

Použití kyanovodíku v dnešní době – víme kde se používá a jak eliminovat rizika?

Jana Kubalová
ZZS Jihomoravského kraje,
Oddělení krizové připravenosti a vzdělávání
MEKA Brno, 1. 3. 2018

Kyanovodík = HCN



- Bezbarvá těkavá kapalina
- Intenzivní zápach hořkých mandlí (20% populace geneticky nerozpozná charakteristický zápach) – 0,58 – 5 ppm (prahová hodnota zápalu)
- Používá se kyanovodík nebo jeho soli (kyanid draselný – cyankali) - sůl po smíchání s kyselinou => uvolnění HCN
- Bod varu: 25,6 – 25,9 °C
- Neomezeně rozpustný ve vodě, v ethanolu

Neslavná historie



- Návrh na použití chemického granátu v době napoleonských válek – při obléhání Sevastopolu (neschváleno)
- Na sklonku 19. století byl Němci vyvinut dělostřelecký granát uvolňující HCN reakcí kyanidu draselného s kyselinou chlorovodíkovou
- Exekuce plyným HCN ve státní věznici v Carson City v Nevadě - 8. 2. 1924 první oficiální poprava v plynové komoře (chemická reakce kyanidu sodného s kyselinou sírovou)
- V první světové válce zaveden jako BCL ve Francii - munice jím plněná byla určená pro tzv. přepad plynem k rychlému zneškodnění malých nepřátelských cílů (i Anglie, Rusko, Itálie)
- V rámci operace Reinhard se začalo s testováním upraveného insekticidu Cyclon B na lidech v koncentračních táborech, poprvé jeho vražedné účinky vyzkoušeny počátkem roku 1940 v táboře Buchenwald na skupině 250 romských dětí transportovaných z Brna

Průmyslové havárie s únikem HCN



- **2006 Kolín únik 0,5 tuny kyanidu, úhyn 10 tun ryb** - 9. ledna 2006 došlo v podniku Lučební závody Draslovka, a.s. k závažné havárii, při které do řeky Labe uniklo velké množství kyanidu, který způsobil úhyn až deseti tun ryb z důvodu technické závady na signalizačním plováku maximálního stavu hladiny v detoxikační jámě odpadních vod. Po přeplnění detoxikační jámy odpadní vody s obsahem kyanidu přetekly na zpevněnou plochu a dále podnikovou kanalizací do řeky Labe.
- **18. června 2006** – v bratislavské městské části Petržalka nedaleko areálu gumárenského závodu Matador vypukl rozsáhlý požár. Do ovzduší unikl jedovatý plyn kyanovodík. Muselo být ošetřeno padesát hasičů.
- **2012 Olomouc požár galvanovny, přítomnost kyanidu draselného a kyseliny sírové škoda 2,5 milionu Kč**

Zdroje:

- *VEDENÍ SPOLECNOSTI LUČEBNÍ ZÁVODY DRASLOVKA, a.s. Kolín. Kyanidová havárie - vyjádření Draslovky a prohlášení města! Kolin.cz [online]. 2006 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.kolin.cz/Kyanidova-havarie-%5E-vyjadreni>*
- https://zpravy.idnes.cz/na-sumpersku-horela-galvanovna-jedovaty-kyanovodik-z-ni-ale-neunikl-1gw-/krimi.aspx?c=A120101_080538_krimi_ipl
- https://zpravy.idnes.cz/v-bratislave-unikl-pri-pozaru-jedovaty-kyanovodik-f8g-/zahranicni.aspx?c=A060618_223627_zahranicni_zra

Akutní otrava kyanidy při výkonu povolání

Boušová K.¹, Kučera I.²

¹Klinika nemocí z povolání, Lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Hradci Králové, přednosta doc. MUDr. Jiří Chaloupka, CSc.

²Krajská hygienická stanice Královéhradeckého kraje, ředitel MUDr. Ivan Kučera, Ph.D.

Profesionální otravy v průmyslu jsou v současné době extrémně vzácné. Náhodné otravy jsou obecně zcela výjimečné, na rozdíl od sebevražedných nebo vražedných pokusů.

Ve statistice nemocí z povolání se v České republice od r. 1999 do r. 2009 objevuje jediná hlášená akutní otrava kyanidy, a to u muže v r. 2005 [5]. Bližší údaje se autorům nepodařilo získat. Případy smrtelných otrav je nutné hledat ve statistikách inspektorátu bezpečnosti práce. Ojediněle byly jako nemoc z povolání hlášeny intoxikace zplodinami hoření bez bližší specifikace, u nichž se rovněž mohlo jednat i o expozici kyanidům uvolněným z hořícího materiálu.

Využití kyanovodíku



- Výroba organických chemikálií pro výrobu syntetických vláken a plastických hmot
- Průmyslové procesy (kalení oceli, barvení, výroba výbušnin)
- Účinný deratizační a insekticidní prostředek
- Léky – nitroprusid sodný – léčba hypertenze



Lučební závody
Draslovka a.s. Kolín

Fumigace



- Uragan D2 (plechovky), Bluefume (tlakové lahve, do rozvodu)
- Většinou mlýny, potravinářské provozy
- Povinné hlášení – minim. 48 hodin předem na obecní úřad a KHS
- suroviny, mlýny, pekárny a další objekty.
- **Před plynováním je nutné objekty důkladně hermetizovat**

Zdroje emisí kyanovodíku

- Metalurgický průmysl
- Hoření plastů s obsahem dusíku (silon, nylon, molitan, umakart, lepidla, laky, vlna, peří, přírodní hedvábí, palubní desky automobilů, interiéry letadel, obchody s oděvy, koberci, bytové požáry)
- Spalování komunálního odpadu
- Výfukové plyny automobilů, zplyňování uhlí
- Cigaretový kouř - mainstream 40 – 70 ppm, sidestream < 5 ppm (Yamaka et al1991)
- Vulkanická činnost, biogenní procesy rostlin, bakterií, produkován houbami



Neprofesionální otravu může způsobit amygdalin obsažený v hořkých mandlích (požití 5–8 mandlí u dětí a asi 25 mandlí u dospělých vede až ke smrti). Kyanidy obsahuje také bobkovišeň lékařská



Toxicita



- V různé míře toxický pro všechny organismy
- Proniká rychle všemi cestami (sliznicemi, kůží, dýchacími cestami)
- Proniká rychle buněčnými membránami
- Vysoká afinita k železitým iontům – váže se na Fe^{3+} enzymu cytochromoxidázy v mitochondriích blokován přenos elektronu na molekulární kyslík =>
- Zablokuje poslední krok buněčného dýchání – nejcitlivější mozková tkáň => smrt
- Zdravý dospělý člověk je schopný zneškodnit přibližně 1 mg kyanidu/ kg t.hm. za hodinu (metabolizován enzymem rhodanázou)

Hodnoty: 1 ppm = 1,1 mg/m³

Akutní letální toxicita (člověk) - inhalace

180 – 270 ppm	Fatální	Během několika minut
135 ppm	Fatální	Expozice 30 min
546 ppm	Průměrná fatální koncentrace	Do 10 min (1,5 – 6 min) expozice

Letální koncentrace způsobí krátkou stimulaci CNS, vč. hyperventilace, dále bezvědomí, křeče, smrt

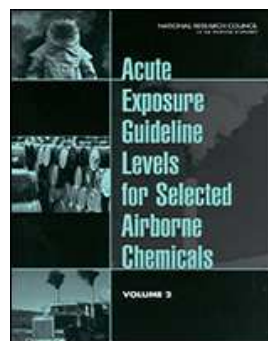
Smrtelná dávka HCN (požití) – 50mg

Smrtelná dávka kyanidu draselného (požití) – 200mg

Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals: Volume 2.

National Research Council (US) Subcommittee on Acute Exposure Guideline Levels.

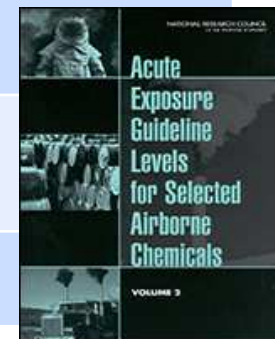
Washington (DC): [National Academies Press \(US\)](#); 2002.



Non letální toxicita



Concentration (ppm)	Effect	Reference
Breathing zone: 0.7 Work area: 0.2	Undefined symptoms of HCN poisoning	Chandra et al. 1980
Geometric mean values of personal samples: 0.03–0.96 (range: 0.01–3.3) Area samples: up to 6	No clear exposure related symptoms or adverse health effects; employment for 1–40 y	Leeser et al. 1990
2–8 (average 5)	Monitoring study; no symptoms reported	Maehly and Swensson 1970
4–6	Monitoring study; no symptoms reported	Hardy et al. 1950
5–13	Headache, fatigue, weakness, tremor, pain, nausea; symptoms increased with years of employment of 0–15 y	Radojovic 1973
<1–17 in different work areas; <1–6.4, general workroom air	Health effects not reported; NIOSH (1976) considered 5 ppm a no-effect concentration	Grabois 1954
6, 8, 10 (mean concentrations) range, 4.2–12.4	Most frequent symptoms: headache, weakness, and changes in taste and smell; employment 5–15 y	El Ghawabi et al. 1975
Unknown; NRC (2000) suggests these exposures were >15	Headache, dizziness, nausea or vomiting, almond or bitter taste, eye irritation, loss of appetite	Blanc et al. 1985
25–75 for approximately 1 h	Numbness, weakness, vertigo, nausea, rapid pulse, and flushing of the face	Parmenter 1926



Léčba



- Musí být rychlá, terapeutické okno 0,5 – 1 hodina
- Při podezření i prokázané otravě
- Pozdní závažné následky i po přežití akutní otravy (hypoxie!)
- Antidotum pouze zdravotnický pracovník, ideálně už ZZS

Antidota



- Amylnitrit (není již dovážen do EU, není antidotum 1. řady dle Evropské lékové agentury)
- 4-DMAP (4-dimetylamino-2,6-dimetyl-4-nitrofenol) + Natriumthiosulfát – i.v. podání. Mechanismus: Hb – metHb – CN-metHb. Nežádoucí účinky: život ohrožující hypotenze, srdeční arytmie, křeče, hypoxie (metHb), zvracení, kóma. Proto pouze v život ohrožujících stavech s prokázanou otravou bez hypoxie!
- **Cyanokit (hydroxykobalamin) – i.v. podání. Antidotum první volby dle EMA. Je registrován v ČR.**
- Zdroj: http://www.szu.cz/uploads/Vzdelavaci_akce/CHPPL/KD_131121/Zakharov.pdf

Cyanokit



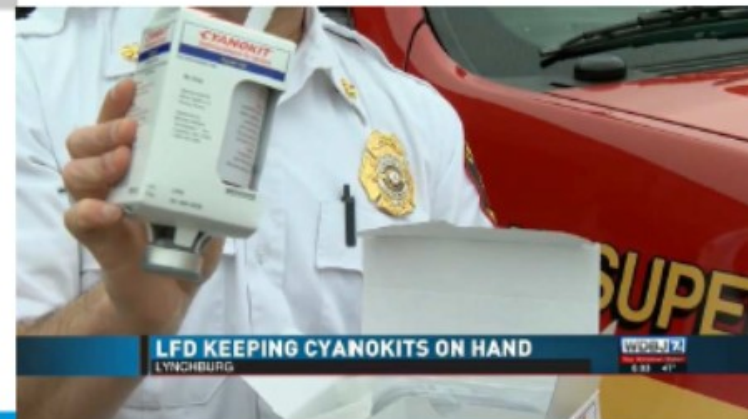
- Léčba zjištěné i předpokládané otravy kyanidy
- Úvodní dávka 5g, děti 70 mg/kg, max. 5g
- Dle tíže otravy může být podána 2. dávka
- Kontraindikace: žádné
- Priorita vždy:
 - 1. kyslík, zajištění průchodnosti DC a ventilace
 - Podpora oběhu
 - Zvládnutí záchvatů
- Zásoba TIS: 5 balení (5 dávek) Cyanokit, 9 balení (45 dávek) 4- DMAP, 100 balení (50 dávek) Natriumthiosulfát

CYANOKIT®

(hydroxocobalamin for injection)



1. One 250-mL glass vial containing 5 g of lyophilized hydroxocobalamin for injection
2. 1 Sterile transfer spike
3. 1 Sterile intravenous infusion set
4. 1 Quick-use reference guide
5. 1 Package insert



Závěr



- Zdroje HCN jsou všudypřítomné
- Otrava vyššími dávkami závažná
- Nutné znát rizikové provozy či indikace k využití HCN
- Léčba musí být okamžitá – připravenost ZZS
- Cyanokit – lék volby

Děkuji za pozornost

kubalova.jana@zszsmk.cz



Děkuji Ing. Pavlu Továrkovi (TOPderax) za cenné informace