

NOVÁ ZBRAŇ CHEMICKÉHO TERORISMU – OSMIUM TETROXID

¹Zdeněk HON, ¹Jiří PATOČKA, ^{1,2}Vladimír PITSCHMANN

¹ Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, katedra radiologie a toxikologie, České Budějovice

² Oritest, spol. s r. o., Praha

Souhrn

Vysoce toxické chemické látky představují možný prostředek terorismu. Takovou méně známou látkou je osmium tetroxid (oxid osmičelý, OsO_4), silné oxidační činidlo, které působí především na kůži a sliznice. Již v malém množství dráždí oči, nos, hrdlo a kůži. OsO_4 je akutní jed. Je schopen způsobit velmi rychle vážné poškození zdraví nebo smrt. Je toxický při inhalaci, polknutí nebo průniku přes kůži. Dlouhodobá expozice OsO_4 může způsobit trvalé poškození očí, včetně oslepnutí. Ačkoli není vhodný pro rozsáhlý teroristický útok, zejména pro jeho relativní vzácnost, mohl by být použit pro útok omezený na menší plochu. Jakmile pronikne chemikálie do těla, rychle reaguje s tkáněmi, které se s ní dostanou do kontaktu. Lékařská pomoc je pouze symptomatická. Lékařský personál by si měl být vědom jeho jedovatosti a být obeznámen s nezbytnou ochranou a léčebným postupem.

Klíčová slova: Osmium tetroxid; Terorismus; Toxicita; Zdravotní riziko; Symptomy.

New Chemical Terrorism Weapon – Osmium Tetroxide

Summary

A highly toxic chemicals represent possible means of terrorism. Such less usual chemical is osmium tetroxide (OsO_4), a powerful oxidizer which effects mainly the skin and mucous membranes. Already in a small amount it causes irritation of eyes, nose, throat and skin. OsO_4 is an acute poison. It can cause of causing serious health damage or death very quickly. It is toxic if it is inhaled, swallowed, or absorbed through the skin. Long-term exposure of OsO_4 can cause permanent damage of eyes, including blindness. Although it is unsuitable for a large-scale terrorist attack, mainly due to its scarcity, it could be used in small-scale attacks. As soon as the chemical enters the body, it rapidly reacts with the contacted tissue. Medical treatment is mainly symptomatic. Medical personnel should be aware of its poisonous effects and be equally familiar with the necessary self-protection measures and the treatment procedures.

Key words: Osmium tetroxide; Terrorism; Toxicity; Health risk; Symptoms.

Úvod

Chemický terorismus používá jako nástroj k vedení útoku proti civilnímu obyvatelstvu celou škálu chemických toxických látek (11). Kromě bojových chemických látek, jako jsou například nervově-paralytické látky, zpuchřující či dusivé látky, nelze vyloučit ani možnost použití celé řady dalších chemických látek, které se běžně používají v mnoha průmyslových odvětvích. Tyto chemické látky jsou snadno dostupné, relativně levné a jejich zneužití k teroristickým útokům je více než reálné (12). Riziko vzniku mimořádné události v důsledku zneužití těchto chemických látek je úměrné rozvoji chemické anorganické a organické průmyslové výroby (1). Mezi takovéto chemické látky patří rovněž osmium tetroxid (OsO_4), s jehož použitím podle zveřejně-

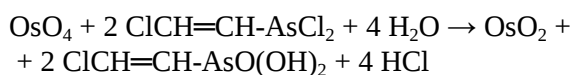
ných britských zdrojů teroristé reálně počítali a stále počítají (3).

V březnu roku 2004 stovky policistů a příslušníků protiteroristických jednotek provedly razii v Londýně a zatkly osm britských občanů pákistánského původu, kteří byli údajně zapojeni do plánovacích fází teroristického útoku. V následujících týdnech se objevily zprávy o tom, že zatčené osoby zkoumaly potenciál odpálení chemické bomby v místech s vysokou koncentrací osob. Tito muži, kteří sympatizovali s teroristickou skupinou Al-Kaida, plánovali teroristické útoky na letiště Gatwick, londýnské metro a další uzavřené objekty s velkou kumulací osob. Odposlechy mezistátních telefonických hovorů mezi Británií a Pákistánem, které vedly zatčené osoby, přinesly informace o možném použití OsO_4 k těmto teroristickým útokům. Al-Kaida vy-

pracovala příručku, která obsahuje plány na útoky pomocí dusivých látek, a v seznamu potenciálních chemických toxických látek je rovněž uveden OsO₄ (7). Toto je vůbec první zaznamenaný případ, kdy teroristé uvažovali o možném zneužití OsO₄ proti civilnímu obyvatelstvu.

Fyzikálně-chemické vlastnosti OsO₄

Osmium tetroxid (oxid osmičelý, CAS 20816-12-0) tvoří bezbarvé až nažloutlé krystaly s velmi ostrým pichlavým zápachem připomínajícím ozón nebo chlór (název osmium pochází z řeckého slova „osme“ – zápach), vroucí při teplotě 130 °C a tající při teplotě 40 °C. Molekulová hmotnost OsO₄ je 254,23 g/mol a hustota 4,9 g/cm³ (pevné skupenství). Je lépe rozpustný v organických rozpouštědlech než ve vodě (ve 100 g CCl₄ se rozpustí přibližně 375 g OsO₄, ve 100 g vody pouze 7g). Vzniká oxidací osmia volným kyslíkem při teplotách kolem 400 °C. OsO₄ má silné oxidační účinky, přičemž se sám redukuje a tvoří sloučeniny, v nichž má nižší mocenství. Oxidační vlastnosti OsO₄ byly v minulosti využity i v analytické chemii bojových chemických látek. Například průkazníková trubička na lewisit a jiné arzenové sloučeniny obsahovala ampulku s oxidem osmičelým, který se lewisitem redukoval na černě zbarvený oxid osmičitý:



Tlak nasycených par OsO₄ při teplotě 20 °C je 0,93 kPa (7 mm Hg). Z uvedené hodnoty vyplývá, že tato sloučenina kyslíku s osmiem se při pokojové teplotě velice lehce vypařuje. Pro porovnání: tlak nasycených par sarinu při teplotě 20 °C je 0,13 kPa (1,48 mm Hg), somanu 0,12 kPa (0,92 mm Hg) při teplotě 20 °C, látky VX 0,09 Pa (0,0007 mm Hg) při teplotě 20 °C (7). Tato veličina je důležitá z hlediska stanovení zdravotního rizika inhalační intoxikace. Látky v pevném a v kapalném skupenství s nízkou hodnotou tlaku nasycených par představují malé zdravotní riziko ve smyslu pomalé rychlosti vypařování těchto látek, samozřejmě pokud nejsou mechanicky převedeny na aerosol. Kapaliny s nízkým tlakem nasycených par, jako je například látka VX, která se řadí mezi nervově-paralytické látky s letálním účinkem na nervový systém, se vypařuje minimálně a je více nebezpečná v případě intoxikace přes kůži.

Podle tlaku nasycených par je OsO₄ vysoce těkavá látka, dokonce těkavější než sarin, soman, látka VX, a to i přesto, že jsou tyto látky kapaliny.

Toxicita OsO₄

Oxid osmičelý je vysoce toxická látka se silnými dráždivými účinky na lidský organismus. V případě intoxikace organismu je nebezpečný průnik všemi branami vstupů, tj. dýchacími cestami, gastrointestinálním traktem, oční sliznicí i neporušenou kůží (6). Tato látka je velice nestálá, a proto je třeba zdůraznit především riziko spojené s vypařováním a následnou inhalační intoxikací. Páry OsO₄ silně dráždí oči a dýchací cesty již v nepatrných koncentracích a mohou způsobit až vznik plicního edému s následkem smrti (14). V případě krátkodobého kontaktu s párami, může tato látka vyvolat slzení očí, bolesti hlavy, kašel a závratě (7).

Černě zbarvená místa na kůži, která po kontaktu s OsO₄ vznikají, se mění v puchýře až hluboké, těžko se hojící vředy. Mezi nejzávažnější účinky OsO₄ patří schopnost vyvolat nezvratné zneprůhlednění rohovky černými tečkami s následným oslepnutím (9). Symptomy intoxikace se neobjevují hned, ale až za několik hodin po zasažení touto látkou. Právě tato vlastnost může být přitažlivým rysem pro teroristy, protože toxické účinky, které se projeví až s určitým časovým odstupem, mohou v konečném důsledku vést k závažnějším projevům intoxikace.

Při inhalační otravě dosahuje střední letální koncentrace (LC₅₀) hodnoty 1316 mg.min.m⁻³ (7). Podobnou inhalační toxicitou se vyznačuje i sirný yperit, jehož hodnota LC₅₀ je 1500 mg.min.m⁻³ (10). V tabulce 1 je uvedeno porovnání inhalační toxicity OsO₄ s vybranými bojovými otravnými látkami (8, 10). Maximální tolerovaná koncentrace ve vzduchu, při které nebyl pozorován negativní účinek na člověka, je 0,1 ppm po dobu expozice 1,5 hodiny nebo 0,0001 ppm po dobu expozice 6 hodin. Při vystavení koncentracím okolo 0,01–0,53 ppm (0,1–0,6 mg/m³) dochází u lidí k lehké otravě, jež se projevuje slzením, zánětem spojivek, poruchami vidění, bolestmi hlavy a kašlem (9).

Při porovnání s nejvýznamnějšími bojovými chemickými látkami, jako jsou sarin, soman, fosgen, difosgen, yperity a další, má OsO₄ srovnatelné vlastnosti s dusivými a zpuchýřujícími látkami. S dusivými látkami má OsO₄ společné dusivé účinky a

Tabulka 1

Porovnání inhalační toxicity OsO₄ s vybranými bojovými otravnými látkami

Látka	Inhalační toxicita LC ₅₀ (mg.min.m ⁻³)
Fosgen (CG)	3200
S-yperit (HD)	1500
OsO ₄	1316
Tabun (GA)	400
Sarin (GB)	100
Soman (GD)	70

poměrně malou stálost. Naopak se zpuchýřujícími látkami (sirný yperit, dusíkové yperity, lewisit) má srovnatelnou inhalační toxicitu, dlouhou dobu latence projevu klinických příznaků a poškození kůže v případě její kontaminace.

Diagnostika, první pomoc a terapie při intoxikaci OsO₄

Vedle příznaků (tab. 2) provázejících intoxikaci OsO₄ je pro definitivní potvrzení diagnózy důležité vyšetření krevního obrazu, elektrolytů a moči (7). Rovněž by měly být monitorovány jaterní a ledvinové funkce a v případě dýchacích potíží i krevní plyny. Diagnosticky cenné informace může přinést i rentgenové a spirometrické vyšetření plic.

Na rozdíl od některých jiných bojových chemických látek, jako jsou např. nervově-paralytické látky, nejsou v současné době známa specifická antidota proti OsO₄. V rámci první pomoci je nutné co nejrychleji vynést intoxikované osoby ze zamořeného prostředí za účelem přerušení kontaktu s touto látkou. V případě zástavy dechu je možno použít přímé metody dýchání z plic do plic. Při těžším zasažení dýchacích cest je doplněna terapie otravy oxygenoterapií a farmakologickou podporou dýchání. Dále je důležitý absolutní klid na lůžku, a to do té doby, než dojde k úpravě dýchání. Diuretika (např. furosemid) a bronchodilátory mohou pomoci při léčbě plicního edému a zúžení průdušek (7).

V případě kontaminace očí je nutné co nejdříve

Tabulka 2

Symptomy akutní a chronické intoxikace OsO₄

Orgán	Akutní projevy intoxikace	Chronické projevy intoxikace
oči	slzení, iritace, fotofobie, blefarospasmus, slepota	keratitida, otok očních spojivek, poškození rohovky
kůže	iritace, pálení, depigmentace, prudká bolest, ulcerace, nekróza	dermatitida
dýchací ústrojí	iritace a pálení nosohltanu a bronchiálního stromu, rýma, kašel, dušnost, pocit tísně na hrudníku, plicní edém	bronchitida, spasmus bronchů a dýchací potíže, astma
GIT	iritace, prudká palčivá bolest v ústech, kovová chuť v ústech a hltanu, zvracení, křeče, abdominální křeče	poškození funkce jater a ledvin
CNS	frontální bolesti hlavy, závratě	deprese CNS

provést jejich výplach dostatečným množstvím fyziologického roztoku či alespoň čistou, nekontaminovanou vodou po dobu nejméně 15 minut. Při zamoření kůže lze použít nekontaminovanou vodu a mýdlo po předchozím odstranění kontaminovaného oděvu. Nekrotická tkáň by měla být odstraněna (5). V případě požití kontaminované vody či potravin je vhodné co nejdříve provést výplach žaludku a následně podat absorpční uhlí.

K odmoření kontaminovaného povrchu lze použít v dostatečném množství nenasycený olej, např. kuchyňský rostlinný olej, nebo sušené mléko.

OsO₄ jako nástroj terorismu

O možnostech zneužití OsO₄ pro teroristické účely se uvažuje zejména ve smyslu vysoké těkavosti a nesnadné terapie při hromadných otravách. Tato sloučenina se běžně používá jako fixační činidlo při studiích na elektronovém mikroskopu, jelikož velmi jemně denaturuje buněčné proteinové složky, dále ve specializovaných oblastech chemického průmyslu a v policejní praxi se výjimečně používá ke zviditelnování otisků prstů na těle mrtvol.

OsO₄ je smrtící toxická látka, ale na základě její nízké tepelné stálosti a silných oxidačních účinků ji nelze považovat za vhodnou látku pro výrobu tzv.

chemické špinavé bomby. V kombinaci s konvenční trhavinou se tato látka při explozi rozkládá vlivem vysoké teploty, která výbuch doprovází, a zároveň OsO_4 oxiduje i ostatní složky výbušniny, čímž se redukuje, a ztrácí tak schopnost způsobovat závažné otravy.

Pravděpodobně největší účinnosti jako chemické teroristické zbraně by bylo dosaženo při použití volného OsO_4 , a to nejlépe v uzavřeném prostoru s minimální výměnou vzduchu. Naproti tomu v otevřeném prostoru by byla jeho účinnost minimální a měla by spíše psychologický efekt. I když je tato látka relativně vzácná a masivní útok nelze očekávat, i menší teroristický útok by mohl být velmi nepříjemný (4). Největší nebezpečí chemického teroristického útoku hrozí zejména ze strany Al-Káidy (13).

Závěr

Přestože je OsO_4 nevhodný pro teroristické použití ve velkém měřítku, nelze vyloučit jeho zneužití v uzavřeném prostoru s minimální výměnou vzduchu, jako jsou např. letiště, obchodní centra, stanice metra a další. Jeho použití je rovněž omezeno skutečností, že OsO_4 se komerčně prodává jednak v pevném skupenství vázané na polymer, který má za úkol eliminovat riziko výparu a zvýšit tím ochranu pracovníků, a prodává se také ve vodném roztoku, který obsahuje méně než 6 % OsO_4 v důsledku omezené rozpustnosti této látky ve vodě. Komerčně prodávaná množství jsou rovněž velmi malá a ceny jsou poměrně vysoké (3).

Britská teroristická skupina odhalila toxický potenciál OsO_4 , ale jejich plán, začlenit tuto toxickou látku do konvenční výbušniny postrádal sofistikované a detailní pochopení chemických a fyzikálních vlastností této látky. Incident v Británii poukazuje na vzrůstající zájem teroristických skupin v použití netradičních chemických látek jako improvizovaných zbraní. Z hlediska ochrany, odstraňování následků, první pomoci a terapie je důležité znát tyto chemické látky a dokázat účinně zasáhnout v případě jejich zneužití.

Literatura

1. BAJGAR, J. Chemický terorismus. In PRYMULA, R., et al. *Biologický a chemický terorismus*. Praha, Grada Publishing, 2002. 150 s. ISBN 80-247-0288-6
2. CEPKOVA, M. – MATTHAY, MA. Pharmacotherapy of acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *J. Intensive Care Med.*, 2006, vol. 21, no. 3, p. 119–143.
3. DURDIK, J., et al. *Zbrane hromadného ničenia – aktuálna bezpečnostná hrozba*. 1. vyd. Bratislava, Ministerstvo obrany Slovenskej republiky, 2005. 262 s. ISBN 80-88842-76-X.
4. HUBAND, M. Terrorist Chemical Threat 'Worse than Suspected'. *The Financial Times*, 11 April 2004.
5. LIGON, JJ. – ABRAHAM, JL. – BOYD, AS. Traumatic osmium tetroxide inoculation. *J. Am. Acad. Dermatol.*, 2001, vol. 45, no. 6, p. 949–952.
6. Luttrell, WE. – Gilda, CB. Toxic tips: Osmium tetroxide. *J. Chem. Health Safety*, 2007, vol. 14, no. 5, p. 40–41.
7. MAKAROVSKY, I., et al. Osmium tetroxide: a new kind of weapon. *Isr. Med. Assoc. J.*, 2007, vol. 9, no. 10, p. 750–752.
8. MATOUŠEK, J. – LINHART, P. *CBRN, Chemické zbraně*. 1. vyd. Ostrava, SPBI, 2005. 151 s. ISBN 80-86634-71-X
9. McLAUGHLIN, AIG. – MILTON, R. – PERRY, KMA. Toxic manifestations of osmium tetroxide. *Br. J. Ind. Med.*, 1946, vol. 3, p. 183–186.
10. PATOČKA, J., et al. *Vojenská toxikologie*. 1. vyd. Praha, Grada Publishing, 2004. 180 s. ISBN 80-247-0608-3
11. PATOČKA, J. – FUSEK, J. Chemical agents and chemical terrorism. *Cent. Eur. J. Publ. Health*, 2004, vol. 12, suppl, p. 75–77.
12. PATOČKA, J. – KUČA, K. – DOHNAL, V. – JUN, D. Chemický terorismus. *Kontakt*, 2006, vol. 8, p. 123–127.
13. PITA, R. Al-Qa`ida and the Chemical Threat. *ASA Newsletter*, 2005, vol. 05-3, Issue No. 108, <http://www.asanltr.com/newsletter/05-3/newsletter.htm>
14. SMITH, IC. – CARSON, BL. – FERGUSON, TL. Osmium: an appraisal of environmental exposure. *Environ. Health Perspect.*, 1974, vol. 8, p. 201–213.

Korespondence: Mgr. Zdeněk Hon
Jihočeská univerzita
Zdravotně sociální fakulta
Katedra radiologie a toxikologie
Matice školské 17
370 01 České Budějovice
e-mail: hon.zdenek@gmail.com

Do redakce došlo 10. 3. 2008