آزمایی بالینی تصادفی می باشد که به صورت یک سو کور در دانشگاه شهرکرد (۱۳۹۵) بر اساس چک لیست کانسورت ۲۰۱۲ (CONSORT 2012) انجام شد (۱۸). کلیه مراحل نمونه‌گیری، تخصیص تصادفی، اجرای پروتکل‌های تمرینی و آنالیز آماری توسط افراد غیر از مجریان طرح انجام شد.آزمودنی ها از بین بیماران مراجعه کننده به بیمارستان شهرکرد و معیار های ورود به مطالعه شامل: تشخیص دیابت نوع۲ توسط پزشک، هموگلوبین گلیکولیزه $\leq$ ۶.۵ ٪، قند خون ناشتا $\leq$ ۱۲۶ میلی گرم بر دسی لیتر (۷میلی مول بر لیتر) و بی تحرکی (با توجه به فعالیت ورزشی به مدت ۲۰ دقیقه یا کمتر در طول ۶ ماه گذشته)، هم چنین عدم وجود فشار خون بالا ($\leq$۱۶۰)، تری گلیسرید ناشتا ($\leq$۵۰۰میلی گرم در دسی لیتر)، سابقه بیماری قلبی و عروقی، اختلال تیروئید، سرطان، اختلالات هورمونی، بیماری های کلیوی و کبدی، جراحی، استعمال سیگار و مصرف الکل بودند. از ۱۵۰ آزمودنی فراخوانده شده، تنها ۳۵ نفر از معیارهای ورود به مطالعه (شکل ۱) را داشتند. به افراد واجد شرایط در مورد پروتکل

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

مطالعه اطلاعات لازم داده شد و در مورد خطرات و مزایای احتمالی مربوط به مطالعه مطلع شدند. آنها اطمینان دادند که تمام پاسخ ها محرمانه نگه داشته می شوند. تصادفی سازی در بلوک هایی در توالی های ۴ تایی با استفاده از کامپیوتر و توسط یک دستیار تحقیق با HbA1c طبقه‌بندی شد. سپس هر توالی در بسته های مهر و موم شده و شماره گذاری شده قرار گرفت و پس از ارزیابی اولیه توسط دستیار تحقیق در هر گروه قرار گرفت. پس از اخذ رضایت نامه کتبی، بیماران به صورت تصادفی بلوک متوازن به دو گروه تمرین ترکیبی (۱۷ نفر) و گروه کنترل (۱۸ نفر) تقسیم شدند. نحوه انتخاب آزمودنی ها و مراحل تحقیق در نمودار ۱ قابل مشاهده است.

ویژگی های پایه آزمودنی ها در جدول ۱ ارائه شده است.

پروتکل ورزشی

مداخله ورزشی شامل ۱۰ هفته تمرینات ترکیبی (تمرینات منتخب هوازی و مقاومتی) بود. شرکت کنندگان بر اساس دستورالعمل کالج آمریکایی طب ورزشی (ACSM) (۱۹)، ۳ جلسه در هفته و به مدت ۵۰ دقیقه تمرینات را آغاز کردند و در طول ۱۰ هفته بر شدت و مدت تمرینات افزوده شد (جدول۱). کلیه تمرینات زیر نظر متخصص فیزیولوژی ورزشی و در کلینیک ورزش و تندرستی انجام شد.

تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی:

برای تمرین هوازی شرکت کنندگان به انتخاب خود روی تردمیل یا دوچرخه ارگومتر تمرین می‌کردند. جلسات تمرین هوازی از ۲۰ دقیقه و با شدت ۶۰ ٪ضربان قلب بیشینه در هفته اول و دوم آغاز شد و تا ۳۰ دقیقه و با ۷۰ ٪ ضربان قلب بیشینه در هفته دهم افزایش یافت. در طول مدت تمرین ضربان قلب توسط ضربان سنج پلار (Polar T31, Oy, Kempele, Finland) کنترل شد.

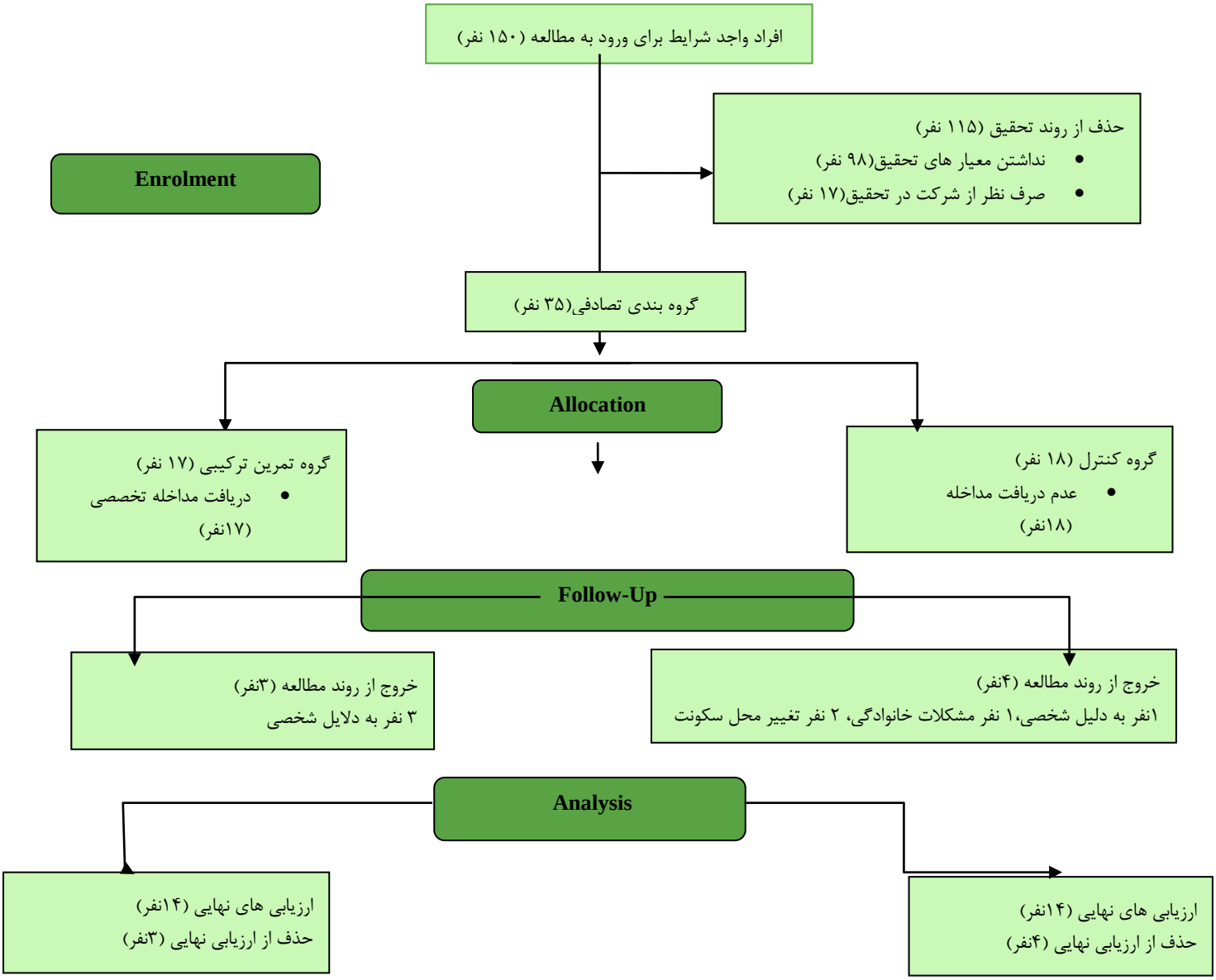
تمرینات مقاومتی با یک ست با ۱۵ تکرار برای هر حرکت در دو هفته ابتدایی آغاز شد و در نهایت شدت تمرین به ۲ تا ۳ ست با ۱۲۰-۱۰ تکرار در هفته دهم افزایش یافت (جدول۱) (۲۰). کلیه تمرینات مقاومتی به وسیله دستگاه های بدنسازی انجام شد و شامل حرکات پرس سینه، پرس پا، زیربغل سیم کش، جلو بازو سیم کش، پشت بازو سیم کش بود.

افراد گروه کنترل همانند گروه تجربی داروهای تجویز شده توسط پزشک متخصص را همراه با رژیم غذایی معمول دریافت می کردند. درضمن جهت اطمینان از رعایت رژیم غذایی معمول و میزان فعالیت بدنی توسط گروه کنترل، هر هفته از طریق تماس تلفنی کنترل گردید.

اندازه گیری‌های آنتروپومتریکی

درصد چربی بدن در سه نقطه: شکم، ران و فوق خاصره ای و با ۳ مرتبه اندازه گیری با استفاده از کالیپر (Lafayette Instrument Skinfold Caliper, model 01128) محاسبه شد (۲۱). قد بدون کفش با قدسنج پرتابل با دقت ۱ میلی متر و وزن با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه گیری شد و شاخص توده بدن(BMI) (کیلوگرم بر متر مربع) محاسبه شد. دور کمر در سطح فوقانی خار خاصره اندازه و دور لگن در سطح حفره گلوتئال اندازه گیری شد. نسبت دور کمر به دور لگن(WHR) از تقسیم دور کمر به دور لگن محاسبه شد (۲۲). برای محاسبه حداکثر اکسیژن مصرفی ($VO2_{MAX}$) شرکت کنندگان از تست بروس اصلاح شده استفاده شد (۲۳). ۱ تکرار بیشینه (1RM) پرس سینه به عنوان قدرت بالا تنه و ۱ تکرار بیشینه پرس پا به عنوان قدرت پایین تنه مورد اندازه گیری قرار گرفت (۲۴). کلیه اندازه گیری ها در ابتدا و انتهای ۱۰ هفته پروتکل این پژوهش تکرار شدند.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]



نمودار۱. انتخاب آزمودنی و مراحل تحقیق

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

جدول۱: ویژگی های تمرینات استقامتی (تعداد جلسات، شدت تمرین، مدت تمرین و تعداد جلسات در هفته) و تمرینات مقاومتی (تعداد تکرار بیشینه، استراحت بین ست ها و تعداد ست ها) در گروه تمرینات ترکیبی

هفته	تمرین هوازی تعداد جلسه (روز/هفته)	شدت (٪ضربان قلب بیشینه)	مدت (دقیقه)	تعداد جلسه (روز/هفته)	تمرین مقاومتی وزنه (تکرار بیشینه)	استراحت بین ست (دقیقه)	تکرار (تعداد)	ست
۱-۲	۳	۶۰	۱۵-۲۰	۲	RM۱۵	۲-۳	۱۵	۱
۳-۴	۳	۶۰	۲۵	۲	RM۱۵	۲-۳	۱۵	۲
۵-۶	۳	۷۰	۳۰	۲	RM۱۲	۲-۳	۱۲	۳
۷-۸	۳	۷۰	۳۰	۲	RM۱۲	۲-۳	۱۲	۳
۹-۱۰	۳	۷۰	۳۰	۲	RM۱۰	۲-۳	۱۰	۳

1-RM: یک تکرار بیشینه

آنالیز نمونه های خونی

نمونه های خون (۱۰سی سی) از ورید بازویی و در حالت نشسته ۲۴ ساعت قبل از آغاز پروتکل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه پس از ۱۲ ساعت حالت ناشتایی گرفته شد. گلوکز ناشتا با استفاده از کیت پارس آزمون (Pars Azmoon, Tehran, Iran) به روش گلوکز اکسیداز (Hitachi®, model 704, 902 made in Japan) اندازه گیری شد. غلظت انسولین سرم به روش الایزا (microplate reader) محاسبه شد. مقاومت به انسولین از طریق فرمول HOMA-IR و از طریق معادله زیر مورد محاسبه قرار گرفت.

HOMA-IR = ((قند خون ناشتا [mmol/l] × انسولین ناشتا [mIU/l]) / ۲۲/۵))

هم چنین سطوح آنزیم های AST, ALT و GGT با استفاده از روش الایزا اندازه گیری شد.

شاخص های جدید کبدی از طریق فرمول های زیر مورد محاسبه قرار گرفت. شاخص چربی کبد(FLI) : (۲۶-۲۸) (محدوده نرمال کمتر از ۵۳/۸).

FLI= (e ۰/۹۵۳ × log (تری گلیسیرید) + ۰/۱۳۹ × محیط × ۰/۰۵۳ + ۰/۷۱۸ × log (GGT) + شاخص توده بدنی (تری گلیسیرید) log × ۰/۹۵۳ e + ۱) / (۱۵/۷۴۵ – دور کمر + ۰/۷۱۸ × log (GGT) + شاخص توده بدنی × ۰/۱۳۹ + ۱۰۰ × (۱۵/۷۴۵ – محیط دور کمر × ۰/۰۵۳

شد. تمامی تجزیه و تحلیل های آماری در این پژوهش از طریق نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و در سطح $p \leq 0.05$ محاسبه شد.

شاخص تجمع چربی (LAP) (۲۹-۳۱): محدوده نرمال کمتر از ۲۵/۹

LAP = محیط دور کمر [cm] – ۵۸ × غلظت تری گلیسیرید

شاخص استئاتوز کبدی (HSI): (۳۲-۳۳) (محدوده نرمال کمتر از ۳۰).

HSI= ۸ (ALT/AST) ratio + شاخص توده بدنی +۴

شاخص استئاتوز فرامینگهام (FSI): (۳۴)

FSI= -۷/۹۸۱ + ۰/۱۷۳ – ۰/۱۴۶ [سال] سن × ۰/۰۱۱ + تری (kg/m^2) × ۰/۰۰۷ + شاخص توده بدنی × ALT/AST ratio ≥ ۱/۱ × ۰/۷۸۹ + (mg/dl)گلیسیرید (دارد=۱، ندارد=۰) ۱/۳۳.

تجزیه و تحلیل آماری

پیش بینی شد که اندازه نمونه بین ۱۰ تا ۲۰ می تواند قدرت آماری ۸۰٪ را در اثر تمرین ترکیبی در مقایسه با گروه کنترل فراهم کند و اختلاف میانگین ۲٪ پس از ۱۰ هفته تمرین را نشان دهد. محاسبه حجم نمونه در این مطالعه، ۱۷ مورد در هر گروه بر اساس میزان ۲۰٪ ریزش تعیین شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری در این تحقیق، از میانگین و انحراف معیار به عنوان آمار توصیفی استفاده گردید. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموروف اسمیرنوف استفاده شد. به منظور مقایسه های درون گروهی از آزمون t زوجی و برای مقایسه های بین گروهی از آزمون آنالیز کوواریانس استفاده

ملاحظات اخلاقی: پروپوزال این تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشگاه شهرکرد تایید شده است (SKU94/210)

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

نتایج

هیچ یک از شرکت کنندگان این تحقیق اتفاق ناگواری را تجربه نکردند و نیاز به درمان پزشکی نداشتند و از این نظر مطالعه دارای مداخله ایمن بود. ۳ نفر از گروه تمرینات ترکیبی و ۴ نفر از گروه کنترل در جریان اجرای مداخله از تحقیق خارج شدند. شرکت کنندگان ۳۵ زن مبتلا به دیابت نوع ۲ (سن=۵/۹۱±۵۴/۹۳ سال، شاخص توده بدنی=۳/۵۷±۲۹/۸۷، هموگلوبین گلیکولیزه=۱/۱۳±۹/۲۹، گلوکز ناشتا≤ ۱۲۶ میلی گرم بر دسی لیتر) بودند. نهایتا نتایج برای ۱۴ نفر در گروه کنترل و ۱۴ نفر در گروه تمرین ترکیبی گزارش شده است.

در ابتدای مطالعه، بین گروه ترکیبی و گروه کنترل از نظر توده بدن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدنی، نسبت دور کمر به دور لگن، گلوکز ناشتا و هموگلوبین گلیکولیزه تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲).

میزان پایبندی آزمودنی ها گروه تمرین ترکیبی به جلسات آموزشی ۸۲٪ بود. اختلاف آماری معنی داری در وزن بدن (P=۰/۴۲)، شاخص توده بدنی (P=۰/۵۱)، چربی بدن (P=۰/۰۶) و نسبت دور کمر به دور لگن (P=۰/۶۲) بین گروه ها وجود نداشت. علاوه بر این، با انجام آزمون t زوجی و مقایسه درون‌گروهی، کاهش غیر معنی دار در وزن بدن (P=۰/۴۴)، شاخص توده بدن (P=۰/۶۸)، درصد چربی بدن (P=۰/۲۹) و نسبت دور کمر به دور لگن (P=۰/۲۰) در گروه ترکیبی مشاهده شد. هم چنین تفاوت معنی داری در درصد چربی بدن (P=۰/۳۸)، وزن بدن (P=۰/۴۸)، شاخص توده بدن (P=۰/۲۹) و نسبت دور کمر به دور لگن (P=۰/۳۷) در گروه کنترل یافت نشد (جدول ۳).

در نتیجه مقایسه های درون گروهی پس از ۱۰ هفته تمرین ترکیبی کاهش غیر معنی دار در FSI (P=۰/۱۵)، HSI (P=۰/۸۷) و FLI (P=۰/۱۰) و هم چنین کاهش معنی دار در LAP (P=۰/۰۱) مشاهده شد. در نتیجه مقایسه های بین گروهی تفاوت معنی‌داری بین گروه تمرین ترکیبی و گروه کنترل در FSI (P=۰/۳۱)، HSI (P=۰/۶۰) و FLI (P=۰/۳۳) یافت نشد، اما تفاوت معنی‌داری بین گروه کنترل و تمرین در LAP (P=۰/۰۳) مشاهده شد (جدول ۴).

۱۰ هفته تمرین ترکیبی موجب کاهش معنی داری در گلوکز ناشتا (P=۰/۰۳)، انسولین (P=۰/۰۱) و مقاومت به انسولین (P=۰/۰۱) در گروه تمرین ترکیبی شد. هم چنین در نتیجه مقایسه های بین گروهی کاهش معنی داری در انسولین (P=۰/۰۱) و مقاومت به انسولین (P=۰/۰۴) کاهش غیر معنی دار در گلوکز ناشتا (P=۰/۰۷) گروه تمرین ترکیبی نسبت به گروه کنترل مشاهده شد مشاهده شد (جدول ۵).

جدول ۲ :ویژگی های توصیفی گروه های کنترل و تمرین در ابتدای تحقیق

متغیر	تمرین ترکیبی Mean±SD	کنترل SD±Mean	p-value بین گروهی
سن	۵۴/۱۴±۵/۴۳	۵۵/۷۱±۶/۴۰	۰/۴۹۰
سابقه بیماری (سال)	۹/۰۷±۵/۲۶	۹/۸۶±۶/۳۹	۰/۴۹۹
قد (سانتی متر)	۱۶۱/۳۰±۷/۲۳	۱۵۸/۴±۵/۴۸	۰/۲۷۰
وزن (کیلوگرم)	۷۱/۴۴±۱۳/۲۰	۷۶/۳۰±۹/۵۸	۰/۲۷۶
BMI (کیلوگرم/ متر مربع)	۳۰/۵۷±۲/۹۷	۲۹/۷۰±۴/۱۷	۰/۸۳۳
چربی بدن (٪)	۴۲/۵۷±۲/۱۷	۴۲/۶۴±۴/۹۵	۰/۹۶۱
گلوکز ناشتا (میلی گرم/دسی لیتر)	۲۱۴/۶۴±۲۷/۶۷	۲۰۰/۸۶±۴۶/۸۸	۰/۱۷۷
هموگلوبین گلیکولیزه(٪)	۹/۴۹±۰/۸۵	۹/۱۰±۱/۴۱	۰/۰۷۳

از آزمون t مستقل برای مقایسه ویژگی های توصیفی دو گروه در ابتدای مطالعه استفاده شد.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

جدول۳: مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی وزن، شاخص توده بدنی، چربی بدن و نسبت دور کمر به دور لگن دو گروه در قبل و پس از ۱۰ هفته مداخله ورزشی

متغیر	آزمون	تمرین ترکیبی Mean±SD	کنترل Mean±SD	P-value بین گروهی
وزن (کیلوگرم)	پیش آزمون	۷۱/۴۴±۱۳/۲۰	۷۶/۳۰±۹/۵۸	۰/۴۲۵
	پس آزمون	۷۱/۱۹±۱۳/۱۰	۷۵/۵۵±۹/۲۳	
	P-valueدرون گروهی	۰/۴۳۸	۰/۴۸۳	
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/ متر مربع)	پیش آزمون	۳۰/۵۷±۲/۹۷	۲۹/۷۰±۴/۱۷	۰/۵۱۲
	پس آزمون	۳۱/۳۸±۸/۶۱	۲۹/۵۷±۴/۱۴	
	P-valueدرون گروهی	۰/۶۸۰	۰/۲۸۹	
چربی بدن(٪)	پیش آزمون	۴۵/۵۷±۲/۱۷	۴۲/۶۴±۴/۹۵	۰/۰۵۷
	پس آزمون	۴۱/۴۳±۴/۱۸	۴۴/۵۰±۲/۱۷	
	P-valueدرون گروهی	۰/۲۹۱	۰/۳۷۹	
نسبت دور کمر به دور لگن	پیش آزمون	۱/۰۳±۰/۱۹	۱/۰۱±۰/۱۸	۰/۶۱۷
	پس آزمون	۰/۹۶±۰/۰۸	۰/۹۷±۰/۰۶	
	P-valueدرون گروهی	۰/۲۰۲	۰/۳۷۴	

* تفاوت معنی دار در گروه تمرین ترکیبی. WHR: نسبت دور کمر به دور لگن.

جدول۴: مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی شاخص های کبد چرب دو گروه قبل و پس از ۱۰ هفته مداخله ورزشی

متغیر	آزمون	تمرین ترکیبی Mean±SD	کنترل Mean±SD	P-value بین گروهی
شاخص استئاتوز فرامینگهام	پیش آزمون	-۰/۵۴±۰/۷۴	-۰/۵۰±۰/۶۲	۰/۳۱۲
	پس آزمون	-۰/۷۹±۰/۷۹	-۰/۵۸±۰/۶۵	
	P-valueدرون گروهی	۰/۱۴۹	۰/۵۴۱	
شاخص استئاتوز کبدی	پیش آزمون	۳۷/۶۰±۳/۸۴	۳۸/۲۰±۵/۳۱	۰/۵۹۶
	پس آزمون	۳۷/۵۱±۴/۷۸	۳۹/۷۰±۸/۸۷	
	P-value درون گروهی	۰/۸۷۱	۰/۵۱۳	
شاخص چربی کبد	پیش آزمون	۶۵/۷۰±۱۰/۲۵	۵۹/۹۳±۱۵/۷۸	۰/۳۲۷
	پس آزمون	۵۶/۹۷±۱۰/۵۲	۴۸/۷۸±۲۲/۱۹	
	P-valueدرون گروهی	۰/۱۰۳	۰/۴۳	
محصول تجمعی چربی	پیش آزمون	۶۳/۱۰±۱۰/۲۵	۷۴/۶۸±۲۸/۲۳	#۰/۰۳۴
	پس آزمون	۴۴/۵۹±۱۰/۵۲	۷۱/۷۷±۱۶/۸۷	
	P-value درون گروهی	*۰/۰۰۱	۰/۱۵۳	

* تفاوت معنی دار در گروه تمرین ترکیبی. # تفاوت معنی دار بین گروه تمرین ترکیبی و کنترل.
شاخص استئاتوز فرامینگهام: FSI. شاخص استئاتوز کبدی: HSI. شاخص چربی کبد:FLI. محصول تجمعی چربی: LAP.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

جدول۵: مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی گلوکز ناشتا، انسولین و مقاومت به انسولین دو گروه قبل و پس از ۱۰ هفته مداخله ورزشی

متغیر	آزمون	تمرین ترکیبی Mean±SD	کنترل Mean±SD	P-value بین گروهی
گلوکز ناشتا (mg/dl)	پیش آزمون	۲۱۶/۰۰±۶۳/۰۸	۲۰۰/۸۶±۴۶/۸۸	۰/۰۷۴
	پس آزمون	۱۶۳/۸۵±۷۱/۴۷	۲۰۳/۲۶±۶۰/۷۰	
	P-value درون گروهی	❋۰/۰۳۵	۰/۶۹۰	
انسولین (µU/mL)	پیش آزمون	۹/۱۰±۲/۶۲	۶/۵۷±۲/۰۶	#۰/۰۰۷
	پس آزمون	۵/۹۳±۲/۲۴	۶/۲۱±۲/۰۶	
	P-value درون گروهی	❋۰/۰۰۱	۰/۰۸	
مقاومت به انسولین	پیش آزمون	۹۵/۴۰±۳/۰۸	۹۷/۴۴±۴/۳۶	#۰/۰۴۳
	پس آزمون	۹۲/۵۰±۳/۱۸	۹۷/۰۰±۴/۵۳	
	P-vaue درون گروهی	❋۰/۰۰۱	۰/۷۳۴	

❋تفاوت معنی دار در گروه تمرین ترکیبی. #تفاوت معنی دار بین گروه تمرین ترکیبی و کنترل.

بحث

مطالعات بسیار کمی در مورد تاثیر تمرین ترکیبی (مقاومتی و استقامتی) بر شاخص های جدید کبد چرب مرتبط با بیماران مبتلا به دیابت نوع۲ انجام شده است. با این حال، تحقیق حاضر، اولین مطالعه برای ارزیابی این شاخص های غیر تهاجمی مانند HSI ,LAP ,FLI و FSI در زنان دیابتی است و به منظور بررسی تأثیر تمرین ترکیبی انجام شده است.

پس از ۱۰ هفته تمرینات ترکیبی تفاوت معنی داری در FLI مشاهده نشد. به نظر می رسد ارزیابی این شاخص در بیماران مبتلا به کبد چرب غیر الکلی با حساسیت کمتر آنزیم های کبدی تغییر محسوسی را نشان ندهد (۳۶، ۳۵). پیش از این نشان داده شده است که تمرینات با شدت بالا و تمرینات سرعتی موجب بهبود معنی دار آنزیم های کبدی می شود (۳۷، ۱۷). چندین مطالعه نشان داده است که تمرینات شدید و کوتاه مدت موجب بهبود شاخص های کبدی هم سو با بهبود در ترکیب بدن می شود (۳۹، ۳۸)

در همین زمینه نشان داده شده است که ۶ ماه تمرین ورزشی همراه با مصرف مکمل سویا موجب بهبود FLI در زنان یائسه دارای اضافه وزن می شود (۴۰). سایر مطالعات تغییرات قابل توجهی در FLI پس از مداخله تغییر شیوه زندگی مانند تمرینات ورزشی و رژیم غذایی گزارش کردند (۱۷،۴۰) اما هنوز مکانیسم بهبود FLI در نتیجه ورزش نامشخص است. هم چنین مطالعات افزایش فعالیت آنزیم های اکسیداتیو و افزایش اکسیداسیون اسید های چرب و کاهش تجمع چربی در کبد را گزارش کردند (۴۴-۴۱).

در مطالعه حاضر، شاخص LAP به طور معنی داری پس از ۱۰ هفته تمرینات ترکیبی کاهش پیدا کرد. این کاهش نسبت به گروه کنترل نیز معنی دار بود. احتمالا کاهش در چربی بدن هم سو با کاهش مقاومت به انسولین در آزمودنی های تحقیق حاضر دلیل کاهش معنی دار در شاخص LAP می باشد (۴۵). با این حال در این مطالعه، بیماران رژیم غذایی خود را تغییر ندادند و تغییر معنی داری در وزن و شاخص توده بدنی نیز مشاهده نشد. از طرفی پیش از این مشخص شده که رژیم کم کالری موجب کاهش شاخص LAP می‌شود (۴۶). بنابراین به نظر می رسد فعالیت ورزشی به صورت مجزا از رژیم غذایی می تواند یک مداخله موثر جهت کاهش چربی کبد باشد.

تفاوت معنی داری در FSI در مقایسه گروه های تمرین ترکیبی و کنترل، یافت نشد. تا کنون هیچ مطالعه ای منتشر نشده است که به طور مستقیم اثرات مزمن ورزشی بر FSI را

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

در بزرگسالان بررسی کند. می توان حدس زد که هم سو با عدم تغییر در ترکیب بدن، تمرین ترکیبی نمی تواند برای کاهش نمره FSI کافی باشد. برخی مطالعات نشان دادند که تمرین با شدت بالا می تواند پارامترهای کبدی را مستقل از ترکیب بدن (۳۹،۴۷،۴۸) بهبود دهد. در مطالعات انسانی، به نظر می رسد که تمرینات با شدت بالا اسید چرب آزاد پلاسما را کاهش می دهد و محتوای IMTG را مستقل از تغییرات در ترکیب بدن کاهش می دهد (۴۹). بیشتر تحقیقات در زمینه تنظیم استئاتوز کبدی در طی تمرینات ورزشی با شدت کم و متوسط است، اما در شدت بالا، شرایط کاملا متفاوت است. فرض شده است که در طول تمرینات شدید، با توجه به افزایش کاتکولامین های گردش خون (۱۰ تا ۲۰ برابر)، متابولیسم کبدی گلوکز توسط کاتکولامین ها کنترل می شود (۵۰). بنابراین احتمالا شدت تمرینات ترکیبی در تحقیق حاضر برای تعدیل نمره FSI کافی و موثر نبوده است.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد ۱۰ هفته تمرین ترکیبی در بیماران دیابتی نوع ۲ مبتلا به اختلالات کبدی تاثیر معنی داری بر HSI نداشت. احتمالا ۱۰ هفته تمرین ترکیبی برای بهبود نانگر های جدید کبدی کافی نمی باشد. به نظر می رسد رژیم غذایی فاکتور موثرتری از فعالیت ورزشی در بهبود نمره HSI باشد. به تازگی نشان داده شده است که بهبود قابل ملاحظه ای در نمره HSI پس از یک دوره شش ماهه رژیم مدیترانه ای به دست می آید (۵۱). در مطالعه دیگری، بارسالانی و همکاران (۲۰۱۲)، نشان دادند که پس از مداخله ۶ ماهه شامل مکمل سویا به همراه تمرین ورزشی، شاخص های کبدی در زنان یائسه دارای اضافه وزن و چاق بهبود یافت (۴۰). از این رو احتمالا تحقیق حاضر با دوره ۱۰ هفته ای برای تغییر در نمره HSI بیماران مبتلا به دیابت نوع دو کافی نمی باشد.

سایر مطالعات تغییرات قابل توجهی در پاسخ نمرات کبد چرب پس از مداخلات تغییر سبک زندگی مانند تمرینات ورزشی و رژیم غذایی نشان داده اند (۱۷،۴۰). مطالعات موجود تاثیر مداخلات ورزشی بر مسیرهای سیگنالینگ متابولیک کبدی مانند فعالیت های آنزیم های اکسیداتیو و افزایش اکسیداسیون اسید های چرب و کاهش تجمع چربی های داخل سلولی در کبد (۴۴-۴۱) را به عنوان مکانیسم اصلی کاهش چربی کبد پیشنهاد کردند.

کاهش قابل توجهی در سطوح انسولین سرم و شاخص مقاومت انسولین (HOMA-IR) در گروه ترکیبی در مقایسه با گروه کنترل مشخص شد. یافته های تحقیق حاضر در مورد کاهش انسولین و مقاومت به انسولین با مطالعات گذشته هم خوانی دارد که نشان دادند تمرینات ترکیبی از طریق کنترل گلیسمی در افراد چاق و بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ همراه بوده است (۵۲).

به طور خلاصه، می توان گفت کاهش در انسولین، گلوکز ناشتا و شاخص مقاومت به انسولین در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲، که با کاهش نمرات شاخص های کبد چرب در گروه تمرین ترکیبی همراه بود، اهمیت بالینی را نشان داد. این نتایج نشان می دهند که این نوع از تمرینات ورزشی ممکن است برای کنترل شاخص های گلیسمی و استئاتوز کبدی مرتبط با مقاومت به انسولین مفید باشد (۵۳). هر چند نیاز به تحقیقات بیشتر با طول دوره تمرینی بیشتر احساس می شود.

با توجه به نتایج حاصل از مطالعه حاضر، اهمیت برنامه تمرینی ترکیبی برای بهبود دیابت نوع ۲ و استئاتوز کبدی، با وجود این که برخی از مطالعات نشان می دهد که تمرینات ترکیبی (هوازی و مقاومتی) می تواند باعث بهبود وضعیت هومیوپاتی گلوکز در زنان دارای اضافه وزن مبتلا به دیابت نوع ۲ را دو چندان می کند. مشخص شده است که تمرینات ترکیبی می تواند مستقل از کاهش وزن بدن و در نتیجه افزایش توده عضلانی و کاهش توده چربی یک روش تمرینی موثر برای بهبود شاخص‌های استئاتوز کبدی و کنترل گلایسمی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ باشد. تمرین ترکیبی از طریق بهبود ترکیب بدنی، کاهش ترشح سایتوکاین های التهابی، بهبود متابولیسم گلوکز و کاهش مقاومت به انسولین و هم چنین بهبود آنزیم های کبدی، افزایش فعالیت AMPK را به همراه دارد که نهایتا آنزیم مالونیل کو آ که مهار کننده آنزیم

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

کارنیتین پالمیتویل ترانسفراز-۱ است را غیر فعال کرده و نتیجتا لیپولیز در کبد افزایش می یابد (۵۳-۵۱).

مطالعه حاضر دارای چندین محدودیت بالقوه بود. اول، با توجه به ملاحظات اخلاقی و عملی، قادر به انجام بیوپسی کبدی برای تجزیه و تحلیل بافت شناسی نبودیم. دوم، از سونوگرافی برای تشخیص کبد چرب استفاده نشد، که یکی دیگر از محدودیت های این مطالعه می‌باشد. علاوه بر این، مدت و شدت مطالعه حاضر می تواند به عنوان محدودیت دیگر مطالعه حاضر در نظر گرفته شود و توصیه می‌شود دوره های تمرینی طولانی تر و با شدت بالاتر استفاده شود.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد ۱۰ هفته تمرینات ترکیبی تاثیر مثبتی بر سطوح انسولین و شاخص مقاومت به انسولین زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ دارد. هم چنین با توجه به این که در بین شاخص های غیر تهاجمی کبد چرب تنها محصول تجمعی چربی (LAP) کاهش معنی داری داشت، به نظر می رسد برای کاهش شاخص های کبد چرب هم سو با کاهش در وزن و درصد چربی، به دوره های بلند مدت تمرینات یا شدت بالاتر از تمرینات نیاز است.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل از طرح مصوب معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهرکرد (Code No: 95GRN1M895) و با حمایت مالی دانشگاه شهرکرد انجام شده که از این طریق قدردانی به عمل می آید.

تعارض در منافع: هیچ گونه تعارض در منافع از طرف نویسندگان اعلام نشده است.

References:

1- Booth F, Laye MJ. ***The future: genes, physical activity and health***. Acta Physiol 2010; 199(4): 549-56.

2- Veluswamy SK, Babu AS, Sundar LM. ***Complementary role of herbal medicine and exercise in cardiovascular disease prevention and management: A review of evidence***. Curr Pharm Des 2017; 23(8): 1253-64.

3- Saponaro C, Gaggini M, Gastaldelli A. ***Nonalcoholic fatty liver disease and type 2 diabetes: common pathophysiologic mechanisms.*** Curr Diab Rep 2015; 15(6): 607.

4- Villareal DT, Chode S, Parimi N, Sinacore DR, Hilton T, Armamento-Villareal R, et al. ***Weight loss, exercise, or both and physical function in obese older adults***. N Engl J Med 2011; 364(13): 1218-29.

5- Anton SD, Manini TM, Milsom VA, Dubyak P, Cesari M, Cheng J, et al. ***Effects of a weight loss plus exercise program on physical function in overweight, older women: a randomized controlled trial.*** Clin interv Aging 2011; 6: 141-9.

6- Lennon E, Mathis E, Ratermann A. ***Comparison of strength changes following resistance training using free weights and machine weights.*** Missouri J Health, Physical Edu Rec Dance 2010; 9.

7- Shimoda H, Seki E, Aitani M. ***Inhibitory effect of green coffee bean extract on fat accumulation and body weight gain in mice.*** BMC Complement Altern Med 2006; 6(1): 9.

8- Shahmohammadi HA, Hosseini SA, Hajiani E, Malehi AS, Alipour M. ***Effects of Green Coffee Bean Extract Supplementation on Patients with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Randomized Clinical Trial.*** Hepatitis Monthly 2017;17(4).

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

9- Kwak C-J, Kim YL, Lee SM. ***Effects of elastic-band resistance exercise on balance, mobility and gait function, flexibility and fall efficacy in elderly people***. J Phys Ther Sci 2016; 28(11): 3189-96.

10- Fedchuk L, Nascimbeni F, Pais R, Charlotte F, Housset C, Ratziu V. ***Performance and limitations of steatosis biomarkers in patients with nonalcoholic fatty liver disease.*** Aliment Pharmacol Ther 2014; 40(10): 1209-22.

11- Golzari Z, Shabkhiz F, Soudi S, Kordi MR, Hashemi SM. ***Combined exercise training reduces IFN-γ and IL-17 levels in the plasma and the supernatant of peripheral blood mononuclear cells in women with multiple sclerosis.*** Int Immunopharm 2010;10(11):1415-9.

12- Colberg SR, Albright AL, Blissmer BJ, Braun B, Chasan-Taber L, Fernhall B, et al. ***Exercise and type 2 diabetes: American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement.*** Exercise and type 2 diabetes. Med Sci Sport Exe 2010; 42(12): 2282-303.

13- Balducci S, Zanuso S, Cardelli P, Salvi L, Bazuro A, Pugliese L, et al. ***Effect of high-versus low-intensity supervised aerobic and resistance training on modifiable cardiovascular risk factors in type 2 diabetes; the Italian Diabetes and Exercise Study (IDES).*** PloS one 2012; 7(11): e49297.

14- Paluch AE, Church TS, Blair SN. ***Effect of an Intensive Exercise Intervention Strategy on Modifiable Cardiovascular Risk Factors in Subjects with Type 2 Diabetes Mellitus***. Current Cardiovascular Risk Report 2011; 5(6): 481.

15- 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.

16- Stewart KJ, Bonekamp S, Barone BB, Bacher AC, Potrekus K, Moxley J, et al. ***Exercise Training Reduces Hepatic Fat in Type 2 Diabetes: A Randomized, Controlled Trial***. J Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention 2008; 28(4): 269.

17- Balducci S, Cardelli P, Pugliese L, D'Errico V, Haxhi J, Alessi E, et al. ***Volume-dependent effect of supervised exercise training on fatty liver and visceral adiposity index in subjects with type 2 diabetes The Italian Diabetes Exercise Study (IDES).*** Diabet Res clinical practice 2015; 109(2): 355-63.

18- Turner L, Shamseer L, Altman DG, Weeks L, Peters J, Kober T, et al. ***Consolidated standards of reporting trials (CONSORT) and the completeness of reporting of randomised controlled trials (RCTs) published in medical journals***. Cochrane Database Syst Rev 2012.

19- Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. ***Exercise and type 2 diabetes.*** Diabetes care 2010; 33(12): e147-e67.

20- Larose J, Sigal R, Khandwala F, Kenny G. ***Comparison of strength development with***

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

resistance training and combined exercise training in type 2 diabetes. Scand J Med Sci Sport 2012; 22(4): e45-54.

21- Higgins TP, Baker MD, Evans S-A, Adams RA, Cobbold C. ***Heterogeneous responses of personalised high intensity interval training on type 2 diabetes mellitus and cardiovascular disease risk in young healthy adults.*** Clin Hemorheol Microcirc 2015; 59(4): 365-77.

22- Han TS, Feskens EJ, Lean ME, Seidell JC. ***Associations of body composition with type 2 diabetes mellitus.*** Diabet Med 1998; 15(2): 129-35.

23- Froelicher VF, Thompson A, Noguera I, Davis G, Stewart AJ, Triebwasser JH. ***Prediction of maximal oxygen consumption: comparison of the Bruce and Balke treadmill protocols***. Chest 1975; 68(3): 331-6.

24- Astorino TA, Rohmann RL, Firth K. ***Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength.*** Eur J Appl physiol 2008; 102(2): 127-32.

25- Ahmadizad S, Haghighi AH, Hamedinia MR. ***Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index***. European J endocrinology 2007; 157(5): 625-31.

26- Bedogni G, Bellentani S, Miglioli L, Masutti F, Passalacqua M, Castiglione A, et al. ***The Fatty Liver Index: a simple and accurate predictor of hepatic steatosis in the general population***. BMC Gastroenterol 2006; 6(1): 33.

27- Motamed N, Sohrabi M, Ajdarkosh H, Hemmasi G, Maadi M, Sayeedian FS, et al. ***Fatty liver index vs waist circumference for predicting non-alcoholic fatty liver disease***. World J Gastroenterol 2016; 22(10): 3023-30.

28- Blaslov K, Zibar K, Bulum T, Duvnjak L. ***Effect of exenatide therapy on hepatic fat quantity and hepatic biomarkers in type 2 diabetic patients***. Clin Res Hepatol Gastroenterol 2014; 38(3): e61-3.

29- Chiang JK, Koo M. ***Lipid accumulation product: a simple and accurate index for predicting metabolic syndrome in Taiwanese people aged 50 and over***. BMC Cardiovasc Disord 2012; 12(1): 78.

30- Xia C, Li R, Zhang S, Gong L, Ren W, Wang Z, et al***. Lipid accumulation product is a powerful index for recognizing insulin resistance in non-diabetic individuals***. Eur J Clin Nutr 2012; 66(9): 1035-8.

31- Oh JY, Sung YA, Lee HJ. ***The lipid accumulation product as a useful index for identifying abnormal glucose regulation in young Korean women***. Diabet Med 2013; 30(4): 436-42.

32- Lee J-H, Kim D, Kim HJ, Lee C-H, Yang JI, Kim W, et al. ***Hepatic steatosis index: a simple screening tool reflecting nonalcoholic fatty liver disease.*** Dig Liver Dis 2010; 42(7): 503-8.

33- Kahl S, Straßburger K, Nowotny B, Livingstone R, Klüppelholz B, Keßel K, et al. ***Comparison of liver fat indices for the diagnosis of hepatic steatosis and insulin resistance***. PloS one 2014; 9(4): e94059.

34- Long MT, Pedley A, Colantonio LD, Massaro JM, Hoffmann U, Muntner P, et

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

al. ***Development and Validation of the Framingham Steatosis Index to Identify Persons With Hepatic Steatosis***. Clinical Gastroenterology Hepatology 2016; 14(8): 1172-80.

35- Obika M, Noguchi H. ***Diagnosis and evaluation of nonalcoholic fatty liver disease***. Experimental Diabet Res 2012; 2012.

36- Machado MV, Cortez-Pinto H. ***Non-invasive diagnosis of non-alcoholic fatty liver disease. A critical appraisal.*** J Hepatology 2013; 58(5): 1007-19.

37- 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 Sci 2015; 129(12): 1097-105.

38- Church TS, Kuk JL, Ross R, Priest EL, Biltoff E, Blair SN. ***Association of cardiorespiratory fitness, body mass index, and waist circumference to nonalcoholic fatty liver disease***. Gastroenterology 2006; 130(7): 2023-30.

39- Oh S, So R, Shida T, Matsuo T, Kim B, Akiyama K, et al. ***High-Intensity Aerobic Exercise Improves Both Hepatic Fat Content and Stiffness in Sedentary Obese Men with Nonalcoholic Fatty Liver Disease.*** Sci Rep 2017; 7.

40- Barsalani R, Riesco E, Lavoie J, Dionne I. ***Effect of exercise training and isoflavones on hepatic steatosis in overweight postmenopausal women***. Climacteric 2012; 16(1): 88-95.

41- Kotronen A, Juurinen L, Tiikkainen M, Vehkavaara S, Yki–Järvinen H. ***Increased liver fat, impaired insulin clearance, and hepatic and adipose tissue insulin resistance in type 2 diabetes***. Gastroent 2008; 135(1): 122-30.

42- Gastaldelli A, Cusi K, Pettiti M, Hardies J, Miyazaki Y, Berria R, et al. ***Relationship between hepatic/visceral fat and hepatic insulin resistance in nondiabetic and type 2 diabetic subjects***. Gastroent 2007; 133(2): 496-506.

43- Rector RS, Thyfault JP, Morris RT, Laye MJ, Borengasser SJ, Booth FW, et al. ***Daily exercise increases hepatic fatty acid oxidation and prevents steatosis in Otsuka Long-Evans Tokushima Fatty rats.*** Am J Physiol-Gastrointest Liver Physiol 2008; 294(3): G619-G26.

44- Perseghin G, Lattuada G, De Cobelli F, Ragogna F, Ntali G, Esposito A, et al. ***Habitual physical activity is associated with intrahepatic fat content in humans***. Diabete Care 2007; 30(3): 683-8.

45- Sambataro M, Perseghin G, Lattuada G, Beltramello G, Luzi L, Pacini G. ***Lipid accumulation in overweight type 2 diabetic subjects: relationships with insulin sensitivity and adipokines***. Acta Diabetologica 2013; 50(3): 301-7.

46- Briganti S, Ermetici F, Malavazos AE, Dozio E, Giubbilini P, Rigolini R, et al. ***Effect of an isocaloric diet containing fiber-enriched flour on anthropometric and biochemical parameters in healthy non-obese***

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

non-diabetic subjects. J Clin Biochem Nutr 2015; 57(3): 217-22.

47- Cassidy S, Thoma C, Hallsworth K, Parikh J, Hollingsworth KG, Taylor R, et al. ***High intensity intermittent exercise improves cardiac structure and function and reduces liver fat in patients with type 2 diabetes: a randomised controlled trial***. Diabetologia 2016; 59(1): 56-66.

48- Toohey K, Semple S, Pumpa K, Cooke J, Arnold L, Craft P, et al. ***High-intensity interval training versus continuous moderate intensity training: Effects on health outcomes and cardiometabolic disease risk factors in cancer survivors: A pilot study***. J Sci Med Sport 2015; 19: 94.

49- 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.

50- Sigal RJ, Fisher S, Halter JB, Vranic M, Marliss EB. ***The roles of catecholamines in glucoregulation in intense exercise as defined by the islet cell clamp technique***. Diabet 1996; 45(2): 148-56.

51- Trovato FM, Catalano D, Martines GF, Pace P, Trovato GM. ***Mediterranean diet and non-alcoholic fatty liver disease: the need of extended and comprehensive interventions***. Clin Nutr 2015; 34(1): 86-8.

52- Whyte LJ, Gill JM, Cathcart AJ. ***Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men***. Metabolism 2010; 59(10): 1421-8.

53- Hamed NS, Raoof NALA. ***Effect of high intensity interval training on diabetic obese women with polyneuropathy: a randomized controlled clinical trial***. Physical Therapy Rehabilitation 2014;1(1): 4.

54- Francois ME, Little JP. ***Effectiveness and safety of high-intensity interval training in patients with type 2 diabetes.*** Diabet Spectr 2015; 28(1): 39-44.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences
Vol 26| NO 3 | June 2018

Received: 28 Dec 2017
Accepted: 10 Mar 2018

Effect of a 10-week combined exercise training on new fatty liver markers in women with type 2 diabetes

Ebrahim Banitalebi [*1], Majid Mardaniyan Ghahfarrokhi[2], Mohammad Faramarzi[1], Samira Nasiri[1]

Original Article

Introduction: Fatty liver is a condition in people with type 2 diabetes mellitus (T2DM). The purpose of this study was to examine the effects of combined training on novel hepatic steatosis indices (fatty liver index (FLI), lipid accumulation product (LAP), hepatic steatosis index (HSI), and Framingham steatosis index (FSI)) in women with type 2 diabetes.

Methods: 35 females with type 2 diabetes were assigned into the combined exercise training (n = 17) and control (n = 18) groups. Aerobic-strength training was performed by the combined exercise training group) for 10 weeks. Blood samples were taken from both groups before and after the 10 weeks exercise protocols. Data were analyzed using dependent t test to compare pretest and posttest in each group. The analysis of covariance (ANCOVA) was used to compare the amount of changes in the experimental and control training groups after 10 weeks.

Results: The results of the analysis of covariance showed that 10 weeks combined exercise training caused a non-significant decrease in hepatic steatosis index (P = 0.596), Framingham steatosis index (P = 0.312), fatty liver index (P = 0.327) and a significant decrease in LAP (P = 0.334) compared to the control group.

Conclusion: The results show that 10-week combined exercise training results in a significant decrease in lipid accumulation product index and a non-significant reduction in Framingham steatosis index, hepatic steatosis index, and fatty liver index of women with type 2 diabetes. Therefore, the combined exercise training recommendation can improve the fatty liver in women with type 2 diabetes.

Keywords: Aerobic Training, Resistance Training, Fatty liver, Type 2 Diabetes Mellitus

Citation: Banitalebi E, Mardaniyan Ghahfarrokhi M, Faramarzi M, Nasiri S. **Effect of a 10-week combined exercise training on new fatty liver markers in women with type 2 diabetes .** J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2018; 26(3): 200-14.

[1]Department of Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

[2]Department of Exercise Physiology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

***Corresponding author: Tel:** 09132818216. **email:** banitalebi.e@gmail.com

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-20]