

بررسی اثر پنتوکسی‌فیلین بر میزان قند خون، سایتوکاین‌های التهابی و بیان ژن PPAR γ در موش‌های دیابتی نوع 1

فرین ملکی‌فرد^۱، نوروز دلیرز^۲، رحیم حب‌نقی^۳، حسن ملکی‌نژاد^۴

تاریخ دریافت 1393/11/27 تاریخ پذیرش 1394/01/30

چکیده

پیش‌زمینه و هدف: نشان داده شده که برخی از داروها از جمله پنتوکسی‌فیلین دارای خواص تنیم‌کننده ایمنی و ضدالتهابی می‌باشد که نشان می‌دهد در درمان بیماری‌های خود ایمن ممکن است مفید باشد. هدف از این مطالعه بررسی اثرات پنتوکسی‌فیلین در درمان دیابت خودایمن در موش و تأثیر آن در بیان ژن (PPAR γ) بود.

مواد و روش‌ها: دیابت به‌وسیله چندین دوز متوالی و کم استرپتوزوتوسین (STZ) در موش‌های نر C57BL/6 القا شد (روزانه ۴۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن برای ۵ روز متوالی). بعد از القای دیابت، موش‌ها تحت درمان با پنتوکسی‌فیلین به مدت ۲۱ روز (روزانه ۱۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن و به‌صورت داخل پری‌تون) قرار گرفتند. سطح قند خون در روزهای ۰، ۷، ۱۴ و ۲۱ پس از ابتلا به دیابت حاصل از القای STZ اندازه‌گیری شد. سلول‌های طحالی از نظر میزان تولید سایتوکاین‌ها به‌وسیله آزمون الایزا مورد ارزیابی قرار گرفتند. سپس بیان ژن (PPAR γ) در طحال توسط semi-quantitative RT-PCR مورد آزمایش قرار گرفت.

یافته‌ها: درمان توسط پنتوکسی‌فیلین مانع از افزایش قند خون در موش‌های دیابتی شد. درمان با پنتوکسی‌فیلین به‌طور قابل‌توجهی باعث مهار تولید سایتوکاین‌های پیش التهابی IL-17 و IFN- γ گردید درحالی‌که باعث افزایش سطح سایتوکاین ضدالتهابی IL-10 و افزایش بیان ژن (PPAR γ) در طحال در مقایسه با گروه کنترل دیابتی شد ($p < 0.05$).

نتیجه‌گیری: این یافته‌ها نشان می‌دهد که پنتوکسی‌فیلین ممکن است اثر درمانی در برابر تخریب خودایمن سلول‌های بتا پانکراس در طی دیابت نوع ۱ ناشی از القای توسط STZ در موش داشته باشد.

کلمات کلیدی: دیابت نوع ۱، پنتوکسی‌فیلین، سایتوکاین، PPAR γ

مجله پزشکی ارومیه، دوره بیست و ششم، شماره سوم، ص 252-259، خرداد 1394

آدرس مکاتبه: ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده دامپزشکی، تلفن: ۰۹۱۴۴۴۳۲۶۵۰

Email: n.delirez@urmia.ac.ir

مقدمه

سل‌ها به وجود می‌آید (۲). در مطالعات مختلف معلوم گردیده که در ایجاد بیماری دیابت تیپ یک رده‌های سلولی Th1 و Th17 درگیر می‌باشند. سایتوکین‌های مختلفی از جمله IFN- γ ، TNF- α ، IL-1 و همچنین IL-17 در ایجاد دیابت نوع ۱ مؤثر هستند درحالی‌که تصور می‌شود که سایتوکین‌های ضدالتهابی از جمله IL-10، IL-4 و TGF- β در جلوگیری از بیماری نقش مهمی دارند (۳). یکی از مدل‌های پری کلینیکال مختلف از بیماری برای روشن شدن مکانیسم پاتوژنیک دیابت

دیابت تیپ یک یا دیابت ملیتوس وابسته به انسولین، یک بیماری خود ایمن ویژه اندام است که به‌صورت خودبه‌خودی اتفاق می‌افتد و در این بیماری تخریب سلول‌های بتای تولیدکننده انسولین در پانکراس اتفاق می‌افتد (۱). التهاب مزمن پانکراس (insulinitis) و تخریب سلول‌های بتا توسط سلول‌های ایمنی به‌ویژه لنفوسیت‌های T اتوراکتیو CD4⁺ و CD8⁺، سل‌ها، ماکروفاژ و دندریتیک

^۱ دانشجوی دکتری ایمنی شناسی، گروه میکروب شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

^۲ دانشیار گروه میکروب شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران (نویسنده مسئول)

^۳ دانشیار گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

^۴ استاد گروه فارماکولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

در این مطالعه که به صورت تجربی انجام شد، جامعه مورد مطالعه شامل موش‌های نر نژاد خالص C57BL/6 با محدوده سنی ۶ تا ۸ هفته (وزن ۱۵-۲۰ gr) که از انستیتو پاستور ایران خریداری شده بودند. این موش‌ها در حیوان خانه دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه در شرایط استاندارد آب، غذا، دما و نور کافی نگهداری شدند. کلیه مراحل این تحقیق در کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه ارومیه مورد تأیید قرار گرفت. موش‌ها بعد از اطمینان از القاء دیابت در آن‌ها به صورت تصادفی به سه گروه ۵ تایی تقسیم شدند. گروه A شامل موش‌های سالمی بودند که تحت هیچ تیماری قرار نگرفتند و فقط بافر سیترات با pH= 4/5 به آن‌ها تجویز می‌شد. گروه B شامل موش‌های دیابتی بودند که تنها دیابت در آن‌ها القاء شده بود (گروه کنترل دیابتی). گروه C شامل موش‌هایی بودند که بعد از القاء دیابت تحت درمان با پنتوکسی‌فیلین (۱۰۰ mg/kg/day) برای ۲۱ روز متوالی به صورت داخل صفاقی قرار گرفتند (گروه تحت درمان).

-القاء دیابت: قبل از تجویز هر دوز STZ (streptozotocin) موش‌ها به مدت چهار ساعت ناشتا می‌شدند و حتی پوشال بستر آن‌ها نیز جمع‌آوری می‌شد سپس STZ (Sigma, Germany) را به صورت داخل صفاقی تا پنج روز متوالی دریافت می‌کردند (۴۰ mg/kg در ۲۰۰ میکرو لیتر سیترات بافر با pH= 4/5 که ۱۰ دقیقه قبل از تجویز حل می‌شد). موش‌ها زمانی دیابتی شده ارزیابی می‌شدند که میزان قند خون ناشتا آن‌ها بیشتر از ۲۵۰ mg/dl بود.

-ارزیابی قند خون ناشتا: بدین منظور توسط سرنگ‌های انسولینی بعد از مقید کردن موش‌ها از ورید دمی آن‌ها اقدام به خون‌گیری کرده و سپس توسط دستگاه خودکار گلوکومتر Accu-Chek Compact plus, Irland) میزان گلوکز خون آن‌ها در روز صفر، روز ۷، روز ۱۴ و روز ۲۱ پس از القاء دیابت و شروع درمان بررسی شد (۱۴).

-کشت سلولی طحال و سنجش سایتوکین‌های موجود در مایع رویی: ۲۱ روز پس از آغاز درمان موش‌ها نخاعی شده و سپس طحال موش‌ها تحت شرایط استریل خارج گردید و بعد از قطعه‌قطعه شدن در ۵ میلی‌لیتر محیط کشت RPMI-1640 (Sigma, USA) حاوی ۱۰ درصد FBS (Gibco, Germany) له گردید. بافت حاصل از توری سیمی به قطر ۰/۲ میلی‌متر جهت تهیه سوسپانسیون سلولی عبور داده شد. به منظور حذف گلبول‌های قرمز پس از سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه در دور ۲۰۰، ۵ میلی‌لیتر بافر لیز کننده (۰/۱۵) مول کلرید آمونیوم، ۱۰ میلی مول بی‌کربنات پتاسیم و ۰/۱ میلی مول EDTA با pH=7/2 بر روی رسوب سلولی به دست آمده افزوده شد. پس از ۵

نوع ۱ در انسان و تست روش‌های درمانی جدید استفاده از استرپتوزوتوسین (STZ) است. استرپتوزوتوسین توکسین سلول‌های بتا پانکراس می‌باشد و زمانی که با دوز کم و متوالی (MLDS) در گونه‌های حساس از جمله موش نژاد C57BL/6 تجویز شود، مسبب ایجاد التهاب در جزایر پانکراس می‌شود و می‌باشد (۴). پنتوکسی‌فیلین از مشتقات متیل گزانتین، مهارکننده فسفودی استراز (Phosphodiesterase (PDE است که دارای خواص تعدیل‌گر ایمنی و ضدالتهابی می‌باشد. پنتوکسی‌فیلین سال‌ها در درمان بیماری‌های عروقی استفاده می‌شد (۵). فسفو دی استرازها از خانواده‌ی آنزیم‌هایی هستند که در تنظیم سطح نوکلئوتیدهای حلقوی cAMP و cGMP داخل سلولی از طریق کاتالیز تجزیه‌ی آن‌ها به متابولیت‌های غیرفعال نقش دارد. داروهای کاهنده سطح cAMP باعث کاهش تولید مدیاتورهای پیش التهابی و افزایش تولید مدیاتورهای ضدالتهابی در سلول‌های ایمنی می‌شوند (۶). در سال‌های اخیر نقش تنظیم‌کننده سیستم ایمنی و ضدالتهابی این دارو مورد توجه قرار گرفته است به دلیل این‌که این دارو باعث سرکوب تولید TNF- α و سایر سایتوکاین‌های پیش التهابی از جمله IFN- γ و IL-12 به صورت in vitro و in vivo می‌شود (۷-۸). پنتوکسی‌فیلین در جلوگیری از پیشرفت مدل جانوری برخی از بیماری‌های خودایمن از جمله میوکاردیت خودایمن تجربی (۹)، آنسفالومیلیت خودایمن تجربی (۱۰) و اجونت آرتریت مؤثر است (۱۱).

PPAR γ ^۱ از خانواده بزرگ نوکلئار آستروئید ریسپتورها می‌باشد که در بیان ژن‌های مختلفی که تنظیم‌کننده متابولیسم انرژی، تمایز سلولی و آپوپتوز هستند نقش دارد. مطالعات نشان از نقش PPAR γ و لیگندهایش به عنوان تنظیم‌کننده پاسخ‌های التهابی و ایمنی از جمله تنظیم تمایز و گسترش سلول‌های ایمنی از جمله مونوسیت، ماکروفاژ، سلول‌های کشنده طبیعی (NK cell) و همچنین در تنظیم شیفیت پاسخ‌های Th1/Th2 مؤثر می‌باشد (۱۲). مطالعات قبل نشان می‌دهند ژن PPAR γ در تمایز سلول‌های Th1/Th2 از طریق فعال‌سازی GATA-3 نقش مهمی ایفا می‌کند (۱۳). به دلیل اینکه تاکنون تأثیر پنتوکسی‌فیلین بر بیان ژن PPAR γ تاکنون بررسی نشده است، هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر درمانی پنتوکسی‌فیلین بر میزان بیان ژن PPAR γ در موش‌های دیابتی شده با استرپتوزوتوسین و ارتباط آن با میزان بیان سایتوکاین‌های IL-10, IFN- γ و IL-17 می‌باشد.

مواد و روش‌ها

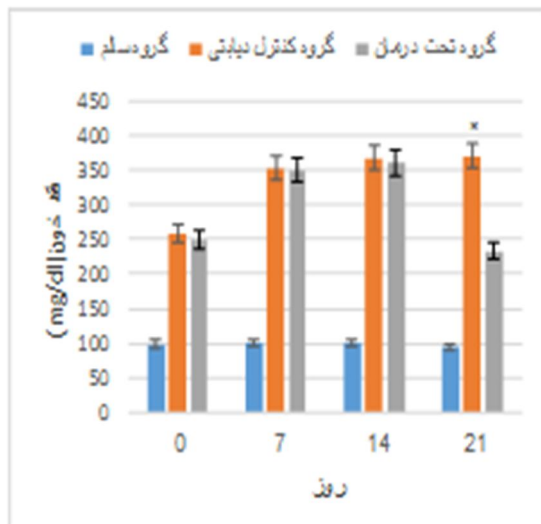
^۱ peroxisome proliferator-activated receptor gamma

قطعات آمپلی فایید شده PCR بر روی ژل آگارز ۲ درصد الکتروفورز شده و سپس ژل با اتیدیوم برنآید رنگ‌آمیزی شده و با دستگاه electrophoresis gel imaging system (UVP) عکس‌برداری شد. برای اندازه‌گیری میزان بیان ژن موردنظر از نسبت $PPAR\gamma/\beta\text{-actin absorption density}$ باندهای روی ژل استفاده گردید.

آنالیز آماری: از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و Tukey s test برای مقایسه بین گروه‌ها استفاده گردید. در تمام بررسی‌ها $P < 0/05$ به‌عنوان سطح معنی‌دار در نظر گرفته شد. برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار (۲۰۰۷) Microsoft Excel استفاده شد. داده‌ها به‌صورت $Means \pm SEM$ گزارش گردید.

یافته‌ها

بررسی میزان قند خون ناشتای موش‌ها در تمامی گروه‌ها در طی ۲۱ روز پس از تجویز پنتوکسی‌فیلین نشان داد که در گروه موش‌های دیابتی که دارو دریافت کرده بودند (گروه تحت درمان) نسبت به گروه شاهد دیابتی که دارو دریافت نکرده بودند (گروه کنترل دیابتی) به‌صورت معنی‌داری ($P < 0.05$) پایین‌تر بوده است (نمودار ۱).



نمودار (۱): تأثیر پنتوکسی‌فیلین بر میزان قند خون ناشتا در روزهای ۰، ۷، ۱۴، ۲۱ روز پس از آغاز درمان (* نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح $P < 0.05$ بین گروه دریافت‌کننده دارو و گروه کنترل دیابتی)

دقیقه ضمن افزودن ۱۰ میلی‌لیتر محیط کشت بار دیگر به مدت ۱۰ دقیقه در دور ۲۰۰ g سانتریفیوژ گردید. سپس رسوب سلولی در محیط کشت RPMI حاوی FBS ۱۰ درصد به حالت سوسپانسیون درآورده شد. پس از شمارش سلول‌ها، سوسپانسیون سلولی با 2×10^6 سلول در میلی‌لیتر از آن تهیه شد. این سلول‌ها در پلیت‌های کشت ۲۴ خانه در حضور $2 \mu\text{g/ml}$ Concanavalin A (Con A, Sigma) به مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور CO_2 ۵ درصد کشت داده شدند. پس از طی این مدت مایع رویی آن‌ها جمع‌آوری شد.

برای سنجش سایتوکاین‌های $IFN-\gamma$ ، IL-17 و IL-10 از کیت‌های الایزا (Bendermed Co., Germany) استفاده شد و بر طبق دستورالعمل مندرج در دفترچه‌ی راهنمای هر کدام از کیت‌ها اقدام گردید.

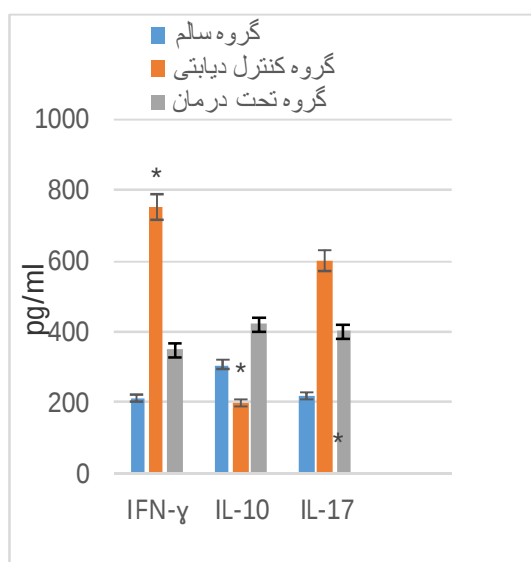
- بررسی میزان بیان ژن $PPAR\gamma$ به روش Semi-quantitative RT-PCR: Total RNA طحال موش‌ها به‌وسیله TRIZOL Reagent kit (GIBICOL) استخراج گردید. غلظت RNA با اندازه‌گیری مقدار OD به $1 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ تنظیم شد و در 80°C نگهداری شد. Reverse transcriptions با $1 \mu\text{g}$ از RNA با استفاده از کیت BcaBEST RNA PCR Kit Ver.1.1 (Takara, Japan) انجام شد. cDNA با استفاده از واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (CR) آمپلی فایید شد، در حجم واکنش $25 \mu\text{l}$ شامل $5 \mu\text{l}$ ۲ بافر $10 \times \text{PCR}$ ، $1 \mu\text{l}$ از هر 5 mmol/l dNTP، $1 \mu\text{l}$ واحد از Ex Taq DNA polymerase (Takara, Japan)، $1 \mu\text{l}$ cDNA از هر 10 pmol/l پرایمر:

$PPAR\gamma$, sense 5' -GAG ATG CCA TTC TGG TAT - antisense 5' و CCC ACC AAC TTC GGA-3'; CAT AAA TAA GCA TCA ATC GGA TGG TTC-3' $\beta\text{-actin}$, sense 5' TAAAC GCA GCT - antisense 5' و ATG AAA C-3' CAG TAA CAG TCC G-3')

شرایط ترمال سایکلر بعد از بهینه‌سازی شامل: ۱ سیکل در 97°C سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه، ۳۰ سسسیکل برای ژن $PPAR\gamma$ (۲۶ سیکل برای $\beta\text{-actin control fragment}$) در 95°C سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه 55°C درجه سانتی‌گراد برای ژن $PPAR\gamma$ (۵۰ درجه سانتی‌گراد برای $\beta\text{-actin control fragment}$) به مدت ۳۰ ثانیه و 72°C درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه، سیکل نهایی 72°C درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ دقیقه.

کاهش و در عوض سطح سایتوکین ضدالتهابی IL-10 افزایش معنی‌داری را نشان داد (نمودار ۲).

میزان سایتوکین‌های پیش التهابی IFN- γ و IL-17 تولیدشده در مایع رویی کشت سلول‌های طحالی در گروه درمانی

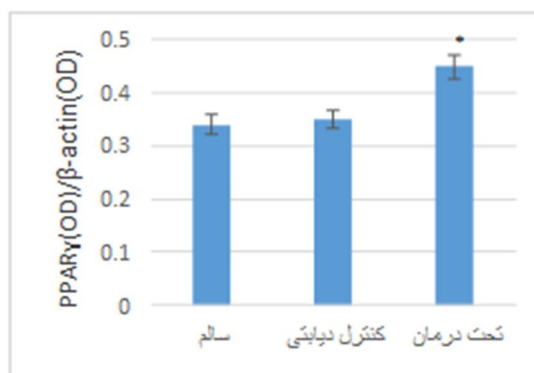


نمودار (۲): مقایسه میانگین غلظت سایتوکین‌های IFN- γ ، IL-10، و IL-17 در سوپ رویی کشت سلول‌های طحالی تحریک‌شده به‌وسیله Con A پس از ۷۲ ساعت کشت. (* نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح $p < 0.05$ بین گروه دریافت‌کننده دارو و گروه کنترل دیابتی)

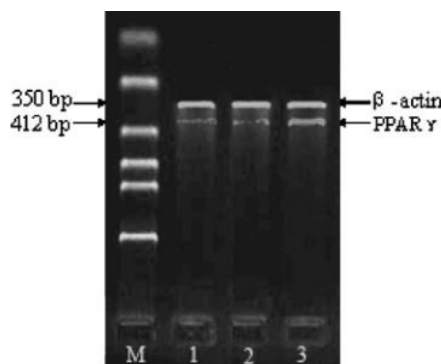
به‌طور معنی‌داری در طحال موش‌های تحت درمان افزایش یافته است و هیچ تفاوت معنی‌داری بین گروه کنترل دیابتی و سالم وجود نداشت (نمودار ۳).

برای بررسی میزان بیان ژن PPAR γ در طحال موش‌های دیابتی شده پس از طی ۲۱ روز از آغاز درمان از Semi-quantitative RT-PCR استفاده شد. نتایج ما نشان می‌دهد که بعد از ۲۱ روز از آغاز درمان میزان بیان mRNA ژن PPAR γ

(ب)



(الف)



نمودار (۳): بیان ژن PPAR γ در طحال موش‌های دیابتی شده تحت درمان با پنتوکسی‌فیلین. آنالیز RT-PCR mRNA ژن PPAR γ (الف)، بیان mRNA ژن PPAR γ با استفاده از نسبت absorption density PPAR γ / β -actin روی ژل (ب) ($p < 0.05 \times$)

ستون M (DL 2000 مارکر)، ستون ۱ (گروه موش‌های سالم)، ستون ۲ (گروه موش‌های کنترل دیابتی)، ستون ۳ (گروه موش‌های تحت درمان)

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعات گذشته نشان از نقش پنتوکسی‌فیلین در کاهش قند خون حیوانات مبتلا به دیابت می‌دهد (۱۵). در این مطالعه اقدام به درمان با پنتوکسی‌فیلین پس از اطمینان از افزایش قند خون و القاء بیماری در تمامی موش‌های گروه درمانی شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد پنتوکسی‌فیلین موجب کاهش قند خون در گروه درمانی نسبت به گروه کنترل دیابتی می‌گردد؛ که نشان از نقش مهم پنتوکسی‌فیلین در کنترل پیشرفت بیماری و درمان آن دارد.

تحقیقات گذشته نشان می‌دهد عامل مهاری در جلوگیری از تخریب سلول‌های β سلول‌های Th2 می‌باشند که تولید سایتوکاین‌های IL-4 و IL-10 می‌کند. درحالی‌که سلول‌های Th1 با تولید سایتوکاین‌های پیش التهابی از جمله IFN- γ ، TNF- α و IL-12 باعث فعال‌سازی ماکروفاژ و T سل‌های سایتو توکسیک شده که مسبب تخریب سلول‌های β پانکراس می‌باشند و از این طریق نقش مهمی در تخریب سلول‌های بتا پانکراس ایفا می‌کنند (۱۶). پنتوکسی‌فیلین مشابه سایر داروهای افزایش‌دهنده سطح cAMP باعث مهار سلول‌های Th1 و ممانعت از تولید سایتوکاین‌های پیش التهابی IL-2 و IFN- γ می‌شود ولی بر Th2 اثر مهاری ندارد (۱۷). IL-10 از جمله سایتوکاین‌های ضدالتهابی مهمی است که نقش اصلی را در محدود کردن پاسخ‌های التهابی و ممانعت از ایجاد آسیب‌های بافتی را ایفا می‌کند (۱۸). این سایتو کائن به‌عنوان فاکتور مهارکننده‌ی ساخت سایتوکاین^۱ شناخته شده است (۱۹). مطالعات نشان داده‌اند که IL-10 به‌صورت اگزوزنوس یا با استفاده از القاء آن توسط پروبیوتیک‌های خوراکی در موش باعث جلوگیری از دیابت نوع ۱ در موش‌ها می‌شود (۲۰).

سلول‌های Th-17 با تولید سایتوکاین IL-17 نقش مهمی در بسیاری از بیماری‌های خود ایمن ازجمله مولتیپل اسکلروز، روماتوئید آرتریت و دیابت نوع ۱ را دارا می‌باشد. IL-17 سایتو کین پیش التهابی است که نقش آن در بیماری دیابت، تحریک تولید نیتریک اکساید که از طریق سلول‌های β در پاسخ به تحریک سایتو کاینی و توسط ماکروفاژهای فعال‌شده توسط سایتوکاین تولید می‌شود که باعث تخریب سلول‌های β می‌شود (۲۱-۲۲) و همچنین IL-17 باعث افزایش انفلاتراسیون نوتروفیل و ماکروفاژ و درنهایت با القاء تولید سایتوکاین‌های پیش التهابی توسط ماکروفاژهای فعال‌شده و القاء کموکین‌ها سبب بسیج سلول‌های Th1 به بافت پانکراس را سبب می‌شود (۲۳). نتایج این تحقیق نشان از افزایش معنی‌دار سطح سایتوکاین IL-10 به همراه کاهش

سطح سایتوکاین‌های پیش التهابی IL-17 و IFN- γ می‌دهد که ازجمله عوامل مهم در کنترل و درمان موش‌های دیابتی مورد مطالعه می‌باشد.

برای بررسی چگونگی روند مولکولی این اثر مهاری در کنترل بیماری دیابت خود ایمن، میزان بیان mRNA ژن PPAR γ در طحال موش‌های دیابتی شده با STZ از طریق Semi-quantitative RT-PCR موردتحقیق قرار گرفت.

PPAR γ در تنظیم بیان ژن‌های مختلفی نقش دارد ازجمله: متابولیسم انرژی، تمایز سلولی و آپوپتوز. امروزه نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که PPAR γ و لیگاندهایش در واکنش‌های ایمنی و التهابی مؤثر هستند (۱۲). مطالعات گذشته نشان داده که PPAR γ در تنظیم بیان سایتوکاین‌های التهابی نقش دارد. PPAR γ به‌طور منفی تنظیم‌کننده بیان ژن سایتوکاین IFN- γ در ماکروفاژ می‌باشد (۲۴). PPAR γ و لیگاندهایش در درمان آنسفالومیلیت باعث کاهش تولید سایتوکاین‌های Th1 شده است (۲۵-۲۶). PPAR γ در بلوغ دندریتیک سل‌ها و شیفت پاسخ‌های ایمنی به سمت Th2 مؤثر است (۲۷) و در بافت کلون (۲۸) و بافت قلبی و سلول‌های طحالی (۲۹) باعث افزایش سطح IL-4 شده است.

در مطالعه حاضر بیان ژن PPAR γ در سطح mRNA در طحال موش‌های دیابتی شده افزایش داشته که این هم‌زمان با افزایش سطح سایتوکاین ضدالتهابی IL-10 و کاهش سطح سایتوکاین‌های پیش التهابی IL-17 و IFN- γ بوده است.

در تمایز سلول‌های Th1/Th2 دو فاکتور نسخه‌برداری T-bet و GATA-3 نقش مهم دارند (۱۳). تمایز T سل‌های نابالغ به Th1 به عهده T-bet می‌باشد و GATA-3 باعث تمایز آن‌ها به Th2 می‌شود. گزارش شده که PPAR γ باعث فعال‌سازی GATA-3 شده و از این طریق در درمان کولیت مؤثر بوده است (۲۸). ولی تأثیر PPAR γ بر پاسخ‌های Th17 موردبررسی قرار نگرفته است.

به‌طور خلاصه پنتوکسی‌فیلین دارای اثر درمانی بر دیابت خود ایمن القاء شده با STZ در موش می‌باشد. نتایج مطالعه حاضر و بر اساس مطالعات مشابه قبل تصور می‌شود که مکانیسم مشابهی باعث شیفت پاسخ‌های Th1 به سمت Th2 و تضعیف پاسخ‌های Th17 از طریق افزایش بیان ژن PPAR γ می‌شود. با انجام تحقیقات بیشتر احتمالاً افزودن این دارو به رژیم‌درمانی افراد مبتلا به دیابت خود ایمن اثرات سودمندی می‌تواند داشته باشد.

تشکر و قدردانی

نگارندگان از زحمات کارکنان دانشکده دامپزشکی دانشگاه

ارومیه کمال تشکر و تقدیر را دارند.

^۱ Cytokine synthesis inhibitory factor (CSIF)

References:

1. Atkinson MA, McLaren NK. The pathogenesis of insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1994; 31: 1428–36.
2. Roep BO, Peakman M. Diabetogenic T lymphocytes in human type 1 diabetes. *Curr Opin Immunol* 2011; 23: 746–53.
3. Rabinovitch A, Suarez-Pinzon WL. Roles of cytokines in the pathogenesis and therapy of type 1 diabetes. *Cell Biochem Biophys* 2007; 48: 159–63.
4. Kolb H. Mouse models of insulin dependent diabetes: low-dose streptozotocin induced diabetes and non-obese diabetic (NOD) mice. *Diabetes Metab* 1987; 3: 751–78.
5. Bacher A, Eggensperger E, Koppensteiner R, Mayer N, Klimscha W. Pentoxifylline attenuates the increase in whole blood viscosity after transfusion. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005;49(1):41–6.
6. Banner KH, Trevethick MA. PDE4 inhibition: a novel approach for the treatment of inflammatory bowel disease. *Trends Pharmacol Sci* 2004; 25: 430–6.
7. Haddad JJ, Land SC, Tarnow-Mordi WO. Immunopharmacological potential of selective phosphodiesterase inhibition. I. Differential regulation of lipopolysaccharide mediated proinflammatory cytokine (interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha) biosynthesis in alveolar epithelial cells. *J Pharmacol Exp Ther* 2002; 300: 559–66.
8. Marcinkiewicz J, Grabowska A, Lauterbach R, Bobek M. Differential effects of pentoxifylline, a non-specific phosphodiesterase inhibitor, on the production of IL-10, IL-12 p40 and p35 subunits by murine peritoneal macrophages. *Immunopharmacology* 2000;49(3):335–43.
9. Takehana H, Inomata T, Niwano H. Immunomodulatory effect of pentoxifylline in suppressing experimental autoimmune myocarditis. *Circ J* 2002; 66: 499–504.
10. Rott O, Cash E, Fleischer B. Phosphodiesterase inhibitor pentoxifylline, a selective suppressor of T helper type 1- but not type 2-associated lymphokine production, prevents induction of experimental autoimmune encephalomyelitis in Lewis rats. *Eur. J Immunol* 1993; 23: 1745–51.
11. Silva JC, Rocha MF, Lima AA, Brito GA, de Menezes DB, Rao VS. Effects of pentoxifylline and nabumetone on the serum levels of IL-1beta and TNFalpha in rats with adjuvant arthritis. *Inflamm Res* 2000;49(1):14–9.
12. Zhang X, Young HA. PPAR and immune system-what do we know? *Int Immunopharmacol* 2002;2(8):1029–44.
13. Gor DO, Rose NR, Greenspan NS. TH1-TH2: a procrustean paradigm. *Nat Immunol* 2003;4(6):503–5.
14. Amirshahrokhi K, Ghazi-Khansari M. Thalidomide attenuates multiple low-dose streptozotocin-induced diabetes in mice by inhibition of proinflammatory cytokines. *Cytokine* 2012;60(2):522–7.
15. Stanislava DS, Danijela DM, Marija BM. Pentoxifylline Prevents Autoimmune Mediated Inflammation in Low Dose Streptozotocin Induced Diabetes. *Dev Immunol* 2001; 8(3-4): 213-21.
16. Rabinovitch A, Suarez-Pinzon WL. Cytokines and their roles in pancreatic islet beta-cell destruction and insulin-dependent diabetes mellitus. *Biochem Pharmacol* 1998; 55: 1139–49.
17. Eigler A, Siegmund B, Emmerich U. Anti-inflammatory activities of cAMP-elevating agents: enhancement of IL-10 synthesis and concurrent suppression of TNF production. *J Leukocyte Biol* 1998; 63: 101–7.

18. Saraiva M, O'Garra A. The regulation of IL-10 production by immune cells. *Nat Rev Immunol* 2010; 10(3): 170-81.
19. Asadullah K, Sterry W, Volk HD. Interleukin-10 therapy-review of a new approach. *Pharmacol Rev* 2003; 55(2): 241-69.
20. Calcinaro F, Dionisi S, Marinaro M, Candeloro P, Bonato V, Marzotti S, et al. Oral probiotic administration induces interleukin-10 production and prevents spontaneous autoimmune diabetes in the non-obese diabetic mouse. *Diabetologia* 2005;48(8):1565-75.
21. Miljkovic D, Cvetkovic I, Momcilovic M, Maksimovic-Ivanic D, Stosic-Grujicic S, Trajkovic V. Interleukin-17 stimulates inducible nitric oxide synthasedependent toxicity in mouse beta cells. *Cell Mol Life Sci* 2005; 62: 2658-68.
22. Honkanen J, Nieminen JK, Gao R, Luopajarvi K, Salo HM, Ilonen J, et al. IL-17 immunity in human type 1 diabetes. *J Immunol* 2010; 185: 1959-67.
23. Jovanovic DV, Di Battista JA, Martel-Pelletier J, Jolicoeur FC, He Y, Zhang M, et al. IL-17 stimulates the production and expression of proinflammatory cytokines, IL-1beta and TNF-alpha, by human macrophages. *J Immunol* 1998; 160: 3513-21.
24. Welch JS, Ricote M, Akiyama TE, Gonzalez FJ, Glass CK. PPAR γ and PPAR δ negatively regulate specific subsets of lipopolysaccharide and IFN γ target genes in macrophages. *Proc Natl Acad Sci USA* 2003; 100: 6712-7.
25. Natarajan C, Bright JJ. Curcumin inhibits experimental allergic encephalomyelitis by blocking IL-12 signaling through Janus kinase-STAT pathway in T lymphocytes. *J Immunol* 2002; 168: 6506-13.
26. Natarajan C, Muthian G, Barak Y, Evans RM, Bright JJ. Peroxisome proliferator-activated receptor-gamma-deficient heterozygous mice develop an exacerbated neural antigen-induced Th1 response and experimental allergic encephalomyelitis. *J Immunol* 2003; 171: 5743-50.
27. Gosset P, Charbonnier AS, Delerive P, Fontaine J, Staels B, Pestel J, et al. Peroxisome proliferator-activated receptor gamma activators affect the maturation of human monocyte-derived dendritic cells. *Eur J Immunol* 2001;31(10):2857-65.
28. Saubermann LJ, Nakajima A, Wada K, Zhao S, Terauchi Y, Kadowaki T, et al. Peroxisome proliferator-activated receptor gamma agonist ligands stimulate a Th2 cytokine response and prevent acute colitis. *Inflamm Bowel Dis* 2002; 8: 330-9.
29. Cunard R, Ricote M, DiCampli D, Archer DC, Kahn DA, Glass CK, et al. Regulation of cytokine expression by ligands of peroxisome proliferator activated receptors. *J Immunol* 2002;168(6):2795-802.

THE EFFECTS OF PENTOXIFYLLINE ON GLUCOSE CONCENTRATION, PROINFLAMMATORY CYTOKINES AND EXPRESSIONS OF PEROXISOME PROLIFERATOR-ACTIVATED RECEPTOR GAMMA GENE IN TYPE 1 DIABETIC MICE

Farrin Maleki fard¹, Norooz Delirezh^{2*}, Rahim Hobenaghi³, Hassan Malekinezhad⁴

Received: 16 Feb, 2015; Accepted: 20 Mar, 2015

Abstract

Background & Aims: It has been shown that some drugs such as Pentoxifylline (PTX) have immunomodulatory and anti-inflammatory activity that might represent a potential preventive therapy for autoimmune diseases. The purpose of this study was to investigate the therapeutic effects of pentoxifylline on the treatment of autoimmune diabetes in mice and its effects on expressions of peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR γ) gene.

Materials & Methods: Diabetes was induced by multiple low-dose of streptozotocin (MLDS) injection (40 mg/kg/day for 5 consecutive days) in male C57BL/6 mice. After induction of diabetes, mice were treated with Pentoxifylline (100 mg/kg/day i.p.) for 21 days. Blood glucose levels was measured in 0, 7, 14 and 21 days after Streptozotocin induction induced diabetes. Splenocytes were tested for cytokines production by ELISA. Subsequently expressions of peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR γ) gene in spleens were tested by semi-quantitative RT-PC.

Results: Pentoxifylline treatment prevented hyperglycemia in the diabetic mice. Pentoxifylline treatment also significantly inhibited the production of proinflammatory cytokines interleukin 17 (IL-17) as well as interferon gamma (IFN- γ) while increased the level of anti-inflammatory cytokine IL-10 and upregulation of peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR γ) gene expression in spleens as compared with those in diabetic control group ($p < 0.05$).

Conclusion: Finally, these findings indicate that Pentoxifylline may have a therapeutic effect against the autoimmune destruction of the pancreatic beta-cells during the development of MLDS-induced type 1 diabetes in mice.

Keywords: Type 1 diabetes, Pentoxifylline, Cytokine, Proliferator-activated receptor gamma

Address: Microbiology Department, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran

Tel: +989144432650

Email: n.delirezh@urmia.ac.ir

SOURCE: URMIA MED J 2015; 26(3): 259 ISSN: 1027-3727

¹ Student of Veterinary Medicine, Microbiology Department, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran

² Associate Professor, Microbiology Department, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran (Corresponding Author)

³ Associate Professor, Pathology Department, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran

⁴ Professor, Pharmacology Department, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran