KOUŘENÍ JAKO ZDROJ JEMNÝCH A ULTRAJEMNÝCH PRACHOVÝCH ČÁSTIC

SMOKING AS A SOURCE OF FINE AND ULTRAFINE PARTICULATE MATTER

DRAHOSLAVA HRUBÁ, ALEŠ PEŘINA

Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Ústav ochrany a podpory zdraví, Brno

SOUHRN

Zájem veřejnosti o expozici respirabilnímu prachu se obvykle soustřeďuje na kontaminaci zevního ovzduší a/nebo na profesionální expozici na rizikových pracovištích.

Mnoho epidemiologických, experimentálních a klinických studií potvrdilo, že vdechovatelné prašné částice (PM_{10}), zejména jemné ($PM_{2,5}$) a ultrajemné ($PM_{1,0}$) mohou být nezávislým rizikovým faktorem mnoha závažných nepřenositelných onemocnění (kardiovaskulárních, respiračních, neurologických) a také poruch fetálního vývoje. Dobře je dokumentováno, že hořící i zahřívané tabákové výrobky jsou významným zdrojem expozice aktivních i pasivních kuřáků tisícům nebezpečných látek, včetně jemného a ultrajemného prachu. Je nezbytné akceptovat přísná opatření platná pro všechny formy tabákových výrobků, dodržovat legislativní omezení kouření na veřejných místech a široce organizovat informativní kampaně cílené na dobrovolná rozhodnutí kuřáků nekouřit v jejich domovech a autech, zejména v přítomnosti dětí.

Práce přináší stručný přehled o podobnostech a rozdílech mezi konvenčními cigaretami, vodní dýmku a e-cigaretami jako zdroji nebezpečného prachu pro aktivní i pasivní kuřáky.

Klíčová slova: kouření, prašné částice (PM), ovzduší – znečištění

SUMMARY

Public interest about exposure to inhalable particulate matters is obviously concerned especially about the contamination of ambient air, and/or about occupational exposure at work places under risk.

It has been confirmed by a number of epidemiological, experimental and clinical studies that inhalable dust (PM_{10}), especially fine ($PM_{2,5}$) and ultrafine ($PM_{1,0}$) particulate matter can be an independent cause of many non-communicable diseases (cardiovascular, respiratory, neurologic) and also disturbances of fetal development. It has been well documented that burning and heating of tobacco products are the important source of both active and passive smokers' exposure to thousands of hazardous chemicals, including fine and ultrafine dust particles. It is necessary to accept strong control of all forms of tobacco products, keeping the legislative limits of smoking in public places and to organize wide informative campaigns aimed on voluntary decisions of smokers not to smoke in their homes and cars, where there are children.

The study offers a brief overview about similarities and differences between convention cigarettes, water pipes and e-cigarettes as sources of dangerous dust for active and passive smokers.

Key words: smoking, particulate matter (PM), airborne pollution

<http://dx.doi.org/10.21101/hygiena.a1399>

Úvod

Mnoho let je vědecky zkoumán vztah kontaminace venkovního i vnitřního ovzduší k poškozování zdraví a výsledky četných studií potvrzují souvislosti mezi expozicí prašným částicím a závažnými zdravotními problémy (1). Tradiční pojetí zaměřené především na profesionální expozice prachu se ve 2. polovině 20. století postupně rozšířilo i na zkoumání následků znečištění venkovního ovzduší na zdraví exponované populace. Byly poznány fyziologické ochranné mechanismy, zejména funkce řasinkového epitelu a hlenových žláz v dýchacích cestách (tzv. mukociliální eskalátor), bránící průniku prašných částic do dolních cest dýchacích. Dalším výzkumem se zjistilo, že pro prašné částice malých rozměrů tato fyziologická ochrana není účinná.

Prašné částice (PM) jsou definovány jako směs mikroskopických pevných a kapalných částic suspendovaných ve vzduchu. Jejich zdroje jsou jak přírodní (sopky, prašné bouře, požáry), tak i lidská činnost (spalování fosilních paliv, doprava, výrobní procesy a/nebo tabákový kouř) (2).

Vliv prašných částic na organismus závisí na jejich chemickém složení, rozpustnosti, tvaru a na velikosti. Od r. 1987 rozlišuje US EPA (Environmental Protection Agency) tzv. inhalovatelný prach (inhalable particles), velikosti mezi 2,5 až 10 μm (PM_{10}), dále tzv. jemné částice (fine particles), s rozměry do 2,5 μm ($PM_{2,5}$) a částice ultrajemné (ultrafine, $PM_{1,0}$) (2).

Čím menší je velikost částic, tím hlouběji pronikají do respiračního ústrojí. Částice větší než 10 μm sedimentují na povrch řasinkového epitelu, obalují se hlenem a po-

hybem řasinek jsou posunovány do oblasti hrtanu, kde se na jejich odstranění uplatňují kýchací a kašlací reflexy. Částice menších rozměrů jsou obvykle vdechnuty až do plicních oblastí průdušinek a alveolů, a ultrajemné částice mohou dokonce penetrovat až do oblasti výměny plynů a do krevního oběhu a mohou se ukládat v různých orgánech, včetně tkáně mozku (3). Podle svého původu mohou být prachové částice nosiči různých chemických škodlivin, včetně karcinogenů; z tohoto pohledu jsou zvláště významné jemné ($PM_{2,5}$) a ultrajemné částice ($PM_{1,0}$), s jejichž pomocí se tyto škodliviny dostávají přímo do vnitřního prostředí organismu (4).

Zpočátku se většina odborníků domnívala, že hodnoty prашného znečištění venkovního ovzduší nemohou ovlivňovat zdraví populace. Posléze studie z USA a dalších zemí shodně ukázaly vztahy mezi denní úmrtností a znečištěním ovzduší prachem (5–7); na jejich základě bylo vypočítáno, že zvýšení koncentrace PM_{10} o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zvýšilo úmrtnost na kardiovaskulární a respirační onemocnění o 1 %. Podobné vztahy byly nalezeny mezi kontaminací prachem a počtem hospitalizovaných osob (zejména pro astma) (8). Předpokládalo se, že prашné částice působí jednak svým kyselým pH, jednak prostřednictvím jiných chemických látek, pro které jsou nosičem (9).

Novější kohortová studie s delším časovým sledováním (v letech 1987–1994), na větším souboru (20 největších měst USA) a s přesnějším statistickým zpracováním, uvádí zdravotní riziko o něco nižší: zvýšení koncentrace PM_{10} o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zvýšilo celkovou úmrtnost o 0,46 % a úmrtnost na kardiovaskulární a respirační onemocnění o 0,68 % (10).

Poznání, že kontaminace zevního ovzduší prachem má prokázané nepříznivé účinky na zdraví, vedlo k revizi a zpřísnění standardů pro hodnocení kvality zevního ovzduší v USA i jiných zemích a v r. 1997 byl v USA stanoven nový indikátor pro jemné částice $PM_{2,5}$, jejichž monitorování bylo bezprostředně zahájeno. Ve studii Dominici a kol. (11) byly sledovány asociace mezi denním výskytem jemných prachových částic a hospitalizací osob starších 65 let na kardiovaskulární a respirační nemoci ve 204 městských lokalitách USA, ve vztahu k délce expozice (1,2 nebo 3 dny). Během zvýšení koncentrací $PM_{2,5}$ došlo k nárůstu počtu hospitalizovaných osob pro všechny diagnózy s výjimkou poranění, nejsilnější asociace byly k srdečnímu selhání: zvýšení o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zvýšilo počet akutních srdečních příhod o 1,28 % (95 % CI 0,78–1,78 %).

Nejnoveji, podle studie „Global Burden of Disease“, patří expozice prachem kontaminovanému ovzduší mezi 10 hlavních rizikových faktorů ohrožujících zdraví a kvalitu života celosvětové populace (12).

Nejen dlouhodobá, ale i krátkodobá expozice (13, 14) respirabilnímu prachu zvyšuje riziko kardiovaskulárních (15, 16), plicních (17, 18) a neurologických onemocnění, i předčasné úmrtnosti na tyto příčiny (19, 20), také prevalenci předčasných porodů, vrozených vad (19, 21).

Pro kontaminaci venkovního ovzduší jsou významné stacionární zdroje (topení, průmysl) a doprava. Kvůli dálkovému přenosu zejména malých prachových částic, které v podstatě nesedimentují, se řadí i stacionární zdroje ke zdrojům plošným, u nichž dominuje automobilová doprava. Od konce 80. let minulého století dochází k růstu počtu automobilů s dieslovým pohonem, které produkují méně emisí oxidu uhelnatého

a oxidů dusíku než motory benzinové a jsou proto šetrnější k životnímu prostředí. Ovšem pokud jde o emisi prашných částic, je jejich produkce při jízdě asi $0,4 \text{ g}/\text{km}$ a při startování „studeného motoru“ větší (pro odhad množství použit faktor 1,2); Tyto hodnoty jsou jen orientační, protože množství emisí se při spalování různých pohonných hmot liší. Kromě toho emisní limity se stále zpřísnují: Norma EURO I z roku 1992 žádala pro nové vozy $0,18 \text{ g}/\text{km}$ a Norma EURO V z roku 2009 uvádí limit $0,005 \text{ g}/\text{km}$.

Kontaminace ovzduší nepracovních interiérů prашnými částicemi je pokládána za nebezpečnější, neboť lidé, zejména ve vyspělých zemích, tráví více času v uzavřených prostorách než venku; zdrojem znečištění jsou jednak domácí topeniště (zejména v rozvojových zemích) a kouření (v rozvinutých zemích).

US EPA (Environmental protection Agency) stanovila jako společensky přijatelné limity hodnoty koncentrací $PM_{2,5}$ $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro průměrnou denní expozici a $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro průměrnou roční expozici; hodnoty převyšující tyto koncentrace už jsou pokládány za možné zdravotní riziko (22). Doporučení Světové zdravotnické organizace jsou podobná: pro průměrnou 24hodinovou expozici $PM_{2,5}$ $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a průměrnou roční expozici $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (23). Doporučené limity by neměly představovat významnější zdravotní riziko pro širokou populaci.

K významným zdrojům jemných a ultrajemných prашných částic v bytových a nebytových prostorách patří kouření tabákových výrobků, které se buď spalují, nebo zahřívají. Dnes je možno tabák jako zdroj odlišit od ostatních zdrojů prашných částic v interiérech: výzkumný tým z Kalifornie našel v prашných částicích produkovaných tabákem relativně netěkavý alkaloid nicotellin, který je přítomný jen v tabákovém kouři a proto by mohl být vhodným markerem pro hodnocení expozice prашným částicím pocházejícím z tabákového kouře. Autoři výzkumné studie zjistili přítomnost nicotellinu jak v čerstvém, tak i ve „starém“ tabákovém kouři a také mimořádně silnou korelaci mezi koncentracemi nicotillenu a prашných částic. Domnívají se, že vzniká během hoření z jiného tabákového alkaloidu anatalinu jeho dehydrogenací. Nicotellin byl izolován z domácího prachu a spolehlivě odlišil domovy kuřáků a nekuřáků. Jeho metabolity jsou vylučovány močí a mohou být pokládány za markery expozice respirabilnímu prachu pocházejícímu z kouření tabákových výrobků (24).

Metodika

Literární podklady byly hledány v databázi PubMed a relevantních webových stránkách s použitím klíčových slov „particulate matters“, „respirable dust“, „fine particles“, „ultrafine particles“.

Metody měření

Nejčastěji užívanými indikátory expozice environmentálnímu tabákovému kouři jsou koncentrace nikotinu a prашných částic $PM_{2,5}$. Doporučené metody měření popsal v r. 1986 National Research Council. (25).

Pro expozici aktivních kuřáků je možno stanovit celkové množství suspendovaných částic zachycených na

filtru, které je téměř ekvivalentní množství vdechnutých částic; vyjadřuje se v jednotkách mg/1 cigaretu (24).

Jiné metody se používají pro hodnocení kontaminace ovzduší, které jsou významné pro expozici tzv. secondhand-smoke a third-hand-smoke, a s ní spojeným ohrožením nekuřáků.

Norští badatelé sestrojili přístroj na měření prašných emisí AETSE (Automatic environmental tobacco smoke emitter), který po umístění do speciální izolované komory produkuje environmentální tabákový kouř (ETS) obdobným způsobem, jaký se používá při průmyslovém testování klasických cigaret. Zdrojem ETS byl z 85 % tzv. sidestream (kouř unikající ze zapáleného a doutnajícího konce cigarety) a jen z 15 % z mainstream (kouř vydechovaný strojem/“kuřákem“ poté, co byl inhalován). Pomocí přístroje jsou izolovány pouze částice jemného prachu, menší než 2,5 μm (2).

K měření koncentrací prašných částic jsou používány aerosolové spektrometry (např. GRIMM), umožňující detekci částic o velikosti od 250 nm do 32 μm . (25).

Pro produkci prašných částic z elektronických cigaret je možno využít přístroje s kontrolou teploty zahřívání (dvoustupňový termodilution systém) (3).

Jinou možnost uvádějí autoři z Německa, kteří používali monitor NSAM (Nanosurface Area Monitor), umožňující monitorování plochy lidských plic – alveolární oblasti a depozici prašných částic: metoda je založena na difuzi částic s depozicí prašných částic o velikosti 0,01 až 1,0 μm (26).

Osobní expozici lze měřit pomocí cyklonu Ram $\text{PM}_{2,5}$ (27).

Klasické cigarety jako zdroj vdechovaného a jemného prachu

Kuřáci klasických cigaret vdechují směs tzv. mainstream kouře, který mimo jiné obsahuje asi $4 \cdot 10^9$ prašných částic o velikosti 0,2 μm v jednom kubickém centimetru vzduchu (27).

Cigaretový kouř a vzduch vydechovaný kuřáky, je závažným zdrojem kontaminace ovzduší interiérů, která ohrožuje i přítomné nekuřáky.

V Norské studii přístrojem AETSE napodobované kouření trvalo 5 minut a váhová koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ po uhašení referenční cigarety dosáhla 4000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Za dalších 5 minut poklesly hodnoty na 2500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pomocí této metody byly testovány různé druhy cigaret a v produkci jemného prachu byly nalezeny signifikantní rozdíly, zatímco koncentrace dehtu byly u všech testovaných druhů podobné (28). Autoři doporučují, aby se emise jemného prachu $\text{PM}_{2,5}$ povinně uváděly podobně jako údaje o obsahu nikotinu a dehtu u všech značek a byly zohledňovány při epidemiologických studiích o vztahu kouření k poškození zdraví.

Kontaminace ovzduší interiérů jemným prachem, jehož zdrojem je v rozvinutých zemích především kouření, je nyní pokládána za nezávislý rizikový faktor předčasné úmrtnosti (29).

Ve studii zahrnující 93 kuřáckých a 17 nekuřáckých bytů ve Skotsku byly nalezeny až desetinásobné rozdíly v průměrných koncentracích $\text{PM}_{2,5}$ (31 vs. 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); nekuřáci žijící s kuřáky tak inhalují obdobné množství prachu jako obyvatelé silně znečištěných měst (30).

Je tak ohrožena zejména nejvýmavější část populace – děti, žijící v kuřáckých rodinách (31).

V Itálii byl úspěšně realizován zákaz kouření v restauracích, hospodách a barech, s platností od ledna 2005. Před jeho implementací byly změřeny koncentrace jemného ($\text{PM}_{2,5}$) a ultrajemného ($\text{PM}_{1,0}$) prachu ve 40 různých pohostinských zařízeních (barech, restauracích, podnicích rychlého občerstvení, hernách a hospodách); ve stejných zařízeních bylo měření opakováno po 3 měsících a znovu po roce od účinnosti zákona. Už během prvních 3 měsíců se koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ významně snížily z původních 119,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na 38,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Počty ultrajemných částic klesly z původních 76 956 na 38 079 částic/ cm^3 (32).

Zatímco díky legislativním zákazům kouření na veřejných místech se v USA v posledních 13 letech snížily hladiny kotininu v tělních tekutinách u dospělých nekuřáků, charakterizující úspěšnost ochrany nekuřáků před pasivním kouřením, u dětské populace tyto trendy nepozorujeme; odborníci to vysvětlují tím, že děti jsou exponovány především v prostředí domovů a automobilů. Ve studii hodnotící expozici prašným respirabilním částicím u osob sedících na zadních sedadlech osobních aut byly koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ po vykouření 3 cigaret během jedné hodiny vysoké (1 697 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); (koncentrace polycyklických aromatických uhlovodíků byly dokonce vyšší než v barech a restauracích). Pobyt dítěte pouhých 10 minut v autě s kuřákem zvyšuje denní expozici respiračnímu prachu o 30 % (27).

Zajímavou studii publikovali Ott a kol. (33). Na šesti autobusových zastávkách umístěných na dvou dálnicích v Kalifornii měřili koncentrace jemného a ultrajemného prachu. Produkce z dálniční dopravy (koncentrace 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) byly hodnoceny jako „pozadí“, a porovnávány s koncentracemi emitovanými kuřákem, a to v různé vzdálenosti od něho; měření ve vzdálenosti 1,5 m prokázalo koncentrace 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ve vzdálenosti 1 m už se koncentrace zvýšily na 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a v půlmetrové vzdálenosti dosahovaly hodnot 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V ČR po určitou dobu platil zákaz kouření na zastávkách hromadné dopravy, poté byl tento zákaz zrušen a ponechán pouze pro stanoviště zakrytá nadstrešením. Politici, kteří zmírnění zákazu prosadili, argumentovali tím, že nelze poznat, odkud až kam zastávka dosahuje.

Vodní dýmky jako zdroj vdechovaného a jemného prachu

Od začátku tohoto tisíciletí jsme svědky toho, že ve vyspělých zemích severní polokoule roste obliba a užívání vodních dýmek, dříve tradičního kuřiva v zemích Blízkého Východu, Asie a Afriky (34). Tento způsob užívání tabáku má větší sociální podporu než klasické cigarety, protože nejen mnoho kuřáků vodních dýmek, ale i široká veřejnost, věří ve větší bezpečnost v domnění, že nebezpečné chemické látky jsou pohlcovány vodou, kterou dým z doutnající směsi tabáku a dalších ingrediencí prochází (35). Ve skutečnosti se ve vodě adsorbuje jen část emisí, voda slouží především k ochlazování kouře a kuřáci vodních dýmek jsou ve srovnání s kuřáky cigaret exponováni více, neboť během delšího sezení a hlubšího nádechu inhalují větší množství kouře (36).

Podobně jako u kouření klasických cigaret, jsou i vodní dýmky zdrojem rizika pro pasivní kuřáky. V oby-

ném pokoji byly po 4hodinovém „sedánku“ kolem vodní dýmky naměřeny vysoké koncentrace prašných částic i dalších rizikových součástí kouře (karcinogenních polycyklických aromatických uhlovodíků, oxidu uhelnatého, kovů, oxidů dusíku, benzenu). Bezprostředně po zažehnutí dřevěného uhlí, na kterém směs doutná, převažovaly v kontaminovaném vzduchu částice o velikosti 100 nm, v dalším období kouření vodní dýmky dominovaly částice menší (20 nm). Koncentrace $PM_{2.5}$ se pohybovaly mezi 393–737 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (26).

V ovzduší kaváren a čajoven v různých zemích, kde se povoluje kouření vodních dýmek (USA, Kanada, Pakistan) byly naměřeny koncentrace $PM_{2.5}$ v průměru mezi 374–1 745 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Koncentrace prašných částic už po celé hodině po otevření kavárny/čajovny překračovala bezpečné limity pro pracovní prostředí (37).

Elektronické cigarety jako zdroj vdechovaného a jemného prachu

Podobně jako vodní dýmky, jsou i elektronické cigarety spojovány s přesvědčením, že jsou bezpečnější formou kouření než cigarety konvenční. Vzhledem k širokému sortimentu různých výrobků a možnostem výběru různých náplní, nebo dokonce míchání vlastních směsí, je velmi obtížné, ne-li nemožné, obecněji charakterizovat složení produkovaného aerosolu, který vdechuje aktivní uživatel a toho, který je emitován do jeho okolí.

Fuoco a kol. (3) porovnávali různé typy e-cigaret s různými náplněmi a různým obsahem nikotinu a měřili koncentrace a rozměry prašných částic ve směsi mainstreamového kouře, aktivně vdechovaného kuřákem; v hodnocení zahrnovali i způsob kouření, podle počtu potáhnutí. Výsledky hodnot získaných z e-cigaret porovnávali s hodnotami naměřenými u konvenčních cigaret. Hodnoty byly velmi podobné: u e-cigaret v jednom cm^3 průměrně $4,39 \cdot 10^9$, přičemž hodnoty korelovaly s množstvím nikotinu a délkou doby potáhnutí, naopak nebyly ovlivněny složením náplní. U testovaných klasických cigaret byly počty částic v jednom cm^3 obdobné ($3,14 \cdot 10^9$). Také rozměry prašných částic byly u klasických a e-cigaret podobné, v rozpětí 120–165 nm.

Zatímco některé další studie výsledky Fuoca a kol. potvrdily, jiné našly rozměry prašných částic z e-cigaret mnohem menší, jiné naopak větší, ve srovnání s klasickými cigaretami. Podobně nejednotné výsledky se týkají i koncentrací prašných částic (38).

Němečtí autoři hodnotili vliv užívání e-cigaret na kontaminaci ovzduší odpočinkové místnosti jednoho administrativním podnikem a porovnávali koncentrace prašných částic a některých dalších chemických látek ve dnech, kdy se v místnosti nekouřilo a pak ve dnech, kdy tam 3 dobrovolníci vykouřili každý jednu e-cigaretu. Koncentrace $PM_{2.5}$ se zvýšily ze 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na 197 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Rovněž počet prašných částic (nejčastěji s rozměry 24–36 nm) se zvýšil ze 400 částic v cm^3 v prostředí nekuřáckém na 48 620 až 88 386 částic/ cm^3 ve dnech kouření e-cigaret. Podobně e-cigarety zvýšily v ovzduší odpočinkové místnosti množství nikotinu, nitrosaminů, polycyklických aromatických uhlovodíků, kovů a těkavých organických látek (39).

Náplň e-cigaret přichází do kontaktu se zahřívacími elementy, které obsahují různé kovy, které se adsor-

bují na prašné částice. Po teoreticko-experimentálním studiu depozice prašných částic v lidském organismu byl vytvořen model, podle kterého se asi 70–80 % vdechnutých částic vydechuje zpět do prostředí a tvoří součást tzv. environmentálního tabákového kouře, 9–18 % částic se deponuje v alveolech a může být dále přenášeno arteriální krví, dalších 9–17 % se deponuje v dýchacích cestách a může být dále přenášeno venózním systémem. Celkové množství 20–27 %, které je deponováno z aerosolu z e-cigaret v oběhovém systému je podobné, jako množství z klasických cigaret (25–35 %) (4).

Závěr

Tabákové výrobky, které jsou užívány vdechováním kouře hořících nebo zahříváných produktů, jsou významným zdrojem expozice aktivních i pasivních kuřáků jemným a ultrajemným prachovým částicím, které jsou pokládány za samostatný etiologický faktor nemocí spojených s kouřením. Dosavadní poznatky nepotvrdily obecně rozšířené názory o větší bezpečnosti vodních dýmek a elektronických cigaret v porovnání s konvenčními cigaretami z pohledu produkce nebezpečných prašných částic. Tato hlediska je nutno uplatňovat při formulaci opatření pro regulaci kouření na veřejných místech, která musí zahrnovat nejen zákaz kouření klasických tabákových výrobků, ale i nových druhů, které se stávají módním trendem. Současně je nutné rozvíjet široké informační kampaně upozorňující na nebezpečné mýty šířené o vodních dýmkách a elektronických cigaretách jako bezpečných alternativách kouření a motivující kuřáky k dobrovolným rozhodnutím zabránit expozici dětí v domovech a autech, kde přijetí legislativních opatření na jejich ochranu je diskutabilní.

LITERATURA

1. Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. *Lancet*. 2002 Oct 19;360(9341):1233-42.
2. Gerber A, Hofen-Hohloch AV, Schulze J, Groneberg DA. Tobacco smoke particles and indoor air quality (ToPIQ-II) - a modified study protocol and first results. *J Occup Med Toxicol*. 2015 Feb 15;10:5. doi: 10.1186/s12995-015-0047-8.
3. Fuoco FC, Buonanno G, Stabile L, Vigo P. Influential parameters on particle concentration and size distribution in the mainstream of e-cigarettes. *Environ Pollut*. 2014 Jan;184:523-9.
4. Grana R, Benowitz N, Glantz SA. E-cigarettes: a scientific review. *Circulation*. 2014 May 13;129(19):1972-86.
5. Dockery DW, Schwartz J, Spengler JD. Air pollution and daily mortality: associations with particulates and acid aerosols. *Environ Res*. 1992 Dec;59(2):362-73.
6. Schwartz J, Dockery DW. Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentrations. *Am Rev Respir Dis*. 1992 Mar;145(3):600-4.
7. Thurston GD, Ito K, Kinney PL, Lippmann M. A multi-year study of air pollution and respiratory hospital admissions in three New York State metropolitan areas: results for 1988 and 1989 summers. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 1992 Oct-Dec;2(4):429-50.
8. Thurston GD, Ito K, Lippmann M. The role of particulate mass versus acidity in the sulfate-respiratory hospital admissions association. In: *Proceedings: papers from the 86th annual meeting and exhibition*; 1993 Jun 13-18; Denver, Colorado. Pittsburgh: Air & Waste Management Association; 1993.

9. Ayres JG. How green is diesel? *Indoor Built Environ.* 1994;3(6):318-22.
10. Samet JM, Dominici F, Currier FC, Coursac I, Zeger SL. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987-1994. *N Engl J Med.* 2000 Dec 14;343(24):1742-9.
11. Dominici F, Peng RD, Bell ML, Pham L, McDermott A, Zeger SL, et al. Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases. *JAMA.* 2006 Mar 8;295(10):1127-34.
12. Lozano R, Naghavi M, Foreman K, Lim S, Shibuya K, Aboyans V, et al. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet.* 2012 Dec 15;380(9859):2095-128.
13. Atkinson RW, Anderson HR, Sunyer J, Ayres J, Baccini M, Vonk JM, et al. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project. *Air Pollution and Health: a European Approach. Am J Respir Crit Care Med.* 2001 Nov 15;164(10 Pt 1):1860-6.
14. Bell ML, Ebisu K, Peng RD, Walker J, Samet JM, Zeger SL, et al. Seasonal and regional short-term effects of fine particles on hospital admissions in 202 US counties, 1999-2005. *Am J Epidemiol.* 2008 Dec 1;168(11):1301-10.
15. Brook RD, Rajagopalan S, Pope CA 3rd, Brook JR, Bhatnagar A, Diez-Roux AV, et al.; American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention, Council on the Kidney in Cardiovascular Disease, and Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2010 Jun 1;121(21):2331-78.
16. Xie W, Li G, Zhao D, Xie X, Wei Z, Wang W, et al. Relationship between fine particulate air pollution and ischaemic heart disease morbidity and mortality. *Heart.* 2015 Feb;101(4):257-63.
17. Turner MC, Krewski D, Pope CA 3rd, Chen Y, Gapstur SM, Thun MJ. Long-term ambient fine particulate matter air pollution and lung cancer in a large cohort of never-smokers. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011 Dec 15;184(12):1374-81.
18. Pope CA 3rd, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA.* 2002 Mar 6;287(9):1132-41.
19. Beelen R, Raaschou-Nielsen O, Stafoggia M, Andersen ZJ, Weinmayr G, Hoffmann B, et al. Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. *Lancet.* 2014 Mar 1;383(9919):785-95.
20. Lu F, Xu D, Cheng Y, Dong S, Guo C, Jiang X, Zheng X. Systematic review and meta-analysis of the adverse health effects of ambient PM_{2.5} and PM₁₀ pollution in the Chinese population. *Environ Res.* 2015 Jan;136:196-204.
21. Qiu J, He X, Cui H, Zhang C, Zhang H, Dang Y, et al. Passive smoking and preterm birth in urban China. *Am J Epidemiol.* 2014 Jul 1;180(1):94-102.
22. Environmental Protection Agency. National ambient air quality standards for particulate matter. Final rule. *Fed Regist.* 2013 Jan 15;78(10):3086-287.
23. World Health Organization. Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide [Internet]. Geneva: WHO; 2006 [cited 2016 Feb 6]. Available from: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/pre2009/air-quality-guidelines-global-update-2005-particulate-matter-ozone-nitrogen-dioxide-and-sulfur-dioxide>.
24. Jacob P 3rd, Goniewicz ML, Havel CM, Schick SF, Benowitz NL. Nicotelline: a proposed biomarker and environmental tracer for particulate matter derived from tobacco smoke. *Chem Res Toxicol.* 2013 Nov 18;26(11):1615-31.
25. National Research Council. Environmental tobacco smoke: measuring exposures and assessing health effects. Washington, DC: National Academy Press; 1986.
26. Fromme H, Dietrich S, Heitmann D, Dressel H, Diemer J, Schulz T, et al. Indoor air contamination during a waterpipe (narghile) smoking session. *Food Chem Toxicol.* 2009 Jul;47(7):1636-41.
27. Northcross AL, Trinh M, Kim J, Jones IA, Meyers MJ, Dempsey DD, et al. Particulate mass and polycyclic aromatic hydrocarbons exposure from secondhand smoke in the back seat of a vehicle. *Tob Control.* 2014 Jan;23(1):14-20.
28. Alderman SL, Ingebrethsen BJ. Characterization of mainstream cigarette smoke particle size; distribution from commercial cigarettes using a DMS500 fast particulate spectrometer and smoking cycle stimulation. *Aerosol Sci Technol.* 2011;45(12):1409-21.
29. Sunyer J, Basagaña X. Particles, and not gases, are associated with the risk of death in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Epidemiol.* 2001 Oct;30(5):1138-40.
30. Semple S, Apsley A, Azmina Ibrahim T, Turner SW, Cherie JW. Fine particulate matter concentrations in smoking households: just how much secondhand smoke do you breathe in if you live with a smoker who smokes indoors? *Tob Control.* 2015 Oct;24(e3):e205-11. doi: 10.1136/tobaccocontrol-2014-051635.
31. Jakubiak-Lasocka J, Lasocki J, Badyda AJ. The influence of particulate matter on respiratory morbidity and mortality in children and infants. *Adv Exp Med Biol.* 2015;849:39-48.
32. Valente P, Forastiere F, Bacosi A, Cattani G, Di Carlo S, Ferri M, et al. Exposure to fine and ultrafine particles from secondhand smoke in public places before and after the smoking ban, Italy 2005. *Tob Control.* 2007 Oct;16(5):312-7.
33. Ott WR, Acevedo-Bolton V, Cheng KC, Jiang RT, Klepeis NE, Hildemann LM. Outdoor fine and ultrafine particle measurements at six bus stops with smoking on two California arterial highways - results of a pilot study. *J Air Waste Manag Assoc.* 2014 Jan;64(1):47-60.
34. Maziak W. The global epidemic of waterpipe smoking. *Addict Behav.* 2011 Jan-Feb;36(1-2):1-5.
35. Ward KD, Eissenberg T, Gray JN, Srinivas V, Wilson N, Maziak W. Characteristics of U.S. waterpipe users: a preliminary report. *Nicotine Tob Res.* 2007 Dec;9(12):1339-46.
36. Maziak W, Rastam S, Ibrahim I, Ward KD, Eissenberg T. Waterpipe - associated particulate matter emissions. *Nicotine Tob Res.* 2008 Mar;10(3):519-23.
37. Kassem NO, Kassem NO, Jackson SR, Liles S, Daffa RM, Zarth AT, et al. Benzene uptake in Hookah smokers and non-smokers attending Hookah social events: regulatory implications. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2014 Dec;23(12):2793-809.
38. Pisinger C, Døssing M. A systematic review of health effects of electronic cigarettes. *Prev Med.* 2014 Dec;69:248-60.
39. Schober W, Szendrei K, Matzen W, Osiander-Fuchs H, Heitmann D, Schettgen T, et al. Use of electronic cigarettes (e-cigarettes) impairs indoor air quality and increases FeNO levels of e-cigarette consumers. *Int J Hyg Environ Health.* 2014 Jul;217(6):628-37.

*Došlo do redakce: 6. 5. 2015
Přijato k tisku: 15. 10. 2015*

*Prof. MUDr. Draboslava Hrubá, CSc.
ÚOPZ LF MU
Kamenice 5
625 00 Brno
E-mail: hruba@med.muni.cz*