

بررسی وضعیت استرس اکسیداتیو و اتوفاژی بافت ریه متعاقب تجویز نیکوتین در موش صحرایی نر

پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹

دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۶

فائزه درتاج^۱، محمدرضا نصیرزاده^{۲*}، عارف دلخوش^۳

۱. دانش آموخته دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، علوم پزشکی تبریز، دانشگاه آزاداسلامی، تبریز، ایران ۲. استادیار گروه فیزیولوژی، دانشکده دامپزشکی، علوم پزشکی تبریز، دانشگاه آزاداسلامی، تبریز، ایران ۳. دانش آموخته دکتری تخصصی پاتولوژی، گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

چکیده

مقدمه و هدف: ارتباط بین گونه‌های اکسیژن واکنشی و اتوفاژی برای هومئوستازی و بقاء سلول حیاتی است. امروزه شناخته شده است که استرس اکسیداتیو اتوفاژی در پاتوژنز بیماری‌های مختلف نقش کلیدی دارد. مطالعه حاضر وضعیت استرس اکسیداتیو بافت ریه و اتوفاژی را متعاقب دریافت نیکوتین بررسی نموده است.

روش کار: در این مطالعه تعداد ۳۰ سر موش صحرایی نر با وزن 20 ± 19.0 گرم به صورت تصادفی انتخاب و به ۳ گروه ($n=10$) تقسیم شدند. گروه کنترل: موش‌های سالم دست نخورده، گروه دو: دریافت روزانه نیکوتین با دوز 0.25 mg/Kg و گروه سه: دریافت روزانه نیکوتین با دوز 0.5 mg/Kg ، موش‌ها نیکوتین را بصورت داخل صفاقی به مدت ۳۰ روز دریافت نمودند. در پایان دوره مطالعه، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان سوپراکسید دسموتاز (SOD)، گلوکاتایون پراکسیداز (GPX)، ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی (TAC) و سطح مالون دی آلدئید (MDA) بافت ریه اندازه‌گیری، تغییرات بافتی و مارکرهای P62 و LC3 روند اتوفاژی ارزیابی شد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه نشان داد که تجویز نیکوتین موجب افزایش معنی‌دار MDA و کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان SOD و GPX گردید. همچنین نتایج مربوط به تغییرات بافت ریه نشان می‌دهند که تجویز نیکوتین موجب افزایش فیبروز و نیز تحریک روند اتوفاژی شده است.

نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان داد نیکوتین با ایجاد استرس اکسیداتیو موجب تحریک روند اتوفاژی در بافت ریه موش صحرایی نر می‌شود.

کلیدواژه‌ها: نیکوتین، استرس اکسیداتیو، ریه، اتوفاژی، موش صحرایی

* نویسنده مسئول: استادیار گروه فیزیولوژی، دانشکده دامپزشکی، علوم پزشکی تبریز، دانشگاه آزاداسلامی، تبریز، ایران

نمابر: ۰۴۱۳۶۳۷۳۹۳۵

تلفن: ۰۴۱۳۶۳۷۲۲۷۴

ایمیل: mr.nasirzadeh@iaut.ac.ir

مقدمه

نیکوتین یک آلکالوئید سمی است که از برگ‌های خشک شده گیاه تنباکو به دست می‌آید و اثرات آسیب‌رسان بسیاری دارد (۱، ۲). میلیون‌ها نفر در جهان از طریق استعمال دخانیات و یا استنشاق حشره‌کش‌ها در معرض نیکوتین قرار دارند. نیکوتین، بعنوان جزء اصلی دود سیگار، نقش مهمی در ایجاد بیماری‌های قلبی عروقی و سرطان ریه در افراد سیگاری ایفا می‌کند. همچنین نیکوتین دارای آثار سو دیگری نیز می‌باشد از جمله افزایش آزادسازی گلوکز از کبد، تأثیر بر پانکراس و افزایش قند خون (۱). نیکوتین، با توجه به گیرنده‌های زیاد، حلالیت و انتقال آسان از غشای سلولی به سرعت وارد گردش خون شده و بدلیل وسعت بالای آئول‌های ریوی در آن جایگزین می‌شود. علاوه بر این، ترکیبات نیتروزامین حاصل از متابولیسم نیکوتین موجب تولید رادیکال‌های آزاد مانند گونه‌های واکنشی اکسیژن می‌شوند که عامل پیشبرد آسیب اکسیداتیو سلول‌های اپیتلیال ریه و نیز پاسخ‌های التهابی و سوء عملکرد ریه و بیماری‌های دیگر می‌شود (۲).

ثابت شده است که نیکوتین توانایی برهم زدن هومئوستازی دستگاه‌های مختلف بدن را دارد. علاوه بر این، نیکوتین با اسیدهای چرب غیر اشباع غشاء سلولی واکنش داده و سطح شاخص پراکسیداسیون لیپیدی (MDA)^۱ را افزایش می‌دهد. MDA به عنوان محصول گونه‌های اکسیژن و نیتروژن واکنشی باعث ایجاد استرس اکسیداتیو می‌گردد (۲، ۳).

گونه‌های واکنشی اکسیژن قادرند فعالیت بسیاری از پروتئین‌ها و آنزیم‌ها را متوقف نمایند. همچنین، غلظت گلوکاتون، فعالیت گلوکاتیون پراکسیداز (GPX)^۲ و سوپر اکسید دسموتاز (SOD)^۳ را کاهش می‌دهند (۴). مطالعه‌ای نشان داده است که تجویز کوتاه مدت با دوز پائین نیکوتین در موش صحرایی مدل پارکینسون موجب کاهش سطح MDA و افزایش گلوکاتیون پراکسیداز در موش صحرایی می‌شود در حالی که سطح SOD و TAC^۴ تغییر معنی‌داری پیدا نمی‌کند (۶). همچنین نیکوتین از عوامل اصلی بروز التهاب مزمن در بافت‌های مختلف بدن می‌باشد و می‌تواند آثار پاتولوژیک طولانی مدت را در بافت‌های بدن القا نماید. اختلال در عملکرد ریه بعنوان مسئول اکسیژن رسانی بدن می‌تواند منجر به بروز هیپوکسی در سایر بافت‌های بدن شود. استعمال نیکوتین می-

تواند بافت ریه را تحت تأثیر قرار داده و موجب تغییر در عملکرد فیزیولوژیک آن شود. تمامی استرس‌های سلولی که توسط مواد سمی از جمله نیکوتین در بافت‌های بدن القاء می‌شوند، می‌توانند موجب هدایت سلول به تغییراتی از جمله اتوفازی در جهت خنثی‌سازی آسیب‌ها گردند (۷). اتوفازی یک فرایند تخریب و بازیافت سلولی برای اندامک‌ها و ماکرومولکول‌های سیتوزلی آسیب دیده می‌باشد. اتوفازی در تمام سلول‌های یوکاریوت وجود دارد و برای حفظ هومئوستازی ضروری می‌باشد. اتوفازی با شکستن پروتئین‌ها و پپتیدها و تأمین منبع آمینواسیدی به حفظ سلول در شرایط استرس از قبیل محرومیت از مواد مغذی و کمبود انرژی کمک می‌کند. در پستانداران سه نوع اصلی اتوفازی عبارتند از: ماکرو اتوفازی، میکرو اتوفازی و اتوفازی با واسطه چپرون. بطور شگفت‌انگیزی اتوفازی بوسیله گونه‌های اکسیژن واکنشی و استرس اکسیداتیو تنظیم می‌شود. به‌خوبی ثابت شده است که اتوفازی و گونه‌های اکسیژن واکنشی بشدت با بیماری‌های ریوی ارتباط دارند (۸). از کاربردهای مهم دیگر اتوفازی می‌توان به حذف میتوکندری‌های آسیب دیده از طریق مکانیسم میتوفازی اشاره نمود. حذف پروتئین‌های با پیچ خوردگی نامناسب و نیز پروتئین‌های اکسید شده با کمک اتوفازی در داخل سلول اتفاق می‌افتد. یکی از پروتئین‌های مهم در فرآیند اتوفازی P62 می‌باشد. این پروتئین نقش مهمی در تحویل پروتئین‌های اکسید شده به اتوفاگولیزوزوم ایفا می‌کند (۹). از آنجایی که نیکوتین به عنوان جایگزین ایمن‌تری نسبت به تنباکو شناخته شده است، مصرف آن رو به افزایش است (۱۰). از سویی دیگر، با توجه به جایگزینی سریع نیکوتین در بافت ریه و القای استرس اکسیداتیو در این مطالعه تأثیر نیکوتین بر وضعیت استرس اکسیداتیو و اتوفازی بافت ریه در موش صحرایی نر بررسی شده است.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع تجربی است. در این مطالعه تعداد ۳۰ سر موش صحرایی نر با وزن 190 ± 20 گرم به‌صورت تصادفی انتخاب و به ۳ گروه ($n=10$) تقسیم شدند. موش‌های مورد مطالعه در شرایط یکسان با دسترسی آزاد به آب و غذا و در سطحی با دمای 22 ± 2 و چرخه نوری ۱۲/۱۲ روشنایی- تاریکی و به‌صورت پنج حیوان در هر قفس نگهداری شدند. حیوانات گروه‌های مختلف مورد مطالعه دسترسی آزادانه به آب و جیره غذایی داشتند.

نیکوتین مورد استفاده در این مطالعه به‌صورت مایع (سخت

¹ Malondialdehyde

² Glutathione peroxidase

³ Superoxide dismutase

⁴ Total antioxidant capacity

Tukey مورد بررسی قرار گرفت. سطح معنی دار در این مطالعه $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

آنزیم‌های آنتی اکسیدان

بررسی نتایج مربوط به فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان SOD بافت ریه حیوانات مختلف مشخص نمود که بین گروه کنترل با گروه‌های تیمار مورد مطالعه اختلاف معنی دار وجود دارد ($p < 0.05$).

بررسی نتایج مربوط به فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان GPX بافت ریه حیوانات مختلف مشخص نمود که بین گروه کنترل با گروه نیکوتین 0.5 mg/Kg اختلاف معنی دار وجود دارد ($p < 0.05$).

بررسی داده‌های مربوط به میانگین شاخص پراکسیداسیون چربی (MDA) در بافت ریه حیوانات گروه‌های مختلف مورد مطالعه نشان داد که بین گروه کنترل با گروه نیکوتین 0.5 mg/Kg و گروه نیکوتین 0.5 mg/Kg تفاوت معنی داری وجود دارد ($p < 0.05$).

در خصوص شاخص ظرفیت تام آنتی اکسیدانی (TAC) بافت ریه حیوانات گروه‌های مختلف مشخص گردید بین گروه کنترل با گروه نیکوتین 0.5 mg/Kg اختلاف معنی دار وجود دارد ($p < 0.05$).

هیستوپاتولوژی

الف) رنگ آمیزی ماسون تری کروم:

هدف از انجام رنگ آمیزی ماسون تری کروم شناسایی الیاف کلاژن و فیبروز در بافت ریه در اثر آسیب ریوی ناشی از نیکوتین بود. در بررسی گروه کنترل بافت ریه دارای کمترین میزان الیاف کلاژن آبی رنگ بود (تصویر ۱A)، این در حالی است که ارزیابی‌های میکروسکوپی بافت ریه در گروه نیکوتین 0.5 mg/Kg (تصویر ۱B) و نیکوتین 0.5 mg/Kg حاکی از افزایش میزان الیاف کلاژن و وقوع پدیده فیبروز داشت. افزایش الیاف کلاژنی در گروه نیکوتین 0.5 mg/Kg (تصویر ۱C) نسبت به گروه نیکوتین 0.25 mg/Kg شدت بیشتری دارد. ب) رنگ آمیزی ایمونوهیستوشیمی با مارکرهای وابسته به اتوفازی:

نتایج حاصل از بررسی لام‌های ایمونوهیستوشیمی که با مارکرهای اختصاصی اتوفازی شامل LC3 و P62 رنگ آمیزی شده‌اند نشان داد، دریافت نیکوتین در موش‌های صحرایی موجب افزایش رخداد پاسخ اتوفازیک در بافت ریه شده است

شرکت مرک آلمان) بود. قبل از تزریق در سرم فیزیولوژی رقیق و با دوز 0.25 و 0.5 میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن حیوان به صورت داخل صفاقی تزریق گردید.

گروه یک (کنترل): موش‌های سالم دست نخورده، دریافت روزانه سرم فیزیولوژی به صورت داخل صفاقی.

گروه دو (نیکوتین 0.25): دریافت روزانه نیکوتین با دوز 0.25 mg/Kg به صورت داخل صفاقی به مدت ۳۰ روز.

گروه سه (نیکوتین 0.5): دریافت روزانه نیکوتین با دوز 0.5 mg/Kg به صورت داخل صفاقی به مدت ۳۰ روز.

در پایان دوره مطالعه بافت ریه چپ از حیوانات گروه‌های مختلف اخذ و در نیتروژن مایع، منجمد و تا زمان اندازه گیری آنزیم‌های آنتی اکسیدان در -80°C نگهداری شد. همچنین نمونه‌های بافت ریه راست در فرمالین بافر 10% ثابت و پس از طی مراحل آماده سازی بافتی از نمونه‌های بافت ریه‌ها سریالی بافتی به ضخامت $5 \mu\text{m}$ تهیه گردید. مقاطع بافتی با ماسون تری کروم جهت ارزیابی بافت فیبروز و حضور الیاف کلاژن رنگ آمیزی و با استفاده از میکروسکوپ نوری مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۱). نهایتاً رنگ آمیزی ایمونوهیستوشیمی با مارکرهای LC3 و P62 مرتبط با اتوفازی انجام شد (۱۲). تمام اسلایدهای بدست آمده از طریق رنگ آمیزی ماسون تری کروم و اسلایدهای مرتبط با ایمونوهیستوشیمی با دستگاه میکروسکوپ نوری مورد مطالعه و بررسی کیفی قرار گرفتند.

آماده کردن نمونه بافتی: پس از شستشوی نمونه بافتی با استفاده از بافر فسفات (PBS, PH=7.4) 1°C گرم از بافت ریه در 5 میلی لیتر بافر سرد (Tris-Hcl 50 mM , PH=7.5, EDTA 5 mM , DTT 1 mM) هموژنیزه شد. سپس محلول حاصل با سرعت $10,000$ دور به مدت 15 دقیقه سانتریفوژ گردید. مایع رویی حاصل برای ارزیابی فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و شاخص پراکسیداسیون چربی و ظرفیت تام آنتی-اکسیدانی (TAC) بافت ریه مورد استفاده قرار گرفت.

فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان بافت ریه: فعالیت آنزیم‌های SOD و GPX و سطح TAC و MDA با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت اندازه گیری شدند.

آنالیز آماری

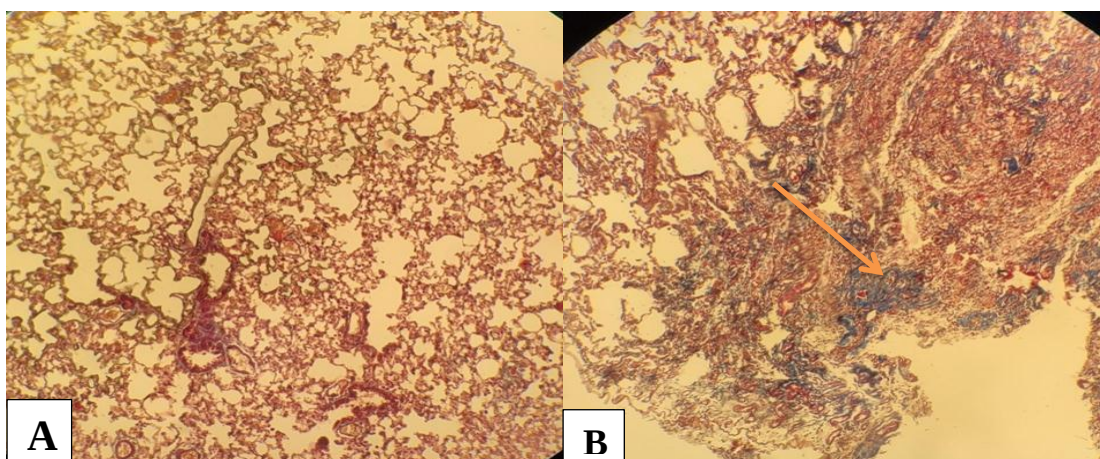
برای تحلیل داده‌های حاصله از نرم افزار SPSS-22 استفاده شد. داده‌های به دست آمده کمی، به صورت میانگین $\pm$ انحراف استاندارد ارائه و اختلاف معنی دار بین گروه‌ها توسط آزمون آماری تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون تعقیبی

(تصویر ۲B و ۳B). افزایش میزان دریافت نیکوتین در گروه نیکوتین ۰/۵ mg/Kg موجب تشدید فرآیند اتوفازی مخصوصاً در مارکر P62 شده است (تصویر ۲C و ۳C). این در حالیست که میزان وقوع اتوفازی در بافت ریه گروه کنترل با هر دو مارکر ناچیز بوده است (تصویر ۲A و ۳A).

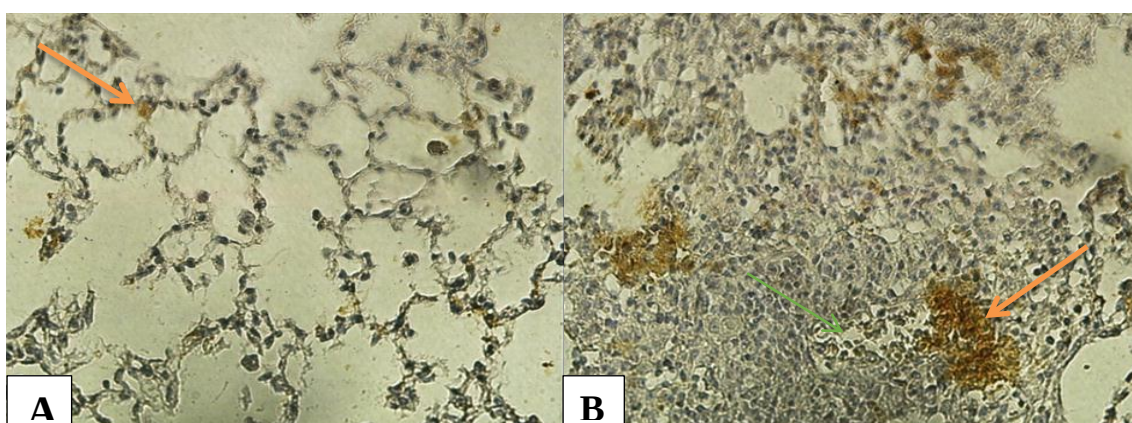
جدول ۱. میانگین میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان بافت ریه موش‌های صحرایی نر در گروه‌های مختلف مورد مطالعه (Mean±SEM).

گروه	پارامتر	MDA (nmol/mgprotein)	SOD (U/mgprotein)	GPX (U/mgprotein)	TAC (mmol/mg)
کنترل		۷/۷۰±۰/۳۳۲ ^{۰D}	۵۱/۰۴±۳/۷۹۱۶ ^d	۲۶۴/۵۸±۱۶/۹۸۱۸ ^d	۱/۵۸±۰/۰۹۵۹ ^d
نیکوتین ۰/۲۵		۱۰/۶۸±۰/۴۱۴۲ ^d	۳۹/۸۰±۰/۹۵۸۱ ^D	۲۲۱/۴۴±۱/۶۶۹۷ ^{ad}	۱/۳۲±۰/۰۲۶۴ ^{ad}
نیکوتین ۰/۵		۱۱/۸۲±۰/۵۲۴۹ ^a	۳۰/۶۴±۱/۹۲۹۰ ^D	۱۶۹/۴۲±۹/۰۴۱۱ ^D	۱/۰±۰/۱۱۱۸ ^D
	P_value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

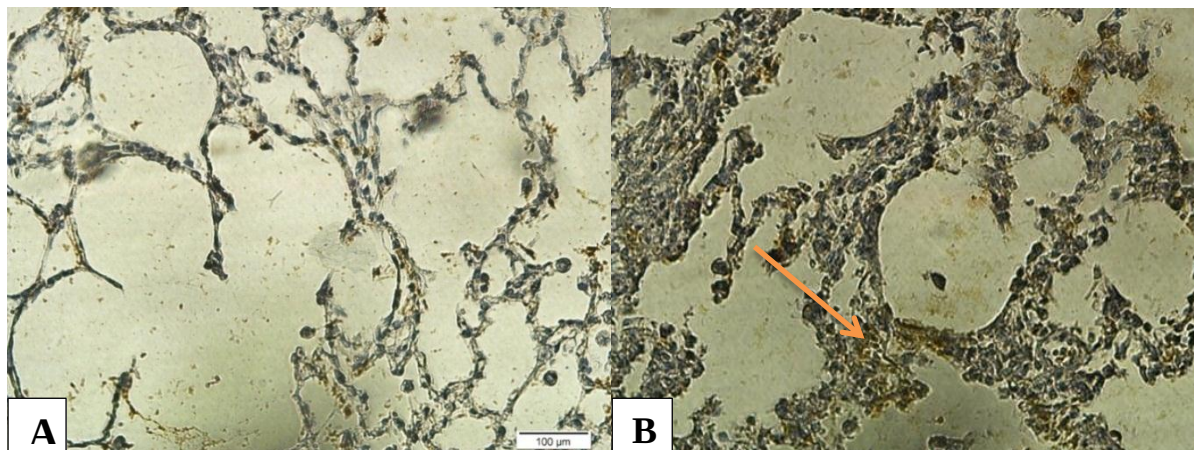
SOD: a; اختلاف معنی‌دار گروه کنترل با سایر گروه‌ها. MDA: b; اختلاف معنی‌دار گروه کنترل با سایر گروه‌ها. TAC: b; اختلاف معنی‌دار گروه نیکوتین ۰/۵ با گروه کنترل. GPX: b; اختلاف معنی‌دار گروه نیکوتین ۰/۵ با گروه کنترل. حروف نامشابه در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار است.



تصویر- ۱: A- بافت ریه، گروه کنترل، ساختار طبیعی ریه. B- بافت ریه، گروه نیکوتین ۰/۵ mg/Kg، افزایش میزان الیاف کلاژن به رنگ آبی، رنگ‌آمیزی ماسون تری کروم (×۴۰).



تصویر- ۲: A- بافت ریه در گروه کنترل. B- بافت ریه در گروه نیکوتین ۰/۵ mg/Kg، افزایش حجم کمپلکس‌های اتوفازی به رنگ زرد. (به فلش‌های روی تصاویر دقت نمایید) رنگ‌آمیزی ایمنوهیستوشیمی (×۱۰).



تصویر ۳: A- بافت ریه در گروه کنترل، مارکر P62- بافت ریه در گروه نیکوتین ۰.۵ mg/Kg، مارکر P62، افزایش کمپلکس‌های اتوفازیک. (به فلش روی تصویر دقت نمایید) رنگ‌آمیزی ایمنوهیستوشیمی (۴۰×).

بحث

اکسیداتیو در فیزیولوژی و پاتوفیزیولوژی بسیاری از اختلالات ریوی یک موضوع پیچیده است (۸). اخیراً نشان داده شده است که اتوفازی مکانیسم عمده‌ای است که نیکوتین برای کاهش تستوسترون سرم از آن استفاده می‌کند در حالی که محققین تصور می‌کردند علت کاهش، آپوپتوزیس می‌باشد (۱۶). ثابت شده است که نیکوتین اتوفازی را از طریق فعال‌سازی گیرنده‌های کولینرژیک نیکوتینی آلفا-۷ یا CHRNA7 آغاز می‌کند (۱۶). این نتایج درباره تحریک اتوفازی توسط نیکوتین با مطالعه Xiao و همکاران همخوانی دارد (۱۷).

در مطالعه حاضر افزایش سطح MDA در گروه‌های دریافت‌کننده نیکوتین می‌تواند بازتابی از افزایش تولید گونه‌های اکسیژن واکنشی و یا غیر فعال شدن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان ریه باشد. پر اکسیداسیون لیپیدی می‌تواند به‌عنوان شاخص استرس اکسیداتیو و تغییرات نفوذپذیری غشاء مورد استفاده قرار گیرد. این نتایج با مطالعات قبلی سازگاری دارد (۲۰، ۱۹، ۱۸، ۱۴). سلول از مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی مختلفی جهت کاهش سطوح بیش از حد گونه‌های واکنشی اکسیژن استفاده می‌کند. در پژوهش حاضر کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان SOD و GPX می‌تواند استرس اکسیداتیو افزایش یافته را توصیف نماید. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان از قبیل SOD با آب اکسیژنه و سوپر اکسید واکنش می‌دهند و بدین ترتیب از سلول در برابر آسیب اکسیداتیو ناشی از این عوامل محافظت می‌نماید. در حالی که GPX در برابر آلکیل، آلوکسی و پراکسیل که از اجزاء اکسید شده غشاء شکل می‌گیرند، اثر پاک‌کنندگی دارد (۱۹). سطح پائین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان SOD و GPX می‌تواند استرس اکسیداتیو را افزایش و منجر به آسیب ریوی گردد.

دسترس‌ی آزاد

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تجویز نیکوتین داخل صفاقی موجب افزایش معنی‌دار سطح MDA و کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان SOD و GPX گردید. همچنین نتایج مربوط به تغییرات بافت ریه مشخص نمود که تجویز نیکوتین موجب افزایش فیبروز و نیز تحریک روند اتوفازی شده است. چنانچه در گروه‌های نیکوتین در رنگ‌آمیزی ماسون تری کروم افزایش الیف کلژن در مقایسه با گروه کنترل مشهود است. علاوه بر این دو مارکر LC3 و P62 در گروه‌های دریافت‌کننده نیکوتین در مقایسه با گروه کنترل نشانگر افزایش میزان اتوفازی در گروه‌های نیکوتین است.

مشابه مطالعه حاضر، Hamady و Al-okaily طی مطالعاتی اثرات نیکوتین داخل صفاقی را بر بیان ژن پروتئین اتصالات محکم آلوئولی، بر وضعیت استرس اکسیداتیو ریه و بر هیستوپاتولوژی سلول‌های ریه در موش‌هایی که با ویتامین D و روی تیمار شده‌اند را گزارش نموده‌اند (۱۴، ۱۵، ۱۳). در مطالعه حاضر، مشابه این مطالعات تجویز داخل صفاقی نیکوتین موجب القای استرس اکسیداتیو در موش صحرایی گردید.

یکی از مهمترین پاسخ‌های بیولوژی در سلول که به‌وسیله استرس اکسیداتیو و گونه‌های اکسیژن واکنشی تنظیم می‌شود، اتوفازی می‌باشد. اتوفازی تأمین‌کننده عملکرد سازگاری یا محافظتی در طی پاتوژنز بیماری‌هایی است که در برگرنده اختلالات متابولیک، میتوکندریایی، تجمع پروتئینی، التهاب و استرس اکسیداتیو هستند. بنابراین، ارتباط بین گونه‌های اکسیژن واکنشی و اتوفازی برای هومئوستازی و بقا سلول حیاتی است. امروزه شناخته شده است که اتوفازی در پاتوژنز بیماری‌های مختلف انسانی اثرات کلیدی دارد. استرس

مجله دانشگاه علوم پزشکی جیرفت / دوره ۱۱، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳

طی مطالعه صورت گرفته توسط حمدی و همکاران مشخص شده است که تجویز نیکوتین به صورت داخل صفاقی موجب تغییرات ساختاری ریه از قبیل کاهش ضخامت دیواره آلئول‌ها و غشاء پایه آلئولی به همراه کاهش سلول‌های آلئولی در بافت ریه می‌گردد. علاوه بر این، تأثیر شدید رادیکال‌های آزاد ایجاد شده توسط نیکوتین بر سلول‌های آلئولی با کاهش شدید GPX سرم و افزایش سطح پراکسیداسیون لیپیدی مشخص می‌شود. نیکوتین باعث آزاد شدن آب اکسیژنه و تجمع آن در سلول‌های آلئولی می‌شود (۱۴).

یافته‌های هیستوپاتولوژی نشان دهنده تغییرات بافتی در گروه‌های دریافت کننده نیکوتین در مقایسه با گروه کنترل و تأیید کننده تغییرات بیوشیمیایی است. این موضوع می‌تواند به دلیل آزاد شدن عوامل التهابی و رادیکال‌های آزاد و در نتیجه آسیب ساختار آلئولی باشد. طی مطالعه‌ای نشان داده شده است که استرس ایجاد شده با نیکوتین موجب افزایش ترشح سیتوکین‌های پیش التهابی به ویژه اینترلوکین-۶ می‌گردد در صورتی که مونوسیت‌ها و ماکروفاژهای فعال شده سلول‌های مرده را بر می‌دارند و به ترمیم بافت کمک می‌کنند (۷). از سویی دیگر در پژوهش دیگری دریافتند افزایش در سیتوکین‌ها و مولکول‌های چسباننده موجب فعال شدن نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها در بافت ریه و تخریب آن می‌شوند (۲۰). همچنین تصور می‌شود که افزایش طولانی مدت در سطوح اینترلوکین-۶ عامل اصلی آسیب شدید ریوی و سندرم تحریک بیش از حد ماکروفاژی در اثر نیکوتین باشد (۲۱). مطابق یافته‌های بافت‌شناسی در گروه نیکوتین ۵/۰ mg/Kg نسبت به گروه نیکوتین ۲۵/۰ mg/Kg افزایش الیاف کلاژن بیشتر است. این موضوع می‌تواند ناشی از تخریب بیشتر بافت طبیعی ریه و در نتیجه جایگزینی آن با الیاف کلاژن باشد (تصویر ۲ و ۳). در مطالعه‌ای نشان داده‌اند که تجویز نیکوتین موجب افزایش میانجی‌های التهاب از جمله اینترلوکین-۱، اینترلوکین-۶ و فاکتور نکروز دهنده توموری و تغییرات بافت ریه شده است (۱۹). مطالعه حاضر نیز نشان دهنده تغییرات بافت ریه و افزایش فیبروز بدنال تجویز نیکوتین می‌باشد. در این مطالعه مطابق مطالعات قبلی میان تغییرات بیوشیمیایی و بافتی همخوانی وجود دارد (۱۹). همچنین در تحقیق حاضر دو مارکر اتوفازی مورد ارزیابی قرار گرفت نتایج نشان داد که نیکوتین موجب تحریک روند اتوفازی در ریه شده است چنانچه مقایسه تصویر ریه گروه کنترل (تصویر ۳) با گروه‌های دریافت کننده نیکوتین نشانگر

افزایش کمپلکس‌های اتوفازیک LC3 و P62 در گروه‌های نیکوتین است. شرایط پاتولوژیک از جمله تجمع رادیکال‌های آزاد اکسیژن موجب القا و افزایش اتوفازی می‌شوند. از کاربردهای مهم اتوفازی می‌توان به حذف میتوکندری‌های آسیب دیده از طریق مکانیسم میتوفازی اشاره نمود. حذف پروتئین‌های با پیچ خوردگی نامناسب و نیز پروتئین‌های اکسید شده با کمک اتوفازی در داخل سلول اتفاق می‌افتد (۹). یکی از جنبه‌های مهم اتوفازی برگشت پذیری آن است. در واقع، بطور مشخص در پاسخ به استرس محیطی اتوفازی تنظیم افزایشی دارد و با برطرف شدن استرس سرعت وزیکول‌های اتوفازی ناپدید و به مقادیر پایین پایه‌ای بر می‌گردند. برخلاف آپوپتوزیس، اتوفازی یک پاسخ سازگاری اصلی جهت تأمین بقا سلول و ترمیم آن در مواجهه با محیط استرسی می‌باشد. طی مطالعه‌ای مشخص گردید که مواجهه با کادمیم میزان اتوفازی در سلول‌های توبول پروگزیمال کلیه موش صحرایی را افزایش می‌دهد (۱۲). یکی از پروتئین‌های مهم در فرآیند اتوفازی P62 می‌باشد. این پروتئین نقش مهمی در تحویل پروتئین‌های اکسید شده به اتوفازولیزوزوم ایفا می‌کند (۹). با توجه به افزایش میزان کمپلکس‌های اتوفازیک وابسته به مارکر P62 که مارکر نهایی و تعیین کننده‌ای در جهت تفریق اتوفازی کارآمد از ناکارآمد می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که دریافت نیکوتین موجب القا اتوفازی از نوع ناکارآمد و پاتولوژیک در بافت ریه موش‌های صحرایی شده است.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد تجویز مزمن نیکوتین با ایجاد استرس اکسیداتیو موجب تحریک روند اتوفازی و تغییرات ساختاری و جایگزینی الیاف کلاژن در بافت ریه موش صحرایی نر می‌شود. هر چند مطالعات بیشتری مورد نیاز است تا مکانیسم‌های مولکولی دخیل در اثرات نیکوتین را مشخص سازد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از آقای علیرضا رسولی کوچه کارشناس آزمایشگاه بافت شناسی که در اجرای این پژوهش نهایت همکاری را داشتند، کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافی بین نویسندگان وجود ندارد.

حمایت مالی

این مقاله، از پایان نامه دکترای حرفه‌ای نویسنده اول، در گروه فیزیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تبریز استخراج شده است و هیچ کمک مالی خاصی از سوی سازمانهای تأمین مالی در بخشهای دولتی، تجاری و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

ملاحظات اخلاقی

پروپوزال این تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی تبریز تأیید شده و با کد اخلاق IR.IAU.TABRIZ.REC.1401.250 به ثبت رسیده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخشهای پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

References

1. Fowler CD, Turner JR, Damaj MI . Molecular mechanisms associated with nicotine pharmacology and dependence. Handbook of Experimental Pharmacology.2020; 258: 373-93.
2. Elsayed NA , Marzouk MA , Moawad FSM, Ahmed ESA and Abo-Zaid O. Flavone attenuates nicotine-induced lung injury in rats exposed to gamma radiation via modulating PI3K/Nrf2 and FoxO1/NLRP3 inflammasome. International Journal of Immunopathology and Pharmacology.2024; 38: 1–15.
3. Shahin AM , Bahrami AM, Delkhosh A, Shakarami N. Evaluation of the effect of aloe vera gel on ovarian tissue structure in Nicotine-receiving Rats. Veterinary Clinical Pathology. 2020; 15 (60):319-31.(In persian)
4. Khaled SH, Makled MN, Nader MA. Tiron protects against nicotine-induced lung and liver injury through antioxidant and anti-inflammatory actions in rats in vivo. Life Sciences. 2020; 260(1):118426.
5. West KA, Brognard J, Clark AS, Linnoila IR, Yang X, Swain SM and et al. Rapid Akt activation by nicotine and a tobacco carcinogen modulates the phenotype of normal human airway epithelial cells. The Journal of Clinical Investigation. 2003; 111(1):81-90.
6. Ciobica A, Padurariu M, Hritcu L .The effects of short-term nicotine administration on behavioral and oxidative stress deficiencies induced in a rat model of Parkinson's disease. Psychiatria Danubina. 2012; 24(2):194-205.
7. Hamza RZ, and Shenawi NSE. Anti-inflammatory and antioxidant role of resveratrol on nicotine-induced lung changes in male rats. Toxicology Reports.2017; 4:399-407.
8. Ornatowski W, Lu Q, Yegambaram M, Garcia A , Zemskov E , Maltepe E and Et al. Complex interplay between autophagy and oxidative stress in the development of pulmonary disease. Redox Biology. 2020; 36:101679.
9. Zarringol M.A. review on regulation of autophagy by Reactive Oxygen Species (ROS).

- Razi Journal of Medical Sciences 24(164): 2018.105-93.
10. Ahvazi NS, Sharafi Ahvazi N, Daneshi E, nikkhoo B, Roshani D, Rezaei MJ, et al. Effect of chronic nicotine administration on the pro-oxidant antioxidant balance of mice serum: Rosmarinic Acid. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences . 2020, 25(2): 54-60.
11. Mir-ershadi F, logo O, Ahmadi M, Rahbarghazi R, Heiran H, Delkhosh A, and et al. Polarization of T-helper 2 to 1 phenotype has arisen in rat asthmatic pulmonary tissue after intra-tracheal administration of bone marrow-derived c-Kit+ cells. Journal of Research in Clinical Medicine.2023; 11: 29.
12. Chargui A, Zekri S, Jacquillet G, Rubera I, Ilie M, Belaid A, et al. Cadmium-Induced Autophagy in Rat Kidney: An early biomarker of subtoxic exposure. Toxicological Sciences. 121(1): 31–42.
13. Hamady JJ, Al-Okaily B N. Anti-inflammatory and antioxidant effects of zinc and vitamin D on nicotine-induced oxidative stress in adult male rats. International Journal of Health Sciences.2022; 6(S9): 73–91.
14. Hamady JJ, Al-Okaily BN. Histopathological effects of nicotine on rats pulmonary cell treated with zinc and vitamin D. Wasit Journal for Pure Science.2024; 3 (1) : 152-9.
15. Hamady JJ, Al-Okaily B N. Alveolar gene expression of tight junction protein in nicotine rats treated with zinc and vitamin D. International Journal of Health Sciences.2020; 6(S9): 232–46.
16. Ahmadi Z, Ashrafizadeh M, rouzan M. Apoptotic and autophagic modulation by nicotine. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research .2019; 7(3): 263-73.
17. Xiao, X, Shang, X, Zhai, B, Zhang, H, Zhang, T. Nicotine alleviates chronic stress-induced anxiety and depressive-like behavior and hippocampal neuropathology via regulating autophagy signaling. Neurochemistry International.2018;114:58-70.
18. Wiegman CH, Li F, Ryffel B, Togbe D, and Chung KF. Oxidative stress in ozone-induced chronic lung inflammation and emphysema: a facet

of chronic obstructive pulmonary disease. *Frontiers in Immunology*.2020; 11, 1957.

19. Reham ZH, El-Shenawy NS. Anti-inflammatory and antioxidant role of resveratrol on nicotine-induced lung changes in male rats. *Toxicology Reports*. 2017; 117:4:399-407.

20. Balakrishnan A, Menon VP. Antioxidant properties of hesperidin in nicotine-induced lung toxicity. *Fundamental & Clinical Pharmacology*. 2007; 21(5):535-46.

21. Shama A, Zafar I, Mariappan N, Husain M, Chang Wei C, Vetal N, and et al. Acute pulmonary effects of aerosolized nicotine. *American Journal of Physiology - Lung Cellular and Molecular Physiology*.2019; 316(1):L94–104.

The Evaluation of Oxidative Stress Status and Autophagy of Lung Tissue Following Nicotine Administration in Male Rats

Received: 27 Jul 2024

Accepted: 18 Jan 2025

Faeze Dortaj¹, Mohammadreza Nasirzadeh^{*2}, Aref Delkhoush³

1. Graduate of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Tabriz Medical Sciences, Islamic Azad University, Tabriz, Iran 2. Assistant Professor, Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Tabriz Medical Sciences, Islamic Azad University, Tabriz, Iran 3. Post Graduate of Pathology, Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran

Abstract

Introduction: The relationship between reactive oxygen species and autophagy is critical for cell homeostasis and survival. Today, it is known that oxidative stress and autophagy play a key role in the pathogenesis of various diseases. The present study has investigated the state of oxidative stress in lung tissue and autophagy after receiving nicotine.

Materials and Methods: In this study, 30 male rats weighing 190 ± 20 grams were randomly selected and divided into 3 groups (n=10). Control group: intact healthy mice, group two: daily intake of nicotine with a dose of 0.25 mg/Kg and group three: daily intake of nicotine with a dose of 0.5 mg/Kg, mice received nicotine intraperitoneally for 30 days. At the end of the study, activity of antioxidant enzymes superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPX), total antioxidant capacity (TAC) and Malondialdehyde (MDA) level of lung tissue were measured. In addition, tissue changes and P62 and LC3 markers of autophagy process were evaluated.

Results: The results of the study showed that nicotine administration caused a significant increase in MDA and a significant decrease in the activity of antioxidant enzymes SOD and GPX. Also, the results related to lung tissue changes show that nicotine administration has increased fibrosis and stimulated the autophagy process.

Conclusion: This study showed that nicotine stimulates the process of autophagy in the lung tissue of male rats by causing oxidative stress.

Keywords: Nicotine, Oxidative stress, Lung, Autophagy, Rat

***Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Tabriz Medical Sciences, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

Email: mr.nasirzadeh@iaut.ac.ir

Tel: +9804136373935

Fax: +984136372274