

RIZIKOVÉ NOXY VOJENSKÉHO PROSTŘEDÍ

mjr. PharmDr. Jana Žďárová Karasová, PhD.

Katedra toxikologie

Fakulta vojenského zdravotnictví UO



Osnova přednášky:

- Riziková pracoviště
- Analýza pracovního ovzduší
- Biologické expoziční testy
- Zásady práce s rizikovými noxami
- Přehled vybraných nox



Riziková pracoviště

- Příklady rizikových pracovišť jsou uvedeny v předpisu Zdrav 1-1
- Mezi základní povinnosti útvaru patří vedení jmenného seznamu osob pracujících na těchto pracovištích
- Útvar je povinen odesílat tyto pracovníky na pravidelnou roční lékařskou prohlídku
- Nutná vstupní lékařská prohlídka pracovníka



Analýza pracovního ovzduší

- Odběry vzduchu se provádí přímo (do evakuovaných vzorkovnic) nebo nepřímo (škodliviny se zachytávají do sorbentu)
- Orientační detekce tzv. detekčními trubičkami – chyba v rozmezí 30%
- Stanovení laboratorními metodami



Biologické expoziční testy

- V biologickém materiálu se stanovuje buď škodlivina **samotná** (např. metanol v krvi), nebo její **metabolit** (např. kyselina hippurová po intoxikaci toluenem)
- Také se dá hodnotit **reakce organismu** na noxu – změny hladiny některého z intermediátu metabolismu, nebo změny aktivit enzymů (např. zvýšení tvorba methemoglobinu po expozici anilinem)



Biologické expoziční testy – moč

- Většina stanovení nox v moči
- Snadnost odběru vzorku
- Celodenní vzorek – sběr moči 24 hod, vhodné pro stanovení látek s rychlým vyloučením z organismu
- Krátkodobý vzorek – pouze důkaz expozice, nelze odvodit kvantitativní vztah
- Další možnost – odběr krve



Biologické expoziční testy – vydechovaný vzduch

- Odběr těsně po expozici – nelze určit zdali je expozice krátkodobá nebo dlouhodobá, pouze důkaz expozice, c noxy v tomto období vylučování rychle klesá
- Koncentrace noxy je i v průběhu jednoho výdechu různá – v první části výdechu je vždy nižší c noxy než v druhé polovině (vzduch z alveol)
- Odběr do vaků z plastických hmot



Zásady práce s noxami – individuální ochrana

- K ochraně dýchacích cest a obličejové části – ochranná maska s výměnnými filtry
- Také polomasky, ústenky
- Rezistenční doba filtru vůči různým noxám – označuje počet minut po které filtr bezpečně zachycuje škodliviny



Zásady práce s noxami – kolektivní ochrana

- Celkové větrání – nedokonalá výměna vzduchu
- Nucené mechanické větrání
- Odsávací zařízení
- Důležité je zapojit do systému filtry, které zachytí, popřípadě rozloží chemickou noxu



Přehled vybraných nox - aceton

- Získ destilací dřevěného lihu
- Široké uplatnění jako rozpouštědlo
- Vstup do organismu – kůží, dýchací systém
- Hlavní účinek dráždivý (oči, sliznice, dýchací cesty), ve vyšších koncentracích narkotický (mdloby, omámení)
- Poškození jater a ledvin
- Bolesti hlavy



Přehled vybraných nox - aceton

- Chronická otrava – katary spojivek a horních cest dýchacích, anemie, kachektizace organismu, vysoušení kůže – následně zvýšená možnost kožních infekcí
- Terapie – analeptika, podpora dýchání (oxyphyllin), sledovat acidobazickou rovnováhu, udržení a kontrola funkce ledvin a jater



Přehled vybraných nox - azbest

- Azbest je obecné označení pro křemičitany, které se v přírodě vyskytují ve vláknité formě
- Účinek fibrinogenní a onkogenní (karcinom plic), až po mnohaleté expozici (20 let)
- Inhalace azestového prachu může vyvolat azbestozu – zmnožuje se vazivo v plicích, v plicní tkáni se mohou vlákna nacházet volně nebo obalená bílkovinným pouzdrém s obsahem železa)



Přehled vybraných nox - azbest

- Vlákna azbestu se také mohou zapichovat do kůže, kterou dráždí, následně se pak vytvářejí zrohovatělá tělíška, která vyžadují operativní odstranění
- Léčba dle poškození organismu, mnohem důležitější je prevence (vyloučení nebo snížení možné inhalace prachu)



Přehled vybraných nox - benzín

- Souhrnný název pro produkty z rafinovaných frakcí ropy
- Setkáváme se s ním prakticky ve všech průmyslových oborech a v běžném provozu
- Benzín nejčastěji vstupuje do organismu dýchacím systémem, sliznicí trávicího systému a také kůží
- Účinek převážně dráždivý a především narkotický



Přehled vybraných nox - benzín

- Při chronické expozici porucha krve tvorby
- Akutní inhalační otrava – silné bolesti hlavy, bolesti na prsou, kašel s příměsí krvavého sputa, zčervenání kůže, zvracení
- Nekrózy bronchů, edémy plic
- Objektivní známky narušení funkce CNS – až ztráta vědomí
- Poškození jater provázené vysokou horečkou – přes 40 C



Přehled vybraných nox - benzín

- Na kůži může vyvolat akutní zánět nebo změny typu suchého ekzému
- Chronická otrava je charakterizována malátností, ospalostí (i děsivé sny), podrážděnost, anemie, častější onemocnění dýchacích cest
- Při požití nevyvolávat zvracení!



Přehled vybraných nox - dinitrobenzen

- Pevná látka, vybuchuje
- Netěká – méně časté otravy, inhalace prachových částic nebo aerosolu
- Toxický účinek – oxyhemoglobin přeměněn na methemoglobin, poškození krvevotvorby, degenerativní změny vnitřních orgánů (játra)
- Toxický účinek zvýšen současným požitím alkoholu



Přehled vybraných nox - formaldehyd

- Dřevotřískové desky (nábytek), antiseptikum k dezinfekci místností, konzervační prostředek
- Dráždivý plyn, který působí jako protoplazmatický jed – výrazná afinita k CNS, zvláště pak k thalamu, také prokázán mutagenní efekt
- Dráždivý efekt (vzácně křeč hlasivek), při požití možnost vzniku žaludečních vředů, na kůži kopřivka (puchýřovité vyrážky) a bolesti konečků prstů

Přehled vybraných nox - formaldehyd

- Chronická intoxikace – nevýrazná symptomatologie (bolesti hlavy, nechutenství, podrážděnost, poruchy zraku, nespavost)
- Opětovné podráždění kůže – zhrubnutí, ztráta citlivosti, poškození nehtových lůžek a nehtů
- Obvyklá symptomatologická terapie



Přehled vybraných nox – hydroxid sodný

- Široké uplatnění v mnoha odvětvích průmyslu, v armádním prostředí může být použit v odmořovacích směsích pro otravné látky (nervově paralytické látky)
- Účinek na kůži – poleptání (rozpuštění bílkovin za vzniku alkalických albuminátů), na kůži se vytvářejí měkké strupy, kterými dále proniká noxy do hlubších tkání, poškození se hojí jizvami



Přehled vybraných nox – hydroxid sodný

- Méně koncentrované roztoky způsobují bobtnání kůže, změny v reakcích kožního povrchu
- Při trvalé práci se často vyskytují kožní problémy – vředy na koncích prstů, měknutí rohové vrstvy kůže a její následné odlučování, oddělování nehtů od nehtového lůžka



Přehled vybraných nox – hydroxid sodný

- Nebezpečné je i velmi malé množství, které se dostane do oka – vede k zánětu spojivek, zákalu rohovky a postižení hlubších partií očního bulbu – až úplná ztráta zraku
- Oko i kůži oplachujeme velkým množstvím tekoucí vody, následuje neutralizace 2-5% roztokem kyseliny citrónové – následovat by vždy mělo odborné vyšetření lékařem



Přehled vybraných nox - chlór

- Široké uplatnění v chemickém průmyslu, bělení prádla, výroba hnojiv, papíru a mouky, dezinfekční prostředek
- Žlutozelený nehořlavý plyn s dusivým zápachem
- První látkou použitou Němci na frontách první světové války, v armádním prostředí se můžeme setkat s atomárním chlórem z odmořovacích prostředků



Přehled vybraných nox - chlór

- Silně dráždí horní i dolní cesty dýchací, podstatou účinku je kontakt s tkáňovou vlhkostí, při které se vytváří kyselina chlorovodíková a chlorná
- Expozice velmi silných koncentrací může vést k úmrtí během několika minut v důsledku reflektorické obrny dýchacího centra a inhibici srdce cestou nervus vagus



Přehled vybraných nox - chlór

- Dramatický průběh akutní intoxikace – po vdechnutí následuje rychlý křečovitý výdech, následuje lapání po dechu, promodráání tváří, křečovité pohyby rukou
- Nitkovitý tep, dýchání postupně vyhasíná
- Smrt nastává v důsledku udušení



Přehled vybraných nox - chlor

- Intoxikace nižší koncentrací se projeví pocit'ováním prudké bolesti za sternem, pálení a řezání očí, záchvatovitý kašel
- 2-3 hodiny po zasažení dochází k toxickému edému plic, začíná se stupňovat dušnost, objevuje se cyanóza, vykašlávání červeně zbarvené zpěněné tekutiny
- Častá také latence 24 hodin



Přehled vybraných nox – chloramin B a T

- T: dezinfekční prostředek vody a tekutin využitelných pro odmoření pokožky a materiálu
- Alergen
- Vdechování může způsobit rýmu, zvýšení tělesné teploty, průduškové katary astmoidního charakteru



Přehled vybraných nox - kyanovodík

- Bezbarvá a těkavá kapalina s vůní po hořkých mandlích
- Dezinfekce budov, deratizace obilních skladišť a železničních vagonu
- Podobné látky i kyanogenní glykosidy, nejznámější je amygdalin – v semenech mnoha rostlin, zvláště pak v jádrech peckovin



Přehled vybraných nox – kyanovodík

- Během první světové války byl kyanovodík použit ve směsích francouzskou armádou (1918), nevhodné fyzikálně-chemické vlastnosti kyanovodíku způsobily, že tyto směsi nebyly vůbec účinné
- V současné době je už význam kyanovodíku jako bojové chemické látky malý



Přehled vybraných nox - kyanovodík

- Kyanovodík inhibuje enzymy, které mají ve své molekule trojmocné železo – katalázy a cytochromy, pro nás je důležitá inhibice cytochromoxidázy
- Cytochromoxidáza je poslední enzym v dýchacím řetězci, pokud je inhibována je celý sled řetězce reakcí přerušen
- Následkem je dušení na buněčné úrovni



Přehled vybraných nox - kyanovodík

- **Akutní otrava** se manifestuje bolestmi hlavy, závratěmi, mžitkami před očima, pak v rychlém sledu sevření hrudníku a poruchy dechové frekvence
- Následuje fáze křečová, dilatace zornic – rychlá ztráta vědomí
- Ztráta vědomí přechází v hluboké koma, křeče ustupují, dýchání ustává, postižený umírá do hodiny od otravy



Přehled vybraných nox – oxid uhelnatý

- Oxid uhelnatý vzniká při nedokonalém spalování jakékoliv látky obsahující uhlík
- Oxid uhelnatý se po vstřebání plicemi váže se na železo hemoglobinu ke kterému má velmi výraznou afinitu, dochází k hypoxii tkání
- Ostatní brány vstupu do organismu jsou zanedbatelné



Přehled vybraných nox – oxid uhelnatý

- Průběh intoxikace – obraz akutního kyslíkového hladovění, oslabení, závratě
- Následuje paralýza končetin, bezvědomí které je provázeno křečemi, povrchové dýchání, častá je také horečka až 42 C
- Velké nebezpečí představuje silné zvracení, které může vést k aspiraci zvratků a náhlému udušení, z pozdních komplikací je to pneumonie



Přehled vybraných nox – petrolej

- Velmi dráždivý
- Intoxikace se projevuje trýznivým kašlem s expektorací krvavého sputa, závratě, křeče, nauzea – nastupuje bezvědomí se známkami poškození centrálního nervového systému
- Na kůži může vyvolat dermatitidy, ekzémy a následnou keratózu v nejzávažnějších případech kůže nekrotizuje



Přehled vybraných nox – kapalný kyslík

- Riziko malé, při vysokých dávkách a delší době dochází k narušení nervosvalové koordinace a poruchy na úrovni centrálního nervového systému
- Kyslík nepůsobí sám o sobě škodlivě, dochází k vyřazení hemoglobinu jako přenašeče, ten pak netransportuje ani oxid uhličitý
- Dochází taky k narušení enzymových systémů, které jsou spojeny s dýcháním v tkáních



Přehled vybraných nox - metylalkohol

- Metylalkohol je silný nervový a cévní jed
- Páry jsou silně dráždivé (oči, dýchací systém)
- Po intoxikaci dochází k paralýze cév, oboustranné poruchy zrakového nervu a změny oční sítnice, hypoxie a metabolická acidóza
- Vysoká toxicita se připisuje vzniku toxických metabolitů: kyselině mravenčí a formaldehydu (zasahuje do metylačních pochodů v organismu)



Přehled vybraných nox - metylalkohol

- Projevy otravy se velmi silně podobají průběhu otravy etylalkoholem – navíc je popisováno zvonění v uších a poruchy zraku (pokud postižený přežije často dochází k následnému oslepnutí)
- V terapii perorální otravy je možno podat 50 -100 ml etylalkoholu



Přehled vybraných nox - etylalkohol

- Působí jako narkotikum, zpočátku dráždí, potom ochrnují centrální nervový systém
- Také lokální účinek na sliznice a na kůži, dilatuje periferní cévy a snižuje tělesnou teplotu
- Dlouhodobé, často se opakující podávání vyvolává těžká organická poškození orgánů, jako jsou mozek, játra, srdce a ledvin



Přehled vybraných nox - etylalkohol

- Lehká forma intoxikace je charakterizována euforií s výraznou změnou chování, živou gestikulací, nesebekritickým zvyšováním sebevědomí, ztrátou zábran, snížením koncentrace, špatnou artikulací, vrávoravá chůze, poruchy svalové koordinace
- Vyšší hladina se naopak projevuje útlumem centrální nervové soustavy, vědomí se zakaluje a otrava končí komatem



Přehled vybraných nox - etylalkohol

- Chronické účinky byly testovány na laboratorních zvířatech: byly zaznamenány retardace růstu, snížení objemu glykogenu ve svalovině srdce, ovlivnění oxidativní fosforylace, katary hltanu a žaludku, cirhotické změny v játrech, chorobami ledvin, onemocnění sítnice a zrakového nervu a psychickými poruchami



Přehled vybraných nox - toluen

- Narkotický efekt, při vyšších koncentracích dochází k útlumu krvetvorby v kostní dřeni, narušení pohybové koordinace, parestézie
- Při chronické intoxikaci jsou popisovány projevy jako je škrábání v krku, bolest v srdeční krajině, zvýšení šlachových reflexů, poškození tkáně centrálního nervového systému (droga hloupých)



Přehled vybraných nox - olovo

- Při spalování pohonných hmot
- Vstup převážně dýchacími cestami ve formě par a nebo prachu
- Toxický účinek je připisován jeho schopnosti blokovat některé důležité enzymy (například syntéza hemoglobinu) a neurotoxický efekt (může být způsoben zvýšení množství aktivních prekurzorů hemoglobinu)



Přehled vybraných nox - olovo

- Gastrointestinální syndrom – postihuje hladkou svalovinu střev – anorexie, průjem, nauzea, kolikovitě bolesti břicha (lokalizovaná kolem pupku a míří se pásovitě do okolí)
- Pacienti vyhledávají polohu, která jim uleví – sedí na posteli zpříma a mají pokrčené nohy



Přehled vybraných nox - olovo

- Neuromuskulární syndrom – probíhá pod obrazem obrny periferních nervů, nejčastěji jsou postiženy horní končetiny
- Encefalopatie – nejzávažnější projev otravy olovem, ze začátku nespecifické symptomy, později se projeví epileptiformní křeče, delirantní stavy, nebo letargie se zrakovými poruchami
- Až 40% přežívajících má trvalé následky



Přehled vybraných nox - olovo

- Hematologický syndrom – tvorba shluků RNA v erythrocytech, vznik hypochromní anemie v důsledku destrukce erythrocytů
- Renální syndrom – intesticiální fibróza, degenerativní změny ve stěnách tubulů, glomerulech a arteriích – změny jsou reverzibilní
- Olovo se vyplavuje z těla léta (během expozice se ukládá v kostech)



Přehled vybraných nox - rtuť

- Zvyšuje se množství rtuti v důsledku spalování fosilních paliv
- Hlavní cestou vstupu elementární rtuti do organismu je dýchací systém, u solí je to systém trávicí
- Rtuť se deponuje hlavně v ledvinách, játrech a u elementární rtuti také v centrálním nervovém systému



Přehled vybraných nox - rtuť

- Většinu toxických účinků rtuti je možné vysvětlit její schopností reagovat se sírou za vzniku kovalentních vazeb
- V ledvinách dochází k poškození glomerulů a epitelů tubulů – následkem je oligourie a anurie
- Ve střevě dochází k zánětlivým změnám na sliznici, které vedou k dlouhým a urputným průjům



Přehled vybraných nox - rtuť

- Při chronických otravách je charakteristická zvýšená salivace s kovovou pachutí v ústech, dále dochází k vytváření modrošedého lemu na dásních kolem zubů
- Dále dochází k poškození centrálního nervového systému, které se projevuje jemným třesem prstů, očních víček a rtů
- Také charakteristická změna chování a kachexie – často ireverzibilní změny



Přehled vybraných nox - železo

- Významný zdroj je z průmyslových provozů a také z geologických zdrojů
- Za fyziologických podmínek je ho v organismu asi 4 gramy, nejvíce je ho vázáno v hemoglobinu
- Vstřebání železa je pozorováno hlavně v žaludku a v duodenu, vylučuje se také hlavně stolicí, téměř zanedbatelně močí



Přehled vybraných nox - železo

- Toxický účinek železa není doposud vysvětlen, názory se různí (šok, poškození úseku trávicí trubice, metabolické změny - které mají za následek zhroucení respirace)
- Nepochybná je interference s hepatocytárními enzymy



Přehled vybraných nox - železo

- Perorální otrava častá u dětí (5 tablet železa) – hlavním příznakem je hemoragická gastroenteritis, zvratky a vydechovaný vzduch páchne po železe, nekrotické změny žaludeční sliznice, poškození jater, ...
- Dlouhodobé expozice mohou vyvolat siderózu (hnědavě-červená pigmentace plicní tkáně) – cor pulmonale, krvácení do plic, emfyzém, ...



Přehled vybraných nox - selen

- Součást doplňků stravy – ochrana buněčných membrán, šampony – léčba tvorby lupů
- Při předávkování substituce síry v biomolekulách, inhibice enzymových systémů, ztráta fertility a embryotoxický a teratologický efekt
- Dlouhodobá vysoká expozice – únava, obtíže trávicího systému, léze v játrech, bolesti v bederní oblasti, ztráta vlasů a nehtů, vypadávání zubů



Přehled vybraných nox - zinek

- Nejčastější otravy – oxid zinečnatý (zinková běloba)
- Mechanismus toxického účinku není dostatečně vysvětlen – zřejmě srážení proteinů, zásah do metabolismu, ovlivnění minerálového metabolismu (snižují hladinu vápníku a fosforu v kostech)
- Při kontaktu s kůží – dermatitidy



Přehled vybraných nox – pesticidy, insekticidy

- Ochrana kulturních plodin před škůdci (insekticidy), plevelem (pesticidy) a jinými chorobami
- Snaha o selektivní toxicitu a rychlé odbourávání z ekosystému
- V současnosti se snižuje počet intoxikovaných pracovníků pesticidy – problém hlavně zemí třetího světa (přes 1 milion otrav za rok; WHO)



Přehled vybraných nox - insekticidy

- Hubení škodlivého hmyzu, dělí se na požerové, dýchací a kontaktní insekticidy
- Zavedeny v období po 2. světové válce, současnosti důležitý ekologicko-toxikologický problém
- Organochlorové insekticidy
- Organofosforové insekticidy
- Botanické insekticidy



Přehled vybraných nox – organochlorové insekticidy (DDT)

- Není fyto toxický, je to požerový i kontaktní insekticid – dobře se rozpouští v tucích (rozpuštěný pak prostupuje dobře kůží)
- Toxicita pro savce je relativně nízká, problémem je že se kumuluje v tukových tkáních
- Další nevýhodou je, že se rozkládá velmi pomalu, rezidua zůstávají v půdě – toto vede ke kumulaci v prostředí



Přehled vybraných nox – organochlorové insekticidy (DDT)

- Z těla se eliminuje velmi pomalu
- Hlavní účinek DDT na organismus je stimulační vliv na centrální nervový systém, mechanismus tohoto působení není stále objasněn (snad ovlivnění sodíkových a draslíkových kanálů v axonech nervových buněk)
- Vysoké dávky mohou vyvolat parestezie jazyka a rtů, zhoršení dýchání až bezvědomí



Přehled vybraných nox – organofosforové insekticidy

- Na rozdíl od chlorovaných uhlovodíků jsou tyto insekticidy odbouratelné z prostředí, takže se nekumulují
- Z tohoto důvodu je pro jejich účinnost nutná vysoká toxicita, vysoce toxické jsou také pro savce
- Tento typ insekticidu je vždy odvozen od struktury kyseliny fosforečné



Přehled vybraných nox – organofosforové insekticidy

- Mechanismem působení u těchto látek je inhibice životně důležitého enzymu acetylcholinesterázy
- Acetylcholinesteráza je důležitá pro odbourávání neurotransmiteru acetylcholinu v synaptických štěrbinách a neuromuskulárních ploténkách



Přehled vybraných nox – organofosforové insekticidy

- Příznaky intoxikace muskarinového typu (dýchací systém, trávicí systém, vylučovací systém, oko)
- Příznaky intoxikace nikotinového typu (svaly, vegetativní nervový systém)
- Centrální příznaky
- Laboratorní vyšetření



Přehled vybraných nox – organofosforové insekticidy

- Terapie
- Podání anticholinergních léčiv (atropin, benaktyzin)
- Podání reaktivátorů acetylcholinesterázy (pralidoxim, obidoxim, HI-6)
- Antikonvulzivum (diazepam)
- Oxygenoterapie
- Úpravy acidobazické rovnováhy

Přehled vybraných nox – botanické insekticidy

- Nejdéle známé insekticidy – v současnosti již nahrazeny syntetickými deriváty
- Pyrethrum
- Nikotin



Přehled vybraných nox – botanické insekticidy (pyrethrum)

- Extrakt z květů kopretiny stračkolisté
- Účinné látky nejsou prakticky toxické pro teplokrevné organismy
- U citlivějších jedinců byly popsány kontaktní dermatitidy nebo respirační alergie



Přehled vybraných nox – botanické insekticidy (nikotin)

- Selektivní efekt na savý hmyz
- Pro savce je taky vysoce toxický, dokonce prostupuje i neporušenou kůží
- Nikotin je nervovým jedem – v první fázi stimuluje nikotinové receptory (mozek, vegetativní ganglia, nervosvalové spoje), počáteční podráždění rychle přechází ve fázi útlumovou

