

تأثیر هشت هفته تمرین استقامتی و تناوبی با شدت بالا بر بیان ژن لیپازین در رت‌های مبتلا به دیابت نوع دو

سپیده صالحی^{۱*}، نیکو خسروی^۱، مریم دلفان^۱

چکیده

مقدمه: شیوع بیماری دیابت نوع دو در جهان به سرعت رو به افزایش است، در اثر بروز این بیماری در طولانی مدت مقاومت به انسولین ایجاد می‌شود که در نتیجه‌ی آن سلول‌های بتا پانکراس تخریب شده و به مرور از بین می‌روند که در نتیجه انسولین ترشح نمی‌گردد. اخیراً یک پروتئین به نام لیپازین، که مسؤول امر سیگنال دهی کبد به سلول‌های بتا است، کشف شده و در گزارشات قبلی نشان داده شده است که لیپازین/بتاتروفین تکثیر سلول β پانکراس را افزایش می‌دهد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید (HIIT) و تمرین استقامتی بر بیان ژن لیپازین در رت‌های مبتلا به دیابت نوع دو انجام گرفت.

روش‌ها: مطالعه بر روی ۲۵ سر رت نژاد ویستار با میانگین وزن 160 ± 10 گرم و سن ۸ هفته انجام شد، که پس از القاء دیابت، رت‌ها به شکل تصادفی به سه گروه ۶ تایی: کنترل و استقامتی و HIIT تقسیم شدند و به مدت هشت هفته تمرین ورزشی (۵ جلسه در هفته) اجرا شد. برای بررسی تغییرات بیان ژن لیپازین بافت کبد از تکنیک qRT-PCR استفاده شد.

یافته‌ها: پژوهش حاضر نشان داد پس از هشت هفته تمرین استقامتی و HIIT، بیان ژن لیپازین در کبد رت‌های گروه‌های تمرین نسبت به گروه‌های کنترل افزایش معناداری یافت ($P=0/037$)؛ همچنین همبستگی معنادار منفی بین بیان ژن لیپازین و شاخص مقاومت به انسولین در گروه‌های تمرین نسبت به گروه کنترل مشاهده شد ($P=0/037$ ، $r=-0/605$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد اجرای هشت هفته تمرینات استقامتی و HIIT، با افزایش بیان ژن لیپازین می‌تواند باعث افزایش سلول‌های بتا در بیماران دیابتی گردد و احتمالاً مداخله‌ی غیر دارویی مؤثری برای کاهش علائم این بیماری باشد.

واژگان کلیدی: دیابت نوع دو، بیان ژن لیپازین، مقاومت به انسولین، تمرین تناوبی با شدت بالا، تمرین استقامتی

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران

* **نشانی:** تهران، خیابان ده ونک، دانشگاه الزهرا (س)، کد پستی: ۱۹۹۳۸۹۳۹۷۳، تلفن: ۰۲۱۸۸۰۴۴۰۴۰، نمابر: ۰۲۱۸۸۰۳۵۱۸۷، پست الکترونیک Salehi_s24@yahoo.com

مقدمه

یکی از پیامدهای پیشرفت تکنولوژی کاهش فعالیت بدنی است. در افرادی که فعالیت بدنی مناسبی ندارند، احتمال ابتلا به بیماری های قلبی- عروقی دو برابر بیشتر است. همچنین این افراد مستعد اختلالات قند خون نیز هستند. اختلال قند خون یا دیابت درصد شیوع بالایی را در جهان به خود اختصاص می دهد. شیوع این بیماری در جهان به سرعت رو به افزایش است [۱]. در حال حاضر بیش از ۴۰۰ میلیون دیابتی در دنیا وجود دارند که پیش بینی می شود این عدد در سال ۲۰۳۵ به بیش از ۶۴۰ میلیون نفر برسد. به همین ترتیب مشخص می شود در حال حاضر حدود ۲۵۰ میلیون نفر دچار اختلال قندخون ناشتا در جهان زندگی می کنند [۲].

دیابت اختلال متابولیکی است که از طریق فرآیند هایپرگلیسمی و به دنبال نقص در ترشح انسولین و مقاومت به انسولین یا هر دو مشخص می گردد [۳]. تأثیر اصلی فقدان انسولین یا مقاومت به انسولین بر متابولیسم گلوکز، شامل عدم برداشت و مصرف ناکافی گلوکز در بیشتر سلول های بدن به استثنای سلول های مغز است. در نتیجه غلظت گلوکز خون بالا می رود، مصرف سلولی گلوکز به طور فزاینده کاهش می یابد و مصرف چربی ها و پروتئین ها افزایش پیدا می کند [۴].

سازوکار ترشح انسولین بدین صورت است که سلول های بتای پانکراس، انسولین را در دو فاز آزاد می کنند [۴]. سلول های بتا یک گیرنده ی مهم برای میزان گلوکز خون هستند و مقداری از انسولین را برای تعدیل گلوکز و هموستاز انرژی، ترشح می کند [۵].

گزارشات اخیر یک پروتئین ترشحی از کبد را مسؤول امر سیگنال دهی کبد به سلول های بتا معرفی کرده است. این پروتئین ترشحی همان بتاتروفین / لیپازین^۱ است [۶]. لیپازین ژنی است که در انسان ها با C19 یا F80 و در رت GM6484 نامیده می شود، اما چندین نام مختلف برای این پروتئین شامل RIFL^۲، ANGPTL8^۳، بتاتروفین نیز به کار می رود [۷]. یک پروتئین

جدید که از کبد ترشح شده، در متابولیسم تری گلیسرید شرکت می کند، تعدیل کننده ی متابولیسم لیپیدها است [۸]، همچنین یک غنی کننده ی کبد در تعادل غذایی است که مانع فعالیت لیپوپروتئین لیپاز^۴ (LPL) می گردد. کاهش دهنده ی موانع تری گلیسرید (TG) از راه افزایش محتوای TG سرم است [۵] و سطوح آن حساس به مصرف غذا است [۸]. به این معنی که با خوردن غذا تحریک شده و با گرسنگی متوقف می گردد و از همه مهم تر تکثیر سلول β پانکراس را افزایش می دهد [۷].

بتاتروفین / لیپازین در درمان بیماری دیابت، اخیراً مورد توجه قرار گرفته و به عنوان احیا کننده ی سلولی β ، نقش بالقوه ای در بیماری دیابت نوع دو دارد [۹]. در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو معمولاً برای کاهش وزن و اصلاح مقاومت به انسولین، رژیم غذایی و ورزش توصیه می شود [۴].

ورزش بخش مهمی در درمان همه ی بیماران دیابتی به خصوص دیابت نوع دو است و فواید آن شامل بهبود آمادگی جسمانی، پیشگیری و کاهش چربی، بهبود وضعیت چربی و کنترل متابولیکی قند خون، کاهش خطر بیماری های کرونر قلبی، فواید روحی و اجتماعی، کاهش استرس و احتمال کاهش یا حذف داروهای دیابتی برای دیابت نوع دو، می شود [۱۰].

دیابت به عنوان یک هشدار جدی برای سلامتی انسان ها در قرن ۲۱ است که با تغییر در سبک زندگی، رفتار و محیط می توان میزان کمی از این بیماری را کنترل کرد. اما نباید از اثرات فعالیت ورزشی بر پیشگیری از این بیماری غافل شد. در سال های اخیر آزمایش های پزشکی و مطالعات میدانی نقش برجسته ی فعالیت ورزشی را در جلوگیری از ابتلا به دیابت نوع دو کشف کرده اند.

در پی تأیید این موضوع پژوهش های انجام شده توسط صارمی (۱۳۹۰) [۱۱]، Shahrjerd (۱۳۸۹) [۱۲] و موسوی نژاد (۱۳۹۰) [۱۳]، Silvano [۱۴]، Edite و همکاران (۲۰۱۱) [۱۵]، در کنترل بیماری دیابت و کاهش مقاومت به انسولین در اثر فعالیت های ورزشی مختلف را می توان نام برد. در پژوهشی که توسط Abu_Farha و همکاران در سال ۲۰۱۶ انجام گردید، نتیجه گرفته

⁴ Lipoprotein lipase

¹ Lipasin / Betatrophin

² Refeeding Induced Fat and Liver

³ angiopoietin like protein8

شد. در طول مدت هفت ماه دیابتی شدن رت‌ها، هفته‌ای دو جلسه برای تمیز کردن قفسه‌ها و رسیدگی به آب و غذای رت‌ها به حیوان خانه سر زده شد. رت‌های دیابتی، هیچ‌گونه درمان با انسولین در طول دوره‌ی پژوهش نداشتند. پس از القاء دیابت، رت‌ها به شکل تصادفی به سه گروه ۶ تایی: کنترل (C)، استقامتی^۲ (E) و تناوبی شدید (HIIT) تقسیم شدند و به مدت هشت هفته تمرین ورزشی اجرا شد.

رت‌های گروه تمرین به مدت یک هفته جهت آشناسازی با پروتکل تمرینی، با نهایت دقت و آرامش و با سرعت پایین و یکنواخت بر روی تردمیل قرار داده شدند و پروتکل آشناسازی مورد نظر با سرعت‌های کم‌تر از تمرین تناوبی انجام شد تا رت‌ها با شیوه‌ی دویدن بر روی نوارگردان آشنا شوند. هفته‌ی بعد از آشنایی، تمرین اصلی به مدت هشت هفته شروع و به پایان رسید. از هفته‌ی اول تا هشتم گروه‌های تمرین پروتکل ورزشی مربوط به خود را به مدت هشت هفته (پنج روز در هفته) انجام دادند، روز ششم هر دو هفته یک بار، حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) اندازه‌گیری شد. با توجه به عدم دسترسی به ابزار مستقیم مانند دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی از پروتکل غیرمستقیم و با دقت زیاد به شرح زیر استفاده شد [۱۷].

بعد از سه دقیقه گرم کردن با سرعت پنج متر بر دقیقه، سرعت نوارگردان هر دو دقیقه یک بار به میزان ۴ متر بر دقیقه افزایش یافت، حداکثر سرعت بیشینه زمانی بود که رت‌ها حداقل $1/3$ دقیقه نتوانستند با یک سرعت ثابت بدونند و بلافاصله پس از آن با افزایش سرعت قادر به دویدن نبودند (شیب تردمیل صفر درجه بود). رسیدن به سرعت بیشینه با غلظت لاکتات بالاتر از شش میلی مول در لیتر و نسبت تنفسی VCO_2/VO_2 معادل $1/5$ است. پژوهش‌ها نشان می‌دهند، ارتباط بالایی بین سرعت نوارگردان و VO_{2max} رت‌ها وجود دارد ($r = 0.98$, $p < 0.005$). از این رو می‌توان با توجه به سرعت بیشینه‌ی دویدن، میزان VO_{2max} رت‌ها را به دست آورد. شدت‌ها با توجه به سرعت به دست آمده، تنظیم شد.

شده که سطوح بتاتروفین سرم در افراد چاق افزایش می‌یابد و در این مطالعه آزمودنی‌های چاق پس از سه ماه فعالیت ورزشی کاهش معنی‌دار بتاتروفین را نشان دادند که این کاهش پس از انجام فعالیت ورزشی از لحاظ درمانی مفید واقع گردید [۱۶]. با توجه به اینکه تاکنون پژوهش‌های کمی به مسئله‌ی تأثیر ارائه‌ی تمرین ورزشی بر بیان ژن لیپازین در افراد مبتلا به دیابت نوع دو پرداخته‌اند، در این پژوهش تغییرات بیان ژن لیپازین در اثر انجام فعالیت‌های ورزشی مورد بررسی قرار می‌گیرد و تأثیر دو نوع تمرین استقامتی و HIIT^۱ بر بیان ژن لیپازین در افرادی که به دیابت نوع دو مبتلا هستند، با هدف کاهش یا حذف داروها، بررسی می‌شود.

روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع تجربی است که به شیوه‌ی میدانی و آزمایشگاهی بر روی ۲۵ سر رت نر نژاد ویستار (تهیه شده از مؤسسه‌ی تحقیقاتی رازی) با میانگین وزن 160 ± 10 گرم و سن ۸ هفته، انجام شد؛ همه‌ی اصول اخلاقی مطالعه، مطابق با اصول کار با حیوانات آزمایشگاهی و مطالعات انسانی مصوب دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شد. (کد اخلاق: R.SBMU.RETECH.REC.1395.883)

همه‌ی رت‌ها در حیوان‌خانه‌ی دانشگاه علوم پزشکی ایران در قفس‌های جداگانه‌ی ساخته شده از جنس پلی‌اتیلن شفاف، در شرایط استاندارد حیوان‌های آزمایشگاهی (دمای ۲۳-۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد؛ رطوبت ۴۵-۵۰ درصد، سیکل روشنایی- تاریکی ۱۲:۱۲) نگهداری شدند. در انستیتو رازی، به هر ۴۵ کیلوگرم از پودر پلت استاندارد، ۳۰ درصد چربی حیوانی (حاصل از آب کردن دنبه گاو) و ۲۵ درصد فروکتوز اضافه شد و سپس به شکل پلت استاندارد قالب زده شد. هفت ماه بعد از تغذیه‌ی رت‌ها با پلت پُرچرب و شیرین با اندازه‌گیری میزان قند خون ناشتا به وسیله گلوکومتر صفر-یک (ساخت ژاپن)، سطح گلوکز ۲۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به عنوان شاخص دیابتی شدن در نظر گرفته

¹ High intensity interval training

² Endurance training

درصد Vo_2max در هفته‌ی اول و ۹۰ درصد Vo_2max از هفته دوم تا پایان هفته هشتم بود، تناوب با شدت پایین با شدت ۳۰ درصد Vo_2max بود؛ تعداد تکرار تناوب با شدت بالا در هفته اول دو تکرار، در هفته‌ی دوم، سوم و چهارم، سه تکرار و از هفته‌ی پنجم تا هفته‌ی هشتم چهار تکرار بود. زمان تناوب با شدت بالا دو دقیقه و تناوب با شدت پایین نیز دو دقیقه بود، در انتها سه دقیقه سرد کردن با شدت ۳۰ درصد Vo_2max انجام گرفت. شیب دستگاه تردمیل در کل زمان اجرای پروتکل تمرین بر روی صفر درجه تنظیم شده بود. پروتکل تمرینی به کار برده شده در این تحقیق در جدول ۱ و ۲ آورده شده است.

گروه کنترل در هیچ‌گونه برنامه‌ی فعالیت ورزشی شرکت نکردند، ولی برای ایجاد سازگاری با محیط و یکسان‌سازی شرایط با رت‌های دیگر در کنار تردمیل قرار داده شدند. در پروتکل تمرین استقامتی که به مدت هشت هفته انجام شد. ابتدا سه دقیقه گرم کردن با شدت ۳۰ درصد Vo_2max و در مرحله‌ی بعد ۶ دقیقه دویدن با شدت ۶۰ درصد Vo_2max در هفته‌ی اول که به ۲۰ دقیقه دویدن با شدت ۶۰ درصد Vo_2max در پایان هفته هشتم رسید و در انتها سه دقیقه سرد کردن با شدت ۳۰ درصد Vo_2max صورت گرفت. در پروتکل تمرین HIIT همانند تمرین استقامتی در ابتدا سه دقیقه گرم کردن با شدت ۳۰ درصد Vo_2max ، پس از گرم کردن، تناوب با شدت بالا، با شدت ۸۰

جدول ۱- پروتکل تمرینی گروه تمرین استقامتی

هفته	سرعت گرم کردن	سرعت فعالیت	سرعت سرد کردن	زمان کل	توضیحات
اول	۵ متر بر دقیقه	۹ متر بر دقیقه	۵ متر بر دقیقه	۱۲/۵ دقیقه	توان هوازی گرفته شد.
دوم	۵ متر بر دقیقه	۹ متر بر دقیقه	۵ متر بر دقیقه	۱۶/۵ دقیقه	
سوم	۵ متر بر دقیقه	۱۲ متر بر دقیقه	۵ متر بر دقیقه	۱۵/۵ دقیقه	توان هوازی گرفته شد.
چهارم	۵ متر بر دقیقه	۱۲ متر بر دقیقه	۵ متر بر دقیقه	۱۷ دقیقه	
پنجم	۶/۵ متر بر دقیقه	۱۳ متر بر دقیقه	۶/۵ متر بر دقیقه	۱۹ دقیقه	توان هوازی گرفته شد.
ششم	۶/۵ متر بر دقیقه	۱۳ متر بر دقیقه	۶/۵ متر بر دقیقه	۲۰ دقیقه	
هفتم	۶/۵ متر بر دقیقه	۱۳ متر بر دقیقه	۶/۵ متر بر دقیقه	۲۵ دقیقه	توان هوازی گرفته شد.
هشتم	۷/۵ متر بر دقیقه	۱۴/۵ متر بر دقیقه	۷/۵ متر بر دقیقه	۲۵/۵ دقیقه	

جدول ۲- پروتکل تمرین گروه تمرین HIIT

هفته	سرعت گرم کردن	سرعت فعالیت	تعداد ست	سرعت سرد کردن	زمان کل
اول	۵ متر بر دقیقه	۱۲ متر بر دقیقه	۲	۵ متر بر دقیقه	۱۲ دقیقه
دوم	۵ متر بر دقیقه	۱۲ متر بر دقیقه	۳	۵ متر بر دقیقه	۱۶ دقیقه
سوم	۵ متر بر دقیقه	۱۶ متر بر دقیقه	۳	۵ متر بر دقیقه	۱۶ دقیقه
چهارم	۵ متر بر دقیقه	۱۸ متر بر دقیقه	۳	۵ متر بر دقیقه	۱۶ دقیقه
پنجم	۸ متر بر دقیقه	۲۱ متر بر دقیقه	۴	۸ متر بر دقیقه	۲۰ دقیقه
ششم	۸ متر بر دقیقه	۲۳/۵ متر بر دقیقه	۴	۸ متر بر دقیقه	۲۰ دقیقه
هفتم	۸ متر بر دقیقه	۲۳/۵ متر بر دقیقه	۴	۸ متر بر دقیقه	۲۰ دقیقه
هشتم	۱۰ متر بر دقیقه	۲۶ متر بر دقیقه	۴	۱۰ متر بر دقیقه	۲۰ دقیقه

ژن طراحی شد. لازم به ذکر است که از ژن GAPDH به عنوان کنترل داخلی برای نرمالیزه کردن واکنش استفاده شد. برای کمی سازی مقادیر بیان ژن مورد نظر از فرمول $2^{-\Delta\Delta Ct}$ (۲) به توان منفی ($\Delta\Delta Ct$) استفاده شد. در این فرمول اندازه های لازم از طریق مراحل زیر به دست آمد و در فرمول قرار داده شد و مقادیر fold change محاسبه گردید.

$$\Delta Ct = Ct - Ct \text{ (مرجع) (ژن هدف)}$$

$$\Delta\Delta Ct = \Delta Ct - \Delta Ct \text{ (نمونه کنترل)}$$

$$2^{-\Delta\Delta Ct} = \text{میزان تغییرات بیان نسبت به گروه کنترل}$$

تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS.19 و در سطح معناداری $P < 0.05$ انجام شد. در بخش آمار استنباطی، آزمون کولموگروف اسمیرنوف (K-S) برای بررسی طبیعی بودن داده ها در گروه های مورد مطالعه استفاده شد. همچنین همسان بودن واریانس ها با آزمون Leven سنجدیده شد. پس از اثبات طبیعی بودن داده ها، جهت تعیین معنادار بودن اختلاف بین متغیرها در دو گروه از آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه (One Way Anova) و جهت تعیین جایگاه معناداری از آزمون تعقیبی LSD و سپس برای تعیین میزان همبستگی بین بیان ژن لیپازین و شاخص مقاومت به انسولین از آزمون همبستگی پیرسون، استفاده شد.

یافته ها

یافته های تحقیق در جدول شماره ۳ تا ۵ و نمودار ۱ آمده است. نتایج تحقیق نشان داد که گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در گروه تمرین استقامتی نسبت به گروه کنترل کاهش معنادار داشته و در گروه تمرین HIIT نیز نسبت به گروه کنترل و تمرین استقامتی کاهش بیشتری به صورت معنادار مشاهده گردید (جدول ۳).

۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی، پس از یک ناشتای شبانه، آزمودنی ها به وسیله تزریق درون صفاقی کتامین [90 mg/kg] و زیلازین [10 mg/kg] بی هوش شده، سپس نمونه ی خونی، مستقیم از قلب آنها جمع آوری و جداسازی سرم با سانتریفیوژ کردن در (4 min 3000g) انجام شد، همچنین بافت کبد بلافاصله پس از شست و شو در سرم فیزیولوژیک، در ازت مایع منجمد و برای تجزیه و تحلیل بعدی در فریزر ۸۰- نگه داری شد. در این مطالعه به منظور بررسی تغییرات بیان ژن لیپازین از تکنیک qRT-PCR استفاده شد. بدین منظور ابتدا RNA بافت کبد استخراج شد و سپس در طی مراحل به نام Dnase I treatment، با Dnase I تیمار شد (در این روش در شرایط وجود DNA اضافی در نمونه، DNA حذف می شود). در نهایت cDNA ساخته شد و cDNA سنتز شده برای لیپازین با ۴۰ میکرو لیتر Rans & Dnase-free water رقیق شد ۱/۵ میکرو لیتر از هر یک از رقت ها به همراه ۷/۵ میکرو لیتر Master Mix تولیدی ampliion (دانمارک) و ۱ میکرو لیتر از پرایمرها Forward و ۱ میکرو لیتر از پرایمر backward در ۴ میکرو لیتر آب فاقد نوکلئاز (Nuclease-free Water) برای رسیدن به حجم نهایی ۱۵ میکرو لیتر به خوبی حل و مخلوط شد. تمام واکنش ها به صورت دوتایی انجام شد. در نهایت میکروتیوپ ها در محل مخصوص خود در دستگاه قرار داده شدند و واکنش های تکثیر در طی ۴۰ سیکل براساس دستورالعمل سازنده کیت انجام شد. از کیت miRNeasy Mini Kit (Qiagen) ساخت کشور آلمان به منظور استخراج بافت و از کیت Transcriptor first strand cDNA synthesis kit برای سنتز cDNA استفاده شد. کیت اندازه گیری گلوکز پلاسما ویژه رت Ultra-Sensitive Rat Insulin ELISA Kit, USA و سنجش گلوکز پلاسما به روش گلوکز اکسیداز و به وسیله کیت تشخیص کمی گلوکز پلاسما شرکت پارس آزمون با حساسیت ۵ میلی گرم در دسی لیتر انجام شد. پرایمرهای لیپازین و GAPDH توسط شرکت نیکا زیست

جدول ۳- بررسی میزان میانگین گلوکز پلاسما، انسولین پلاسما و شاخص HOMA در هر سه گروه

متغیر	C	E	HIIT
گلوکز (میلی گرم / دسی لیتر)	۳۰۵/۵۰ ± ۱۰/۳۰	۱۹۷/۸۳ ± ۱۸/۰۳*	۱۳۳/۱۷ ± ۱۳/۳۱*‡
انسولین (میلی گرم / دسی لیتر)	۸/۵۶۵ ± ۰/۱۱	۵/۶۹۳ ± ۰/۰۸*	۴/۶۶۸ ± ۰/۱۱*‡
شاخص HOMA-IR ^۱	۶/۴۳۵ ± ۰/۱۹	۲/۷۸۲ ± ۰/۲۶*	۱/۵۳۰ ± ۰/۱۵*‡

* نشانه‌ی معناداری نسبت به C، ‡ نشانه معناداری نسبت به E
اعداد به شکل میانگین ± خطا استاندارد بیان شده‌اند.

مبتلا به دیابت نوع دو وجود دارد و همچنین از آزمون LSD جهت تعیین جایگاه معناداری بین گروه‌های کنترل و تمرین استفاده شد. در جدول ۴ و نمودار ۱ مشاهده می‌شود که هر دو نوع تمرین بر بیان ژن لیپازین نسبت به گروه کنترل از لحاظ آماری تأثیر معنادار داشته است، اما بین دو گروه تمرینی نسبت به یکدیگر هیچ تفاوت معناداری وجود نداشت ($p < 0.05$).

در جدول ۴ مقایسه‌ی اختلاف‌های درون گروهی و بین گروهی مورد بررسی قرار گرفته است. اختلاف میانگین بین گروهی و درون گروهی از لحاظ آماری معنادار شده است. جهت تعیین معنادار بودن اختلاف بین متغیرها در سه گروه از آزمون آماری One Way ANOVA استفاده شد و نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین بیان ژن لیپازین در سه گروه پژوهش در رت‌های

جدول ۴- نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و LSD برای بیان ژن لیپازین

گروه‌ها	جمع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	عدد معناداری	اختلاف میانگین گروه	خطای استاندارد
بین گروهی	۲/۹۱۶	۲	۱/۴۵۸	۴/۱۹۵	۰/۰۳۶	-	-
درون گروهی	۵/۲۱۴	۱۵	۰/۳۴۸	-	-	-	-
کل گروه‌ها	۸/۱۲۹	۱۷	-	-	-	-	-
E , C	-	-	-	-	۰/۰۴۲	-۰/۷۵۶۶۴*	۰/۳۴۰۳۸
H , E	-	-	-	-	۰/۶۲۷	-۰/۱۶۹۰۳	۰/۳۴۰۳۸
C , H	-	-	-	-	۰/۰۱۶	-۰/۹۲۵۶۷*	۰/۳۴۰۳۸

* نشان دهنده‌ی معنادار بودن اختلاف میانگین در سطح ۰/۰۵، C گروه کنترل، E گروه تمرین استقامتی، H گروه تمرین HIIT

از لحاظ آماری، همبستگی معنادار منفی دیده شد، که این میزان همبستگی برابر با -۰/۵۶۸ است ($p < 0.05$).

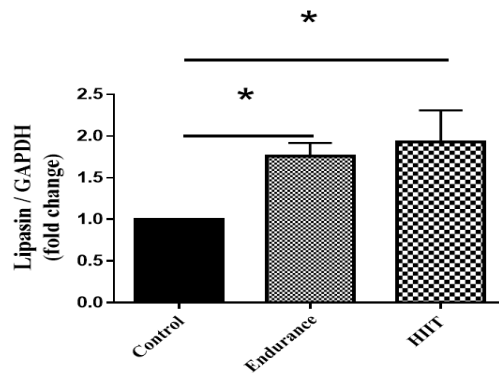
همانطور که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود. بین بیان ژن لیپازین و شاخص مقاومت به انسولین پس از یک دوره‌ی تمرین ورزشی

جدول ۵- نتایج آزمون همبستگی پیرسون

متغیر	میزان همبستگی با شاخص مقاومت به انسولین	عدد معناداری
لیپازین	-۰/۵۶۸*	۰/۰۱۴

* نشان دهنده‌ی معنادار بودن اختلاف میانگین در سطح ۰/۰۵

^۱ شاخص مقاومت به انسولین



نمودار ۱- مقایسه سطوح معناداری بیان ژن لیپازین در گروه‌های تمرین هوازی استقامتی و HIIT و گروه کنترل

* نشانه‌ی معناداری نسبت به C

مشاهده شده است، که این نتیجه با نتایج حاصل از پژوهش

حاضر، همسو است [۱۸].

برخی از پژوهش‌ها اثر درمانی این ژن را به ثبت رسانده‌اند و این اثر درمانی در بیماران دیابتی در اثر افزایش توده‌ی سلولی بتا در نتیجه‌ی بیش بیانی این ژن رخ خواهد داد. مطالعه‌ای شاهد بر این ادعا توسط Espes و همکاران در سال ۲۰۱۵ انجام شد که در این مطالعه مشاهده شده، بتاتروفین در افراد دیابتی به‌عنوان افزایش دهنده‌ی تکثیر سلول‌های بتا، درمان‌گر این بیماری است [۲۰]. مطالعات همسو با این مسئله، پژوهش Chen و همکاران [۲۱] و مطالعاتی است که Ahnfelt-Ronne و همکاران [۲۲]، Li و همکاران [۱۸]، Mohebbi و همکاران [۲۳] انجام داده‌اند.

Yi و همکاران، در سال ۲۰۱۳ پژوهشی بر روی هورمون بتاتروفین، انجام دادند. نتایج نشان داد که بیان بتاتروفین در کبد، تکثیر سلول‌های بتا را افزایش می‌دهد و باعث توسعه‌ی توده‌ی سلولی بتا شده و تحمل گلوکز را بهبود می‌بخشد. بنابراین به‌نظر می‌رسد، درمان با بتاتروفین می‌تواند باعث جایگزین شدن تعدادی از سلول‌های تولیدکننده‌ی انسولین به‌جای تزریق انسولین در دیابتی‌ها گردد [۶]. در پژوهشی که توسط Ahnfelt-Ronne که در سال ۲۰۱۴ نیز بر روی بتاتروفین سرم انجام شد، نشان داده شده که، بتاتروفین پتانسیل درمان دیابت نوع دو را خواهد داشت [۲۲]. Zhu و همکاران نیز در پژوهشی که بر درمان دیابت توسط بتاتروفین انجام شد. نشان دادند که سلول‌های بتا به‌عنوان پاسخی به تحریک بتاتروفین، که مکانیسم عمل بین کبد

بحث

نتیجه‌ی پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین استقامتی و تناوبی شدید (HIIT) باعث کاهش گلوکز خون در رت‌های دیابتی نسبت به گروه کنترل گردید که این کاهش، به‌نظر می‌رسد که اولین نشانه از درمان بیماری دیابت است. انسولین پلازما و میزان شاخص نیز به‌صورت معنادار در گروه‌های تمرین نسبت به گروه کنترل کاهش داشته است ($p < 0.05$). شاخص مقاومت به انسولین (HOMA) یک روش کاربردی برای اندازه‌گیری میزان مقاومت به انسولین است و در اثر کاهش میزان مقاومت به انسولین این شاخص هم کاهش می‌یابد، در نتیجه انسولین بیشتری ترشح می‌شود و بنابر یافته‌های پژوهش‌های اخیر، ترشح بیشتر انسولین هم خود محرکی برای فعال شدن ژن لیپازین و یا بیش بیانی این ژن در کبد است [۱۸].

پژوهشی به بیان ژن لیپازین در رت‌های دیابتی پرداخته است و نتایج این تحقیق بر روی رت‌ها نشان داد که بیان لیپازین/بتاتروفین در بافت کبد و بافت چربی در بیماران دیابتی نوع دو نسبت به دیابتی‌های نوع یک بیشتر صورت گرفته و افزایش معنادار این ژن در رت‌ها مشاهده شده است [۱۹]. همچنین در پژوهشی که توسط Li و همکاران بر روی مقایسه‌ی بتاتروفین در رت‌های دیابتی نوع یک، نوع دو و رت‌های چاق دچار هیپرگلیسمی انجام شد، یافتند که بیان لیپازین/بتاتروفین در بافت کبد و بافت چربی در دیابتی‌های نوع دو نسبت به دیابتی‌های نوع یک بیشتر انجام شده و افزایش معنادار این ژن در رت‌ها

گلوکز پلاسما، شاخص مقاومت به انسولین و بیان ژن لیپازین در کبد رت‌ها، مورد تحقیق و بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد تمرینات استقامتی و HIIT هر دو بر بیان ژن لیپازین نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری را داشته است و این افزایش با هدف افزایش روند بهبود رت‌های دیابتی تأثیر مثبت بر درمان رت‌ها داشته است و احتمالاً با تمرین مداوم بتوان تأثیر بهتری بر درمان این بیماری را مشاهده نمود. از این رو لازم است، تحقیقات آتی اثر انواع روش‌های تمرینی را در این زمینه بررسی نماید.

سپاسگزاری

با تشکر و سپاس بی نهایت از اساتید عزیزم، سرکار خانم دکتر نیکو خسروی و سرکار خانم دکتر دلفان و تشکر ویژه از جناب آقای دکتر ستار گرگانی به پاس تمام تلاش‌ها و زحمات.

و چربی با پانکراس را تعدیل می‌کند، شناخته شده است و راهی را برای درمان دیابت با این رویکرد ارائه می‌کند [۵]. پژوهش‌های مخالف با نتایج پژوهش حاضر توسط Cox و همکاران [۲۴]، Gusarova و همکاران [۲۵] بود که دلیل ناهمسو بودن این نتایج با نتایج مطالعه حاضر این است که مطالعات بر روی رت‌های سالم صورت گرفته است. در پژوهش‌های دیگر نیز که در سال ۲۰۱۷ توسط Cahova و همکاران بر روی بیان ژن لیپازین در بافت چربی سفید رت‌های ویستار دیابتی انجام گرفت، به عدم همبستگی لیپازین و شاخص HOMA دست یافتند [۲۶] که دلیل عدم همسو بودن این مطالعات در بافت‌های هدف بوده، زیرا مطالعه‌ی حاضر بر بافت کبد انجام شده و این پژوهش بر بافت چربی صورت گرفته است.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر تغییرات بیان ژن لیپازین با مداخله هشت هفته فعالیت ورزشی استقامتی و HIIT به‌عنوان یک روش درمانی برای رت‌های دیابتی نوع دو، با اندازه‌گیری انسولین پلاسما،

مآخذ

1. Rashidlamir A, Alizadeh A, Ebrahimiatri A, Dastani M. The Effect of Four-Week Period of Aerobic Exercise with Cinnamon Consumption on Lipoprotein Indicates and Blood sugar in Diabetic Female Patients (Type 2). *The Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences* 2013; 20(5):605-14.
۲. مهدوی، علیرضا (۱۳۹۸)، آمار دیابت در ایران، سایت تابناک، قابل مشاهده در آدرس: <https://www.tabnak.ir/fa/news/926303> آمار دیابت در ایران/iran/926303
۳. موسوی نژاد، زهرا، تأثیر دود سیگار بر روی بیماری دیابت، *ماهنامه رازی* ۱۳۸۶؛ سال هجدهم شماره ۹، صفحه ۲۹.
۴. گایتون و هال. فیزیولوژی پزشکی گایتون ۲۰۱۶. اول ۱۳۹۴، ترجمه‌ی ارجمند. ابولفضل. تهران. خجستگان. نشر بشری با همکاری نشر جامعه نگر. ص ۱۲۸۰ تا ۱۲۸۹
5. Zhu JZ, Yu CH, Li YM. Betatrophin provides a new insight into diabetes treatment and lipid metabolism (Review). *Biomedical reports* 2014; 2(4):447-51.
6. Yi P, Park JS, Melton DA. Betatrophin: a hormone that controls pancreatic beta cell proliferation. *Cell* 2013; 153(4):747-58.
7. Fu Z, Berhane F, Fite A, Seyoum B, Abou-Samra AB, Zhang R. Elevated circulating lipasin/betatrophin in human type 2 diabetes and obesity. *Scientific reports* 2014; 4:5013.
8. Zhang R, Abou-Samra AB. A dual role of lipasin (betatrophin) in lipid metabolism and glucose homeostasis: consensus and controversy. *Cardiovascular diabetology* 2014; 13(1):133.
9. Gomez-Ambrosi J, Pascual E, Catalan V, Rodriguez A, Ramirez B, Silva C, et al. Circulating betatrophin concentrations are decreased in human obesity and type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab* 2014; 99(10):E2004-9.
۱۰. لئوتولتز، برین سی. ورزش و درمان بیماری. ۱۳۸۹، ترجمه هزاوه‌ای، محمد مهدی. ترکمان، علی.

۱۱. عباس صارمی. تمرینات ورزشی و دیابت ملیتوس نوع ۲: مروری بر شواهد. *سلول و بافت* ۱۳۹۰؛ دوره ۲ شماره ۳؛ از صفحه ۱۷۱ تا ۱۸۱.
12. Shahrjerd S, Shavandi N, Sheikh-Hoseini R, Shahrjerd S. The effect of strengthening and endurance training on metabolic factors, quality of life and mental health in women with type II diabetes. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences* 2010; 12(3):85-93
۱۳. زینب السادات موسوی نژاد، ز؛ رحیمی، ا؛ عمرانی، غ. تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی، مقاومتی و ترکیب دو نوع تمرین بر میزان قند خون و عوامل خطر ساز بیماری قلبی - عروقی در بیماران دیابتی نوع ۲. *ششمین همایش ملی دانشجویان تربیت بدنی و علوم ورزشی ایران: پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، ۱۳۹۰.*
14. Zanuso S, Jimenez A, Pugliese G, Corigliano G, Balducci S. Exercise for the management of type 2 diabetes: a review of the evidence. *Acta diabetologica* 2010; 47(1):15-22
15. Teixeira-Lemos E, Nunes S, Teixeira F, Reis F. Regular physical exercise training assists in preventing type 2 diabetes development: focus on its antioxidant and anti-inflammatory properties. *Cardiovascular diabetology* 2011;10(1):12
16. Abu-Farha M, Sriraman D, Cherian P, AlKhairi I, Elkum N, Behbehani K, et al. Circulating ANGPTL8/Betatrophin Is Increased in Obesity and Reduced after Exercise Training. *PLoS One* 2016; 11(1):e0147367.
17. Høydal, Morten A., Ulrik Wisløff, Ole J. Kemi, and Oyvind Ellingsen. "Running speed and maximal oxygen uptake in rats and mice: partical implications for exercise training." *European journal of Cardiovascular prevention & Rehabilitation* 2007; 14(6): 753-760.
18. Li E, Nakata M, Shinozaki A, Yang Y, Zhang B, Yada T. Betatrophin expression is promoted in obese hyperinsulinemic type 2 but not type 1 diabetic mice. *Endocr J* 2016; 63(7):611-9.
19. Zhang R. Lipasin, a novel nutritionally-regulated liver-enriched factor that regulates serum triglyceride levels. *Biochem Biophys Res Commun* 2012; 424(4):786-92.
20. Espes D, Martinell M, Liljebäck H, Carlsson P-O. Betatrophin in diabetes mellitus: the epidemiological evidence in humans. *Current diabetes reports* 2015; 15(12):104.
21. Chen J, Chen S, Huang P, Meng X-L, Clayton S, Shen J-S, et al. In vivo targeted delivery of ANGPTL8 gene for beta cell regeneration in rats. *Diabetologia* 2015; 58(5):1036-44.
22. Ahnfelt-Ronne J, Madsen OD. Betatrophin. *Islets* 2014; 6(2):e28686.
23. Mohebbi H, Rohani H, Hassan-nia S, Pirooznia N. The Effect of Obesity and Endurance Training-induced Weight Loss on UCP3 mRNA Expression in C57BL/6 MICE. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2013; 15(3):311-21
24. Cox AR, Lam CJ, Bonnyman CW, Chavez J, Rios JS, Kushner JA. Angiotensin-like protein 8 (ANGPTL8)/betatrophin overexpression does not increase beta cell proliferation in mice. *Diabetologia* 2015; 58(7):1523-31.
25. Gusarova V, Alexa CA, Na E, Stevis PE, Xin Y, Bonner-Weir S, et al. ANGPTL8/betatrophin does not control pancreatic beta cell expansion. *Cell* 2014; 159(3):6916.
26. Cahová M, Habart D, Olejář T, Berková Z, Papáčková Z, Daňková H, et al. Lipasin/betatrophin is differentially expressed in liver and white adipose tissue without association with insulin resistance in Wistar and Goto-Kakizaki rats. *Physiological research* 2017; 66(2).

THE EFFECT OF 8 WEEKS OF HIGH INTENSITY INTERVAL AND ENDURANCE TRAINING ON LIPASIN GENE EXPRESSION IN RATS WITH TYPE 2 DIABETES

Sepideh Salehi^{*1}, Niko Khosravi¹, Maryam Delfan¹

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Al-Zahra University, Tehran, Iran

ABSTRACT

Background: The prevalence of type 2 diabetes is rapidly increasing in the world. As a result of this disease, long-term insulin resistance develops, as a result of which pancreatic beta cells are destroyed and disappear, as a result insulin is not released. Recently, a protein called lipasin, which is responsible for signaling the liver to beta cells, has been discovered, and previous reports have shown that lipasin/betatrophin increases pancreatic β cell proliferation. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of eight weeks of high intensity interval training (HIIT) and endurance training on lipasin gene expression in rats with type 2 diabetes.

Methods: The study was performed on 25 Wistar rats with a mean weight of 160 ± 10 g and age of 8 weeks. After induction of diabetes, the rats were randomly divided into three groups of 6: control and endurance and HIIT. And exercise was performed for eight weeks (5 sessions per week). QRT-PCR technique was used to evaluate changes in hepatic lipasin gene expression.

Results: The present study showed that after eight weeks of endurance training and HIIT, the expression of lipasin gene in the liver of rats in the training group increased significantly compared to the control group ($P = 0.037$); Also, a significant negative correlation was observed between lipasin gene expression and insulin resistance index in the exercise group compared to the control group ($r = -0.605$, $P = 0.037$).

Conclusion: It seems that performing eight weeks of endurance training and HIIT, by increasing the expression of lipasin gene can increase beta cells in diabetic patients and may be an effective non-pharmacological intervention to reduce the symptoms of this disease.

Keywords: Type 2 Diabetes, Lipasin Gene Expression, Insulin Resistance, High Intensity Interval Training, Endurance Training

* Al-Zahra University, Deh Vanak St., Tehran, Tel: 02188044040 - 09182688361, Postal code: 1993893973, Fax: 02188035187, Email: Salehi_s24@yahoo.com