

## اثر دو پروتکل تمرین تناوبی شدید بر مقادیر سرمی آیریزین بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲- کار آزمایی بالینی تصادفی

نوید وصال<sup>۱</sup>، داریوش مفلحی<sup>۲</sup>، سعید عابدین زاده<sup>۳</sup>، حمید عباسی<sup>۴</sup>، رضا شریفیات پور<sup>۵</sup>

### چکیده

**اهداف:** هدف این پژوهش مقایسه تاثیر تمرینات اینتروال شدید (HIIT) با دو حجم بالا و پایین بر مقادیر سرمی آیریزین و شاخص های آنروپومتریکی مرتبط با سلامت در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ بود.

**روش مطالعه:** در این کار آزمایی بالینی تصادفی، ۳۴ بیمار مرد مبتلا به دیابت نوع ۲ به سه گروه، تمرینات HIIT پر حجم، کم حجم و گروه کنترل دسته بندی شدند. هر دو پروتکل تمرینی HIIT شامل ۲۴ جلسه بود که به مدت ۸ هفته و هر هفته در ۳ روز غیر متوالی اجرا شد. مقادیر سرمی آیریزین و شاخص های آنروپومتریکی (LBM, WHtR, WHR, BMI) و درصد چربی) قبل و ۴۸ ساعت بعد از جلسه پایانی تمرین اندازه گیری گردید. برای تحلیل و مقایسه داده ها از آزمون های آماری t همبسته، تحلیل کواریانس و آزمون تعقیبی LSD استفاده شده است.

**یافته ها:** افزایش معنی داری بعد از ۸ هفته تمرینات HIIT کم حجم و پر حجم در غلظت آیریزین سرمی مشاهده شد ( $p < 0.05$ ). هر دو نوع تمرین HIIT باعث کاهش معنی دار درصد چربی مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ شد ( $p < 0.05$ ). همچنین تمرینات HIIT پر حجم موجب کاهش شاخص آنروپومتریکی WHtR شد ( $p < 0.05$ ). پس از تمرینات HIIT کم حجم کاهش معنادار شاخص های آنروپومتریکی BMI، WHtR، و LBM مشاهده شد ( $p < 0.05$ ).

**نتیجه گیری:** هر دو نوع تمرین HIIT کم حجم و پر حجم موجب بهبود سطوح سرمی آیریزین و شاخص های آنروپومتریکی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ می شود. بنابراین با توجه به صرفه زمانی، هر دو نوع تمرین HIIT جهت بهبود شرایط بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ توصیه می شود.

**واژه های کلیدی:** آیریزین، دیابت نوع ۲، HIIT، شاخص های آنروپومتریکی، درصد چربی بدن

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

<sup>۲</sup> دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

<sup>۳</sup> استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران. نویسنده مسئول: s Abedin@yazd.ac.ir

<sup>۴</sup> استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

<sup>۵</sup> استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

## مقدمه

آیریزین مایوکاینی است که به دنبال تمرینات ورزشی و از طریق تحریک PGC-1 $\alpha$  عضلانی افزایش می‌یابد (Rezaei Manesh, 2024). آیریزین محصول جدا شده از پروتئین غشایی فیبرونکتین موسوم به FNDC5<sup>1</sup> است. افزایش سیستمیک غلظت آیریزین، چاقی ناشی از رژیم غذایی پر چرب را کاهش می‌دهد (Boström et al., 2012). همچنین آیریزین موجب قهوه‌ای شدن بافت چربی سفید به وسیله القای پروتئین جدا کننده یک (UCP1) می‌شود (Shirvani & Aslani, 2017). به طور کلی تئوری جدید مطرح شده بیان می‌کند که فعالیت ورزشی با تحریک PGC-1 $\alpha$  منجر به القای FNDC 5 می‌گردد که باعث ترشح آیریزین می‌شود و آیریزین با تأثیر بر بافت چربی سفید و قهوه‌ای باعث افزایش گرمایی در بدن شده و در نهایت منجر به کاهش وزن می‌شود. مطالعات مروری انجام شده نشان می‌دهد که آیریزین پلاسمایی در افراد دیابتی و در افراد چاق پایین‌تر است (Hou et al. 2023). همچنین نشان داده شده که آیریزین پلازما ارتباط معکوسی با BMI، گلوکز پلازما، HbA1c و سطوح تری گلیسرید دارد (Ahmed et al., 2023).

فعالیت ورزشی مستقل از سطح آمادگی و سن افراد، باعث ترشح آیریزین می‌شود و افزایش در آیریزین به طور مستقیم از طریق فعالیت AMPK تنظیم می‌گردد. بنابراین با توجه به این که آیریزین، مصرف انرژی عضلات را افزایش و وزن بدن را کاهش می‌دهد و در مقاومت به انسولین موثر است، در نتیجه می‌تواند به عنوان عاملی موثر در کاهش برخی از عوامل خطر متابولیکی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ نقش داشته باشد.

فعالیت جسمانی منظم در طول زندگی به عنوان روشی موثر برای کنترل چاقی و کاهش مقاومت به انسولین، خنثی کردن وضعیت التهابی و بهبود نیمرخ چربی در نظر گرفته می‌شود. تمرینات اینتروال کوتاه مدت با شدت بالا تأثیر تمرین درمانی مشابه با تمرینات تداومی سنتی برای بهبود سلامتی (Mohammadi & Tofighi, 2016). تمرینات HIIT سازگاری‌های مشابهی یا حتی بیشتر از تمرین تداومی با شدت متوسط برای کاهش چربی مرکزی بدن و انسولین ناشتا دارد (Trapp et al., 2008). با توجه به نقش بارز تمرینات تناوبی شدید در رابطه با کاهش وزن و ارتقاء سطح سلامت به نظر می‌رسد که تمرینات تناوبی شدید نیز بر تغییرات فنوتیپ بافت چربی تأثیر بارزی داشته باشد. با توجه به مطالعات پیشین پژوهشگران از وهله‌های ۵ ثانیه تا ۴ دقیقه‌ای فعالیت HIIT استفاده کرده‌اند. وهله‌های فعالیت‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند، HIIT با حجم کم شامل وهله‌های فعالیت کمتر و یا تا ۶۰ ثانیه که با شدتی برابر یا حداکثر و یا نزدیک به حداکثر توان و HIIT با حجم بالا که فعالیت‌هایی با وهله‌های طولانی‌تر، از ۱ تا ۴ دقیقه می‌باشد (Golshan et al., 2020). تمرینات HIIT، توده چربی کل و شکمی را کاهش می‌دهد. تمرینات اینتروال شدید کم حجم، چربی احشایی همچنین HbA1c و شاخص مقاومت به انسولین را کاهش می‌دهد. نتیجه قابل توجه مطالعه پژوهشگران این بود که، علی‌رغم ۴۵٪ حجم تمرینی کمتر، HIIT به بهبودی وضعیت آمادگی جسمانی، ترکیب بدنی و کنترل گلیسمیک مشابه و حتی بهتر منجر می‌شود (Golshan et al., 2020). بنابراین در صورتی که پروتکل‌های مختلف فعالیت ورزشی بتوانند بر این متغیرهای بیوشیمیایی و آنروپومتریکی تأثیر مثبتی بگذارند، به عنوان راهکاری ارزان و بدون عوارض داروهای مصرفی و همچنین لاکاننده سازگارهای مفید فیزیولوژیکی و ساختاری برای مبتلایان به دیابت نوع دو مطرح می‌گردند (Malekinezhad et al., 2018; Winding et al., 2019). اطلاعات بسیار کمی در رابطه با تأثیر پروتکل‌های مختلف تمرین و به طور خاص حجم‌های متفاوت HIIT بر آیریزین و شاخص‌های آنروپومتریکی مرتبط با سلامت وجود دارد.

<sup>1</sup> Fibronectin type III domain-containing protein 5

مطالعات نشان داده که انجام تمرین HIIT با حجم بالا ممکن است تاثیر بیشتری در کنترل گلیسمیکی داشته باشد. نتایج این مطالعه می‌تواند به ارائه دیدگاه‌های جدید در مورد حجم و شدت بهینه‌ای که لازم است از تمرین HIIT جهت بهبود بالینی بیماران دیابتی نوع ۲ به عمل آید، کمک کند. با وجود عدم شناخت کامل از تاثیر شدت و حجم های مختلف تمرینات HIIT نیاز است که به مطالعه نقاط مبهم و ناشناخته آن پرداخته شود. هم‌چنین با جمع‌بندی یافته‌های پژوهشی از مطالعات متعدد مشخص است که تغییرات غلظت آیریزین و شاخص‌های آنتروپومتریکی مرتبط با سلامت در تمرینات تناوبی شدید، بسیار کم و متناقض می‌باشد و به‌نظر می‌رسد، مقایسه‌ای در زمینه تمرینات HIIT پر حجم و کم حجم صورت نگرفته است. بنابراین در مطالعه حاضر تاثیر حجم‌های مختلف HIIT بر آیریزین سرمی و بعضی از شاخص‌های آنتروپومتریکی افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ مورد بررسی قرار گرفته است.

### روش‌شناسی تحقیق

این مطالعه یک کار آزمایشی بالینی تصادفی شده با کد IRCT20180827040887N1 می‌باشد. هم‌چنین پژوهش حاضر دارای کد اخلاق به شماره شناسه IR.SSU.REC.1396.103 می‌باشد. آزمودنی‌های این تحقیق شامل کلیه مردان مبتلا به بیماری دیابت نوع ۲ مراجعه کننده به مرکز دیابت استان یزد با دامنه سنی ۳۰ تا ۴۶ سال و شاخص توده بدنی بین ۲۰ تا ۳۶ می‌باشند (جدول ۱). جهت انجام مداخلات ورزشی آزمودنی‌ها در این مطالعه باید دارای سلامت جسمانی و بدون سابقه بیماری‌های قلبی و عروقی، تنفسی، مشکلات ارتوپدی و نوروپاتی دیابتی می‌بودند، که از بین آن‌ها بصورت هدفمند و در دسترس ۳۴ نفر انتخاب شدند که به صورت تصادفی، به سه گروه تمرینات HIIT پر حجم، گروه تمرینات HIIT کم حجم و گروه کنترل تقسیم شدند. لازم به ذکر است که آزمودنی‌ها در این مطالعه از داروهای متفورمین و گلی بنکلامید زیر نظر پزشک استفاده می‌کردند. تمام آزمودنی‌ها دارای حداقل قند خون ناشتا ۱۲۶ و قند دو ساعته ۲۰۰ (تست تحمل گلوکز) و HbA1C بالاتر از ۶/۵ برای ورود به مطالعه بودند.

جدول ۱: مشخصات آزمودنی‌ها در گروه‌های پژوهش

گروه	سن (سال)		وزن (کیلوگرم)		BMI (kg/m <sup>2</sup> )	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
کنترل	۳۷/۵	۵/۷۸	۸۶/۵۶	۱۴/۷۶	۲۹/۵۱	۳/۲۷
پر حجم	۳۷/۸۰	۳/۷۷	۸۵/۱۲	۱۲/۹۵	۲۹/۵۸	۳/۱۴
کم حجم	۳۹/۳۰	۵/۱۰	۸۷/۹۹	۱۳/۵۱	۲۹/۲۲	۳/۸۰

در هر گروه ابتدا پس از مشخص شدن عدم سابقه ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، تنفسی، نوروپاتی، ارتوپدی و تکمیل کردن فرم‌های مربوطه نظیر PAR-Q، ۲۴ ساعت قبل از شروع تمرینات طی مرحله پیش آزمون تمام متغیرهای وابسته پژوهش اندازه‌گیری شد. هم‌چنین ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی به دلیل از بین رفتن اثر حاد تمرین تمام متغیرهای وابسته پژوهش به عنوان پس آزمون اندازه‌گیری شد.

گروه‌ها بر اساس شاخص توده بدن همگن سازی شدند. آزمودنی‌ها یک هفته پیش از آغاز تمرینات با نحوه اجرا و چگونگی انجام برنامه‌ی تمرینی آشنا و ضمن تشریح اهداف و برنامه و زمان‌بندی پژوهش، ویژگی‌های پیکری شامل قد، وزن، شاخص توده بدنی (BMI)، دور کمر به دور لگن (WHR)، دور کمر به قد (WHR)، توده بدن بدون چربی (LBM) و درصد چربی بدن آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. برای بررسی شدت فعالیت در حین تمرین از ضربان سنج‌های دارای سنسور سینه‌ای پولار استفاده گردید. به منظور جلوگیری از افت قند خون بیماران حین و پس از تمرین در هر جلسه میزان ۲۰۰ میلی لیتر آبمیوه برای هر فرد در دسترس بود.

با توجه به ماهیت تمرینات تناوبی و افزایش شدت تمرین و همچنین اضافه وزن موجود در بیماران دیابتی اجرای پروتکل تمرینی برای این بیماران روی دوچرخه کارسنج در مقایسه با اجرای فعالیت روی نوارگردان ایمن تر به نظر می‌رسید، بر همین اساس برنامه تمرینی شامل ۲ پروتکل تمرینات HIIT کم حجم و پرحجم بود که به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ روز غیر متوالی انجام گردید. هر جلسه تمرینی شامل ۵ دقیقه گرم کردن (کشش و رکاب زدن بر روی دوچرخه ثابت) و ۵ دقیقه سرد کردن (کشش و رکاب زدن با شدت خیلی پایین) بود. ۲ هفته اول شامل تمرینات با شدت پایین تر به منظور ایجاد سازگاری و آمادگی و همچنین آموزش بود. شدت تمرینات به صورت درصدی از حداکثر ضربان قلب محاسبه گردید. برای محاسبه ضربان قلب بیشینه از فرمول (سن  $\times 0.7$ ) - ۲۰۸ = ضربان قلب بیشینه استفاده گردید (Gulati et al., 2003).

هر دو پروتکل تمرینی HIIT با حجم کم و با حجم بالا شامل ۲۴ جلسه بود که به مدت ۸ هفته و هر هفته در ۳ روز غیر متوالی اجرا شد. تمرینات در ۶ جلسه اول به منظور ایجاد سازگاری و آموزش با شدت ۵۰ الی ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه شروع شد. تکرار ست های تمرینی از جلسه پنجم به بعد از ۲ ست به ۶ ست در جلسه آخر تغییر کرد. در پروتکل تمرین با حجم پایین مدت زمان هر ست از ۱۰ ثانیه رکاب زدن تا ۲۰ ثانیه تغییر یافت. به منظور رعایت اصل اضافه بار، شدت تمرینات تا درصد ضربان قلب بیشینه افزایش یافت. در پروتکل تمرین با حجم بالا مدت زمان هرست از جلسه اول بدون تغییر تا جلسه آخر ۶۰ ثانیه بود و شدت تمرین نیز در هفته هشتم به ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه رسید.

۲۴ ساعت قبل از اولین جلسه تمرینی و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه، از ورید پیش بازویی تمام آزمودنی‌ها دو گروه در حالت ناشتا (ساعت ۸:۳۰ صبح)، به میزان ۱۰ سی سی نمونه گیری خونی به عمل آمد. نمونه های خونی بلافاصله در لوله‌های مخصوص ریخته شد و سپس با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق سانتریفیوژ شدند. سرم به دست آمده برای اندازه گیری‌های بعدی در دمای ۸۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد. برای اندازه‌گیری LBM از فرمول زیر استفاده گردید.

$$LBM = (0.407 \times \text{وزن}) + (0.267 \times \text{قد}) - 19.2$$

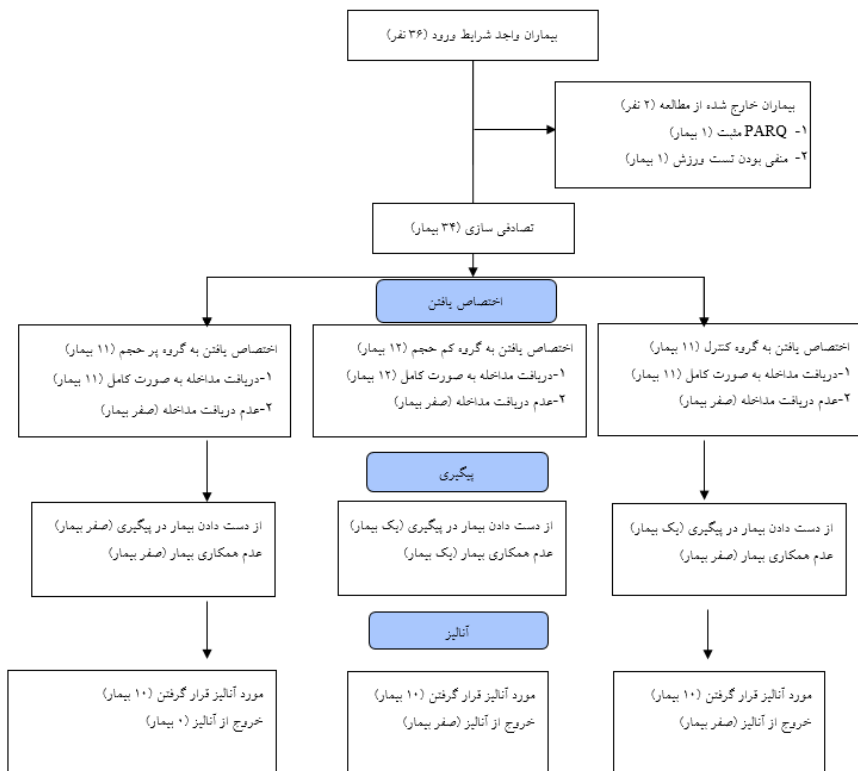
برای اندازه‌گیری درصد چربی از روش اندازه گیری چربی زیر پوستی استفاده شد. در ابتدا چین پوستی سه نقطه شکم، ران و سینه با استفاده از کالیپر اندازه‌گیری گردید. ضخامت چربی هر سه نقطه سه بار به صورت چرخشی اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها در فرمول استفاده شده و درصد چربی با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری چربی زیر پوستی از کالیپر هارپندن استفاده شد که دقت آن ۰/۱ میلی متر است.

$$+ ((\text{چین پوستی سینه} + \text{چین پوستی شکم} + \text{چین پوستی ران}) \times 0.008267) - 1/10938 = \text{چگالی بدن}$$

$$(\text{سن} \times 0.02574) - (2 \times (\text{چین پوستی سینه} + \text{چین پوستی شکم} + \text{چین پوستی ران}) \times 0.0000016)$$

$$\% Fat = \frac{495}{\text{چگالی بدن}} - 450$$

سطح سرمی آیریزین به روش الایزا و با استفاده از کیت ویژه آیریزین، ساخت شرکت Shanghai Crystal Day Biotech، ساخت کشور چین با حساسیت  $0.023 \text{ ng/ml}$  اندازه‌گیری شد. از آزمون آماری شاپیرو ویلک به منظور بررسی توزیع طبیعی داده‌ها استفاده گردید. برای مقایسه گروه‌ها از آزمون آماری کواریانس و برای مقایسه دوجه‌دویی گروه‌ها از آزمون تعقیبی LSD و برای تعیین اثر تمرین با مقایسه پیش آزمون و پس‌آزمون از آزمون تی همبسته استفاده گردید. تمام عملیات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۵ انجام شد.



شکل ۱: مراحل اجرای پروتکل پژوهش

## نتایج

نتایج آزمون آماری تی همبسته نشان داد تفاوت معنی‌داری میان میزان آیریزین سرمی پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تمرینات اینتروال شدید پر حجم وجود دارد ( $p < 0/001$ ) همچنین میزان آیریزین سرمی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون در گروه تمرینات اینتروال شدید کم‌حجم نیز تفاوت معنی‌داری داشته است ( $p = 0/004$ ). این در حالی است که بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول ۲).

نتایج آزمون آماری تی همبسته نشان داد تفاوت معنی‌داری میان WHtR پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تمرینات اینتروال شدید پر حجم وجود دارد ( $p = 0/046$ ). همچنین BMI، WHtR و LBM پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون در گروه تمرینات اینتروال شدید کم‌حجم تفاوت معنی‌داری داشته است ( $p < 0/05$ ). نتایج آزمون آماری تی همبسته نشان داد تفاوت معنی‌داری میان درصد چربی پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تمرینات اینتروال شدید پر حجم وجود دارد ( $p = 0/001$ ) همچنین درصد چربی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون در گروه تمرینات اینتروال شدید کم‌حجم نیز تفاوت معنی‌داری داشته است ( $p = 0/035$ ). همچنین نشان داده شد در درصد چربی بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $p = 0/001$ ). آزمون تعقیبی LSD نشان داد این تفاوت معنادار بین گروه کنترل و HIIT پر حجم ( $p = 0/001$ ) و بین گروه کنترل و HIIT کم حجم می‌باشد ( $p = 0/002$ ).

## بحث و بررسی:

مطالعه حاضر نشان داد که بعد از ۸ هفته تمرینات HIIT کم حجم و پر حجم افزایش معناداری در غلظت آیریزین سرمی مشاهده شد و همچنین هر دو نوع تمرینات HIIT کم حجم و پر حجم باعث کاهش معنادار درصد چربی مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ شده است. علاوه بر آن تمرینات HIIT پر حجم بر کاهش شاخص آنتروپومتریکی WHtR اثر معنی‌دار داشت و نیز تمرینات HIIT کم حجم بر شاخص‌های آنتروپومتریکی BMI، WHtR و LBM کاهش معناداری داشت.

آیریزین در واقع یک پروتئین سیگنالینگ است که در پاسخ به فعالیت ورزشی توسط عضلات اسکلتی، بعد از پروتئولیز پروتئین غشایی FNDC5 آزاد و وارد گردش خون می‌شود (Wrann et al., 2013). آیریزین از طریق اتصال با گیرنده ناشناخته‌ی سلول چربی سفید و سایر بافت‌ها، با افزایش بیان PPAR $\gamma$  موجب افزایش بیان ژن Ucp1 و سایر ژن‌های وابسته به چربی قهوه‌ای می‌گردد. با افزایش بیان Ucp1، انرژی بصورت گرما هدر می‌رود و منجر به افزایش انرژی مصرفی بدن می‌شود. بنابراین آیریزین به عنوان سیگنال القا کننده‌ی مصرف انرژی عمل می‌کند و مستقیماً با بافت چربی سفید در ارتباط است. این اثر، پروفایل متابولیکی را بهبود می‌بخشد و با افزایش هزینه‌ی انرژی کل بدن، می‌تواند سبب کاهش وزن شود. لذا پیشنهاد می‌شود که آیریزین ممکن است در درمان بسیاری از بیماری‌های متابولیکی سودمند باشد (Wrann et al., 2013)، و یا از بیماری‌های قلبی جلوگیری نماید (Ahmed et al., 2023).

مطالعات متعددی منتشر شده که غلظت آیریزین در گردش را در افراد سالم، چاق و یا دیابتی بررسی نموده‌اند (Tofighi et al., 2017; Vecchiato et al., 2022)، تمام آنها بیان کردند که تمرینات HIIT بر افزایش مقادیر سرمی آیریزین تاثیر معنی‌داری دارد که این نتایج با تحقیق حاضر همسو می‌باشد (Alizadeh & Tofighi, 2019; Riahy, 2024; Tofighi et al., 2017; Vecchiato et al., 2022).

جدول ۲: مقادیر (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) متغیرهای مورد مطالعه

p بین گروهی	کم حجم	پر حجم	کنترل	گروه	
				متغیر	
p>۰/۰۵	۲/۰۷ $\pm$ ۰/۷۳	۲/۳۲ $\pm$ ۰/۷۱	۳/۶۶ $\pm$ ۲/۶۷	پیش آزمون	آیریزین (ng/ml)
	۲/۹۵ $\pm$ ۱/۱۱	۲/۹۷ $\pm$ ۰/۵۵	۴/۰۴ $\pm$ ۱/۹۹	پس آزمون	
	۰/۰۰۴	<۰/۰۰۱	p>۰/۰۵	p درون گروهی	
۰/۰۱۸	۲۹/۲۲ $\pm$ ۳/۸۰	۲۹/۵۸ $\pm$ ۳/۱۴	۲۹/۵۱ $\pm$ ۳/۲۷	پیش آزمون	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
	۲۸/۶۵ $\pm$ ۳/۳۴	۲۹/۶۲ $\pm$ ۳/۳۶	۲۹/۴۴ $\pm$ ۳/۴۸	پس آزمون	
	۰/۰۰۸	p>۰/۰۵	p>۰/۰۵	p درون گروهی	
p>۰/۰۵	۱/۰۱ $\pm$ ۰/۰۶	۰/۹۹ $\pm$ ۰/۰۴	۱/۰۰ $\pm$ ۰/۰۶	پیش آزمون	WHR
	۱/۰۰ $\pm$ ۰/۰۵	۰/۹۸ $\pm$ ۰/۰۴	۱/۰۱ $\pm$ ۰/۰۶	پس آزمون	
	p>۰/۰۵	p>۰/۰۵	p>۰/۰۵	p درون گروهی	
p>۰/۰۵	۰/۵۹ $\pm$ ۰/۰۶	۰/۶۰ $\pm$ ۰/۰۵	۰/۶۰ $\pm$ ۰/۰۶	پیش آزمون	WHtR
	۰/۵۸ $\pm$ ۰/۰۵	۰/۵۸ $\pm$ ۰/۰۵	۰/۵۹ $\pm$ ۰/۰۴	پس آزمون	
	۰/۰۲۹	۰/۰۴۶	p>۰/۰۵	p درون گروهی	
۰/۰۳۹	۶۲/۵۴ $\pm$ ۵/۵۰	۶۱/۳۷ $\pm$ ۴/۴۶	۶۲/۱۴ $\pm$ ۶	پیش آزمون	LBM
	۶۱/۸۳ $\pm$ ۴/۹۲	۶۱/۲۱ $\pm$ ۴/۴۷	۶۲/۰۸ $\pm$ ۶/۲۷	پس آزمون	
	۰/۰۰۹	p>۰/۰۵	p>۰/۰۵	p درون گروهی	
۰/۰۰۱	۲۲/۶۹ $\pm$ ۴/۷۴	۲۲/۷۲ $\pm$ ۲/۶۰	۲۲/۱۸ $\pm$ ۵/۹۹	پیش آزمون	درصد چربی
	۱۹/۸۰ $\pm$ ۲/۷۰	۲۰/۳۴ $\pm$ ۲/۶۹	۲۳/۵۳ $\pm$ ۴/۰۵	پس آزمون	
	۰/۰۳۵	۰/۰۰۱	p>۰/۰۵	p درون گروهی	

بوستروم و همکاران، افزایش دو برابری آیریزین را در انسان پس از ۱۰ هفته تمرین هوازی روی دوچرخه ثابت گزارش کردند (Boström et al., 2012). در مطالعه‌ای که توسط وحدت و همکاران (۱۳۹۷) انجام شد در این مطالعه از تمرینات HIIT کم حجم استفاده شد و نتایج نشان داد تمرینات تناوبی ۶ هفته‌ای، تأثیر مثبتی بر افزایش عوامل ضدالتهابی، به ویژه اینترلوکین ۱ در مردان سالم دارای اضافه وزن دارد که بر میزان آیریزین این افراد نیز تأثیر کمتری می‌گذارد (Vahdat et al., 2018). این نتیجه با نتایج تحقیق حاضر همسو نیست، که احتمالاً به علت تفاوت در جامعه مورد مطالعه که افراد سالم بوده اند در صورتی مطالعات نشان می‌دهد بیماران دیابتی سطح

ایریزین کمتری نسبت به افراد سالم دارند (Vecchiato et al., 2022) و علت دیگر شاید زمان کوتاه‌تر تمرین باشد.

در رابطه با تاثیر تمرینات HIIT و ترکیب بدن مطالعات مختلفی در افراد سالم و دیابتی انجام گرفته است و اثر مثبت این تمرینات در BMI (Bahram & Mogharnasi, 2015; Liu et al., 2019; Niyazi et al., 2024) درصد چربی (Liu et al., 2019; Liu et al., 2024) و شاخصهای انتروپومتریکی (Arrieta-2024) در هر دو گروه بیان شده است و با نتایج مطالعه حاضر همسو می‌باشد. مطالعه مروری و متا آنالیز لیو و همکاران ۲۰۱۹ در مجموع روی ۳۴۵ بیمار دیابتی تاثیر HIIT بر درصد چربی و BMI را موثر دانسته است.

اکثر مطالعات انجام شده تاثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا بر شاخص‌های آنتروپومتریکی و ترکیب بدن در افراد سالم و یا با اضافه وزن بررسی شده است (Soori et al., 2016, Khammassi et al., 2018) و در بیماران دیابتی کم تر مورد مطالعه قرار گرفته است. سوری و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای در مردان جوان دارای اضافه وزن/ چاق به بررسی تاثیر تمرین‌های تناوبی پرداختند. اجرای تمرین‌های تناوبی ضمن کاهش معنی‌دار لپتین و شاخص‌های تن سنجی مانند درصد چربی و توده‌ی چربی بدن، محیط کمر و نسبت محیط کمر به لگن، به همراه داشت. نتایج آنتروپومتریکی تحقیق حاضر نیز همسو با پژوهش سوری و همکاران (Soori et al., 2016) می‌باشد. تمرینات تناوبی شدید با حجم کم، بدن را دستخوش تغییرات عمده‌ای می‌کند که حاکی از کارا بودن و مقرون به صرفه بودن این‌گونه تمرینات از لحاظ زمانی می‌باشد و تاثیر آن در بدن حتی با تمرینات پر حجم متفاوت می‌باشد. تاثیر تمرینات تناوبی شدید کم حجم و پر حجم در مطالعات پیشین روی بیماران دیابتی و پروفایل لیپیدی و یا قندی و هورمون‌ها و آنزیم‌های آنان متفاوت بیان شده است (Golshan et al., 2020, Malekinezhad et al., 2019). تمرینات تناوبی شدید کم حجم و پر حجم با توجه به ترشحات آنزیمی مختلف و یا سازگاریهای فیزیولوژیکی متفاوت درون سلول عضلانی تاثیر متفاوتی بر عناصر پروفایل لیپیدی می‌گذارند، برای مثال تری گلیسیرید که با تمرینات کم حجم بیشتر دچار تغییر می‌گردد تا تمرینات کم حجم (Golshan et al., 2020).

### نتیجه گیری:

بطور کلی تمرینات HIIT در هر دو نوع پر حجم و کم حجم توانسته سطوح آیریزین سرمی مردان دیابتی نوع ۲ را به طور معنی‌داری افزایش دهد. تمرینات HIIT پر حجم بر روی شاخص WHtR دیابتی نوع ۲ کاهش معنی‌داری داشته است و تمرینات HIIT کم حجم بر روی BMI, WHtR, و LBM مردان دیابتی نوع ۲، کاهش معنی‌داری گذاشته است. نتایج حاصله حاکی از آن است که تمرینات HIIT و هر دو نوع پر حجم و کم حجم به طور معنی‌داری بر درصد چربی مردان دیابتی نوع ۲ تاثیر می‌گذارد.

### تشکر و قدردانی

این پژوهش با همکاری مرکز تحقیقات دیابت یزد انجام یافته است.

### تضاد منافع

این پژوهش هیچ‌گونه تضاد و تعارض منافی ندارد.

### منابع

Ahmed, T. M., Nassar, M., Mohamed, H. A. A., Elhadidy, K. E. s., Farhan, H. M., El Basset, A. S. A., Elmessier, R. M., & Kamel, M. F. (2023). Evaluation



- of serum levels of Irisin as a marker of endothelial dysfunction in patients with type 2 diabetes mellitus. *Endocrinology, Diabetes & Metabolism*, 6(3), e403.
- Alizadeh, L., & Tofighi, A., & Tolouei Azar, J. (2019). The Effect of 8 Weeks of High Intensity Interval Training (HIIT) On Serum Irisin, FGF21 and Glycemic Indices in Type 2 Diabetic Women. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*, 6(2), 17-24.
- Arrieta-Leandro, M., Moncada-Jiménez, J., Morales-Scholz, M., & Hernández-Elizondo, J. (2023). The effect of chronic high-intensity interval training programs on glycaemic control, aerobic resistance, and body composition in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Journal of Endocrinological Investigation*, 46(12), 2423-2443.
- Bahram, M. E., & Mogharnasi, M. (2015). The effect of twelve weeks high intensity training interval (HIIT) on leptin levels and obesity dependent factors among female students suffering overweight. *Journal of Sport Biosciences*, 6(4), 451-465.
- Boström, P., Wu, J., Jedrychowski, M. P., Korde, A., Ye, L., Lo, J. C., Rasbach, K. A., Boström, E. A., Choi, J. H., & Long, J. Z. (2012). A PGC1- $\alpha$ -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature*, 481(7382), 463-468.
- Delfan, M., Saeidi, A., Supriya, R., Escobar, K. A., Laher, I., Heinrich, K. M., Weiss, K., Knechtle, B., & Zouhal, H. (2024). Enhancing cardiometabolic health: unveiling the synergistic effects of high-intensity interval training with spirulina supplementation on selected adipokines, insulin resistance, and anthropometric indices in obese males. *Nutrition & Metabolism*, 21(1), 11.
- Gharari Arefi, R., Hemati Nafar, M., & Kordi, M. R. (2014). The effect of a high intensity interval training program on lipid profile in sedentary young men. *Journal of Sport Biosciences*, 6(3), 259-272.
- Golshan, H., Toloe, M. E., Abbasi, H., & Namiranian, N. (2020). Effect of different HIIT protocols on the glycemic control and lipids profile in men with type 2 diabetes: a randomize control trial. *Iranian journal of diabetes and obesity*.
- Gulati, M., Pandey, D. K., Arnsdorf, M. F., Lauderdale, D. S., Thisted, R. A., Wicklund, R. H., Al-Hani, A. J., & Black, H. R. (2003). Exercise capacity and the risk of death in women: the St James Women Take Heart Project. *Circulation*, 108(13), 1554-1559.
- Khammassi, M., Ouerghi, N., Hadj-Taieb, S., Feki, M., Thivel, D., & Bouassida, A. (2018). Impact of a 12-week high-intensity interval training without caloric restriction on body composition and lipid profile in sedentary healthy overweight/obese youth. *Journal of exercise rehabilitation*, 14(1), 118.
- Liu, J.-x., Zhu, L., Li, P.-j., Li, N., & Xu, Y.-b. (2019). Effectiveness of high-intensity interval training on glycemic control and cardiorespiratory fitness in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Aging clinical and experimental research*, 31, 575-593.

- Liu, R., Lyu, L., Wu, Y., & Wang, L. (2024). Effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on body composition and glucose metabolism in overweight or obese patients with type 2 diabetes: a Meta-analysis. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 28(14), 2274.
- Malekinezhad, H., Moflehi, D., Abbasi, H., & Behzadi, A. (2019). Effect of the Low or High Volume of High-Intensity Interval Training Protocols on the Leptin and Lipid Profile in Men with Type 2 Diabetes. *Journal of Community Health Research*.
- Mohammadi, B., & Tofighi, A. (2016). The effect of 8 weeks high intensity interval training on plasma irisin and subcutaneous adipose tissue UCP-1in male obese rats.
- Niyazi, A., Yasrebi, S. M. A., Yazdanian, M., & Mohammad Rahimi, G. R. (2024). High-Intensity Interval Versus Moderate-Intensity Continuous Exercise Training on Glycemic Control, Beta Cell Function, and Aerobic Fitness in Women with Type 2 Diabetes. *Biological Research For Nursing*, 26(3), 449-459.
- Racil, G., Coquart, J., Elmontassar, W., Haddad, M., Goebel, R., Chaouachi, A., Amri, M., & Chamari, K. (2016). Greater effects of high-compared with moderate-intensity interval training on cardio-metabolic variables, blood leptin concentration and ratings of perceived exertion in obese adolescent females. *Biology of sport*, 33(2), 145-152.
- Rezaei Manesh, D. (2024). Responses of plasma levels of irisin, follistatin and insulin resistance index to two types of high-intensity interval training in overweight men. *Journal of Sport & Exercise Physiology (JSEP)/Fīziyuluzhī-i Varzish va Fāāliyyat-i Badanī*, 16(4).
- Riahy, S. (2024). The effects of 12 weeks of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on FGF21, irisin, and myostatin in men with type 2 diabetes mellitus. *Growth Factors*, 42(1), 24-35.
- Shirvani, H., & Aslani, J. (2017). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on serum irisin and expression of skeletal muscle PGC-1 $\alpha$  gene in male rats. *Tehran University Medical Journal*, 75(7), 513-520.
- Soori, R., Asad, M. R., Khosravi, M., & Abbasian, S. (2016). Comparison of the effects of regular aerobic training irisin serum changes in sedentary obese men. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 18(4), 270-278.
- Souri, R., Khosravi, N., Yazdan Dost, H., & Hossein Aiti, M. (2016). A comparison of moderate intensity continuous training and high intensity interval training on serum levels of Resistin and Insulin resistance in type-2 diabetic obese women. *Journal of Sport Biosciences*, 8(3), 365-380.
- Tofighi, A., Alizadeh, R., & Tolouei Azar, J. (2017). The effect of eight weeks high intensity interval training (HIIT) on serum amounts of FGF21 and irisin in sedentary obese women. *Studies in Medical Sciences*, 28(7), 453-466.

- Trapp, E. G., Chisholm, D. J., Freund, J., & Boutcher, S. H. (2008). The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International journal of obesity*, 32(4), 684-691.
- Vahdat, H., Mombini, H., Eslami Farsani, M., Ab Abzadeh, S., & Barzegar, H. (2018). Effect of High-Intensity Interval Training (HIIT) on the levels of Irisin and interleukin-10 in overweight men. *Qom University of Medical Sciences Journal*, 12(2), 35-44.
- Vecchiato, M., Zanardo, E., Battista, F., Quinto, G., Bergia, C., Palermi, S., Duregon, F., Ermolao, A., & Neunhaeuserer, D. (2022). The effect of exercise training on irisin secretion in patients with type 2 diabetes: a systematic review. *Journal of clinical medicine*, 12(1), 62.
- Winding, K. M., Munch, G. W., Iepsen, U. W., Van Hall, G., Pedersen, B. K., & Mortensen, S. P. (2018). The effect on glycaemic control of low-volume high-intensity interval training versus endurance training in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 20(5), 1131-1139.
- Wrann, C. D., White, J. P., Salogiannis, J., Laznik-Bogoslavski, D., Wu, J., Ma, D., Lin, J. D., Greenberg, M. E., & Spiegelman, B. M. (2013). Exercise induces hippocampal BDNF through a PGC-1 $\alpha$ /FNDC5 pathway. *Cell metabolism*, 18(5), 649-659.

## The Effect of Two High-Intensity Interval Training Protocols on Serum Irisin Levels in Patients with Type 2 Diabetes - A Randomized Clinical Trial

Navid vesal<sup>1</sup>, Dariush Moflehi<sup>1</sup>, Saeed Abedinzadeh\*<sup>2</sup>, Hamid Abbasi<sup>2</sup>, Reza Sharifatpour<sup>2</sup>

1 Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar University of kerman, Kerman, Iran.

2 Department of Sports Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran.

\*Corresponding author: [sabedin@yazd.ac.ir](mailto:sabedin@yazd.ac.ir),

### Abstract

**Objectives:** The aim of this study was to investigate the effects of high and low-volume high-intensity interval training (HIIT) on serum irisin levels and health-related anthropometric indices in men with type 2 diabetes.

**Methods:** In this randomized clinical trial, 34 male patients with type 2 diabetes were divided into three groups: high-volume HIIT, low-volume HIIT, and control. Both HIIT training protocols consisted of 24 sessions, performed on 3 non-consecutive days each week for 8 weeks. Serum irisin levels and anthropometric indices (LBM, WHtR, WHR, BMI and body fat percentage) were measured before and 48 hours after the final exercise session. Paired t-tests, analysis of covariance and LSD post hoc tests were used to analyze and compare the data.

**Results:** A significant increase was observed in serum irisin concentrations after 8 weeks of low-volume and high-volume HIIT exercises ( $p < 0.05$ ). Both types of HIIT training significantly reduced the percentage of fat in men with type 2 diabetes ( $p < 0.05$ ). High-volume HIIT training also reduced the anthropometric index WHtR ( $p < 0.05$ ). After low-volume HIIT training, a significant decrease in the anthropometric indices BMI, WHtR and LBM was observed ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Both types of low-volume and high-volume HIIT training improve serum irisin levels and anthropometric indices in patients with type 2 diabetes. Therefore, considering the time savings, both types of HIIT training are recommended to improve the conditions of patients with type 2 diabetes.

**Key words:** Irisin, Type 2 Diabetes, HIIT, Anthropometric Indices, Body Fat Percentage.