

HODNOTY VÝDECHOVÉHO OXIDU DUSNATÉHO U DĚTÍ EXPONOVANÝCH DOPRAVNÍM EMISÍM

EXHALED NITRIC OXIDE VALUES IN CHILDREN EXPOSED TO TRAFFIC EMISSIONS

JOSEF RICHTER¹, VLADIMÍR SVOZIL², JOSEF MAŠLÁŇ², RUDOLF ODEHNAL²,
LUDOVÍT FILO², MILOŠ VERNER², VLASTIMIL KRÁL¹

¹*Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem, Centrum imunologie a mikrobiologie, Ústí nad Labem*

²*Sanatorium EDEL, s. r. o., Zlaté Hory*

SOUHRN

U 117 dětí s chorobami dýchacích cest byly sledovány hodnoty výdechového kyslíčnicku dusnatého (eNO) v závislosti na expozici složkám výfukových plynů automobilové dopravy před nástupem léčebného pobytu v léčebně plicních onemocnění a po léčebném pobytu. U exponovaných dětí jsme zjistili významné zvýšení hodnot eNO. Po léčebném pobytu došlo ke statisticky významnému snížení těchto nálezů. Považujeme námi použitou neinvazivní metodu měření hodnot eNO za velmi prospěšnou pro hodnocení expozice škodlivinám životního prostředí.

Klíčová slova: expozice dopravním emisím, klimatoterapie, hodnocení vlivů na zdraví, děti

SUMMARY

Exhalation values of nitric oxide (eNO) were recorded in a cohort of 117 children with diagnosed respiratory diseases, as defined by the exposure components of traffic emissions prior to, and after, in-patient therapy. A significant increase of eNO values was recorded in exposed children. Following in-patient therapy there was a statistically significant reduction associated findings. We consider this non-invasive method of measuring eNO values to be very beneficial for the evaluation of exposure to environmental pollutants.

Key words: exposure to traffic emissions, climatotherapy, health impact assessment, children

Úvod

V polovině devadesátých let minulého století došlo k významnému snížení kontaminace životního prostředí ze zdrojů tepelných elektráren a dalších zdrojů v průmyslových oblastech Čech a Moravy (1). To bylo postupně vystřídáno růstem znečištění ovzduší škodlivinami z extrémně rostoucí automobilové dopravy, především výfukových plynů naftových a benzinových motorů (2–4). Tomu je od počátku tohoto století věnována zvýšená pozornost, vedoucí ke zjištění významného zdravotního poškození populace exponované výfukovým plynům s nálezem zvýšeného rizika vzniku onemocnění kardiovaskulárních, plicních, alergických, nádorových i k poškození imunitních mechanismů (1, 2, 4–8).

Onemocnění dýchacích cest a alergická onemocnění jsou předmětem této práce, ve které vycházíme z epidemiologických údajů i z našich nálezů, potvrzujících kontinuální vzestup alergických onemocnění a především onemocnění dýchacích cest u dětí v postižených regionech a velkých městských aglomeracích (2, 7, 18). Pro hodnocení míry expozice kontaminantům jsme zvolili metodu měření výdechového dusíku (dále

eNO), umožňující hodnotit úroveň zánětu dýchacích cest (4, 9–12). Zajímala nás nejenom možnost hodnocení míry expozice škodlivinám výfukových plynů automobilové dopravy, ale i uplatnění metody měření eNO pro hodnocení vlivu ozdravného pobytu dětí mimo riziko zvýšené expozice (2, 13–15).

Soubor a metoda

Do souboru sledovaných dětí jsme zařadili 107 dětí, 61 dětí ve věku 5–9 let (skupina A) a 46 dětí ve věku 10–15 let (skupina B), přijatých k ozdravnému pobytu s režimem klimato- a speleoterapie v dětské léčebně respiračních nemocí EDEL Zlaté Hory, s klinickými projevy opakovaných onemocnění respiračního aparátu a alergických onemocnění.

Komplexní vstupní klinické vyšetření dětí bylo doplněno vyšetřením hodnot eNO s použitím přístroje NIOX a využitím doporučeného postupu. Standardizace měření byla zajištěna doporučeným kontrolním postupem (9). Vyšetření bylo opakováno po skončení léčebného pobytu (9).

U všech dětí jsme zjistili riziko vysoké expozice výfukovým plynům automobilové dopravy. To bylo hodnoceno s měřením vzdálenosti bydliště od rizikové expozice (silnice I. třídy, hlavní silnice, křižovatky, zastávky autobusové dopravy). Zvolili jsme okruh 200 m od dané lokality bydliště s použitím GPS zaměření místa pobytu jednotlivých sledovaných dětí (13).

Do kontrolní skupiny jsme zařadili děti, u kterých nebylo splněno kritérium vysoké expozice zplodinám výfukových plynů dopravních prostředků. Vycházeli jsme z úpravy kategorizace dopravních cest (www.swisstop.ch). V této části studie jsme zvolili záměrně přísnější kritérium míry expozice ve srovnání s údaji jiných autorů (2, 4, 11–13).

Nálezby byly statisticky zpracovány s použitím programu GrafPad PRISM verze 5.02. Pro zhodnocení výsledků měření byly získané nálezy konvertovány do log hodnot a následně byla významnost kalkulována s použitím párového t-testu (9).

Výsledky

Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 1. Ve skupině A (věk 5–9 let) jsme u exponovaných dětí naměřili vstupní hodnoty eNO 9,55 ppb, u dětí neexponovaných pak 8,43 ppb ($p = 0,007$). Rovněž u dětí starších, skupiny B (10–15 let), byly naměřené vstupní hodnoty exponovaných dětí vyšší než u kontrolní skupiny – 12,88 ppb proti 12,02 ppb eNO ($p = 0,072$).

Jak je patrné z tabulky 1, dochází po léčebném pobytu k významnému snížení hodnot u všech dětí s výjimkou skupiny exponovaných dětí ve věku 10–15 let.

Diskuse

V souhlasu s literárními údaji jsme zjistili u školních dětí při nástupu do léčebny zvýšené hodnoty eNO se závislostí na vzdálenosti bydliště od frekventovaných komunikací, rušných křižovatek, zastávek veřejné dopravy (4, 7, 11–14). Pro hodnocení zvýšeného rizika zdravotního poškození jsme zvolili vzdálenost bydliště od rizikové komunikace 200 m. Je to vzdálenost menší, než je udávána v převážné většině nám dostupných prací, které uvádějí vzdálenosti od 75 až po 1500 m (4, 5, 7, 11–13, 15, 18). Je zřejmé, že riziko ovlivnění výfukovými plyny automobilové dopravy poroste i vlivem kvality dopravní sítě (dezolátní povrch), kvality automobilů a jejich stáří i podílem dieslových motorů, jejichž škodlivost pro zdraví je ve srovnání s benzinovým motorem 30–100x vyšší vlivem produkce partikulí o velikosti 0,02–0,2 μm

(1–4, 8, 12, 14–17). Tyto respirabilní částice jsou schopné bezprostředně absorbovat více než 450 různých organických složek, včetně mutagenních a karcinogenních polycyklických aromatických uhlovodanů (1, 3, 8, 9, 14, 15, 20). Epidemiologické studie ukazují na vztah mezi expozicí uvedeným partikulím a zvýšenou nemocností chorobami dýchacích cest, alergiemi, zvýšeným počtem hospitalizací i zvýšenou mortalitou (1, 3, 5, 6, 8, 11–14, 16, 18). Je udáváno, že motory s technologicky nejprogressivnější mechanikou produkují nejvíce ultrajemných částic (5, 8). Například turbodieselové motory produkují podstatně větší množství ultrajemných částic a rovněž konventory benzinových motorů jsou zdrojem vysokého množství těchto částic (5). Stejný výkon dieslového motoru ve srovnání s benzinovým produkuje padesátinásobně více toxických látek (8). Například nákladní doprava v USA je zdrojem 20 % veškerých ultrajemných kontaminantů a 30 % všech chemických látek zodpovědných za vznik smogu (8). Tato zjištění vedla v USA k redukci rizika uvedených škodlivých látek s výsledkem prolongace dožití populace 51 měst po deseti letech o 2 roky (16). Samozřejmě nelze opomenout další vlivy příznivě ovlivňující délku života (sociálně-ekonomické zázemí, zlepšení životního stylu, vlivy výživy atd.) (9, 16).

Naše nálezy zvýšených hodnot výdechového dusíku u dětí exponovaných riziku automobilové dopravy jsou ve shodě s literárními údaji (4, 10, 11, 17). Zjištěné hodnoty u dětí jsou věkově (výška) závislé, což souvisí s rozvojem dýchacího aparátu u dětí (18, 19). Výška jedince ovlivňuje hodnoty eNO i u dospělých jedinců (19). To nás vedlo k rozdělení souboru dětí na dvě skupiny v závislosti na věku. Zjistili jsme významné rozdíly vstupních hodnot exponovaných a neexponovaných dětí. Ve srovnání se staršími se významně liší hodnoty naměřené u mladších dětí. Hlavním záměrem naší práce bylo zjištění možnosti zlepšení zdravotního stavu exponovaných dětí a možnosti monitorování klinických a laboratorních nálezů. Zvolili jsme proto možnost sledování dětí a vliv pobytu v dětské léčebně EDEL Zlaté Hory s režimem klimatoterapie, speleoterapie a nutričních zásahů s využitím potravinových doplňků. Jak je patrné z výsledků, dochází u dětí po léčebném pobytu k významnému zlepšení nálezů, a to především ve skupinách dětí ve věku do 10 let. U dětí starších, exponovaných ve větší míře škodlivinám automobilové dopravy, jsme nezjistili významné zlepšení sledovaných parametrů. Příznivý vliv klimatoterapie u skupiny dětí nedostatečně definovaného věku popsali italští autoři již po týdenním pobytu ve vysokohorském prostředí (21).

Naše nálezy potvrzují literární údaje o významném zánětlivém působení škodlivin výfukových plynů auto-

Tab. 1: Hodnoty eNO (ppb) u dětí s vysokou expozicí výfukovým plynům automobilové dopravy a dětí kontrolních

	Skupina A (věk 5–9 let)					Skupina B (věk 10–15 let)			
	exponovaní před	exponovaní po	kontrolní před	kontrolní po		exponovaní před	exponovaní po	kontrolní před	kontrolní po
x	9,55	7,76	8,43	7,76	x	12,88	12,88	12,02	10,71
SD	1,65	1,41	1,56	1,51	SD	2,01	1,80	1,61	1,51
n	27	27	34	34	n	20	20	26	26
párový t-test	p = 0,0278		p = 0,0141		párový t-test	p = 0,949		p = 0,004	

mobilové dopravy. Považujeme za jednoznačné, že tyto nálezy mohou gradovat jak vlivem expozice nedobrovolnému kouření, tak znečištěním životního prostředí průmyslovými exhaláty i vlivem dalších škodlivin. Za nezbytné preventivní opatření považujeme zlepšení stavu dopravy, minimálně v míře uvedené v tabulce 2. Přínosným řešením by byl pobyt dětí v prostředí s nízkou expozicí škodlivinám a u dětí s klinickými projevy postižení dýchacích cest léčebné pobyty v kvalitních léčebných zařízeních.

Tab. 2: Opatření k redukci rizika výfukových plynů automobilové dopravy

1.	údržba kvality povrchu silnic
2.	zajištění plynulého provozu (zelená vlna, přednostní řízení městské dopravy)
3.	technická opatření – kruhové objezdy
4.	objezdy mimo města, sídliště
5.	kvalita automobilového parku (stáří, údržba)
6.	modernizace automobilových motorů
7.	kvalita pohonných hmot
8.	selektce automobilů dle exhalátů s dopadem na redukci vstupu do center měst
9.	redukce dieselových motorů
10.	zkvalitnění veřejné dopravy
11.	rozvoj elektromobilů v městské dopravě
12.	plné využití kapacity automobilů při dojíždění do práce

Poděkování:

Práce vznikla za finanční podpory TAČR TA 02020944.

LITERATURA

- Bencko V, Tuček M, Petanová J, Novotný L. Vliv dopravních emisí na zdraví. *Hygiena*. 2007;52(3):70-2.
- Burr ML, Karani G, Davies B, Holmes BA, Williams KL. Effects on respiratory health of a reduction in air pollution from vehicle exhaust emissions. *Occup Environ Med*. 2004 Mar;61(3):212-8.
- Castranova V, Ma JY, Yang HM, Antonini JM, Butterworth L, Barger MW, et al. Effect of exposure to diesel exhaust particles on the susceptibility of the lung to infection. *Environ Health Perspect*. 2001 Aug;109 Suppl 4:609-12.
- Dales R, Wheeler A, Mahmud M, Frescura AM, Smith-Doiron M, Nethery E, et al. The influence of living near roadways on spirometry and exhaled nitric oxide in elementary school-children. *Environ Health Perspect*. 2008 Oct;116(10):1423-7.
- Grigg J. The health effects of fossil fuel derived particles. *Arch Dis Child*. 2002 Feb;86(2):79-83.
- Abelsohn A, Stieb DM. Health effects of outdoor air pollution: approach to counseling patients using the Air Quality Health Index. *Can Fam Physician*. 2011 Aug;57(8):881-7.
- Krmer U, Koch T, Ranft U, Ring J, Behrendt H. Association of traffic-related air pollution with atopy in cities and a small town. In AAAAI 56th Annual Meeting: San Diego, California, March 3-8, 2000: abstract No.: 842. *J Allergy Clin Immunol*. 2000 Jan;105(1 Pt 2):287.
- Krivoshto IN, Richards JR, Albertson TE, Derlet RW. The toxicity of diesel exhaust: implications for primary care. *J Am Board Fam Med*. 2008 Jan-Feb;21(1):55-62.
- Svozil V, Richter J, Bertlik J, Král V, Stiborová I, Mašláň J, a kol. Měření vydechovaného oxidu dusnatého u dětí léčených speleoterapií a suplementací fytopreparáty. *Pediatr Praxi*. 2010;11(3):186-9.
- Franklin PJ, Taplin R, Stick SM. A community study of exhaled nitric oxide in healthy children. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999 Jan;159(1):69-73.
- Eckel SP, Berhane K, Salam MT, Rappaport EB, Linn WS, Bastain TM, et al. Residential traffic-related pollution exposures and exhaled nitric oxide in the children's health study. *Environ Health Perspect*. 2011 Oct;119(10):1472-7.
- Holguin F, Flores S, Ross Z, Cortez M, Molina M, Molina L, et al. Traffic-related exposures, airway function, inflammation, and respiratory symptoms in children. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007 Dec 15;176(12):1236-42.
- Cook AG, deVos AJ, Pereira G, Jardine A, Weinstein P. Use of a total traffic count metric to investigate the impact of roadways on asthma severity: a case-control study. *Environ Health*. 2011 Jun 2;10:52.
- Sydbom A, Blomberg A, Parnia S, Stenfors N, Sandström T, Dahlén SE. Health affects of diesel exhaust emissions. *Eur Respir J*. 2001 Apr;17(4):733-46.
- Tiittanen P, Timonen KL, Ruuskanen J, Mirme A, Pekkanen J. Fine particulate air pollution, resuspended road dust and respiratory health among symptomatic children. *Eur Respir J*. 1999 Feb;13(2):266-73.
- Pope CA 3rd, Ezzati M, Dockery DW. Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. *N Engl J Med*. 2009 Jan 22;360(4):376-86.
- Delfino RJ, Staimer N, Gillen D, Tjoa T, Sioutas C, Fung K, et al. Personal and ambient air pollution is associated with increased exhaled nitric oxide in children with asthma. *Environ Health Perspect*. 2006 Nov;114(11):1736-43.
- Gauderman WJ, Vora H, McConnell R, Berhane K, Gilliland F, Thomas D, et al. Effects of exposure to traffic on lung development from 10 to 18 years of age: a cohort study. *Lancet*. 2007 Feb 17;369(9561):571-7.
- Olin AC, Rosengren A, Thelle DS, Lissner L, Bake B, Torén K. Height, age, and atopy are associated with fraction of exhaled nitric oxide in a large adult general population sample. *Chest*. 2006 Nov;130(5):1319-25.
- Nel A, Xia T, Mädler L, Li N. Toxic potential of materials at the nanolevel. *Science*. 2006 Feb 3;311(5761):622-7.
- Renzetti G, Silvestre G, D'Amario C, Bottini E, Gloria-Bottini F, Bottini N, et al. Less air pollution leads to rapid reduction of airway inflammation and improved airway function in asthmatic children. *Pediatrics*. 2009 Mar;123(3):1051-8. Erratum in: *Pediatrics*. 2009 Sep;124(3):1000.

Došlo do redakce: 26. 6. 2012

Přijato k tisku: 20. 11. 2012

MUDr. Josef Richter, CSc.

Jana Zajíce 14

400 11 Ústí nad Labem

E-mail: josef.richter@zuusti.cz