مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال نوزدهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، صفحات ۳۰-۲۱

تأثیر تمرین مقاومتی دایره‌ای و مصرف سین‌بیوتیک بر سختی شریانی و نیمرخ لیپیدی در زنان یائسه مبتلا به دیابت نوع ۲

صدیقه رضائی[۱]، علی حسنی[۲]، معصومه قربانی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

۲- نویسنده مسئول: دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران
پست الکترونیکی: hassani_3@yahoo.com

۳- مربی گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی وعلوم ورزشی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: استفاده از مکمل‌ها و تمرینات ورزشی در بین مردم جهت رفع اختلالات متابولیک و درمان بیماری‌ها رواج یافته است؛ هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر تمرین مقاومتی دایره‌ای و سین‌بیوتیک بر سختی شریانی و نیمرخ لیپیدی در زنان یائسه مبتلا به دیابت نوع ۲ بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش نیمه تجربی، ۴۳ زن مبتلابه دیابت نوع۲ به‌طور داوطلبانه شرکت کردند و به‌طور تصادفی به سه گروه تمرین مقاومتی+دارونما (۱۵ نفر)، تمرین مقاومتی+مکمل سین‌بیوتیک (۱۵ نفر) و مکمل سین‌بیوتیک (۱۳ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرینات مقاومتی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، تمرین با شدت ٪۴۰ تا ٪۶۵ 1RM و ۱۰ دقیقه سردکردن به مدت ۱۲ هفته و هفته‌ای سه جلسه بود. آزمودنی‌های گروه مکمل نیز یک ساعت پس از صرف ناهار روزانه یک عدد کپسول سین‌بیوتیک باکانت (10^9×1 CFU) را مصرف کردند. از آزمون تحلیل واریانس مکرر جهت بررسی اختلاف بین گروهی و آزمون T همبسته جهت بررسی اختلاف درون‌گروهی آزمودنی‌ها استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج درون‌گروهی نشان‌داد که شاخص پایی‌بازویی (ABI) در گروه‌های تمرین مقاومتی+دارونما (P=۰/۰۰۲) و تمرین مقاومتی+مکمل‌سین-بیوتیک (P=۰/۰۱۷) به‌طور معنی‌داری افزایش‌یافته است. شاخص قلبی عروقی مچ‌پایی (CAVI) در گروه‌های تمرینی (P=۰/۰۰۰۱) و سطوح سرمی LDL، تری‌گلسیرید، شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن در گروه‌های تمرین مقاومتی+دارونما و تمرین مقاومتی+مکمل سین‌بیوتیک، سطوح گلوکز ناشتا، شاخص مقاومت به انسولین و سطح کلسترول خون در گروه تمرین مقاومتی+مکمل سین‌بیوتیک به‌طور معنی‌داری (P≤۰/۰۵) کاهش‌یافته است. همچنین از دیگر یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان به افزایش سطوح سرمی HDL در هر ۳ گروه اشاره کرد.

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد مصرف هم‌زمان سین‌بیوتیک و تمرین مقاومتی اثر محافظتی بر عوارض ناشی از دیابت در زنان مبتلابه دیابت نوع ۲ دارد.

واژگان کلیدی: تمرین مقاومتی، مکمل سین‌بیوتیک، دیابت نوع۲، سختی شریانی و نیمرخ لیپیدی

پیام‌های اصلی

- تمرین مقاومتی دایره‌ای به همراه مصرف مکمل سین‌بیوتیک به مدت ۱۲ هفته می‌تواند تأثیرات مثبتی در سختی شریانی زنان یائسه دیابتی نوع ۲ داشته باشد.
- تمرین مقاومتی دایره‌ای همراه با مصرف مکمل سین‌بیوتیک منجر به کاهش سطح قندخون ناشتا، شاخص مقاومت به انسولین زنان یائسه دیابتی نوع ۲ می‌شود.
- تمرین مقاومتی دایره‌ای همراه با مصرف مکمل سین‌بیوتیک منجر به بهبود نیمرخ لیپیدی و شاخص‌های ترکیب بدنی زنان یائسه دیابتی نوع ۲ می‌شود.
- تمرین مقاومتی دایره‌ای به همراه مصرف مکمل سین‌بیوتیک می‌تواند تاثیرات مثبتی بر بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ داشته باشد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.21]

• مقدمه

دیابت یک بیماری متابولیکی است که میزان شیوع آن روزبه‌روز در حال افزایش است. فدراسیون بین‌المللی دیابت اعلام کرده است که ۴۵۱ میلیون نفر در سراسر جهان در سال ۲۰۱۷ به دیابت نوع دوم مبتلا بودند و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۴۵ به ۶۹۳ میلیون نفر افزایش یابد، با افزایش شیوع از ۸/۴ درصد به ۹/۹ درصد (۱). دیابت نوع ۲ تقریبا ۹۰ درصد تمام موارد دیابت را شامل می‌شود. شاخص اصلی دیابت نوع ۲ هیپرگلیسمی ناشی از مقاومت انسولینی است که در طول زمان منجر به عوارض عروقی می‌شود. این بیماران در مقایسه با افراد سالم دو تا چهار برابر بیشتر به بیماری‌های عروق کرونر، عروق محیطی و عروق مغزی مبتلا می‌شوند (۲)، به طوری‌که میزان مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی در این گروه از بیماران دو تا چهار برابر بیشتر از سایر افراد است (۳). از طرفی، در تحقیقات گوناگون نشان داده شده است که جنسیت در ابتلا به دیابت و عوارض آن، یکی از عوامل تأثیرگذار است. در تأیید این موضوع، شیوع دیابت در سنین یائسگی ۴ تا ۸ درصد گزارش شده است که با خطر سه برابری یا بیشتر بیماری کرونری قلب همراه است (۴). علاوه بر این، یائسگی و دیابت موجب افزایش شدت سختی شریانی با افزایش سن می‌شود در واقع، وضعیت ساختاری و عملکردی شریان‌ها، بازتاب تأثیر عوامل خطر قلبی- عروقی است و سختی شریان‌ها، قبل از حوادث قلبی- عروقی بروز می‌کند (۵).

اندازه‌گیری شاخص قلبی‌عروقی مچ پا CAVI (cardio-ankle vascular index) که نشان دهنده سختی شریان از مبدا آئورت تا مچ پا است، از مؤلفه‌های مهم سختی شریانی می‌باشد. یکی از ویژگی‌های مهم این شاخص عدم وابستگی به فشار خون در زمان اندازه‌گیری است (۶) در بیماران دیابتی شاخص CAVIبالاتر از گروه شاهد می‌باشد. CAVI با سرعت موج نبض نیز که به‌طور معمول برای اندازه‌گیری سختی شریان‌ها استفاد می‌شود نیز سازگار می‌باشد (۷). همچنین اندازه‌گیری شاخص مچ پا- بازویی ABI (Ankle-Brachial Index) یکی از اقدامات غیرتهاجمی برای ارزیابی خطر بیماری قلبی عروقی در مراقبت-های بهداشتی است (۸). ABI به‌عنوان اندازه‌گیری آترواسکلروز سیستمیک عمل می‌کند و بنابراین با عوامل خطر آترواسکلروز و شیوع بیماری‌های قلبی عروقی و سایر بیماری‌های عروقی مرتبط است. ABI یک اندازه‌گیری شدت آترواسکلروز در پاها و یک شاخص مستقل از خطر آتروترومبوتیک در سایر رگ‌های خونی است (۹).

فعالیت بدنی از راه بهبود عوامل خطر زای بیماری‌های قلبی و عروقی مانند کنترل هیپرگلیسمی، پرفشاری خون، دیس لیپیدمی و مقاومت انسولینی منجر به محافظت قلبی و عروقی می‌شود (۱۰). کاهش عوامل خطرزا می‌تواند منجر به کاهش مرگ و میر شود که بخشی از این رخداد به دلیل آثار مستقیم فعالیت ورزشی بر سلامت عروق می‌باشد. ورزش همچنین می-تواند به‌عنوان یک درمان غیردارویی مورد استفاده قرار گیرد و برای کاهش خطر ابتلا به بیماری شریان محیطی و بهبود میزان شاخص مچ پایی- بازویی در دیابت نوع ۲ بکار گرفته شود (۱۱). Gibbs و همکاران بیان کردند تمرینات ورزشی باعث بهبود وضعیت بدنی بیماران دیابت نوع ۲ شده است و این درحالی است که آنها تغییراتی در پاسخ اتساع عروقی حاصل از جریان خون و عوامل اندوتلیالی مشاهده نکردند (۱۲). Miyachi و همکاران در یک مطالعه مقطعی نشان دادند که مردان میانسالی که در تمرینات مقاومتی شرکت داشتند، نه‌تنها مانند مردان بی‌تمرین کامپلیانس شریان‌های مرکزی آنها نسبت به مردانِ جوان به‌طور معنی‌داری کمتر بود، بلکه نسبت به همسن و سال-های خودشان نیز کامپلیانس شریانی‌شان به‌طور معنی‌داری کمتر بود (۱۳). Laurent و همکاران که کاهش سختی شریانی محیطی در اثر تمرینات مقاومتی با شدت متوسط با انجام آهسته‌ی حرکات را نشان دادند، آنها همچنین نشان دادند که عملکرد اندوتلیوم افزایش یافت، و از آنجا که کامپلیانس شریانی می‌تواند تحت تأثیر عملکرد اندوتلیوم باشد، این امر نیز می‌تواند یکی از مکانیسم‌های مطرح باشد (۱۴). با وجود این، انتخاب برنامه تمرین ورزشی مناسب جهت بهبود عملکرد شریانی به خوبی مشخص نشده است.

با توجه به اثرات مفید پروبیوتیک و سین‌بیوتیک‌ها در مدل-های حیوانی و بیماران غیر دیابتی، امروزه تمایل زیادی به استفاده از این مکمل‌ها ایجاد شده است. سین‌بیوتیک‌ها ترکیبی از پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها (به‌عنوان مواد غذایی غیرقابل هضم) هستند که به صورت هم افزایی عمل می‌کنند و اثرات مفید آنها روی پروفایل‌های متابولیک بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ گزارش شده است. اخیرا تعدادی مطالعه نشان داده‌اند که مصرف غذاهای سین‌بیوتیک ممکن است به کنترل پروفایل‌های متابولیک کمک کند (۱۵). اگرچه، چنین اثراتی بیشتر در

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.21]

مدل‌های حیوانی یا بیماران غیر دیابتی مشاهده شده است. مطالعات و شواهد پیشین گزارش کردند که مصرف سین-بیوتیک‌ها سختی شریان‌ها را کاهش می‌دهد و در بهبود کنترل قند خون، فشار خون و پروفایل لیپیدی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ مؤثر هستند (۱۶). اثرات خوب همزیستی‌ها بر متابولیسم انسولین و نشانگرهای التهابی را می‌توان با ساخت اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه، تعدیل ترکیب میکروبیوتای روده و کاهش بیان ژن‌های مرتبط با التهاب مرتبط دانست (۱۷). سین‌بیوتیک‌ها ممکن است از طریق تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFA)، دی سولفید کربن و استات متیل و افزایش فعالیت لیپولیتیکی باعث ایجاد اثرات مفید شوند (۱۸).

همچنین تمرینات ورزشی و سین‌بیوتیک‌ها، اثرات مفیدی در کاهش سختی شریانی دارند و می‌توانند بدون داشتن عوارض نامطلوب داروهای شیمیایی در بهبود وضعیت بیماران قلبی عروقی نقش مؤثری داشته باشند. در مطالعه‌ای مصرف مکمل سین‌بیوتیک و ورزش (استقامتی، قدرتی و ...) با تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه (استات، بوتیرات و پروپیونات) تأثیر مثبتی بر غنای میکروبیوتای روده و میزان انسولین داشت (۱۹). با توجه به مطالعات فوق و خلاء موجود در زمینه اثرات مصرف مکمل سین‌بیوتیک به همراه تمرین مقاومتی، بر عملکرد عروقی در افراد دیابتی نوع ۲، این پژوهش با هدف بررسی اثرات تمرین مقاومتی دایره‌ای و مکمل سین‌بیوتیک بر سختی شریانی و نیمرخ لیپیدی در زنان یائسه مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام شد.

• مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از انواع پژوهش‌های نیمه تجربی یک سوکور با روش پیش آزمون – پس آزمون بود، که پس از دریافت تأییدیه کد اخلاق (IR.SHAHROODUT.REC.1402.009) از کمیته اخلاق دانشگاه صنعتی شاهرود بر روی زنان یائسه مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام شد. جامعه آماری پژوهش حاضر کلیه بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ مراجعه کننده به واحد دیابت پلی کلینیک تخصصی و فوق تخصصی بیمارستان امام حسین (ع) و انجمن دیابت شهرستان شاهرود بودند، که از بین آن‌ها تعداد ۴۵ نفر داوطلب همکاری با طرح بودند. پس از توجیه کامل شرکت‌کنندگان، فرم رضایت‌نامه از آنان اخذ شد و پرسشنامه آمادگی برای فعالیت بدنی (PAR-Q) را تکمیل کردند و آزمودنی‌ها به‌وسیله قندخون که در ابتدا اندازه‌گیری شده همتاسازی و به‌صورت تصادفی به سه گروه تمرین مقاومتی+دارونما (۱۵ نفر) و تمرین مقاومتی+سین‌بیوتیک (۱۵ نفر) و گروه مصرف مکمل سین‌بیوتیک (۱۵ نفر) تقسیم شدند.

معیارهای ورود به پژوهش شامل: قند خون ناشتای بالای ۱۲۶ میلی‌گرم در دسی لیتر، Hba1c بیشتر ۶,۴، شاخص توده‌ی بدنی ۲۶ تا ۳۰، عدم وابستگی به انسولین، یائسگی، گذشتن بیش از ۵ سال از شروع دیابت طبق تشخیص پزشک متخصص و معیارهای خروج نیز شامل مصرف پروبیوتیک و یا سین‌بیوتیک در ۳ ماه گذشته، فعالیت ورزشی منظم در ۶ ماه اخیر، استفاده از کورتیکواستروئیدها، غیبت بیش از سه جلسه، عدم مصرف سین‌بیوتیک یا دارونما بیش از ۳ روز و داشتن هر گونه بیماری مزمن کلیوی، کبدی، نفروپاتی، نوروپاتی، رتینوپاتی و غیره بود.

جهت همسان‌سازی رژیم غذایی در روزهای قبل از خون‌گیری در جلسه اول از آزمودنی‌ها خواسته شد تا رژیم غذایی قبل از خون‌گیری اول را ثبت کنند تا در روز قبل از خون‌گیری نهایی نیز از همان رژیم غذایی پیروی کنند. با این حال امکان کنترل کامل رژیم غذایی آزمودنی ها در این تحقیق وجود نداشت. همچنین از شرکت‌کنندگان درخواست شد تا در این مدت از محصولات غذایی غنی‌شده با پروبیوتیک و ماست به علت وجود پروبیوتیک موجود در آن (لاکتوباسیلوس) و اختلال در داده‌های مطالعه، استفاده نکنند. البته شرکت‌کنندگان می‌توانستند از شیر و سایر محصولات آن به‌عنوان جایگزین مصرف کنند (۲۰).

آزمودنی‌های گروه تمرین مقاومتی+دارنما و تمرین مقاومتی+ مکمل در سالن ورزشی دانشگاه صنعتی شاهرود به مدت ۱۲ هفته به اجرای تمرینات پرداختند. تمرینات به‌صورت دایره‌ای با ۸ ایستگاه ابتدا با شدت ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه شروع شد که به تدریج به شدت ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه رسید. آزمودنی‌ها تمرینات را در ۳ ست و با ۱۲-۸ تکرار انجام دادند. ۸ ایستگاه شامل: پرس سینه با دستگاه، جلوپا ماشین، پشت پا خوابیده، جلوبازو سیم کش، پشت بازو سیم کش، پرس پا، قایقی سیم کش و درازونشست بود. هر جلسه از تمرین با ۱۰ دقیقه گرم کردن، شامل پیاده روی و حرکات کششی شروع می‌شود و با ۱۰ دقیقه سرد کردن خاتمه می‌یابد. شدت تمرینات برای هر فرد از طریق 1RM تعیین شد (۲۱). دامنه بار و تکرارها مطابق با تمرین هایپرتروفی تنظیم شده توسط کالج آمریکایی طب ورزشی (ACSM) و انجمن ملی قدرت و شایسته سازی و مطابق با روش کالج آمریکایی طب ورزشی در مورد تمرین مقاومتی برای سلامتی در جمعیت بالغ (باچل و همکاران؛ کریمر و همکاران) بود (۲۱). همچنین آزمودنی های گروه تمرین تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل و مکمل یک ساعت پس از صرف وعده غذایی ناهار و دوز مصرف روزانه یک عدد کپسول لاکتوکر

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.61186/nsft.19.3.21]

(**LactoCare**) با کانت $10^9\times1$ CFU (colony forming units) محصول شرکت زیست تخمیر تهران را مصرف کردند (۲۲).

جهت اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدن (وزن، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن) از دستگاه اندازه‌گیری ترکیب بدن In Body230 ساخت کشور کره استفاده شد. قد افراد نیز با استفاده از دستگاه قد سنج، بر حسب سانتی‌متر تعیین شد. به‌منظور اندازه‌گیری قندخون ناشتا، سطح انسولین پلاسما، سطوح سرمی تری‌گلیسرید، LDL، HDL و کلسترول خون از بیماران در مرحله پیش‌آزمون صبح و پس از حداقل ۱۰ ساعت ناشتایی و مرحله پس‌آزمون ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینات و مصرف مکمل‌ها به میزان ۵ سی سی خون از سیاهرگ بازویی، درحالت نشسته، توسط کارشناس آزمایشگاه گرفته شد. در نهایت پس از اتمام خونگیری، نمونه‌ها برای ۲۰ دقیقه در دمای اتاق جهت لخته شدن قرار داده شدند و سپس لوله های حاوی نمونه برای مدت ۲۰ دقیقه با ۳۰۰۰rpm سانترفیوژ گردیده و سرم جداسازی شده در میکروتیوپ مجزا در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.HDL و TG با کیت (Colorimetric Enzymatic, Parsazmun, Tehran, Iran) و LDL، TC (Enzymatic Photometric, Parsazmun, Tehran, Iran) اندازه گیری شدند. غلظت قند خون به روش آنزیمی-کالریمتری با بکارگیری از آنزیم گلوکز اکسیداز (Oxidase Glucose) با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون (Pars Azmon, Iran) و بوسیله دستگاه آتوآنالایزربیوشیمی Mindray bs800 و سطح انسولین پلاسما به روش الایزای ساندویچی و با استفاده از دستگاه Elisa Reader مدل Awareness Technology ساخت کشور آمریکا اندازگیری شد. شاخص مقاومت به انسولین نیز با فرمول زیر محاسبه شد (۲۳).

۴۰۵/ ((mg/dl) گلوکز ناشتا ×(µu/ml) انسولین ناشتا) =شاخص مقاومت به انسولین

آزمون سختی شریان‌ها تحت شرایط استاندارد (درجه حرارت اتاق ۲۲ درجه سانتی‌گراد با به حداقل رساندن محرک‌ها) با استفاده از سیستم VaSera-VS-2000 (شرکت فوکودا Denshi ژاپن) بین ساعات ۹ تا ۱۲ صبح انجام شد. قبل از انجام آزمایش، شرکت‌کنندگان برای جلوگیری از اثر بالقوه استرس در وضعیت خوابیده به پشت به مدت ۱۵دقیقه استراحت کردند. در زمان معاینه، افراد در وضعیت خوابیده به پشت باقی می‌ماندند. ۲ الکترود در دو دو مچ دست قرار داده شد و۴ کاف فشارخون در اطراف بازوها و مچ پا پیچیده شد و یک میکروفون بر روی جناغ سینه در فضای بین دنده‌ای دوم قرار داده شد (۶).

برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی از آمار توصیفی و برای بررسی توزیع طبیعی داده های تحقیق از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. از آزمون T وابسته برای ارزیابی تفاوت‌های درون گروهی و از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای ارزیابی تفاوت بین گروهی استفاده گردید. کلیه آنالیزها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ انجام گرفت. سطح معنی‌داری آزمون‌ها (P<۰/۰۵) در نظر گرفته شد.

• یافته‌ها

در جدول ۱، ویژگی فردی آزمودنی‌ها در سطح پایه بین گروه‌های تمرین مقاومتی+دارنما و تمرین مقاومتی+مکمل سین‌بیوتیک و مکمل سین‌بیوتیک ارائه شده است.

جدول ۱. اطلاعات توصیفی گروه‌های مطالعه شده در سطح پایه

ویژگی‌های فردی	میانگین± انحراف معیار		
	تمرین مقاومتی+ دارنما	تمرین مقاومتی+مکمل	گروه مکمل
تعداد نمونه	۱۵	۱۵	۱۳
سن (سال)	۵۶/۸۴±۲/۸۸	۵۶/۱۵±۳/۷۶	۵۸/۹۲±۵/۶۹
وزن (کیلوگرم)	۷۰/۲۰±۱۰/۶۰	۷۲/۵۵±۹/۰۶	۷۲/۷۶±۸/۹۲
شاخص توده بدنی	۲۸/۴۴±۱/۹۷	۲۸/۵۷±۲/۲۵	۲۹/۵۷±۳/۰۸
درصد چربی بدن	۴۵/۸۶±۴/۴۶	۴۸/۵۷±۳/۶۳	۴۲/۶۳±۴/۰۶
قندخون	۱۸۴/۳۸±۶۷/۰۵	۱۸۳/۳۰±۶۹/۸۵	۱۷۶/۴۶±۴۲/۴۵

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.21]

همان طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که شاخص پایی بازویی (ABI) در گروه‌های تمرین مقاومتی+دارونما و تمرین مقاومتی+مکمل سین‌بیوتیک بطور معنی‌داری افزایش یافته است. شاخص قلبی عروقی مچ پایی (CAVI) سطوح سرمی LDL، تری‌گلسیرید، شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن در گروه‌های تمرین مقاومتی+دارونما و تمرین مقاومتی+مکمل سین‌بیوتیک، سطوح گلوکز ناشتا، شاخص مقاومت به انسولین و سطح کلسترول خون در گروه تمرین مقاومتی+مکمل سین‌بیوتیک بطور معنی‌داری کاهش یافته است. از دیگر یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان به افزایش سطوح سرمی HDL در هر ۳ گروه اشاره کرد. براساس نتایج بین گروهی آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داده شده است که گروه تمرین مقاومتی+مکمل سین‌بیوتیک نسبت به گروه مکمل سین-بیوتیک (P=۰/۰۰۹) باعث کاهش معنی‌دار درصد چربی بدن شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون تی وابسته و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر به‌منظور بررسی اثرات درون گروهی و بین گروهی

متغیرها	گروه‌ها	میانگین±انحراف معیار		سطح معنی‌داری			
		پیش آزمون	پس آزمون	درون گروهی		بین گروهی	
				T	P	F	P
شاخص قلبی عروقی مچ پایی (CAVI)	تمرین مقاومتی+دارونما	۷/۹۱±۰/۷۵	۶/۹۵±۰/۸۰	۵/۹۸۸	*۰/۰۰۰۱	۰/۹۱۱	۰/۴۱۱
	تمرین مقاومتی+مکمل	۸/۱۷±۰/۷۲	۷/۱۵±۰/۵۹	۶/۹۱۳	*۰/۰۰۰۱		
	مکمل	۷/۸۸±۰/۷۵	۷/۶۷±۰/۷۲	۱/۳۶۲	۰/۱۹۸		
شاخص پایی بازویی (ABI)	تمرین مقاومتی+دارونما	۱/۰۵±۰/۱۲	۱/۱۲±۰/۰۶	-۳/۸۸۰	*۰/۰۰۲	۲/۲۸۱	۰/۱۱۷
	تمرین مقاومتی+مکمل	۱/۰۵±۰/۰۸	۱/۱۷±۰/۱۱	-۲/۷۷۴	*۰/۰۱۷		
	مکمل	۱/۰۳±۰/۱۱	۱/۰۵±۰/۱۴	-۰/۲۸۰	۰/۷۸۰		
گلوکز ناشتا (Mg/dl)	تمرین مقاومتی+دارونما	۱۸۴/۳۸±۶۷/۰۵	۱۶۸/۲۳±۵۳/۹۴	۱/۴۹۱	۰/۱۶۲	۰/۲۹۵	۰/۷۴۷
	تمرین مقاومتی+مکمل	۱۸۳/۳۰±۶۹/۸۵	۱۴۲/۶۱±۳۳/۹۴	۲/۷۰۹	*۰/۰۱۹		
	مکمل	۱۷۶/۴۶±۴۲/۴۵	۱۵۳/۹۲±۳۴/۹۹	۲/۱۶۲	۰/۰۵۱		
انسولین پلاسما (IU/ml)	تمرین مقاومتی+دارونما	۹/۶۷±۵/۱۹	۹/۲۰±۵/۷۳	۰/۳۷۴	۰/۷۱۵	۱/۰۶۵	۰/۳۵۵
	تمرین مقاومتی+مکمل	۷/۱۳±۳/۳۸	۶/۴۹±۵/۲۸	۰/۹۲۲	۰/۳۷۵		
	مکمل	۷/۶۰±۵/۱۱	۷/۶۵±۴/۸۸	-۰/۰۶۱	۰/۹۵۲		
شاخص مقاومت به انسولین	تمرین مقاومتی+دارونما	۴/۴۶±۲/۸۴	۴/۱۱±۳/۷۳	۰/۴۴۶	۰/۶۶۳	۲/۱۵۸	۰/۱۳۰
	تمرین مقاومتی+مکمل	۳/۰۴±۱/۲۲	۲/۱۸±۱/۴۹	۳/۱۸۳	*۰/۰۰۸		
	مکمل	۳/۳۱±۲/۴۳	۲/۶۹±۱/۴۲	۱/۲۵۴	۰/۲۳۴		
LDL (Mg/dl)	تمرین مقاومتی+دارونما	۹۳/۵۴±۱۸/۰۸	۷۵/۶۳±۱۸/۰۳	۲/۷۴۳	*۰/۰۱۸	۰/۰۲۷	۰/۹۷۴
	تمرین مقاومتی+مکمل	۹۰/۶۹±۱۷/۵۸	۷۸/۸۶±۱۴/۲۴	۲/۸۹۹	*۰/۰۱۳		
	مکمل	۸۳/۷۷±۲۳/۳۰	۸۳/۲۱±۱۸/۶۷	۰/۰۸۸	۰/۹۳۲		
HDL (Mg/dl)	تمرین مقاومتی+دارونما	۳۸/۹۵±۹/۰۶	۴۳/۶۱±۱۰/۰۵	-۶/۷۹۱	*۰/۰۰۰۱	۱/۳۵۳	۰/۲۷۱
	تمرین مقاومتی+مکمل	۳۷/۸۹±۳/۱۴	۴۳/۷۶±۴/۴۹	-۵/۱۵۲	*۰/۰۰۰۱		
	مکمل	۳۵/۶۰±۲/۸۷	۳۹/۶۹±۴/۹۰	-۳/۷۷۰	*۰/۰۰۳		
تری‌گلیسرید (Mg/dl)	تمرین مقاومتی+دارونما	۱۸۸/۰۷±۹۵/۵۷	۱۶۰/۵۳±۶۲/۰۲	۲/۱۸۶	*۰/۰۴۹	۰/۱۰۹	۰/۸۹۷
	تمرین مقاومتی+مکمل	۱۹۶/۸۴±۸۱/۴۹	۱۶۹/۰۰±۶۷/۴۸	۲/۴۴۰	*۰/۰۳۱		
	مکمل	۱۹۴/۱۵±۵۳/۵۸	۱۷۸/۳۰±۵۸/۴۲	۱/۰۴۳	۰/۳۱۸		
کلسترول (Mg/dl)	تمرین مقاومتی+دارونما	۱۶۹/۵۳±۳۴/۸۶	۱۶۲/۳۸±۳۲/۳۹	۱/۸۶۶	۰/۰۸۷	۰/۱۷۹	۰/۸۳۷
	تمرین مقاومتی+مکمل	۱۸۰/۴۶±۴۳/۱۵	۱۵۷/۶۹±۲۸/۵۷	۲/۷۸	*۰/۰۱۷		
	مکمل	۱۶۱/۷۶±۳۷/۰۹	۱۶۰/۵۳±۳۵/۶۱	۰/۲۷۶	۰/۷۸۷		
درصد چربی بدن	تمرین مقاومتی+دارونما	۴۵/۸۶±۴/۴۶	۴۴/۷۸±۴/۴۱	۶/۷۵۹	*۰/۰۰۰۱	۵/۰۶۱	*۰/۰۱۲
	تمرین مقاومتی+مکمل	۴۸/۵۷±۳/۶۳	۴۶/۸۰±۳/۷۷	۶/۱۲۷	*۰/۰۰۰۱		
	مکمل	۴۲/۶۳±۴/۰۶	۴۲/۶۶±۴/۰۱	-۰/۱۱۹	۰/۹۰۷		
شاخص BMI (kg/m^2)	تمرین مقاومتی+دارونما	۲۸/۴۴±۱/۹۷	۲۷/۵۳±۱/۸۴	۵/۷۴۸	*۰/۰۰۰۱	۱/۳۰۶	۰/۲۸۳
	تمرین مقاومتی+مکمل	۲۸/۵۷±۲/۲۵	۲۷/۸۶±۲/۰۵	۵/۵۲۳	*۰/۰۰۰۱		
	مکمل	۲۹/۵۷±۳/۰۸	۲۹/۲۶±۳/۱۱	۱/۹۵۹	۰/۰۷۴		

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.21]

• بحث

سین‌بیوتیک‌ها ترکیبی از پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها (به عنوان مواد غذایی غیرقابل هضم) هستند که به‌صورت هم‌افزایی عمل می‌کنند و اثرات مفید آن‌ها روی پروفایل‌های متابولیک بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ گزارش شده است. مطالعات و شواهد پیشین گزارش کردند که مصرف سین‌بیوتیک‌ها در بهبود کنترل قند خون، هموگلوبین گلیکوزیله، فشار خون و پروفایل لیپیدی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ مؤثر هستند (۱۶). از طرفی کاهش سطوح اکسید نیتریک با مصرف سین-بیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و اینولین، در موش مشاهده شده است (۲۴). NO در سیستم گردش خون نقش مهمی دارد زیرا بطور دقیقی تونوسیته عضله صاف سلول‌های اندوتلیال را تنظیم می‌کند. در صورت عملکرد غیرطبیعی سلول‌های اندوتلیال، اسپاسم به‌وجود می‌آید. همراهی عوامل فوق با اختلال عملکرد اندوتلیال و کاهش دسترسی به NO موجب افزایش قابلیت نفوذ عروق به لیپیدهای آتروژنیک و سلول‌های التهابی نظیر مونوسیت و لنفوسیت‌های T می‌گردد. درنتیجه رویدادهای متوالی که تقویت‌کننده همدیگر هستند منجر به تشکیل پلاک‌های آترواسکلروئیک می‌شوند. این رویدادها شامل نفوذ منوسیت‌ها و ماکروفاژها از دیواره عروقی صدمه دیده و تبدیل آنها به سلول‌های کف مانند (cellsfoam) که به‌وسیله LDL اکسیده صورت می‌گیرد و تکثیر سلول‌های صاف عضلانی عروقی و انتقال آنها به طرف قسمت داخلی عروق می‌باشند (۲۵). تمرینات ورزشی نیز در تولید NO بافت اندوتلیال نقش مهمی دارند در پژوهشی با بررسی تأثیر تمرین مقاومتی بر عملکرد اندوتلیال در بیماران دیابتی T2 نشان داد که اکسید نیتریک سنتاز اندوتلیال به‌طور قابل توجهی پس از تمرین مقاومتی افزایش یافت (۲۶).

از یافته‌های مهم پژوهش حاضر می‌توان به کاهش معنی‌دار سختی شریانی (شاخص قلبی عروقی مچ پایی (CAVI)) و افزایش شاخص پایی بازویی (ABI) در گروه‌های تمرین مقاومتی+دارونما و تمرین مقاومتی+مکمل اشاره کرد که با نتایج پژوهش Evans و همکاران اعلام کردند که تمرینات مقاومتی ممکن است به اندازه تجویز ورزش هوازی در درمان سختی شریانی مرتبط با CVD مؤثر باشد (۲۷) همسو با نتایج پژوهش-های Ceciliato و همکاران به این نتیجه رسیدند که تمرین مقاومتی به تنهایی باعث ایجاد تغییرات در سختی شریانی نمی-شود (۲۸)، DeVallance و همکاران به این نتیجه رسیدند که ۸ هفته تمرینات مقاومتی پیشرونده سختی شریان را در هیچکدام از گروه‌ها تغییر نداد (۲۹) Jefferson و همکاران نشان داد که هیچ یک از معیارهای سختی شریانی با RT یا RT + CR تغییر نکرده است (۳۰) ناهمسو می‌باشد. نتایج متفاوت در رابطه با تأثیر تمرین مقاومتی بر سختی شریانی می‌تواند به علت شیوه-های تمرینی متفاوت، سن آزمودنی‌ها و نیز اثر تغذیه، تفاوت‌های فردی، وراثتی و نژادی باشد که از محدودیت‌های مطالعه حاضر نیز به شمار می‌رود.

در خصوص تغییرات شاخص پایی بازویی (ABI) در گروه-های تمرین مقاومتی+دارونما و تمرین مقاومتی+مکمل سین-بیوتیک، نشان داده شده است که سطوح بالاتر فعالیت بدنی و آمادگی قلبی عروقی باعث کاهش خطر پرفشارخونی حاد در افراد سالم می‌شود. به علاوه، تمرین می‌تواند باعث کاهش فشارخون در افراد پرفشارخون مثل افراد مبتلا به دیابت شود و نشان داده شده است که چندین عامل درگیر در پاتوفیزیولوژی پرفشارخونی را نیز بهبود می‌بخشد (۳۱). برخی مطالعات نشان داده‌اند تمرینات مقاومتی از اولویت بیشتری برای بهبود آمادگی قلبی عروقی، عملکرد اندوتلیال، مارکرهای فعالیت سمپاتیکی، سختی سرخرگی، لیپوپروتئین‌ها و گلوکز خون در افراد دیابتی مبتلا به فشار خون و خانواده‌هایی که سابقه بیماری فشارخون در آنها بالا است، برخوردار می‌باشد بعلاوه شدت تمرین برکاهش فشارخون اثری ندارد اما سختی سرخرگ را کاهش داد (۳۲). از طرفی مطالعاتی که بر روی جمعیت‌های بزرگ انجام شده نشان دادند که کاهش بیش از حد ABI (کمتر از ۰/۹) حوادث قلبی عروقی و مرگ و میر ناشی از مشکلات قلبی عروقی را در همه سطوح دو برابر می‌کند (۳۳). همچنین مقادیر بالای ABI (بالاتر از ۱/ ۳) نشان دهنده سختی عروق در بیماری‌های کلیوی و دیابت می‌باشد. بیمارانی که مبتلا دیابت هستند به طور قابل توجهی ازکیفیت سلامتی کمتری در زندگی برخوردار هستند و کاهش فعالیت بدنی در زندگی روزمره آنها باعث افزایش مرگ و میر در این بیماران می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داده که تمرین، بهبودهایی را بوجود می‌آورد که بنظر می‌رسد گزینه بهتری برای درمان با توجه به نتایج بنیادی آن باشد. با این حال بهبود ABI در اثر تمرینات زودتر رخ می‌دهد و اثرات بهبودی کامل آن در اثر تمرین در مدت زمان طولانی-تری مشخص می‌شود (۳۴). نتایج تحقیق حاضر نشان داد در گروه‌هایی که از تمرین مقاومتی استفاده کرده بودند، ABI تغییر معنی‌داری را نشان داد. بنظر می‌رسد این تغییر معنی‌دار که در نتایج ABI مشاهده شد با نوع تمرینات مقاومتی (دایره‌ای) مرتبط باشد.

پژوهش حاضر کاهش شاخص قلبی عروقی مچ پایی (CAVI) در گروه‌های تمرین مقاومتی+دارونما و تمرین مقاومتی+مکمل سین‌بیوتیک را نشان داد. در مطالعات پیشین

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.21]

گفته می‌شود افزایش بالای فشار خون مرکزی در حین انجام تمرینات مقاومتی با بار زیاد می‌تواند از طریق فیبروز تغییراتی در دیواره شریانی ایجاد کند، و در نهایت منجر به سخت‌تر شدنِ آنها شود (۳۵). بنابراین، مهم است تا تمهیداتی در زمینه نحوه تجویز تمرینات مقاومتی دیده شود، تا هنگام انجام منظمِ آنها، از افزایش سختی شریان‌های مرکزی جلوگیری شود. برای این منظور، راهکارهای مختلفی پیشنهاد شده است که استفاده از پروتکل‌های تمرینی که در آنها از بارهای سبک تا متوسط استفاده می‌شود، از مهمترین آنهاست (۲۹). با این حال، نباید اجازه داد دستکاری متغیرهای این تمرینات به منظور جلوگیری از افزایش سختی شریانی، باعث کاهش اثرات مفید آنها بر تندرستی و آمادگی جسمانی به ویژه بهبود قدرت و حجم عضلانی شود. در این زمینه، در مورد تمرین با بار کم تا متوسط حدود ۳۰ تا ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است، تا با وجود استفاده از بارهای سبک، این تمرینات بتوانند تحریکات لازم جهت افزایش قدرت و حجم عضلانی که همواره دو هدف اصلی انجام تمرینات مقاومتی هستند، را اعمال کنند که بنظر می‌رسد تمرینات مقاومتی استفاده شده در مطالعه حاضر مناسب بوده است. همچنین مطالعات و شواهد پیشین گزارش کردند که مصرف سین-بیوتیک‌ها سختی شریان‌ها را کاهش می‌دهد و در بهبود کنترل قند خون، فشار خون و پروفایل لیپیدی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ مؤثر هستند (۱۶). اثرات خوب همزیستی‌ها بر متابولیسم انسولین و نشانگرهای التهابی را می‌توان با ساخت اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه، تعدیل ترکیب میکروبیوتای روده و کاهش بیان ژن‌های مرتبط با التهاب مرتبط دانست (۱۷).

از دیگر یافته‌های پژوهش حاضر کاهش معنی‌دار سطوح سرمی LDL، تری‌گلسیرید، نمایه توده بدنی و درصد چربی بدن در گروه‌های تمرین مقاومتی+دارونما و تمرین مقاومتی+مکمل سین‌بیوتیک، سطوح گلوکز ناشتا، شاخص مقاومت به انسولین و سطح کلسترول خون در گروه تمرین مقاومتی+مکمل سین-بیوتیک و افزایش معنی‌دار سطوح HDL در هر ۳ گروه می‌توان اشاره کرد که با یافته‌های Le و همکاران اعلام کردند که ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی دوره‌ای در بیماران چاق مبتلا دیابت نوع ۲، وزن، BMI، درصد چربی بدن، TG، کلسترول، LDL، FBG، HbA1c را کاهش و سطوح HDL را افزایش داد (۳۶) و همسو و با نتایج پژوهش‌های Wang و همکاران این نتیجه رسیدند که مکمل‌های پروبیوتیک/پری‌بیوتیک/سین‌بیوتیک به تنهایی ممکن است پروفایل‌های گلوکز خون را در میان بیماران مبتلا به دیابت نوع II و افراد مبتلا به پیش دیابت بهبود بخشد (۳۷) و Ban و همکاران اعلام کردند که ماست سین‌بیوتیک کاهش قابل‌توجهی در مقاومت به انسولین نشان داد (۳۸) ناهمسو می‌باشد چرا که در پژوهش حاضر تغییرات در سطوح گلوکز ناشتا و شاخص مقاومت به انسولین در گروه ترکیبی تمرین مقاومتی+مکمل سین‌بیوتیک نشان داده شد و در اثر مداخله تمرین مقاومتی یا مکمل سین‌بیوتیک به تنهایی این اثر معنادار نبود. از مکانیسم‌های تأثیر تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل بر هموستاز گلوکز و شاخص مقاومت به انسولین می‌توان به افزایش سرعت برداشت گلوکز، پروتئین انتقال‌دهندهٔ گلوکز اشاره کرد (۳۹).

چاقی به همراه اختلالات لیپیدی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ بسیار رایج است. یکی از شایع‌ترین اختلالات دیس لیپیدمی در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲، بالا بودن تری‌گلیسرید و کاهش HDL می‌باشد. لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL) بر روی دیواره سرخرگ‌ها اثر نامطلوبی دارد و باعث تسریع بیماری آترواسکلروزیس می‌شود؛ که در این مطالعه تمرین مقاومتی منجر به کاهش آن شد. لیپوپروتئین پرچگال (HDL) خواص آنتی‌آتروژنیک (ضد تشکیل ضایعات آترواتور در دیواره عروق) دارد و پژوهش حاضر نشان داد که ظرفیت سرمی HDL افزایش می‌یابد و از این رو با اثر گذاشتن بر اکسایش LDL نقش مهمی را در جلوگیری از بروز بیماری‌های قلبی_عروقی ایفا می‌کند. همچنین بنظر می‌رسد که HDL تجزیه رسوبات چربی موجود را تسهیل می‌کند. در واقع، HDL می‌تواند به‌طور مستقیم نسوج محیطی را از کلسترول تخلیه کند و یا با مبادله واسطه‌ای لیپوپروتئین‌های کم‌چگال را به کبد برساند (۴۰). لیپوپروتئین پرچگال (HDL) یک نقش بسیار مهم را در مسیر حمل و نقل کلسترول بر عهده دارد و مقدار آن با توجه به مقدار و شدت تمرین افزایش می‌یابد همچنین در چندین گزارش افزایش HDL پلاسما با کاهش وزن و تری‌گلیسرید پلاسمای بدن مربوط است (۴۱). یکی از علت‌های احتمالی افزایش HDL، افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز (LPL) در نتیجه فعالیت بدنی می‌باشد (۴۲). آنزیم LPL در تبدیل VLDL به HDL مؤثر است و با افزایش فعالیت آن، سطح HDL-C افزایش می‌یابد. از طرفی، لیستین کلستروا اسیل ترانسفراز (LCAT) علاوه بر LDL، گلسترول را به ذرات HDL تبدیل می‌کند. ممکن است افزایش این آنزیم مسؤول افزایش HDL ناشی از تمرین باشد (۴۳). نشان داده شده است که LCAT به میزان زیادی در بعضی از تمرین‌های ورزشی افزایش داشته است. همچنین بنظر می-رسد که فعالیت ورزشی سبب افزایش لیپولیز و کاهش اسیدهای چرب در خود عضلات می‌شود به‌طوری که افزایش فعالیت LPL تجزیه گلیسرول در VLDL را تسریع می‌کند و موجب حذف

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.61186/nsft.19.3.21]

ذره‌های لیپوپروتئینی می‌شود. این موضوع به نوبه خود قشر مازاد چربی (کلسترول آزاد و فسفولیپید) را به‌وجود می‌آورد که به HDL منتقل می‌شود و سبب افزایش آن می‌شود. علاوه بر این احتمالی دیگر، افزایش HDL افزایش تولیدHDL توسط کبد در پی تغییر فعالیت آنزیم LPL و کاهش لیپاز کبدی به دنبال فعالیت بدنی می‌باشد (۴۴). این احتمال وجود دارد مکانیسم‌های دیگری مانند کاهش حساسیت انسولین که تغییراتی در سطوح چربی‌ها و لیپوپروتئین‌های خونی ایجاد می‌کند، بتواند در این زمینه تأثیرگذار باشد (۴۵).

نتیجه گیری

به طورکلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرین مقاومتی دایره‌ای همراه با مصرف مکمل سین‌بیوتیک به مدت ۱۲ هفته تأثیرات مثبتی در سختی شریانی بیماران دیابتی داشته باشد. در تحقیق حاضر سطح قندخون ناشتا، شاخص مقاومت به انسولین، نیمرخ لیپیدی و شاخص‌های ترکیب بدنی در گروه تمرین مقاومتی دایره‌ای همراه با مصرف مکمل سین‌بیوتیک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که نشان دهنده تاثیرات مثبت مداخله ما در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌باشد.

تشکر و قدردانی

در پایان از بانوان محترم انجمن دیابت شاهرود که دواطلبانه در این تحقیق شرکت کردند و همچنین از شرکت دانش بنیان زیست تخمیر تهران به خاطر تخفیف در ارائه مکمل و پلاسیبو، صمیمانه سپاس گزاریم.

• References

1. Zaki, S., S. Sharma, and H. Vats, Effectiveness of concurrent exercise training in people with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. Physiotherapy Theory and Practice, 2023: 1-22.
2. Hagobian, T.A., et al., Cytokine response at high altitude: effects of exercise and antioxidants at 4300 m. Medicine and science in sports and exercise, 2006; 38(2):276.
3. Sharman, M.J. and J.S. Volek, Weight loss leads to reductions in inflammatory biomarkers after a very-low-carbohydrate diet and a low-fat diet in overweight men. Clinical science, 2004; 107(4):365-369.
4. Moosavi, S.J., M. Habibian, and P. Farzanegi, The effect of regular aerobic exercise on plasma levels of 25-hydroxy Vitamin D and insulin resistance in hypertensive postmenopausal women with type 2 diabetes. Razi Journal of Medical Sciences. 2016; 22(141):80-90 [in Persian].
5. Matsubara, T., et al., Aerobic exercise training increases plasma Klotho levels and reduces arterial stiffness in postmenopausal women. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 2014; 306(3):348-355.
6 Saiki, A., et al., New horizons of arterial stiffness developed using cardio-ankle vascular index (CAVI). Journal of atherosclerosis and thrombosis. 2020; 27(8):732-748.
7. Yambe, T., et al., Brachio-ankle pulse wave velocity and cardio-ankle vascular index (CAVI). Biomedicine & pharmacotherapy. 2004; 58:S95-S98.
8. Mehraj, M. and I. Shah, A review of Wagner classification and current concepts in management of diabetic foot. Int J Orthop Sci. 2018; 4(1):933-935.
9. Aboyans, V., et al., Measurement and interpretation of the ankle-brachial index: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. 2012; 126(24): 2890-2909.
10. Loscalzo, J., Nitric oxide insufficiency, platelet activation, and arterial thrombosis. Circulation research. 2001; 88(8):756-762.
11. Nugraha, D.S., R. Rosalina, and S. Suwanti. The Effect of Walking Exercise on the Decreased Risk of Peripheral Artery Disease (PAD) based on the Value of Ankle Brachial Index (ABI) in Type 2 Diabetes Mellitus Patients in Lerep Village, West Ungaran Subdistrict. in International Nursing Conference on Chronic Diseases Management Pekalongan. Indonesia. August 2019; 7-8.
12. Gibbs, B.B ,et al., The effect of exercise training on ankle-brachial index in type 2 diabetes. Atherosclerosis. 2013; 230(1):125-130.
13. Miyachi, M., et al., Unfavorable effects of resistance training on central arterial compliance: a randomized intervention study. Circulation. 2004; 110(18):2858-2863.
14. Laurent, S., European Network for Non-invasive Investigation of Large Arteries. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. Eur Heart J. 2006; 2:2588-2605.
15. Bengmark, S. and A. Gil, Bioecological and nutritional control of disease: prebiotics, probiotics and synbiotics. Nutricion Hospitalaria. 2006; 21:72-84, 73.
16. Zheng, H.J., et al., The effect of probiotic and synbiotic supplementation on biomarkers of inflammation and oxidative stress in diabetic patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Pharmacological research. 2019; 142:303-313.
17. Ebrahimi, Z.S., et al., Effect of symbiotic supplementation on glycemic control, lipid profiles and microalbuminuria in patients with non-obese type 2 diabetes: a randomized, double-blind, clinical trial. Journal of Diabetes & Metabolic Disorders. 2017; 16:1-10.
18. Vitali, B., et al., An in vitro evaluation of the effect of probiotics and prebiotics on the metabolic profile of human microbiota. Anaerobe. 2012; 18(4):386-391.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.21]

19. Dewi, L., et al., The Prospect for Type 2 Diabetes Mellitus Combined with Exercise and Synbiotics: A Perspective. Current Diabetes Reviews. 2021; 17(8):1-9.

20. Alijani, E., M. Seyfi, and B. Baghaiee, Investigating the effect of eight weeks of pilates training in combination with probiotic supplementation on some inflammatory markers in overweight women. Complementary Medicine Journal. 2018; 1(26): 2153-2166.

21. Wycherley, T.P., et al., A high-protein diet with resistance exercise training improves weight loss and body composition in overweight and obese patients with type 2 diabetes. Diabetes care. 2010; 33(5):969-976.

22. Grom, L., et al., Postprandial glycemia in healthy subjects: Which probiotic dairy food is more adequate? Journal of Dairy Science. 2020; 103(2):1110-1119.

23. Son, D.-H., et al., Comparison of triglyceride-glucose index and HOMA-IR for predicting prevalence and incidence of metabolic syndrome. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2022; 32(3):596-604.

24. Rishi, P., et al., Protective efficacy of probiotic alone or in conjunction with a prebiotic in Salmonella-induced liver damage. FEMS microbiology ecology, 2009. 69(2):222-230.

25. Mirzaei, F. and M. Khazaei, Role of nitric oxide in biological systems: A systematic review. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 2017. 27(150):192-222.

26. Bhati, P., et al., Progressive resistance training ameliorates deteriorating cardiac autonomic dysfunction, subclinical inflammation and endothelial dysfunction in type 2 diabetes mellitus: A randomized control trial. Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews, 2023. 17(5):102778.

27. Evans, W., et al., Effects of resistance training on arterial stiffness in persons at risk for cardiovascular disease: a meta-analysis. Sports Medicine. 2018; 48:2785-2795.

28. Ceciliato, J., et al., Effect of resistance training on arterial stiffness in healthy subjects: a systematic review and meta-analysis. Current hypertension reports. 2020; 22:1-8.

29. DeVallance, E., et al., The effects of resistance exercise training on arterial stiffness in metabolic syndrome. European journal of applied physiology. 2016; 116:899-910.

30. Jefferson, M.E., et al., Effects of resistance training with and without caloric restriction on arterial stiffness in overweight and obese older adults. American Journal of Hypertension. 2016; 29(4):494-500.

31. Ashor, A.W., et al., Effects of exercise modalities on arterial stiffness and wave reflection: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. PloS one. 2014; 10 (9):e110034.

32. Pescatello, L.S., Effects of exercise on hypertension: from cells to physiological systems. 2015: Springer.

33. Ahmadizad, S., et al., Influences of two high intensity interval exercise protocols on the main determinants of blood fluidity in overweight men. Clinical hemorheology and microcirculation. 2016; 64(4):827-835.

34. Sung, J., et al., The relationship between arterial stiffness and increase in blood pressure during exercise in normotensive persons. Journal of hypertension. 2012; 30(3):587-591.

35. Okamoto, T., M. Masuhara, and K. Ikuta, Effect of low-intensity resistance training on arterial function. European journal of applied physiology. 2011; 111(5):743-748.

36. Li, S., et al., The effect of periodic resistance training on obese patients with type 2 diabetic nephropathy. Scientific Reports.2024; 14(1):2761.

37. Wang, Z., et al., Effects of probiotic/prebiotic/synbiotic supplementation on blood glucose profiles: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Public Health. 2022; 210:149-159.

38. Ban, Q., et al., Effects of a synbiotic yogurt using monk fruit extract as sweetener on glucose regulation and gut microbiota in rats with type 2 diabetes mellitus. Journal of dairy science. 2020; 103(4):2956-2968.

39. Rice, B., et al., Effects of aerobic or resistance exercise and/or diet on glucose tolerance and plasma insulin levels in obese men. Diabetes care. 1999; 22(5):684-691.

40. Kelley, D.E. and B.H. Goodpaster, Effects of exercise on glucose homeostasis in Type 2 diabetes mellitus. Medicine and science in sports and exercise. 2001; 33(6 Suppl):S495-501; discussion S528.

41. Ribeiro, I., et al., HDL atheroprotection by aerobic exercise training in type 2 diabetes mellitus. Medicine and science in sports and exercise. 2008; 40(5):779-786.

42. Duncan, G.E., et al., Exercise training, without weight loss, increases insulin sensitivity and postheparin plasma lipase activity in previously sedentary adults. Diabetes care. 2003; 26(3):557-562.

43. Ferguson, M.A., et al., Effects of four different single exercise sessions on lipids, lipoproteins, and lipoprotein lipase. Journal of applied physiology. 1998; 85(3):1169-1174.

44. Ranallo, R.F. and E.C. Rhodes, Lipid metabolism during exercise. Sports Medicine. 1998; 26:29-42.

45. Shenoy, S., E. Arora, and S. Jaspal, Effects of progressive resistance training and aerobic exercise on type 2 diabetics in Indian population. Dubai Diabetes and Endocrinology Journal. 2009; 17(1):27-30.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.21]

Effects of Long-term Resistance Training and Synbiotic on Arterial Stiffness and Lipid Profile in Postmenopausal Women with Type 2 Diabetes

Sedigheh Rezaei[1], Ali Hassani[2], Masoumeh Ghorbani[3]*

1- Master's student in Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahrood University of technology, Shahrood, Iran

2- [*]Corresponding author: Associate Professor Sports Physiology Department, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahrood University of technology, Shahrood, Iran, E.mail: hassani_3@yahoo.com

3- Instructor of Sports Physiology Department, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahrood University of technology, Shahrood, Iran

Received 4 Mar, 2024 **Accepted 11 Jun, 2024**

Background and Objectives: The purpose of this study was to investigate effects of circuit resistance training and synbiotic on arterial stiffness and lipid profiles in postmenopausal women with type 2 diabetes.

Materials & Methods: In this semi-experimental study, 43 women with type 2 diabetes participated voluntarily and were randomly divided into three groups of resistance training and placebo (15 people), resistance training and synbiotic supplement (15 people) and synbiotic supplement biotic (13 people). The resistance training program consisted of 10 min of warm-up, resistance training with an intensity of 40–65% 1RM and 10 min of cooling down, which the resistance and placebo and resistance and synbiotic groups were set for 12 w with three sessions per week. Participants in the supplement group had 1 h after a meal (lunch) and a daily dose of one capsule with 1×10^9 CFU. The T-test and repeated analysis of variance test were used to assess inter-group and intra-group differences, respectively.

Results: Results showed that the ABI increased significantly in the groups of resistance training and placebo and resistance training and synbiotic supplement. CAVI, serum low-density lipoproteins, triglycerides, body mass index and body fat percentage in groups of resistance training and placebo and resistance training and synbiotic supplement and fasting glucose level, insulin resistance index and blood cholesterol significantly decreased in the group of resistance training and synbiotic supplement. In addition, serum high-density lipoproteins increased in all the three groups.

Conclusion: It seems that the simultaneous use of synbiotics and resistance training includes protective effects on complications in women with type 2 diabetes.

Keywords: Resistance training, Synbiotic supplement, Type 2 diabetes, Arterial stiffness, Lipid profile

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.61186/nsft.19.3.21]