

اثر تمرینات پیلاتس بر سطح سرمی آیریزین و نیمرخ لیپیدی زنان مبتلا به دیابت نوع دو

اعظم طالبی نجف‌آبادی^۱، دکتر الهام افتخاری قینانی^{۲*}، دکتر جمشید بنایی بروجنی^۲، دکتر سعید کشاورز^۲

۱. دانشجوی دکتری تخصصی، گروه علوم ورزشی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران.

۲. استادیار، گروه علوم ورزشی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۸

خلاصه

مقدمه: دیابت نوع ۲، نوعی بیماری متابولیکی است که با ترشح ناکافی انسولین و کاهش حساسیت سلول‌ها، موجب افزایش قند خون می‌شود. آیریزین، هورمونی است که توسط بافت‌های عضلانی در پاسخ به فعالیت بدنی تولید می‌شود و می‌تواند تأثیر مثبتی بر کاهش وزن، بهبود حساسیت به انسولین و تنظیم سطح قند خون داشته باشد. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر سطح سرمی آیریزین و نیمرخ لیپیدی در زنان مبتلا به دیابت نوع دو انجام شد.

روش کار: این مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی شده در سال ۱۴۰۲ بر روی ۳۰ نفر از زنان ۳۵-۵۵ ساله مبتلا به دیابت نوع ۲ در شهر اصفهان انجام شد. افراد به صورت تصادفی در دو گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. گروه اول به انجام تمرینات پیلاتس به مدت ۱۲ هفته به صورت فزاینده، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۵۰ دقیقه پرداختند و گروه کنترل، برنامه روتین زندگی را ادامه دادند. قبل و بعد از اجرای پروتکل تمرینی، خون‌گیری به منظور اندازه‌گیری آیریزین و نیمرخ لیپیدی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۵) و آزمون‌های تحلیل کوواریانس و شاپیروویلک انجام شد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج مطالعه، انجام ۱۲ هفته تمرین پیلاتس باعث افزایش سطح سرمی آیریزین ($p=0/001$)، کاهش کلسترول ($p=0/001$)، تری‌گلیسیرید ($p=0/001$) و LDL ($p=0/001$) و افزایش HDL ($p=0/001$) در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ شد.

نتیجه‌گیری: تمرین پیلاتس می‌تواند سبب بهبود سطح سرمی سطح آیریزین و نیمرخ لیپیدی شود، از این رو تمرین پیلاتس ممکن است یک روش درمانی مؤثر برای زنان مبتلا به دیابت نوع دو باشد.

کلمات کلیدی: آیریزین، پیلاتس، دیابت نوع ۲، زنان، نیمرخ لیپیدی

* نویسنده مسئول مکاتبات: دکتر الهام افتخاری قینانی؛ گروه علوم ورزشی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران. تلفن: ۰۲۳-۳۳۴۶۳۴۰۱
پست الکترونیک: elhameftekhari@iau.ac.ir

مقدمه

دیابت نوع دو، بیماری متابولیکی است که با ترشح ناکافی انسولین و کاهش حساسیت سلول‌ها به آن، موجب افزایش قند خون می‌شود. تجمع بیش از حد لیپید، عامل اصلی در توسعه دیابت نوع دو می‌باشد. بافت چربی به‌عنوان بافت ذخیره کننده انرژی، زمانی در بدن تجمع می‌یابد که میزان مصرف انرژی با سوخت آن هماهنگ نباشد که این امر اختلال در متابولیسم گلوکز و ترشح انسولین و به دنبال آن دیابت را به همراه دارد (۱). فعالیت ورزشی از جمله شیوه‌های بهبود سبک زندگی است که اثرات آن بر بیماری‌ها نشان داده شده است. فعالیت بدنی می‌تواند آثار سودمندی بر بهبود حساسیت انسولین، درصد لیپیدی بدن و کنترل قند خون به همراه داشته باشد. عدم تعادل در انتقال کلسترول و سطح کاتابولیکی نیز تجمع لیپید و ایجاد بیماری‌ها را به همراه دارد. انجام فعالیت‌های کوتاه و بلندمدت ورزشی با شدت و درجات گوناگون، بر عوامل ایمنی و التهابی در افراد اثرگذار است (۲). با توجه به اینکه تجمع بیش از حد لیپید، عامل اصلی دیابت نوع دو می‌باشد و از سویی انجام تمرینات ورزشی بر بیماری‌های مزمن نقش دارد، احتمال آن می‌رود که کنترل نیم‌رخ لیپیدی با استفاده از فعالیت‌های ورزشی بتواند بر دیابت مؤثر باشد (۳).

یکی از هورمون‌هایی که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است، آیریزین است. آیریزین هورمونی است که توسط بافت‌های عضلانی در پاسخ به فعالیت بدنی تولید می‌شود و نقش مهمی در تنظیم متابولیسم بدن دارد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که این هورمون می‌تواند تأثیر مثبتی بر کاهش وزن، بهبود حساسیت به انسولین و تنظیم سطح قند خون داشته باشد (۴). این هورمون، کمک می‌کند تا چربی سفید به چربی قهوه‌ای تبدیل شود، که با توجه به اینکه چربی قهوه‌ای در تولید و سوزاندن گرما نقشی مؤثر دارد؛ در واقع آیریزین بر روی سلول‌های سفید بافت چربی اثر گذاشته که این مهم، سبب افزایش آیریزین به‌صورت قابل توجهی شده و نشان می‌دهد که بعد از تمرینات ورزشی در انسان و موش، میزان آیریزین افزایش پیدا می‌کند. از سویی

آیریزین سبب افزایش میزان مصرف انرژی عضلات شده و کاهش وزن بدن را به همراه دارد و نیز در مقاومت به انسولین نقش داشته و باعث کنترل آن و بهبود بیماری دیابت نوع دو می‌شود (۵).

با وجود مطالعات متعدد درباره تأثیر ورزش بر آیریزین و نیم‌رخ لیپیدی، هنوز شواهد کافی درباره اثر تمرینات پیلاتس، به‌ویژه در زنان مبتلا به دیابت نوع دو وجود ندارد. بیشتر پژوهش‌های پیشین یا بر تمرینات هوازی و مقاومتی متمرکز بوده‌اند و یا نمونه‌های غیردیابتی را بررسی کرده‌اند و نتایج آن‌ها نیز گاهی متناقض بوده است (۶، ۷). از این‌رو مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر سطح سرمی آیریزین و نیم‌رخ لیپیدی زنان مبتلا به دیابت نوع دو انجام شد.

روش کار

این مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده (IRCT20230628058611N1) در سال ۱۴۰۲ بر روی ۳۰ نفر از زنان ۳۵-۵۵ ساله مبتلا به دیابت نوع ۲ در شهر اصفهان انجام شد. افراد از میان مراجعه‌کنندگان به انجمن دیابت شهرستان نجف‌آباد که پرونده پزشکی داشتند و از نظر جسمانی، شرایط انجام فعالیت بدنی را دارا بودند، انتخاب شدند. اطلاع‌رسانی از طریق نصب اعلامیه در انجمن صورت گرفت. معیارهای ورود به مطالعه شامل: سن ۳۵-۵۵ سال، قند خون ناشتا بیشتر یا مساوی ۱۲۶ میلی‌گرم/دسی‌لیتر، گذشت حداقل یک‌سال از ابتلاء به دیابت نوع ۲، عدم مصرف انسولین تزریقی (صرفاً مصرف داروهای خوراکی مانند متفورمین، گلی‌کلازید، ریپاگلینید، آکاربوز، پیوگلیتازون و امپاگلیفلوزین)، نداشتن سابقه تمرینات منظم ورزشی و توانایی انجام فعالیت بدنی بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل: وجود درد یا محدودیت‌های اسکلتی-عضلانی (کمر یا گردن)، ناتوانی در انجام تمرین، شروع مصرف انسولین تزریقی و غیبت در بیش از ۲ جلسه تمرینی بود. تعیین حجم نمونه بر اساس نتایج مطالعه مشابه نجف‌آبادی و همکاران (۲۰۲۰) که اثر تمرینات هوازی بر قند خون و پروفایل چربی بیماران دیابت نوع ۲ را بررسی کرده

بودند، انجام شد (۸). با توجه به میانگین و انحراف معیار تغییرات قند خون ناشتا در آن مطالعه، با سطح معنی داری ۰/۰۵، توان آزمون ۸۰٪ و اندازه اثر ۰/۹، تعداد ۱۵ نفر برای هر گروه برآورد گردید؛ بدین ترتیب در مجموع ۳۰ نفر به عنوان حجم نمونه انتخاب شدند. به دلیل ماهیت مداخله ورزشی، امکان کورسازی شرکت کنندگان و مربی تمرین وجود نداشت، اما تحلیل گر داده ها نسبت به تخصیص گروه ها کور بود. پس از انتخاب واجدان شرایط، شرکت کنندگان به صورت تصادفی در دو گروه مداخله (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) قرار گرفتند. برای این منظور از روش تصادفی سازی بلوکی با بلوک های چهارتایی استفاده شد تا توزیع افراد در دو گروه متعادل باشد. فهرست تخصیص توسط پژوهشگر دوم (که در اجرای مداخله نقشی نداشت) تهیه و در پاکت های در بسته و شماره گذاری شده قرار داده شد. در زمان ورود هر شرکت کننده، یکی از پاکت ها باز و گروه مربوط مشخص گردید (۹).

جهت سنجش آیریزین و نیم رخ لیپیدی، نمونه های خونی به حجم ۵ میلی لیتر پیش از شروع و پس از پایان دوره مطالعه در یک ساعت مشخص صبحگاهی و در شرایط ناشتا جمع آوری شد و سپس به آزمایشگاه منتقل گردید.

اندازه گیری قد شرکت کنندگان با استفاده از قدسنج دیواری سکا و با دقت ۰/۱ سانتی متر انجام شد. در این فرآیند، از افراد خواسته شد تا بدون کفش و به صورت ایستاده در کنار دیواری که قدسنج بر روی آن نصب شده بود، قرار گیرند؛ به گونه ای که پاشنه ها، باسن، شانه ها و سر آنها در تماس و در یک خط با دیوار باشد. همچنین تأکید شد که وزن بدن خود را به طور مساوی بر روی هر دو پا تقسیم کنند و سر را به گونه ای نگه دارند که موازی با سطح زمین بوده و نگاه آنها نیز هم راستا با افق باشد. پس از اطمینان از رعایت این شرایط، قد افراد برحسب سانتی متر اندازه گیری و ثبت گردید. برای تعیین وزن، از ترازوی پزشکی سکا (مدل ۲۰۲۰) با دقت ۰/۱ گرم بهره گرفته شد؛ بدین منظور، شرکت کنندگان صبح روز آزمون و پیش از نمونه گیری خون، بدون کفش بر روی ترازو قرار گرفتند

و وزن آنها ثبت شد. شاخص توده بدنی (BMI) نیز با استفاده از فرمول استاندارد آن محاسبه شد؛ به این صورت که وزن فرد (بر حسب کیلوگرم) بر مجذور قد (بر حسب متر) تقسیم گردید تا مقدار BMI به دست آید.

در هر دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون، از شرکت کنندگان در آزمایشگاه های تعیین شده نمونه خون برای اندازه گیری سطح سرمی آیریزین و نیم رخ لیپیدی گرفته شد. افراد به طور تصادفی با استفاده از جدول اعداد تصادفی به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند. این مطالعه به صورت یک سوکور انجام شد؛ به این معنا که شرکت کنندگان گروه کنترل از وجود برنامه تمرینی در گروه تجربی بی اطلاع بودند، اما محقق از تخصیص گروه ها آگاه بود. گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته، تحت نظارت متخصص فیزیولوژی ورزشی و مربی پیلاتس، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۵۰ دقیقه تمرین کردند. شدت تمرین به صورت تدریجی افزایش یافت (اصل اضافه بار): در هفته های اول، تمرین ها با شدت پایین و تعداد تکرار کمتر (۸-۱۰) تکرار برای هر حرکت (آغاز شد و در هفته های میانی و پایانی، تعداد تکرارها به ۱۵-۱۲، مدت نگهداشتن وضعیت ها افزایش و حرکات پیشرفته تر جایگزین حرکات ساده تر شدند. تمرین ها شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن و حرکاتی مانند تمرینات تنفسی، رهاسازی عضلات، حرکات کششی و قدرتی (دراز کشیدن به پشت، چرخش دست ها، رهاسازی لگن، بالا بردن سر و شانه، حرکت گربه ایستاده، شنای سوئدی، حرکت ستاره، دارت با چرخش، خم شدن از پهلوی، کشش دو پا و تک پا) بود. گروه کنترل هیچ برنامه ورزشی خاصی انجام نداد و درمان های معمول و توصیه های پزشکی رایج ادامه یافت.

برای اندازه گیری میزان آیریزین به روش الایزا با استفاده از کیت آزمایشگاهی شرکت رادمان تشخیص پارس استفاده شد که حساسیت روش مذکور ۰/۱۱ میلی گرم بر لیتر بود. برای بررسی میزان کلسترول به روش آنزیمی، کالیمتری (GOD-PAP) با استفاده از کیت تحقیقاتی شرکت پارس آزمون مورد سنجش قرار گرفت. حساسیت روش مذکور ۵۰۰ میلی گرم در

دسی لیتر بود. میزان تری گلیسیرید به شیوه آنزیمی، کالیمتری (GOD-PAP) با استفاده از کیت تحقیقاتی شرکت پارس آزمون مورد سنجش قرار گرفت. حساسیت روش مذکور ۷۰۰ میلی گرم در دسی لیتر بود. میزان HDL به روش دایرکت (مستقیم) با استفاده از کیت تحقیقاتی شرکت پارس آزمون مورد سنجش قرار گرفت و حساسیت روش ۲ میلی گرم بر دسی لیتر بود. میزان LDL به روش دایرکت (مستقیم) با استفاده از کیت تحقیقاتی شرکت پارس آزمون مورد سنجش قرار گرفت و حساسیت روش ۱ میلی گرم بر دسی لیتر بود.

در این مطالعه، جهت تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی مانند جدول و شکل، میانگین و انحراف معیار بهره گرفته شد. به منظور ارزیابی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد که پس از تأیید نرمال بودن داده‌ها، از آزمون‌های آمار استنباطی تحلیل

کوواریانس برای بررسی تغییرات درون گروهی و بین گروهی گروه‌ها استفاده شد. تمام تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS (نسخه ۲۵) انجام شد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

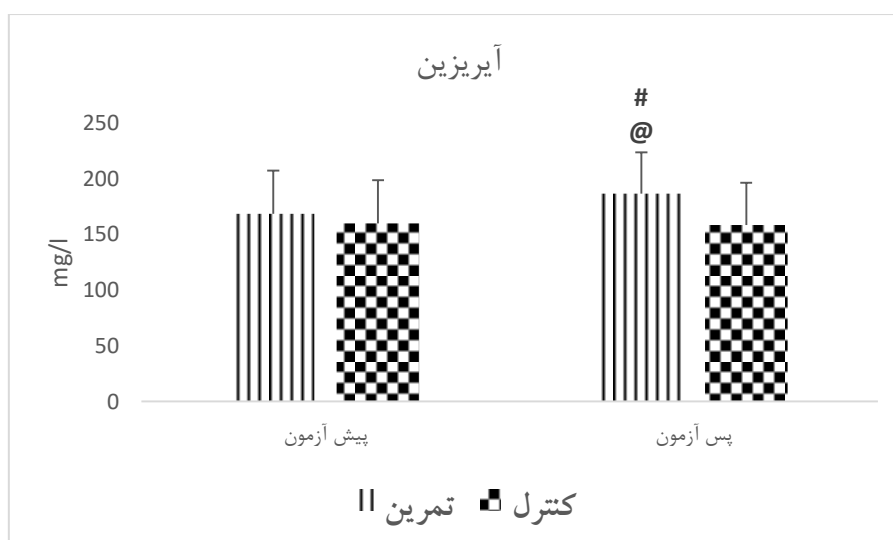
نتایج نشان داد شاخص توده بدنی در گروه تمرین پس از ۱۲ هفته پیلاتس به طور معناداری کاهش یافت ($p=0/049$). در حالی که در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد ($p=0/99$). این یافته بیانگر تأثیر مثبت تمرینات پیلاتس بر بهبود شاخص توده بدنی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ است. ترکیب بدنی شرکت کنندگان در مطالعه در جدول ۱ و تغییرات آیریزین در گروه تمرین و کنترل در نمودار ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- ترکیب بدنی شرکت کنندگان در تحقیق

متغیر	گروه‌ها	میانگین $\pm$ انحراف معیار		سطح معنی داری #
		پیش آزمون	پس آزمون	
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	تمرین	۲۸/۷۳۳ $\pm$ ۸/۵۱۱۹	۲۷/۵۳۳ $\pm$ ۲/۵۹۳۹	۰/۰۴۹
	کنترل	۲۸/۶۴۰ $\pm$ ۲/۴۹۱۶	۲۸/۶۹۳ $\pm$ ۲/۴۸۲۱	۰/۹۹

سطح معناداری $p \leq 0/05$

آزمون تی زوجی (مقایسه پیش آزمون و پس آزمون در داخل گروه)



نمودار ۱- تغییرات آیریزین در گروه تمرین و کنترل

#؛ معنادار در مقایسه با پیش آزمون (داخل گروهی)، @؛ معنادار در مقایسه با گروه کنترل در پس آزمون

جدول ۲- آماره‌های توصیفی مربوط به نیمرخ لیپیدی

گروه‌ها	میانگین $\pm$ انحراف معیار		سطح معنی‌داری
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	
کلیسترول (میلی گرم بر دسی لیتر)	تمرین	۱۸۲/۶۰ $\pm$ ۲۴/۴۷۷	۱۷۳/۴ $\pm$ ۲۵/۸۶
تری‌گلیسیرید	کنترل	۱۸۲/۵۳ $\pm$ ۱۵/۵۹	۱۸۳/۸۷ $\pm$ ۱۴/۸۲
تری‌گلیسیرید	تمرین	۱۴۲/۷۳ $\pm$ ۱۶/۵۵	۱۳۲/۹۳ $\pm$ ۱۹/۹۴
(میلی گرم بر دسی لیتر)	کنترل	۱۴۵/۸ $\pm$ ۷/۱۱	۱۴۵/۴۷ $\pm$ ۱۲/۷۱
HDL	تمرین	۴۳/۴۷ $\pm$ ۶/۷۹	۵۴/۴۷ $\pm$ ۶/۵۳
(میلی گرم بر دسی لیتر)	کنترل	۴۳/۳۳ $\pm$ ۷/۶۵۰	۴۲/۹۳ $\pm$ ۷/۷۰۴
LDL	تمرین	۱۲۸/۳۳ $\pm$ ۱۷/۱۲	۱۱۵/۵۳ $\pm$ ۲۲/۷۶۵
(میلی گرم بر دسی لیتر)	کنترل	۱۲۹/۷۳ $\pm$ ۱۳/۹۳	۱۳۰/۴۷ $\pm$ ۱۳/۷۸

بر اساس نتایج جدول ۳، بین دو گروه در نمرات سطح سرمی آیریزین تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p < 0.05$)؛ به‌طوری‌که ۱۲ هفته تمرین پیلاتس باعث افزایش میانگین نمرات سطح سرمی آیریزین در زنان دارای دیابت نوع دو گردید. همچنین بر اساس نتایج جدول فوق، تفاوت بین میانگین باقی‌مانده نمرات سطح سرمی آیریزین در دو گروه آزمایش و کنترل پس از مهار تأثیر پیش‌آزمون معنی‌دار بود ($p < 0.05$). میزان این تأثیر گروهی ۰/۵۴ بود؛ به‌عبارت دیگر، نزدیک به ۵۴٪ از تفاوت‌های ایجاد شده در متغیر وابسته به تأثیر متغیر مستقل مربوط بود. توان آماری ۱ نیز نشان‌دهنده کفایت حجم نمونه و پایین بودن خطای نوع دوم بود؛ به‌عبارت دیگر، ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر سطح سرمی آیریزین در زنان دارای دیابت نوع دو تأثیر معناداری داشت.

همچنین بر اساس نتایج جدول ۳، بین دو گروه در نمرات کلیسترول تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p < 0.05$)؛ به‌طوری‌که ۱۲ هفته تمرین پیلاتس توانست باعث کاهش میانگین نمرات کلیسترول در زنان دارای دیابت نوع دو شود. در این تحلیل پیش‌آزمون مهار شده است. همچنین بر اساس نتایج جدول فوق، تفاوت بین میانگین باقی‌مانده نمرات کلیسترول در دو گروه آزمایش و کنترل پس از مهار تأثیر پیش‌آزمون معنی‌دار بود ($p < 0.05$). میزان این تأثیر گروهی ۰/۵۸ بود؛ به‌عبارت دیگر، نزدیک به ۵۸٪ از تفاوت‌های ایجاد شده در متغیر وابسته به تأثیر متغیر مستقل مربوط بود. توان آماری ۱ نیز نشان‌دهنده کفایت حجم نمونه و

پایین بودن خطای نوع دوم بود؛ به‌عبارت دیگر، ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر کلیسترول در زنان دارای دیابت نوع دو تأثیر معناداری داشت.

بر اساس داده‌های جدول ۳، بین دو گروه در نمرات تری‌گلیسیرید تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p < 0.05$)؛ به‌طوری‌که ۱۲ هفته تمرین پیلاتس توانست باعث کاهش میانگین نمرات تری‌گلیسیرید در زنان دارای دیابت نوع دو شود. در این تحلیل پیش‌آزمون مهار شده است. همچنین بر اساس نتایج جدول فوق، تفاوت بین میانگین باقی‌مانده نمرات تری‌گلیسیرید در دو گروه آزمایش و کنترل پس از مهار تأثیر پیش‌آزمون معنی‌دار بود ($p < 0.05$). میزان این تأثیر گروهی ۰/۵۰ بود؛ به‌عبارت دیگر، نزدیک به ۵۰٪ از تفاوت‌های ایجاد شده در متغیر وابسته به تأثیر متغیر مستقل مربوط بود. توان آماری ۰/۹۹ نیز نشان‌دهنده کفایت حجم نمونه و پایین بودن خطای نوع دوم بود؛ به‌عبارت دیگر، ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر تری‌گلیسیرید در زنان دارای دیابت نوع دو تأثیر معناداری داشت.

همچنین بر اساس داده‌های جدول ۳، بین دو گروه در نمرات HDL تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p < 0.05$)؛ به‌طوری‌که ۱۲ هفته تمرین پیلاتس توانست باعث افزایش میانگین نمرات HDL در زنان دارای دیابت نوع دو شود. در این تحلیل پیش‌آزمون مهار شده است. همچنین بر اساس نتایج جدول فوق، تفاوت بین میانگین باقی‌مانده نمرات HDL در دو گروه آزمایش و کنترل پس از مهار تأثیر پیش‌آزمون

معنی دار بود ($p < 0.05$). میزان این تأثیر گروهی ۰/۶۱ بود؛ به عبارت دیگر، نزدیک به ۶۱٪ از تفاوت‌های ایجاد شده در متغیر وابسته به تأثیر متغیر مستقل مربوط بود. توان آماری ۱ نیز نشان‌دهنده کفایت حجم نمونه و پایین بودن خطای نوع دوم بود؛ به عبارت دیگر، ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر HDL در زنان دارای دیابت نوع دو تأثیر معناداری داشت.

بر اساس نتایج جدول ۳، بین دو گروه در نمرات LDL تفاوت معنی داری وجود داشت ($p < 0.05$)؛ به طوری که ۱۲ هفته تمرین پیلاتس توانست باعث کاهش میانگین نمرات LDL در زنان دارای دیابت نوع دو شود. در این

تحلیل پیش‌آزمون مهار شده است. همچنین بر اساس نتایج جدول فوق، تفاوت بین میانگین باقی‌مانده نمرات LDL در دو گروه آزمایش و کنترل پس از مهار تأثیر پیش‌آزمون معنی دار بود ($p < 0.05$). میزان این تأثیر گروهی ۰/۴۷ بود؛ به عبارت دیگر، نزدیک به ۴۷٪ از تفاوت‌های ایجاد شده در متغیر وابسته به تأثیر متغیر مستقل مربوط بود. توان آماری ۰/۹۹ نیز نشان‌دهنده کفایت حجم نمونه و پایین بودن خطای نوع دوم بود؛ به عبارت دیگر، ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر LDL در زنان دارای دیابت نوع دو تأثیر معناداری داشت.

جدول ۳- نتایج تحلیل کوواریانس یک متغیره در بررسی اثربخشی ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر سطح سرمی آیریزین و نیم‌رخ

لیپیدی در زنان دارای دیابت نوع دو			
متغیر	F	سطح معناداری	مجذور اتا
آیریزین	۳۲/۴۳	۰/۰۰۱	۰/۵۴
کلسترول	۳۸/۳۳	۰/۰۰۱	۰/۵۸
تری‌گلیسیرید	۲۷/۳۹	۰/۰۰۱	۰/۵۰
گروه HDL	۴۳/۱۷	۰/۰۰۱	۰/۶۱
LDL	۲۴/۳۶	۰/۰۰۱	۰/۴۷

بحث

در مطالعه حاضر ۱۲ هفته تمرین پیلاتس، باعث افزایش معنادار سطح سرمی آیریزین در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ شد که این یافته با بررسی‌های قبلی مانند مطالعه خسروی و همکاران (۲۰۱۹) هم‌راستا بود. در مطالعه آنها آیریزین پلاسما بعد از ۸ هفته تمرین پیلاتس افزایش معنی داری یافت (۱۰). در مطالعه مروری رحیمی و همکاران (۲۰۲۱) نیز تمرین پیلاتس به همراه تمرین مقاومتی در زنان دارای اضافه وزن، منجر به افزایش معنی دار آیریزین و بهبود مقاومت انسولینی شد (۱۱). همچنین متاآنالیزی از مطالعات مختلف (۲۰۱۸-۲۰۲۲) نشان داد که ورزش طولانی‌مدت، به‌ویژه در افراد چاق، اثر مثبت و قابل توجهی بر میزان آیریزین خون دارد (۱۲).

به نظر می‌رسد فعالیت بدنی با فعال‌سازی مسیرهای گیرنده فعال‌شده توسط تکثیر کننده پراکسی‌زوم گاما ($PGC-1\alpha$) و پروتئین حاوی دامنه فیبرونکتین نوع

5 III (FNDC5)، آیریزین منجر به تبدیل چربی سفید به چربی قهوه‌ای از طریق افزایش بیان $UCP1^3$ می‌شود (۵، ۱۳). این مسیر همراه با فعال‌سازی پروتئین کینازهای فعال‌شده با میتوژن ($p38$ MAPK^۴) و کیناز تنظیم شده با سیگنال خارج سلولی (ERK^5)، تولید گرما و مصرف انرژی را افزایش داده و حساسیت انسولینی را تقویت می‌کند. همچنین افزایش آیریزین ممکن است از طریق فعال‌سازی مسیر $p38$ MAPK باعث انتقال ناقل گلوکز نوع ۴ ($GLUT4^6$) به غشای سلولی و بهبود برداشت گلوکز شود (۱۴، ۱۵).

در پژوهش حاضر تمرین پیلاتس منجر به بهبود چشم‌گیر نیم‌رخ لیپیدی شد که شامل کاهش معنادار کلسترول تام و تری‌گلیسیرید، همراه با افزایش سطح HDL و کاهش LDL در گروه تجربی بود که این

² Fibronectin type III domain-containing protein 5

³ Uncoupling Protein 1

⁴ mitogen-activated protein kinases

⁵ extracellular-signal regulated Kinase

⁶ Glucose Transporter Type 4

¹ Peroxisome proliferator-activated receptor gamma

یافته‌ها همسو با مطالعات پیشین بوده و پشتوانه علمی نتایج را تقویت می‌کند. باین‌حال، محدودیت حجم نمونه و تمرکز صرف بر زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ در یک شهر، دقت تعمیم‌پذیری نتایج را کاهش می‌دهد. پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با حجم نمونه بیشتر و در گروه‌های متنوع‌تری از بیماران اجرا شود.

نتیجه‌گیری

تمرین پیلاتس سبب افزایش سطح سرمی آیریزین و HDL و نیز باعث کاهش سطح LDL، کلسترول و تری‌گلیسیرید در زنان دارای دیابت نوع دو شد. به‌طور کلی انجام ۱۲ هفته تمرین پیلاتس به‌صورت ۳ جلسه در هفته سبب بهبود سوخت‌وساز و متابولیسم بدن می‌شود که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر متابولیسم لیپیدها تأثیرگذار است.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد می‌باشد. بدین‌وسیله از افراد شرکت کننده در پژوهش که ما را در انجام این مطالعه یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه کارآزمایی بالینی پس از تأیید در کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد با کد اخلاق IR.IAU.NAJAFABAD.REC.1401.042 و اخذ کد کارآزمایی بالینی با شماره IRCT20230628058611N1 انجام شد.

تضاد منافع

نویسندگان این مطالعه بیان می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافی در مورد نتایج این مطالعه وجود ندارد.

حمایت مالی

مطالعه حاضر بدون حمایت مالی انجام شده است.

مشارکت نویسندگان

مشارکت نویسندگان به‌طور مساوی بوده است.

نتایج با یافته‌های مطالعه نسرین و همکاران (۲۰۱۹) که در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام شد، همخوانی داشت؛ در آن مطالعه نیز گزارش شد که تمرینات پیلاتس به‌طور قابل‌توجهی شاخص‌های کاردیو-متابولیک را بهبود می‌بخشند و موجب کاهش خطر بیماری‌های قلبی - عروقی می‌شوند (۱۶). مکانیزم‌های زیربنایی این تغییرات شامل: افزایش فعالیت آنزیم‌هایی مانند لیپوپروتئین لیپاز و لسیتین کلسترول آسیل ترانسفراز است. لیپوپروتئین لیپاز، نقش اساسی در هیدرولیز تری‌گلیسیریدهای موجود در لیپوپروتئین‌های پُرتراکم بسیار (VLDL)^۱ و شیلومیکرون ایفا می‌کند که موجب آزاد شدن اسیدهای چرب برای استفاده به‌عنوان انرژی می‌شود. افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز (LPL)^۲ با کاهش تری‌گلیسیرید و افزایش HDL مرتبط است (۱۷). از سوی دیگر، لسیتین کلسترول آسیل ترانسفراز در فرآیند بلوغ HDL و بازسازی آن نقش دارد که باعث بهبود توانایی HDL در برداشت کلسترول از بافت‌ها و انتقال آن به کبد می‌شود (فرآیند انتقال معکوس کلسترول) (۱۷). مطالعات جدیدتر نشان داده‌اند که تمرینات منظم و به‌ویژه ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی، منجر به افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز و لسیتین کلسترول آسیل ترانسفراز می‌شود که بهبود قابل توجهی در نیم‌رخ لیپیدی افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ ایجاد می‌کند و از این طریق، خطر بیماری‌های قلبی - عروقی را کاهش می‌دهد (۱۸، ۱۹). همچنین شدت و نوع تمرین ورزشی، نقش تعیین‌کننده‌ای در این فرآیندها دارد. برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی و ترکیبی، نسبت به تمرینات صرفاً هوازی، افزایش بیشتری در سطح آیریزین و فعالیت آنزیم‌های لیپیدی ایجاد می‌کنند که این به‌دلیل تحریک بیشتر متابولیسم عضلانی و ترشح میوکین‌ها است (۱۸).

این پژوهش با طراحی کارآزمایی بالینی و ارائه شواهد تجربی، همراه با توضیح مکانیسم‌های مولکولی اثر ورزش، از نقاط قوت قابل توجهی برخوردار است.

¹ very-low-density lipoprotein

² Lipoprotein lipase

1. Low CY, Gan WL, Lai SJ, Tam RS, Tan JF, Dietl S, et al. Critical updates on oral insulin drug delivery systems for type 2 diabetes mellitus. *Journal of Nanobiotechnology* 2025; 23(1):16.
2. Poon ET, Li HY, Kong AP, Little JP. Efficacy of high-intensity interval training in individuals with type 2 diabetes mellitus: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Diabetes, Obesity and Metabolism* 2025; 27(4):1719-34.
3. Kindlovits R, Sousa AC, Viana JL, Milheiro J, Oliveira BM, Marques F, et al. Evaluating the therapeutic potential of exercise in hypoxia and low-carbohydrate, high-fat diet in managing hypertension in elderly type 2 diabetes patients: a novel intervention approach. *Nutrients* 2025; 17(3):522.
4. Aminov E, Folan P, Pisconti A. Linking Circulating Irisin and Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JCSM Communications* 2025; 8(1):e70000.
5. Mohammed SN, Jasim MH, Mahmood SH, Saleh EN, Hashemzadeh A. The role of irisin in exercise-induced muscle and metabolic health: a narrative review. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology* 2025; 1-29.
6. Ruiz-Ariza B, Hita-Contreras F, Aibar-Almazán A, Carcelén-Fraile MD, Castellote-Caballero Y. A Pilates Exercise Program as a Therapeutic Strategy in Older Adults with Type 2 Diabetes: Effects on Functional Capacity and Blood Glucose. *InHealthcare* 2025; 13(9):1012.
7. Torabi A, Reisi J, Kargarfard M, Mansourian M. Differences in the impact of various types of exercise on irisin levels: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Preventive Medicine* 2024; 15:11.
8. Amini Najafabadi B, Keshavarz S, Asgary S. The 8-week aerobic exercise improves blood sugar ‘HbA1c and lipid profile in women with type 2 diabetes: A Controlled Randomized Clinical Trial. *Jorjani Biomedicine Journal* 2020; 8(3):44-57.
9. Akhtegan S, Atashak S, Bonab RR. The changes of some total antioxidant capacity and lipid peroxidation markers following the combined with high intensity interval training in sedentary postmenopausal women. *Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility* 2022; 24(13):70-9.
10. Khosravi A, Keshvari M, Tahramuzi MA. The effect of eight weeks pilates training on plasma irisin levels and anthropometric parameters in overweight women. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences* 2019; 41(2):38-46.
11. Rahimi M, Nazarali P, Alizadeh R. Pilates and TRX training methods can improve insulin resistance in overweight women by increasing an exercise-hormone, Irisin. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders* 2021; 20(2):1455-60.
12. Jandova T, Buendia-Romero A, Polanska H, Hola V, Rihova M, Vetrovsky T, et al. Long-term effect of exercise on Irisin blood levels—systematic review and meta-analysis. *InHealthcare* 2021; 9(11):1438).
13. Wang J, Jia D, Zhang Z, Wang D. Exerkines and sarcopenia: unveiling the mechanism behind exercise-induced mitochondrial homeostasis. *Metabolites* 2025; 15(1):59.
14. Enteshary M, Esfarjani F, Reisi J. The Comparison of 8 week combined training with two different intensity on level of serum irisin, and glycemic indices of type 2 diabetic women. *Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences* 2018; 61(2):971-984.
15. Minuti A, Raffaele I, Scuruchi M, Lui M, Muscarà C, Calabrò M. Role and functions of irisin: a perspective on recent developments and neurodegenerative diseases. *Antioxidants* 2025; 14(5):554.
16. Nesreen G, Yasmin M, Hakem M, Sally A. Effect of pilates exercise on cardio metabolic risk factors in women with type 2 diabetes. *The Medical Journal of Cairo University* 2019; 87(March):851-.
17. Berkovic MC, Cigrovski V, Ruzic L. Role of irisin in physical activity, sarcopenia-associated type 2 diabetes, and cardiovascular complications. *World journal of methodology* 2025; 15(4):105462.
18. Li Y, Song X, Dai L, Wang Y, Luo Q, Lei L, et al. Mechanism of action of exercise regulating intestinal microflora to improve spontaneous hypertension in rats. *Biomolecules and Biomedicine* 2025; 25(3):648.
19. Lee J, Kang M, Park Y. Exercise Training Enhances Brachial Artery Endothelial Function, Possibly via Improved HDL-C, not LDL-C and TG, in Patients with Coronary Artery Disease: A Systematic Review and Meta-analysis. *American Journal of Cardiovascular Drugs* 2025; 25(3):399-410.

The Effect of Pilates Training on Serum Irisin Levels and Lipid Profile in Women with Type 2 Diabetes

Azam Talebi Najafabadi¹, Elham Eftekhari Ghinani^{2*}, Jamshid Banaei Borujeni², Saeed Keshavarz²

1. PhD Student, Department of Sport Sciences, Na.C., Islamic Azad University, Najafabad, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Na.C., Islamic Azad University, Najafabad, Iran.

Abstract

Received: May 26, 2025 Accepted: Aug 30, 2025

Introduction: Type 2 diabetes is a metabolic disorder characterized by insufficient insulin secretion and reduced cellular sensitivity to insulin, leading to elevated blood glucose levels. This study was conducted with aim to investigate the effects of 12 weeks of Pilates training on serum irisin levels and lipid profile in women with type 2 diabetes.

Methods: This randomized clinical trial was conducted in 2023 on 30 women aged 35–55 years with type 2 diabetes in Isfahan, Iran. Participants were randomly assigned to either an experimental or a control group. The experimental group performed progressive Pilates exercises for 12 weeks, three sessions per week, each lasting 50 minutes, while the control group continued their routine lifestyle. Blood samples were collected before and after the intervention to measure irisin levels and lipid profile. Data analysis was performed using SPSS statistical software (version 25) and analysis of covariance and Shapiro-Wilk tests. $P < 0.05$ was considered significant.

Results: According to the results of the study, 12 weeks of Pilates training increased serum irisin levels ($p=0.001$), decreased cholesterol ($p=0.001$), triglycerides ($p=0.001$), and LDL ($p=0.001$), and increased HDL ($p=0.001$) in women with type 2 diabetes.

Conclusion: Pilates training can improve serum irisin levels and lipid profile; therefore, it may be an effective therapeutic approach for women with type 2 diabetes.

Keywords: Irisin, Lipid Profile, Pilates, Type 2 Diabetes, Women

► Please cite this article as:

Talebi Najafabadi A, Eftekhari Ghinani E, Banaei Borujeni J, Keshavarz S. The Effect of Pilates Training on Serum Irisin Levels and Lipid Profile in Women with Type 2 Diabetes. *Iran J Obstet Gynecol Infertil* 2025; 28(6):27-35. DOI: 10.22038/ijogi.2025.89630.6492