

NAŠE ZKUŠENOSTI SE ZDRAVOTNICKÝM ZABEZPEČENÍM HAVÁRIÍ S ÚNIKEM TOXICKÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK

Plk. doc. MUDr. Jiří BAJGAR, DrSc., pplk. Jiří KASSA, CSc., pplk. Otakar KRS, mj. ing. Jiří CABAL, RNDr. Josef VACHEK,
ing. Jiří BIELAVSKÝ, plk. prof. MUDr. Josef FUSEK, DrSc.
Vojenská lékařská akademie JEP, Hradec Králové
(rektor: plk. prof. MUDr. J. Fusek, DrSc.)

Již v historii jsou dokumentovány stavy, kdy únik jedovaté chemické látky způsobil hromadné intoxikace lidí. Tyto stavy vznikaly buď živelně (např. výbuchy sopek a intoxikace sirnými plyny) či náhodně (např. intoxikace oxidy uhlíku při hoření), nebo záměrně (např. použití

"řeckého ohně" ve staré Číně a Egyptě) (1, 2). Tato záměrná zamoření pak dala vzniknout válečné toxikologii a chemickým zbraním. Klíčovou roli zde hraje látka a její dávka, jak to formuloval význačný lékař Theophrastus Bombastus von Höhenheim, známější pod jménem Para-

celsus: "...die Dosis macht dass ein Ding kein Gift ist." (1). S rozvojem chemického průmyslu pak vznikla možnost havárií s únikem jedovatých chemických látek a zkušenosti z minulých let jsou dostatečné pro hodnocení nebezpečnosti takových situací, ať již se jednalo o Seveso (3) či Bhópál (4, 5). Přitom takovéto situace nelze vyloučit, a proto je nutno jim jednat předcházet, jednak být připraven poskytnout první pomoc a další zajištění k tomu, aby následky havárie s únikem chemických látek byly minimalizovány.

Jak taková havárie může vzniknout? V první řadě musí existovat závod, sklad, zásobník, kde se látka (dostatečně jedovatá) vyskytuje (v dostatečné kvantitě). Pak je zde faktor, který látku uvolní - může být různého původu - živelní pohroma nebo teroristický útok, avšak nejčastější příčinou bývá technická závada. Při bližším zkoumání i technických závad je však možné dojít k názoru, že lidský faktor i zde hraje jednu z klíčových rolí; lidský faktor totiž určuje vztah bezpečnostních a varovacích systémů, zajišťuje kontrolu technického stavu a závisí na něm i velikost následků, tj. v případě havárie určuje i organizační a materiálně-technické zajištění k minimalizaci následků.

Jestliže již taková havárie nastane, pak jsou její následky určovány ještě dalšími faktory. Jsou to:

- druh škodliviny
- množství uniklé látky
- rychlost úniku
- meteorologické podmínky (teplota, vlhkost, vítr atd.)
- vertikální stálost atmosféry
- konfigurace terénu
- další faktory.

Rozloha zamořené oblasti závisí na fyzikálně-chemických a toxikologických vlastnostech uniklé látky. Rozloha zamořené oblasti je tím rozsáhlejší, čím rychleji se škodlivina vypařuje a oblak zamořené vzduchu expanduje z přízemní vrstvy atmosféry tím rychleji, čím menší je hutnost škodliviny. Rozloha letálního účinku se zvětšuje i s rostoucí toxicitou dané látky - čím toxičtější sloučenina, tím větší je rozsah oblasti, ve které se projeví smrtící účinek. Z hlediska fyzikálně-chemických a toxikologických vlastností látek vyráběných nebo používaných či skladovaných v našem chemickém průmyslu je možno považovat za nejnebezpečnější látky chlór, čpavek, kyanovodík, fosgen a formaldehyd. V měřítku by to mohly být sirovodík a sirouhlík, oxid siřičitý, fluorovodík a chlorovodík, oxidy dusíku a chlorid fosforitý. Některé fyzikálně-chemické a toxikologické vlastnosti těchto látek jsou uvedeny dále.

Je jasné, že při výběru faktorů, které by určovaly rozlohu zamořené oblasti, je nutné komplexně zhodnotit všechny a vybrat několik variant. Z možných látek by nejvíce přicházely v úvahu jako nejaktuálnější chlór, fosgen, kyanovodík, sirovodík a oxid dusičitý (1, 6, 7).

Množství uniklé látky podstatnou měrou ovlivní rozlohu zamořené oblasti. Vezmeme-li v úvahu např. fosgen, tj. látku, která byla použita v I. světové válce jako bojová chemická látka (a se kterou se jako takovou, byť omezeně, počítá i v současnosti), k zamoření plochy 1 km² (pro vojenské účely) je odhadováno 26 tun fosgenu (1, 7).

Prakticky u každé chemické továrny existuje sklad potřebných surovin (resp. sklad vyrobených chemikálií).

Množství látek v něm skladovaných však může být relativně malé a teprve od určitého množství v případě havárie hrozí smrtelné intoxikace.

Množství uniklé látky je závažnou veličinou, která podstatně ovlivní rozlohu zamořené oblasti. Je logické, že čím více látky unikne, tím bude větší rozloha zamořené oblasti.

Rychlost výronu je dalším faktorem, který ovlivňuje rozlohu zamoření. Čím vyšší rychlost výronu (nejrychlejší při okamžitém uvolnění), tím větší bude zamořená oblast. U meteorologických podmínek záleží zejména na směru přízemního větru a na jeho stálosti. Vertikální stálost atmosféry je charakterizována třemi stupni: inverze, izotermie, konvekce. Tento stav určuje stálost zamoření přízemních či vyšších vrstev atmosféry; nejpomalejší rozptýlení par ve vertikálním směru probíhá při inverzi, nejrychlejší při konvekci.

Na rozsah zamoření mají vliv i teplota a vlhkost ovzduší, vodní srážky, konfigurace a složení terénu.

Při zdravotnickém zabezpečení tedy existuje primární úkol - bezprostřední ochrana lidí (někdy rostlin, zvířat, materiálu) a zamezení dalších škod či poškození. Toto zabezpečení má více aspektů, z nichž je za jedny z nejdůležitějších možno považovat materiální, personální a jejich efektivní využití, tj. organizaci jejich použití.

Z organizačních aspektů je možné - jak se v medicíně nyní propaguje obecně - klást důraz na preventivní opatření. To znamená např. považovat za hlavní tyto faktory:

- vytipovat (zmapovat) výskyt škodlivin, které by přicházely v úvahu (obr. 1),

Látka	Množství	Lokalizace
Chlór	6 t	vodárna
Amoniak	3 t	pivovar
	15 t	zimní stadión
	2 t	mlékárna
	60 t	masokombinát
Síra	15 t	Gumokov
Agrochemikálie	120 - 180 t	sklady
Chlór, Amoniak	44 t, 20 t	přeprava železnicí
(cisterny)		
další látky (např. organofo- sfáty, HCN aj.)	< 10 kg	VLA JEP, LF UK, FaF UK, další ústavy, Fotochema atd.

Obr. 1 Příklad mapování některých toxických látek v městě Hradec Králové

- na základě těchto znalostí plánovat materiální a organizační zabezpečení,

- pokud není známa noxa, její určení, resp. když to není možné, tak alespoň orientační zjištění její jedovatosti a možnosti odmoření a ochrany.

Ke zjištění toxicity je možno uvést naši (13) modifikovanou metodu, která vychází z publikovaných výsledků (8, 9) a je v podstatě jejich zkrácenou verzí. Umožňuje alespoň aproximativně určit jedovatost dané sloučeniny a její fyzikálně-chemické vlastnosti. Nezávisle na tomto pochodu by pak měla pokračovat chemická analýza neznámé látky (GC - MS), avšak pro první pomoc

je určující analýza, která buď potvrdí přítomnost látky obsažené v seznamu škodlivin, nebo ji vyloučí. Tato identifikace je velmi důležitá.

K personálnímu zajištění:

Celý tým odborníků je složen ze specialistů lékařského (toxikologického) směru, analytických expertů, kteří mají i znalosti o odmořování, právního odborníka a technického personálu. Počet těchto odborníků je určován podle potřeby, většinou 1 - 2 lékaři, 1 - 2 analytici experti, podle potřeby právník a 2 - 4 příslušníci technického personálu. Tento tým je vybaven mj. soupravou pro odběr vzorků různých materiálů (vzduch, půda, voda atd.), prostředky protichemické ochrany, dalšími prostředky první a lékařské pomoci při otravách vysoce toxickými látkami (např. atropin a reaktivátor proti otravám organofosfáty atd.), dokumentačním a dalším materiálem. Kromě toho je tato skupina vybavena soupravou pro rychlou neutralizaci otravných látek. Vzhledem k tomu, že v počátečních stádiích nikdy není známo, o jakou látku se jedná, obsahuje tato souprava chemikálie pro prvotní neutralizaci obecně, jako např. KOH pro případ organofosfátů či kyselin atd. Do výbavy dále patří léky pro první a lékařskou pomoc a prostředky pro zajištění a stabilizaci základních životních funkcí. Je nutné podotknout, že toto složení je základní a podle potřeby může být pozměněno či doplněno.

Personál vyčleněný k této činnosti je školen dvakrát ročně, a to zejména v otázkách první pomoci a analytických metod, hlavně v oblasti detekce škodlivin a určení jejich toxicity. Důraz je kladen na praktickou stránku věci, protože osoby vyčleněné k této činnosti jsou většinou erudovaní toxikologové a analytici, event. další profese. Osvědčilo se nám vybírat tyto pracovníky z řad vojáků z povolání, kteří mají praktické zkušenosti z výše uvedených činností.

Z hlediska praktického použití je možné konstatovat, že toto složení skupiny se osvědčilo, a to při více akcích, které byly zajišťovány katedrou toxikologie VLA JEP Hradec Králové (10).

Byl to případ sudů cestujících přes naši republiku z Polska do Rakouska a zpět. Toxikologická kontrola i analýza byly zdárně ukončeny v roce 1991. V obsahu sudů byla zjištěna organická rozpouštědla, zbytky barev, avšak nevyskytly se zde extrémně toxické látky. Dalším případem bylo testování vzorků z oblasti Babí a Libeč (oboje ve východních Čechách), kde byly detekovány sloučeniny arzenu a talia. Tým byl použit i pro další akce, naposled ve prospěch Stavební geologie Praha, která zjišťovala škodliviny po Sovětské armádě v prostoru Milovic.

Důvěra v odborné schopnosti pracovníka kolektivu proniká i do zahraničí. Katedra byla navržena do skupiny

laboratoří generálního sekretáře OSN pro zkoumání ilegálního použití chemických zbraní (11). Prací s neznámými vzorky si její pracovníci zdokonalují odbornou připravenost, aby v případě, že o to budou požádáni, byli schopni splnit stanovené úkoly a dobře reprezentovat své mateřské pracoviště. Uvědomují si, že i z tohoto důvodu musí soustavně sledovat vývoj nových vysoce toxických látek, které by mohly být nekontrolovatelně zneužity jako chemické zbraně. Význam tohoto úkolu by ještě vzrostl v souvislosti s uzavřením Úmluvy o zákazu chemických zbraní (12). Vývoj nových chemických látek totiž nelze zastavit a jen jejich včasné toxikologicko-vojenské zhodnocení může upozornit na jejich vojenský význam. Vždyť každému státu bude zachováno právo vyrábět, skladovat a zkoumat účinky těchto látek pro lékařské, výzkumné, farmaceutické a ochranné účely.

Je zřejmé z těchto několika příkladů, vojenská toxikologie má nezastupitelné místo nejen pro zabezpečení bojeschopnosti armády, ale svými výsledky stále více přispívá i k rozvoji společenské praxe a ke zvyšování zdravotnické péče o veškerou naši populaci. A to je přínos nejen ryze odborný, ale i ekonomický a humánní.

Literatura

1. Autorrenkollektiv (K. Schumacher, Ed.): Militärttoxikologie und Militärarradiologie. Militärverlag der DDR, Berlin 1984, s. 1-204.
2. STANĚK, J.: Chemická válka: od řeckého ohně po žlutý déšť. Chem. Listy, 85, 1991, s. 827-839.
3. Kolektiv autorů (J. Matoušek und J. Bajgar, Eds.): Extrémně toxické nízkomolekulární syntetické jedy. Hradec Králové, VLVDÚ JEP 1989, 151 s.
4. Autorrenkollektiv (H. B. Schiefer, Ed.): Highly toxic chemicals: detection and protection methods. Proceedings of a symposium. Toxicol. Res. Ctr., Univ Saskatchewan, Saskatoon 1985, 171 s.
5. MEHTA, P. S. et al.: Bhopal tragedy's health effects. JAMA, 284, 1990, s. 2781-2787.
6. BAJGAR, J. - DOBIÁŠ, J.: Model O4. [Závěrečná zpráva]. Hradec Králové, VLVDÚ 1988, 38 s.
7. Kolektiv autorů: Toxikologie bojových chemických látek a zdravotnicko-protichemická ochrana. Učební texty VLVDÚ JEP Hradec Králové, sv. 189, 1983, díl I a II.
8. KLIMISCH, H. J.: The inhalation hazard test: principle and method. Arch. Toxicol., 61, 1988, s. 411-416.
9. KLIMISCH, H. J. et al.: Inhalation hazard test. Interlaboratory trial with OECD method 403. Arch. Toxicol., 61, 1988, s. 318-320.
10. BAJGAR, J.: Vojenská toxikologie slouží všem. A-revue, 43, 1990, s. 16-18.
11. Dokument - Conference on Disarmament (Konference o odzbrojení), Geneve, CD/980, 1990.
12. Dokument - Conference on Disarmament (Konference o odzbrojení), Geneve, CD/1048, 1991.
13. VACHEK, J. - BIELAVSKÝ, J. - ELSNEROVÁ, I.: Hodnocení inhalační nebezpečnosti. Acta hyg. epid. microbiol., příloha 13, 1990, s. 112-114.