

اثر ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر سطح سرمی آدیپولین، هموگلوبین گلیکوزیله و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲

زهرا منتظری نجف‌آبادی^۱، دکتر سعید کشاورز^{۲*}، دکتر الهام افتخاری قینانی^۲، دکتر مهناز مروی^۲

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

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

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۹

خلاصه

مقدمه: دیابت، روند رو به رشدی در کشورهای در حال توسعه دارد. با این حال سبک زندگی فعال، اثرات مهمی در این راستا می‌تواند داشته باشد، لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر سطح سرمی آدیپولین، هموگلوبین گلیکوزیله و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام شد.

روش کار: این مطالعه تجربی بر روی زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ (از انجمن دیابت نجف‌آباد) با دامنه سنی ۳۵-۵۵ سال در شهر نجف‌آباد 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 برای گروه کنترل که برنامه روتین زندگی را ادامه دادند، قبل و بعد از اجرای پروتکل تمرینی، خون‌گیری انجام شد و اندازه‌گیری آدیپولین و هموگلوبین گلیکوزیله به روش الیزا بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۵) و آزمون‌های تی همبسته و آنکووا انجام شد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج، انجام ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر سطح سرمی آدیپولین ($p \leq 0/001$) و هموگلوبین گلیکوزیله ($p \leq 0/001$) در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ تأثیر معناداری داشت. همچنین وزن ($p = 0/04$) و مقدار BMI در اثر پیلاتس کاهش معناداری داشت ($p = 0/049$).

نتیجه‌گیری: تمرین پیلاتس می‌تواند سبب بهبود سطح سرمی آدیپولین و هموگلوبین گلیکوزیله و ترکیب بدنی شود، از این رو تمرین پیلاتس ممکن است یک روش درمانی غیردارویی برای زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ باشد.

کلمات کلیدی: آدیپولین، دیابت نوع ۲، ورزش، هموگلوبین گلیکوزیله

* نویسنده مسئول مکاتبات: دکتر سعید کشاورز؛ گروه علوم ورزشی، مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران. تلفن:

۰۳۱-۴۲۲۹۲۱۷۵، پست الکترونیک: keshavarz1357@gmail.com

مقدمه

امروزه دیابت در سرتاسر جهان به شکل اپیدمی بی‌سابقه در حال توسعه است. محققان برآورد نمودند که هر ساله حدود ۶۵۰ هزار بیمار جدید مبتلا به دیابت در آمریکا مشخص شود. این در صورتی است که طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت و فدراسیون جهانی دیابت، تعداد بیماران دیابتی در سراسر جهان در سال ۲۰۲۰ در حدود ۲۴۰ میلیون نفر برآورد شد و در سال ۲۰۲۵ این میزان از ۳۰۰ میلیون نفر نیز فراتر خواهد رفت (۱، ۲).

آدیپولین، از جمله اعضای خانواده پروتئین‌هاست که در بهبود حساسیت انسولین نقش داشته و فاکتور بهبود دهنده حساسیت انسولینی مشتق شده از چربی^۱ می‌باشد (۳). آدیپولین در دو ایزوفرم وجود دارد؛ یکی ایزوفرم دست نخورده^۲ (fCTRP12) (۴۰ کیلو دالتون) و دیگری شکسته شده (کروی ۲۵) (gCTRP12) (۲۵ کیلو دالتون)^۳ که در جریان گردش خون پیدا می‌شود (۳). ولی مطالعات نشان دادند که فقط ایزوفرم دست نخورده آدیپولین (fCTRP12) بوده که می‌تواند با استفاده از فعال نمودن مسیر Akt و افزایش برداشت گلوکز متأثر از انسولین، مقاومت نسبت به انسولین را بهبود دهد. اگرچه دیگر ایزوفرم شکسته شده (gCTRP12) با فسفریله کردن MAPK این مسیر را به راه انداخته، اما در بهبود مقاومت به انسولین نقشی را ایفا نمی‌کند، لذا هر عاملی که باعث شکستن آدیپولین و کاهش شکل دست نخورده آن شود و یا بیان ژنی و سنتز آدیپولین را متأثر نماید، می‌تواند سبب کاهش حساسیت انسولین گردد. انسولین هر دو شکل آدیپولین را در بافت چربی افزایش می‌دهد (۳)، اما به نظر می‌رسد که بیشتر باعث شکستن fCTRP12 در نتیجه افزایش gCTRP12 گردد، لذا کاهش سطح انسولین از جمله شیوه‌های مؤثری است که در بهبود عملکرد آدیپولین به کار می‌رود (۳). همچنین هموگلوبین گلیکوزیله به‌عنوان ابزاری برای اندازه‌گیری دیابت ملیتوس نوع ۲

بوده و هرچه درصد آن بالاتر باشد، میزان متوسط قند خون بالاتر است (۴). هموگلوبین گلیکوزیله، یکی از بهترین معیارهای کنترل این بیماری می‌باشد و انجمن دیابت آمریکا در سال ۲۰۰۹ مقدار ۶/۵٪ را برای هموگلوبین گلیکوزیله نقطه تشخیص دیابت اعلام نمود (۴). اهمیت کاهش هموگلوبین گلیکوزیله در آن است که مطالعات نشان دادند سطوح پایین‌تر هموگلوبین گلیکوزیله، احتمال بروز دیابت را کاهش می‌دهد (۴).

در همین راستا شیوه‌های درمانی بسیاری برای کاهش انسولین در بیماران دیابتی شناخته شده که تمرینات ورزشی، یکی از مهم‌ترین این عوامل است. پیلاتس، جزء ورزش‌های همگانی است که برای تمرین آگاهی ذهن، بدن و کنترل حرکات است، احتمال آن می‌رود که پیلاتس در بهبود روند درمان بیماران دیابتی نقش داشته باشد (۵، ۶).

احتمال آن می‌رود که تمرینات ورزشی و فعالیت‌های بدنی نه فقط با اثر مستقیم بر انسولین و بهبود عملکردش، بلکه با استفاده از تأثیری که بر سطوح آدیپولین و تغییر در نسبت دو ایزوفرم دارند، به بهبود انسولین کمک نمایند. رضائیان و همکاران (۲۰۲۰) ضمن پژوهش اثر حاد و طولانی‌مدت با ۱۲ هفته تمرینات استقامتی و مقاومتی بیان نمودند که تمرینات استقامتی در مقایسه با تمرینات مقاومتی، در تنظیم سطوح آدیپولین سرم در زنان کم‌تحرک تأثیر بیشتری دارد (۷). رحمت‌اللهی و همکاران (۲۰۱۷) به افزایش معنادار سطوح آدیپولین بعد از ۸ هفته تمرین تناوبی در رت‌های نر دیابتی نوع ۲ اشاره نمودند (۸). سوری و همکاران (۲۰۱۶) نیز بعد از ۱۰ هفته تمرین هوازی کم‌شدت در مردان دارای اضافه وزن و چاق، عدم تغییر آدیپولین و در اثر تمرین شدید هوازی افزایش معنادار آدیپولین را گزارش کردند (۹). رحیمی و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که تمرین پیلاتس، باعث افزایش حساسیت به انسولین در افراد چاق می‌شود (۱۰). سبزواری و همکاران (۲۰۲۲) نیز نتایج مشابهی در نمونه چاق گزارش در مورد اثر پیلاتس گزارش کردند (۱۱). مطالعه نسرين و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که ۱۲ هفته پیلاتس، باعث کاهش چربی خون بیماران دیابتی

¹ Adipose-Derived Insulin Sensitivity Factor

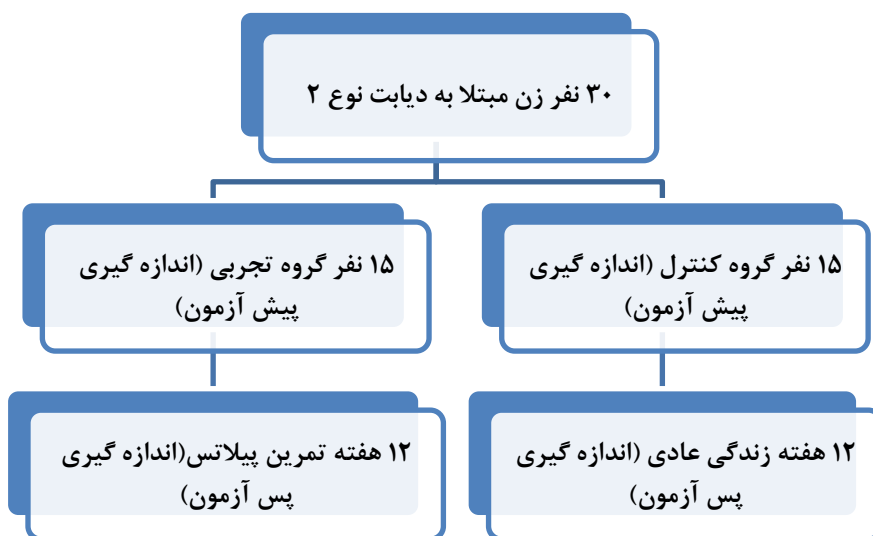
² Full Length

³ Cleaved

روش کار

این مطالعه کارآزمایی بالینی پس از تأیید در کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد با کد اخلاق IR.IAU.NAJAFABAD.REC.1401.031 و اخذ کد کارآزمایی بالینی با شماره IRCT20230601058355N1 انجام شد.

می‌شود (۵). با این حال در مورد اثرات پیلاتس بر آدیپولین در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ نتایج روشنی گزارش نشده است. با توجه به ویژگی‌های فیزیولوژیک افراد دیابتی همچون التهاب و قند خون بالا، به نظر می‌رسد انجام تمرینات طولانی مدت به نتایج بهتری می‌تواند منجر شود، لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی ۱۲ هفته تمرین پیلاتس بر سطح سرمی ادیپولین و قندخون ناشتا در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام شد.



تصویر ۱- فلوچارت کانسورت

کایزر مایر اولکین (KMO^1) استفاده شد که بر اساس نتایج، مقدار KMO برای پژوهش حاضر برابر با $0/788$ و نشان‌دهنده کفایت حجم نمونه بود (۱۲). معیارهای ورود به مطالعه شامل: قرار داشتن در دامنه سنی ۳۵-۵۵ سال، داشتن قندخون ناشتای مساوی و یا بیشتر از ۱۲۶ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، داشتن سابقه حداقل یک‌سال دیابت نوع ۲، داشتن توانایی فعالیت ورزشی بدون داشتن سابقه فعالیت منظم ورزشی و عدم استفاده از انسولین تزریقی (استفاده از داروهای خوراکی متفورمین، گلی‌کلازید، ریپاگلینید، آکاربوز، پیوگلیتازون و امپا گلیفلوزین) بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل: داشتن کمردرد و گردن درد، عدم توان فعالیت ورزشی یا

جامعه آماری پژوهش حاضر، شامل زنان ۳۵-۵۵ مبتلا به دیابت نوع ۲ بودند که به انجمن دیابت شهرستان نجف‌آباد مراجعه کرده و در این مرکز درمانی پرونده پزشکی داشتند. همچنین شرایط جسمانی لازم برای انجام فعالیت بدنی را داشتند. آزمودنی‌ها از طریق اطلاعیه در انجمن دیابت شهرستان مطلع شدند و از کل زنان مبتلا به دیابت نوع ۲، تعداد ۳۰ نفر واجد شرایط (دارای ویژگی میزان قند خون ناشتا مساوی یا بیشتر از ۱۲۶ میلی‌گرم، عدم تزریق انسولین توسط بررسی پرونده‌های موجود بیماران در انجمن دیابت، گذشت حداقل یک‌سال از بیماری، نداشتن فعالیت منظم ورزشی) انتخاب و به‌صورت تصادفی (بر اساس جدول اعداد تصادفی) در دو گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. لازم به ذکر است به منظور برآورد حجم نمونه، از آزمون

¹ Kaiser-Meyer-Olkin Measure of sampling adequacy

داشتن سابقه فعالیت منظم ورزشی، استفاده از انسولین تزریقی و عدم حضور بیش از دو جلسه تمرین بود.

برای بررسی آدیپولین و هموگلوبین گلیکوزیله نیز ۵ میلی‌لیتر نمونه‌های خونی قبل از شروع مطالعه و پس از اتمام دوره در یک ساعت معین در صبح جمع‌آوری شد. پس از خون‌گیری، نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شدند. برای سنجش هموگلوبین گلیکوزیله در هر دو بار خون‌گیری، بخشی از نمونه (۲ سی‌سی سی) سیاهرگ بازویی، در تیوب‌های حاوی ماده ضد انعقاد جمع‌آوری شد و برای اندازه‌گیری از دستگاه NycoCard و از کیت تحقیقاتی شرکت پارس آزمون به روش انترومتري استفاده شد.

قد آزمودنی‌ها با استفاده از قدسنج دیواری سکا با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید. شیوه کار به این صورت بود که از آزمودنی‌ها خواسته شد تا بدون کفش و به صورت ایستاده کنار دیواری که قدسنج روی آن نصب شده بود، قرار گرفته و باسن، پاشنه، سر و کتفشان در یک راستا و در تماس با دیوار بود. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد تا وزن بدنشان را به شکل مساوی روی پاها تقسیم نمایند، سر موازی با سطح زمین و دید چشم‌ها موازی با سطح افق باشد. سپس در این حالت قد ایشان برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری و ثبت گردید.

برای اندازه‌گیری وزن نیز از ترازوی پزشکی سکا (مدل ۲۰۲۰) با دقت ۰/۱ گرم استفاده شد؛ به این منظور آزمودنی‌ها صبح روز آزمون قبل از گرفتن نمونه‌گیری خون، وزن‌کشی شدند. به این ترتیب که آزمودنی‌ها بدون کفش بر روی ترازو قرار گرفتند و مقدار وزن آنها ثبت شد.

برای اندازه‌گیری شاخص توده بدنی (BMI) از فرمول اختصاصی آن استفاده شد: در این فرمول با تقسیم وزن (به کیلوگرم) بر توان دوم قد (به متر) مقدار BMI مشخص می‌شود.

آدیپولین نیز با استفاده از کیت آزمایشگاهی نمونه انسانی، ساخت شرکت Hangzhou Eastbiopharm کشور چین و با حساسیت ۰/۰۲۳ نانوگرم بر میلی‌لیتر با روش الایزا اندازه‌گیری شد.

در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از شرکت‌کنندگان در آزمایشگاه‌های معرفی شده، جهت دستیابی به مقدار سطح سرمی آدیپولین و هموگلوبین گلیکوزیله نمونه‌گیری انجام شد.

آزمودنی‌ها به صورت تصادفی (بر اساس جدول اعداد تصادفی) به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته زیر نظر متخصص فیزیولوژی ورزش و مربی، تمرینات پیلاتس (به صورت ۱۲ هفته متوالی به شکل فزاینده و به صورت ۳ جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۵۰ دقیقه تمرین) را طوری انجام دادند که از سطح مقدماتی به سطح ۱ ارتقاء یافتند. گروه کنترل هیچ‌گونه برنامه ورزشی دریافت نکردند و از درمان روتین و توصیه‌های معمول محروم نشدند. مطالعه به روش دوسوکور انجام شد و اعضای گروه کنترل از وجود برنامه تمرینی در گروه تجربی اطلاعی نداشتند. تمرینات شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، شامل ۲ تکرار از حرکات تنفسی، آزادسازی، به پشت دراز کشیدن، چرخش دست، آزادسازی لگن، جداسازی کتف، بلند کردن سر و بالا بردن شانه، گربه ایستاده، چرخش کف پا و چرخش پا، شنای سوئدی یا کامل مهره به مهره، ستاره مرحله یک و کامل، دارت با چرخش از کمر خم شدن از پهلو کشش دو پا با پنجه (قورباغه)، کشش تک پا و کشش تک پا با پیچ بالاتنه بود.

در این پژوهش از آمار توصیفی شامل جداول، نمودارها، میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. همچنین برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک استفاده شد. پس از اطمینان از طبیعی بودن داده‌ها، برای بررسی تغییرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون تی همبسته و برای مقایسه بین گروهی از آزمون آنکوا استفاده شد. تمامی بررسی‌ها از طریق نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۵) انجام شد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات عمومی آزمودنی‌ها در گروه تمرین و کنترل در مرحله پس‌آزمون و پیش‌آزمون در جدول ۱ ارائه شده است. در مرحله پیش‌آزمون بین گروه‌ها از نظر قد

($p=0/07$)، وزن ($p=0/99$) و BMI ($p=0/99$) تفاوت معناداری وجود نداشت. همچنین بر اساس جدول ۱ در مرحله پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون، مقدار وزن ($p=0/04$) در گروه تمرین کاهش معناداری داشت ($p=0/04$). مقدار کاهش در مقدار BMI نیز معنادار بود ($p=0/049$).

جدول ۱- اطلاعات آماری مربوط به ترکیب بدنی شرکت‌کنندگان

متغیر	گروه‌ها	M±SD		سطح معنی‌داری #
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	
قد (سانتی‌متر)	تمرین	۱۶۲/۳۳±۴/۳۲۰	۱۶۲/۳۳±۴/۳۲۰	۰/۹۹
	کنترل	۱۶۳/۴۷±۴/۶۷۳	۱۶۳/۴۷±۴/۶۷۳	۰/۹۹
وزن (کیلوگرم)	تمرین	۷۲/۳۳±۴/۵۹۳	۷۰/۲۰±۵/۰۳۵	۰/۰۴
	کنترل	۷۱/۹۳±۳/۹۵۵	۷۱/۰۷±۴/۰۲۶	۰/۸۴
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	تمرین	۲۸/۷۳۳±۸/۵۱۱۹	۲۷/۵۳۳±۲/۵۹۳۹	۰/۰۴۹
	کنترل	۲۸/۶۴۰±۲/۴۹۱۶	۲۸/۶۹۳±۲/۴۸۲۱	۰/۹۹

سطح معناداری $p \leq 0/05$ ، #آزمون تی زوجی (مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون در داخل گروه)

تفاوت معناداری وجود داشت و سطح آدیپولین در گروه تمرین بیشتر بود ($p \leq 0/001$). از طرفی دیگر بر اساس نتایج آزمون تی زوجی، مقدار هموگلوبین گلیکوزیله در گروه تمرین پیلاتس کاهش معناداری داشت ($p \leq 0/001$)، اما در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد ($p=0/99$) (جدول ۲). بر اساس نتایج آزمون کوواریانس، هموگلوبین گلیکوزیله در گروه تمرین کمتر از گروه کنترل بود ($p \leq 0/001$).

با توجه به اندازه‌گیری پیش‌آزمون و پس‌آزمون، در هر گروه از آزمون تی زوجی برای بررسی تفاوت درون‌گروهی استفاده شد که بر اساس نتایج آزمون تی زوجی، مقدار آدیپولین در اثر تمرین پیلاتس افزایش معناداری داشت ($p \leq 0/001$)، اما در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد ($p=0/99$) (جدول ۲). همچنین در این تحقیق برای مقایسه بین‌گروهی از آزمون آنکوا استفاده شد که بر اساس نتایج آن، از نظر مقدار آدیپولین بین دو گروه تمرین و کنترل در پس‌آزمون

جدول ۲- آزمون تی زوجی جهت بررسی میانگین متغیرهای تحقیق در پیش و پس از مداخله تمرین پیلاتس

متغیر	گروه	مراحل تحقیق	میانگین ± انحراف معیار	اختلاف میانگین	انحراف استاندارد	t	سطح معنی‌داری
آدیپولین (میلی‌گرم در لیتر)	تمرین	پیش‌آزمون	۵۶۵/۶۰±۴۹/۶۷۳	-۴۹/۲۰۰	۹/۴۵۱	-۲۰/۱۶۳	۰/۰۰۱
		پس‌آزمون	۶۱۴/۸۰±۵۲/۳۴۴				
	کنترل	پیش‌آزمون	۵۶۷/۲۷±۴۷/۷۹۶	۲/۳۴	۰/۲۳۱	۶/۲۴	۰/۹۹
		پس‌آزمون	۵۶۵/۲۷±۴۷/۵۶۱				
هموگلوبین گلیکوزیله (درصد)	تمرین	پیش‌آزمون	۷/۵۷۶۷±۰/۴۵۳۱۱	۰/۹۶۶۶۷	۰/۲۵۵	۱۴/۶۸۲	۰/۰۰۱
		پس‌آزمون	۶/۶۱۰۰±۰/۴۸۲۳۵				
	کنترل	پیش‌آزمون	۷/۵۱۶۰±۰/۵۷۵۸۴	۰/۴۳	۰/۳۲۴	۳۲	۰/۹۹
		پس‌آزمون	۷/۵۶۹۳±۰/۵۸۶۱۳				

سطح معناداری $p \leq 0/05$

بحث

در مطالعه حاضر مقدار آدیپولین در اثر تمرین پیلاتس افزایش معناداری داشت، اما در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد. آدیپولین از جمله آدیپوسایتوکاین‌هایی است که در بافت چربی بدن سنتز و ترشح می‌گردد؛ در حقیقت $TNF-\alpha$ تنظیم کننده منفی آدیپولین است که با کنترل متابولیسم گلوکز می‌تواند میانجی مقاومت به انسولین و دیابت نوع ۲ نیز باشد. در همین راستا رحمت‌اللهی و همکاران (۲۰۱۷) پاسخ آدیپولین و مقاومت انسولینی به دو نوع تمرین ورزشی در رت‌های نر دیابتی نوع دو را بررسی و گزارش کردند، تمرین ورزشی می‌تواند باعث افزایش آدیپولین پلاسمایی در رت‌های دیابتی نوع ۲ شود. با این حال، این تغییرات تا حدودی به نوع تمرین ورزشی وابسته است (۸). سوری و همکاران (۲۰۲۱) تأثیر تمرینات استقامتی با دو شدت مختلف بر سطوح سرمی آدیپولین و برخی عوامل تنظیم‌کننده آن در مردان کم‌تحرک را بررسی و گزارش کردند تمرین استقامتی شدید باعث افزایش آدیپولین می‌شود (۱۳). رضائیان و همکاران (۲۰۲۰) تأثیر تمرینات مقاومتی بر سطوح آدیپولین سرم و شاخص مقاومت به انسولین در زنان چاق را بررسی و افزایش آدیپولین را گزارش کردند (۷). سطح آدیپولین تحت تأثیر شرایط التهابی قرار می‌گیرد. با توجه به وجود التهاب در بیماران دیابتی، این احتمال وجود دارد که آدیپولین تحت تأثیر التهاب در این بیماران قرار گیرد (۱۳). بر اساس مطالعات، القای آدیپوسایتوکاین پیش‌التهابی $TNF-\alpha$ به محیط کشت سلول‌های چربی، بیان ژن آدیپولین را کاهش می‌دهد، بنابراین این احتمال وجود دارد پیلاتس از طریق و تعدیل عوامل التهابی همچون $TNF-\alpha$ باعث افزایش آدیپولین شده است (۱۳). در همین راستا در مطالعه خدادوست و همکاران (۲۰۲۰) ۸ هفته تمرین پیلاتس، باعث $TNF-\alpha$ در مردان چاق شد (۱۴). از آنجایی که در کاهش التهاب، عواملی همچون کاهش وزن و چربی مؤثر است (۱۵)، این امکان وجود دارد پیلاتس از طریق کاهش چربی و به دنبال آن التهاب، در افزایش آدیپولین مؤثر باشد. علاوه بر این با توجه به ارتباط معکوس بین انسولین و

آدیپولین (۷)، پیلاتس از طریق کاهش انسولین، باعث افزایش سطح ایزوفرم عملکردی آدیپولین $fCTRP12$ بهبود عملکرد آدیپولین می‌گردد.

همچنین در مطالعه حاضر مقدار هموگلوبین گلیکوزیله در گروه تمرین پیلاتس کاهش معناداری داشت، اما در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد. همسو با نتایج مطالعه حاضر، در مطالعه نظری دادوند و همکاران (۲۰۱۸) ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای سبب کاهش معنادار شاخص مقاومت به انسولین، هموگلوبین گلیکوزیله و قندخون ناشتا در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل شد (۱۶). در مطالعه خاشابا (۲۰۱۶) تمرینات ورزشی هوازی بر مقادیر هموگلوبین $A1c$ در دو گروه آزمایش و کنترل تفاوت معنی‌داری داشتند (۱۷).

هموگلوبین گلیکوزیله، بیانگر درصدی از هموگلوبین A است که به صورت غیرقابل بازگشت گلیکوزیله شده و هموگلوبین گلیکوزیله، نشانه‌ای از میزان متوسط گلوکز سرم در طی ۳-۲ ماه گذشته بوده که افزایش آن حاکی از کنترل نامناسب گلوکز خون است، که نتایج پژوهش حاضر نشان داد انجام حرکات ورزشی منجر به کاهش آن می‌شود؛ بدین‌گونه که انقباض عضلانی، غلظت آدنوزین مونوفسفات و آدنوزین دی فسفات را افزایش داده و میزان گلیکوژن را کاهش می‌دهد. این امر با فسفریلاسیون تیروزین ۱۷۲ توسط کیناز بالادستی کیناز کبدی، سبب فعال‌سازی آدنوزین مونوفسفات کیناز شده و کلیسم نه فقط انقباض عضلانی را فعال می‌نماید، بلکه پروتئین کیناز وابسته به کالمودولین را نیز فعال می‌سازد (۱۸). سپس سیگنال‌دهی بالای آدنوزین مونوفسفات و کالمودولین از طریق فرآیند فسفریلاسیون سوبسترای را مهار نموده که این امر سبب مهار فعال‌سازی پروتئین RAB شده، لذا زمانی که کالمودولین و آدنوزین مونوفسفات کیناز فعال شده، کیسه‌های درون سلول $GLUT$ که شامل گلوکز بوده، به سمت غشاء سلولی حرکت نموده و با آن ترکیب شده و این نشانگر (هموگلوبین گلیکوزیله) طی ۲ تا ۳ ماه تقلیل می‌یابد (۱۸).

درمانی غیردارویی در کنار سایر مراقبت‌های درمانی برای افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری خانم زهرا منتظری نجف‌آبادی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد می‌باشد. بدین‌وسیله از تمام افراد شرکت کننده در پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

حامی مالی: ندارد.

تعارض در منافع: ندارد.

علاوه بر گلوکز، عوامل دموگرافیک شامل: سن، جنس، شاخص توده بدنی و سایر متغیرها برای تنوع HbA1c مورد بررسی قرار گرفته است (۱۹). در مطالعات اپیدمیولوژیک، BMI ارتباط مثبتی با HbA1c در میان افراد مبتلا به پیش دیابت و دیابت نوع ۲ داشت (۱۹). در مقابل، همبستگی‌های منفی نیز گزارش شده است (۱۹). بنابراین پیلاتس از طریق کاهش BMI می‌تواند در کاهش هموگلوبین گلیکوزیله مؤثر باشد.

نتیجه‌گیری

ورزش پیلاتس باعث افزایش آدیپولین و کاهش هموگلوبین گلیکوزیله در بیماران دیابتی نوع ۲ می‌شود. به نظر می‌رسد پیلاتس می‌تواند به‌عنوان یک روش

منابع

1. Tomic D, Shaw JE, Magliano DJ. The burden and risks of emerging complications of diabetes mellitus. *Nature Reviews Endocrinology* 2022; 18(9):525-39.
2. Matalqah SM, Al-Tawalbeh DM. Medicinal plants potential against diabetes mellitus. *diabetes* 2025; 9(10):11.
3. Sargolzaei J, Chamani E, Kazemi T, Fallah S, Soori H. The role of adiponectin and adipolin as anti-inflammatory adipokines in the formation of macrophage foam cells and their association with cardiovascular diseases. *Clinical Biochemistry* 2018; 54:1-0.
4. Guo W, Zhou Q, Jia Y, Xu J. Increased levels of glycated hemoglobin A1c and iron deficiency anemia: a review. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research* 2019; 25:8371.
5. 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-.
6. Karimi F, Moradi M, Baghaiee B. Effect of pilates training with vitamin e supplementation on some metabolic syndrome markers in overweight female adolescents. *The Iranian journal of obstetrics, gynecology and infertility* 2018; 21(3):31-8.
7. Rezaeian N, Ravasi AA, Soori R, Akbarnezhad A, Mirshafiey SA, Towfighi F. Effect of resistance training on serum levels of adipolin and insulin resistance in obese women. *Journal of Sport Biosciences* 2020; 12(1):1-16.
8. Rahmatollahi M, Ravasi AA, Soori R, Onegh B. Adipolin and Insulin Resistance Response to Two Types of Exercise Training in Type 2 Diabetic Male Rats. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2017; 19(2):99-105.
9. Soori R, Asad M, Barahouei-Jamar Z, Rezaeian N. The effect of aerobic training on the serum level of adipolin and insulin resistance in overweight men. *Feyz Medical Sciences Journal* 2016; 19(6):495-503.
10. 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.
11. Sabzevari F, Mogharnasi M, Golestani F. Effect of 6 weeks Pilates training along with dill supplementation on serum concentrations of nesfatin-1, lipocalin-2, and insulin resistance in females with overweight and obesity: A randomized controlled trial. *Journal of Research in Medical Sciences* 2022; 27(1):59.
12. Akhtegan S, Atashak S, Roshdi Bonab R. The changes of some total antioxidant capacity and lipid peroxidation markers following the combined with high intensity interval training in sedentary postmenopausal women. *The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility* 2022; 24(13):70-9.
13. Soori R, Asad M, Barahoejamar Z, Rezaian N. Effect of endurance training with two different intensities on serum levels of adipolin and some of its regulating factors in sedentary men. *Journal of Sport and Exercise Physiology* 2021; 13(2):45-56.
14. Khodadoust M, Habibian M. Investigating the changes of tumor necrosis factor-A and interleukin-10 after 8 weeks of regular pilates exercise and vitamin D intake in overweight men: A randomized clinical trial. *Journal of Arak University of Medical Sciences* 2020; 23(6):888-901.

15. Khajehlandi M, Bolboli L, Siahkuhian M, Nikseresht F. Effect of 12 weeks of Pilates training on the serum levels of interleukin-6, C-reactive protein and tumor necrosis factor- α in inactive overweight women. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences and Health Services* 2020; 42(1):56-64.
16. Dadyand SS, Daryanoosh F, Eghbali E. Changes of glycosylated hemoglobin, insulin resistance index, and plasma lipids levels following a period of circuit resistance training in male patients with type 2 diabetes. *Qom University of Medical Sciences Journal* 2018; 11(11):12-21.
17. Khashaba A. Effect of aerobic exercise on glycosylated hemoglobin and VO₂max values in patients with type 2 diabetes. *International Journal of Therapies and Rehabilitation Research*; 5(5):72.
18. Jayedi A, Emadi A, Shab-Bidar S. Dose-dependent effect of supervised aerobic exercise on HbA1c in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Medicine* 2022; 52(8):1919-38.
19. Chou YH, Cheng YY, Nfor ON, Chen PH, Chen CH, Chen HL, Chang BJ, Tantoh DM, Huang CN, Liaw YP. Effects of aerobic and resistance exercise on glycosylated hemoglobin (HbA1c) concentrations in non-diabetic Taiwanese individuals based on the waist-hip ratio. *Plos one* 2022; 17(5):e0267387.

The effect of 12 weeks of Pilates training on serum levels of Adipolin, glycosylated hemoglobin and some body composition indicators in women with type 2 diabetes

Zahra Montazeri Najafabadi¹, Saeed Keshavarz^{2*}, Elham Eftekhari Gheinani², Mahnaz Marvi²

1. PhD student of Exercise Physiology, Department of Sport Science, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Sport Science, Sport Medicine Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.

Received: Jan 29, 2024 Accepted: Apr 25, 2024

Abstract

Introduction: Diabetes is a growing trend in developing countries. However, an active lifestyle can have important effects in this regard. Therefore, this study was performed with aim to investigate the effect of 12 weeks of Pilates training on the serum level of adipolin, glycosylated hemoglobin and some body composition indicators in women with type 2 diabetes.

Methods: This experimental study was conducted on women with type 2 diabetes (from the Najafabad Diabetes Association) with an age range of 35 to 55 years in Najafabad city. People were randomly divided into two experimental and control groups. The first group performed pilates exercises for 12 weeks incrementally, 3 sessions a week and each session lasted for 50 minutes, and for the control group who continued the routine program of life, before and after the exercise protocol, blood was taken and the measurement of adipoline and glycosylated hemoglobin was done by ELISA method. Data was analyzed by SPSS software (version 25) and correlated t-test and ANCOVA. $P < 0.05$ was considered statistically significant.

Results: The results showed that performing 12 weeks of Pilates training has a significant effect on the serum level of adipolin ($P \leq 0.001$) and glycosylated hemoglobin ($P \leq 0.001$) in women with type 2 diabetes. Also, weight ($P = 0.04$) and BMI decreased significantly due to Pilates training ($P = 0.049$).

Conclusion: Pilates exercises can improve the serum level of adipoline and glycosylated hemoglobin and body composition, therefore Pilates exercises may be a non-pharmacological treatment method for women with type 2 diabetes.

Keywords: Adipolin, Exercise, Glycosylated hemoglobin, Type 2 diabetes

► Please cite this article as:

Montazeri Najafabadi Z, Keshavarz S, Eftekhari Gheinani E, Marvi M. The effect of 12 weeks of Pilates training on serum levels of Adipolin, glycosylated hemoglobin and some body composition indicators in women with type 2 diabetes. *Iran J Obstet Gynecol Infertil* 2024; 27(2):27-35. DOI: 10.22038/IJOGI.2024.73196.5760