



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Intoxikace jedovatými plyny v přednemocniční neodkladné péči

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program:

OCHRANA OBYVATELSTVA

Autor: Bc. Ondřej Říha

Vedoucí práce: prof. RNDr. Jiří Patočka, DrSc.

České Budějovice 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci s názvem „Intoxikace jedovatými plyny v přednemocniční neodkladné péči” jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby diplomové práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 14. 8. 2017

Bc. Ondřej Říha

Poděkování

Tímto bych chtěl velmi poděkovat vedoucímu své diplomové práce, panu prof. RNDr. Jiřímu Patočkovi, DrSc. za odborné vedení mé práce, poskytnutí rad a tipů na její zkvalitnění. Rovněž bych chtěl na tomto místě sdělit poděkování panu kpt. Ing. Jiřímu Zelenkovi, vyšetřovateli požárů Hasičského záchranného sboru Kraje Vysočina a panu MUDr. Petru Novotnému, náměstkovi ředitelky Zdravotnické záchranné služby Kraje Vysočina za poskytnutí dat o intoxikacích jedovatými plyny v Kraji Vysočina. Současně děkuji Markétě Hejátkové, DiS. za poskytnutí údajů o jedné z kazuistik intoxikace oxidem uhelnatým, kterou v této diplomové práci posuzuji.

Intoxikace jedovatými plyny v přednemocniční neodkladné péči

Abstrakt

Toxikologie je multioborová vědní disciplína zabývající se vlivy nebezpečných látek na živé organismy. Negativní účinky některých látek jsou známy již od pravěku a lidstvo se s nimi setkává dodnes. Působení těchto látek na lidské organismy může být vyvoláno buď záměrně (např. zneužití chemických látek při válečných konfliktech), nebo nechtěně (např. intoxikace jedovatými plyny z kouře při požáru). Současné poznatky z oblasti toxikologie umožňují nebezpečné látky blíže charakterizovat, určit jejich efektivní (účinné), toxické a letální (smrtné) dávky a koncentrace a poskytnout adekvátní první pomoc zasaženým lidem. Znalost postupů první pomoci v případě intoxikací jedovatými plyny je stěžejní pro záchranu lidského života a zmírnění následků toxického účinku. V návaznosti na univerzální postup první pomoci, tj. bezprostřední vyproštění pacienta ze zamořené oblasti a přivolání zdravotnické záchranné služby, musí být zasaženému člověku poskytnuta adekvátní přednemocniční neodkladná péče.

Cílem diplomové práce je toxikologicko-chemický popis jedovatých plynů, zavedení užívaných odborných pojmů a veličin. V návaznosti na tyto poznatky jsou uvedeny postupy používané při intoxikacích v přednemocniční neodkladné péči a urgentní medicíně. Praktická část práce obsahuje geograficko-demografickou charakteristiku Kraje Vysočina a místního poskytovatele zdravotnické záchranné služby. V rámci práce byla hledána odpověď na výzkumnou otázku „Jak závažným problémem jsou intoxikace jedovatými plyny v přednemocniční neodkladné péči a urgentní medicíně?“. Za tímto účelem byla poptána statistická data od Zdravotnické záchranné služby Kraje Vysočina a Hasičského záchranného sboru Kraje Vysočina. Obdržená data byla dále zpracována a vyplynulo z nich, že úmrtnost při intoxikacích jedovatými plyny na místě události je nízká a v porovnání s celkovými počty výjezdů se jedná o ojedinělé případy.

Klíčová slova

toxikologie; jedovaté plyny; první pomoc; přednemocniční neodkladná péče; urgentní medicína

Intoxication of poisonous gases in prehospital emergency care

Abstract

Toxicology is a scientific discipline dealing with the influences of dangerous substances on living organisms. The negative effects of some substances have been known since the prehistoric times and the human race has had to face them until today. The impact of these substances on human organisms may be caused either deliberately (e. g. misuse of chemical substances during war conflicts) or unintentionally (e. g. intoxication by poisonous gases released from fire). The current knowledge of the field of toxicology enable to characterise the dangerous substances, to define their effective, toxic and lethal doses and concentrations and to give first aid to the people affected. The knowledge of the first aid procedure in case of intoxication of poisonous gases is crucial for the rescue of human life and moderation of the toxic effects. In connection to the universal first aid procedure, i. e. the patient's rescue out of the contaminated area and calling of the rescue service, the person affected has to receive an adequate immediate pre-hospital care.

The aim of the diploma thesis is to toxicologically and chemically describe poisonous gases and introduce basic terms and quantities used in this field. On the basis of these findings, the thesis names procedures used in cases of intoxication in pre-hospital immediate care and urgent medicine. The practical part of the thesis is focused on geographic and demographic characteristics of the Vysočina region and the local provider of the medical rescue service. The thesis includes an attempt to answer the question "How serious a problem is the intoxication by poisonous gases in the pre-hospital immediate care and urgent medicine?". In order to answer this question, there was an inquiry for some statistic data from the Medical Rescue Service of the Vysočina Region and the Fire Rescue Service of the Vysočina Region. The received data was processed and the results showed that the rate of mortality at the places of incident in cases of poisonous gases intoxications is low and in comparison with the total number of rescue service interventions these are rare cases.

Keywords

toxicology; poisonous gases; first aid; prehospital emergency care; emergency medicine

Obsah

ÚVOD	7
1 TEORETICKÁ ČÁST	8
1.1 TOXIKOLOGIE.....	8
1.1.1 <i>Toxikologické pojmy a veličiny</i>	11
1.1.2 <i>Toxikokinetika</i>	16
1.2 NEBEZPEČNÉ PLYNY	18
1.2.1 <i>Oxid uhelnatý</i>	18
1.2.2 <i>Oxid uhličitý</i>	24
1.2.3 <i>Kyanovodík</i>	24
1.2.4 <i>Oxid siřičitý</i>	25
1.2.5 <i>Sulfan</i>	26
1.2.6 <i>Bojové plyny</i>	26
1.3 POSTUPY V URGENTNÍ MEDICÍNĚ A PŘEDNEMOCNIČNÍ NEODKLADNÉ PÉČI	27
1.3.1 <i>První pomoc</i>	28
1.3.2 <i>Odborná lékařská pomoc</i>	28
2 PRAKTICKÁ ČÁST	42
2.1 ZDRAVOTNICKÁ ZÁCHRANNÁ SLUŽBA KRAJE VYSOČINA.....	42
2.2 METODIKA SBĚRU A ANALÝZY DAT	45
2.3 <i>Preventivní program</i>	46
3 VÝSLEDKY	47
3.1 STATISTICKÉ ÚDAJE.....	47
3.2 KAZUISTIKY	49
3.2.1 <i>První kazuistika</i>	50
3.2.2 <i>Druhá kazuistika</i>	55
3.2.3 <i>Třetí kazuistika</i>	56
DISKUZE	61
ZÁVĚR	63
SEZNAM LITERATURY	64
SEZNAM PŘÍLOH A OBRÁZKŮ	68
SEZNAM ZKRATEK	69
PŘÍLOHA Č. 1	71

Úvod

Akutní intoxikace je příkladem urgentního stavu, který zásadně ohrožuje zdraví i životy zasažených pacientů. Důležitými aspekty při posuzování závažnosti intoxikace jsou druh otravné látky (a s tím související její poločas rozpadu), její množství, doba jejího působení a způsob, jak pronikla do organismu. Tyto faktory, které ovlivňují míru intoxikace organismu, hrají důležitou roli při volbě konkrétního postupu v rámci přednemocniční neodkladné péče a následné terapie. (Ševela, a další, 2011)

V přednemocniční a následné nemocniční péči o intoxikovaného pacienta se k výše zmíněným faktorům přidává včasné a správné určení diagnózy, kompetentnost a erudovanost zdravotnických pracovníků a včasné zahájení komplexní a účinné terapie. Mezi další významné ukazatele v rámci přednemocniční fáze patří správné směřování daného pacienta do cílového zdravotnického zařízení a z hlediska nemocniční fáze úroveň vybavenosti zdravotnických zařízení. (Ševela, a další, 2011) (Šeblová, a další, 2013)

Z širokého spektra možných intoxikací jedovatými plyny byly vybrány ty, které podle praxe zdravotnických pracovníků v urgentní medicíně představují v současné době nejvyšší riziko a vyznačují se značným klinickým problémem.

1 TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická část diplomové práce je rozdělena do 3 oddílů. V nich jsou obsažené veškeré poznatky, které jsou následně aplikovány v praktické části práce a její příloze. První oddíl charakterizuje toxikologii jako vědní disciplínu z hlediska její historie, současnosti a především jejího významu ve společnosti. Zavedeny jsou zde rovněž základní toxikologické pojmy (jed, toxicita, toxický účinek) a veličiny (efektivní, toxikologická a letální dávka a koncentrace). Toxické účinky jsou popsány z hlediska orgánů tělesné soustavy, na které daná jedovatá látka působí, a časového hlediska působení těchto látek. Stručně je popsána rovněž toxikokinetika, tedy cesta toxické látky v živém organismu od vstupu do něj po vyloučení.

Ve druhém oddílu teoretické části diplomové práce jsou představeny vybrané nebezpečné plyny, se kterými lze běžně přijít do styku. Obsaženy jsou zde obecné informace o těchto látkách, jejich vlastnosti, reakce a podrobněji popsány jejich toxické účinky.

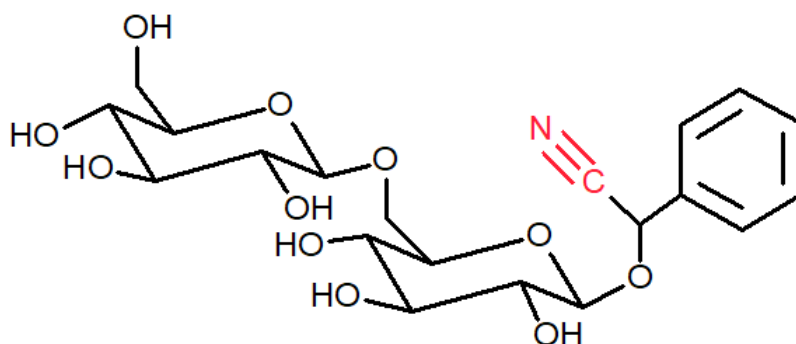
Třetí oddíl tvoří popis intoxikací na základě otrav různými jedovatými plyny. Oddíl je rozdělen do dvou kompaktních částí. V té první je popsána první pomoc zvládnutelná nelékařskými a neodbornými pracovníky. Následuje charakterizace odborné lékařské pomoci při otravách jedovatými plyny v rámci urgentní medicíny.

1.1 Toxikologie

Toxikologie je multioborová disciplína, která se zabývá vlivy různých chemických látek na živé organismy. Velmi úzce koreluje s jinými přírodními vědami, například biologií, chemií či fyzikou, dále medicínou nebo společenskými vědami (psychologií či statistikou). (Linhart, 2014)

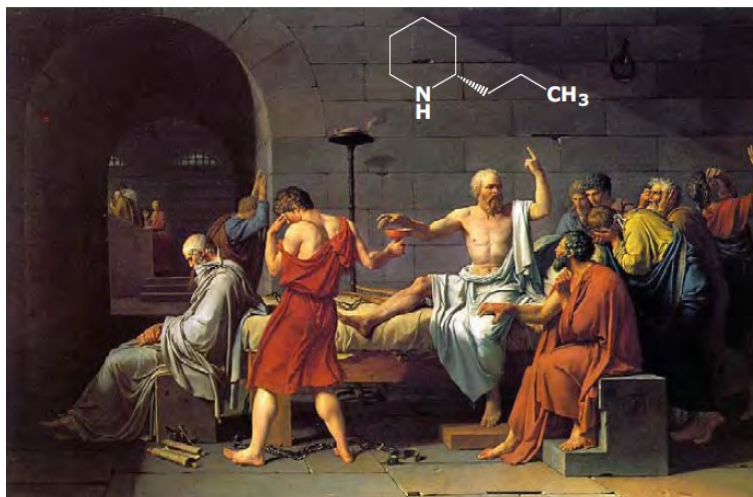
Samotný název této disciplíny, toxikologie, pochází z řečtiny. Slovo „*το τοξικου*“ označovalo jed k napouštění šípů a termín „*λογος*“ znamená věda. Již v pravěku byly známy empirické poznatky o účincích některých látek, kterými byly namáčeny bojové šípy a používány při lovu zvěře jako hlavního tehdejšího pokrmu. Obdobně byly postupně poznávány také léčivé účinky některých rostlin či jejich halucinogenní vlastnosti. (Nesměrák)

Ve starověkém Egyptě již byly známy mnohé anorganické a organické jedy. Těmi anorganickými byly například sloučeniny arsenu, rtuti či olova. Jako organické jedy je možné zmínit třeba opium, čemeřici či oměj. Zvláštní kapitolou bylo tzv. soudnictví ordálového typu. Obžalovanému člověku byl podán **destilát z pecek broskví**. Jestliže dotyčný přežil, bylo to „důkazem“ jeho nevin. Pokud zahynul, ostatní byli přesvědčeni o oprávněnosti jeho smrti. Podstata účinku tohoto destilátu tkví v tom, že pecky broskví obsahují glykosid amygdalin, jehož vzorec je uveden na obrázku 1.1. Tato sloučenina se rozkládá za vzniku vysoce jedovatého kyanovodíku HCN, který blokuje činnost enzymů tkáňového dýchání. To vede k tkáňové hypoxii (nedostatku kyslíku). Ve starověkém Egyptě měl obžalovaný šanci přežít pouze v případě, že připravený destilát obsahoval velmi malé množství vznikajícího kyanovodíku, nebo žádný. (Nesměrák, 2017)



Obr. 1.1 Strukturální vzorec glykosid amygdalinu s vyznačenou $-C \equiv N$ skupinou. Pro účely této diplomové práce vytvořil v programu ChemSketch Jan Břížďala.

Otravy jsou hojně využívány pro usmrcování lidí od pravěku dodnes. Známý obraz Smrt Sokratova od francouzského klasicistního malíře Jacquese-Louise Davida (1748 – 1825) znázorňuje nucenou smrt řeckého myslitele **Sókrata** (469 – 399 př. n. l.). Ten byl odsouzen radou města Athén k trestu smrti a donucen vypít odvar z bolehlavu obsahující jedovatý alkaloid koniin. Na obrázku 1.2 je znázorněn onen obraz a strukturální vzorec zmíněného alkaloidu. (Ibis Communications, Inc., 2003)



Obr. 1.2 Obraz Smrt Sokratova od francouzského malíře Jasquese-Louise Davida a strukturní vzorec koniinu (Nesměrák, 2017)

Otravy a pokusy o otravy jsou úzce spjaty rovněž s českými zeměmi. V roce 1304 naházeli kutnohorští horníci do potoku protékajícího vojenským ležením obklopujícím město strusku vzniklou po zpracování stříbra, které se v té době ve městě těžilo. Tato struska obsahovala mimo jiné jedovaté sloučeniny olova a arsenu. Příznaky otravy se tak projevíly u vojáků **Albrechta Habsburského**, který se musel se svojí družinou stáhnout. (Nesměrák)

Známé jsou také pokusy o otravu budoucího císaře **Karla IV.** v italské Pavii roku 1331 nebo pokus o vraždu **Vladislava II. Jagellonského**. V roce 1969 zemřel na otravu svítivým, jehož hlavní složkou je oxid uhelnatý CO, známý český herec a zpěvák **Jiří Šlitr**, jeden ze zakladatelů Divadla Semafor. (Nesměrák) (Ptáčková, a další, 2016)

Oblíbenými způsoby otrav bylo přimíchávání jedů do potravin či nápojů. Dodnes se objevují spekulace o smrti **Ludwiga van Beethovena** (1770 – 1827) na základě otravy olovem. K ní by však nejspíše došlo jeho nevědomostí, neboť konzumoval lacinější víno, které se ochucovalo olovnatými sloučeninami. Dioxiny byly naopak použity pro otravu ukrajinského prezidentského kandidáta **Viktora Juščenka** v roce 2004. Tento bývalý prezident Ukrajiny má dodnes známky otravy patrné na svém obličeji, jak je viditelné na obrázku 1.3. (Prechl, 2007) (Mašková, 2004)



Obr. 1.3 Bývalý prezident Ukrajiny Viktor Juščenko. Foto: ČTK

Velké množství otrav a zneužívání bojových plynů ve **válkách** (chlor, yperit...) bohužel přispěly k negativnímu vnímání chemie, která byla dříve veřejně vnímána jako pro člověka pozitivní vědní disciplína. V současné době je chemie vnímána veřejností převážně negativně, což je možné označit jako **chemofobii**. (Nesměrák)

1.1.1 Toxikologické pojmy a veličiny

Jed, toxicita

Základním toxikologickým pojmem je termín **jed**. Obecně je obtížné zavést jednu univerzální definici tohoto slova. Laicky je možné říct, že jedem je každá látka, která může způsobit nepříznivou reakci organismu. To však naráží na poznatky známé již od starověku, neboť každá látka může při určitých dávkách vyvolat tuto škodlivou reakci. Například smrtelná dávka kuchyňské soli pro dospělého člověka (80 kg) je přibližně 300 g či vypítí více než 15 litrů nemineralizované vody. Požití většího množství vody totiž vede k narušení osmotické rovnováhy v organismu. Zvýšený příjem soli či vody může způsobit úmrtí i zvířat. (Nesměrák) (Linhart, 2014) (Horák, a další, 2004) (Lenntech BV) (Thompson)

Z toxikologického hlediska je možné rozhodnout o každé látce, zda je či není jedem, v závislosti na její podávané dávce. Navzdory zdravotním rizikům zvýšené konzumace soli není možné obecně považovat 0,5 g chloridu sodného za jed. Naopak již zmiňované množství 300 g kuchyňské soli již pro dospělého člověka jedem je. O jedovatosti látek rozhoduje také typ organismu, který je jejich působení vystaven a způsob, jakým se daná látka do organismu dostává. Zatímco kofein je pro hmyz smrtící již ve velmi malých

dávkách (vybrané rostliny ho syntetizují právě za účelem odpuzování hmyzu), člověk tento alkaloid běžně v omezené míře přijímá v kávě, čaji či kolových nápojích. Obdobně člověk běžně požívá bonbonky hroznového cukru (glukosy) ústy, avšak implementace takového množství tohoto sacharidu do žíly by mohla být pro daný organismus až smrtící. (Linhart, 2014) (Nesměrák) (Nesměrák, 2017) (Horák, a další, 2004)

Jedy je možné vymezit rovněž **platnou legislativou**. Současné zákony, vyhlášky, nařízení vlády a evropské směrnice uvádí povinnosti o evidenci a nakládání s nebezpečnými látkami. Tyto látky jsou pro právní účely vymezeny jejich výčtem. Mezi nejvýznamnější související legislativu patří:

- **Zákon č. 350/2011 Sb.;** Zákon o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon);
- **Zákon č. 258/2000 Sb.;** Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů;
- **Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006** ze dne 18. prosince 2006; o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky a o změně některých předpisů.

Z hlediska vlastní bezpečnosti je nezbytné považovat za jed každou pro člověka neznámou látku. Není vhodné například pít tekutinu z obalu, i když by se jednalo o láhev od minerální vody, aniž by byl dotyčný přesvědčen o jejím původu. Totéž platí o potravinách. Nezřídka kdy je možné se setkat s místy, ve kterých je konzumace libovolných potravin a nápojů zakázána, například v chemických laboratořích. (Nesměrák)

Pojem jed bývá mnohdy nahrazován i některým ze svých synonym. Těmi nejběžnějšími termíny jsou **xenobiotikum, toxin, toxikant, exogenní látka** či **noxa**. Schopnost jedů vyvolávat toxický účinek se nazývá toxicita. (Nesměrák)

Toxické účinky

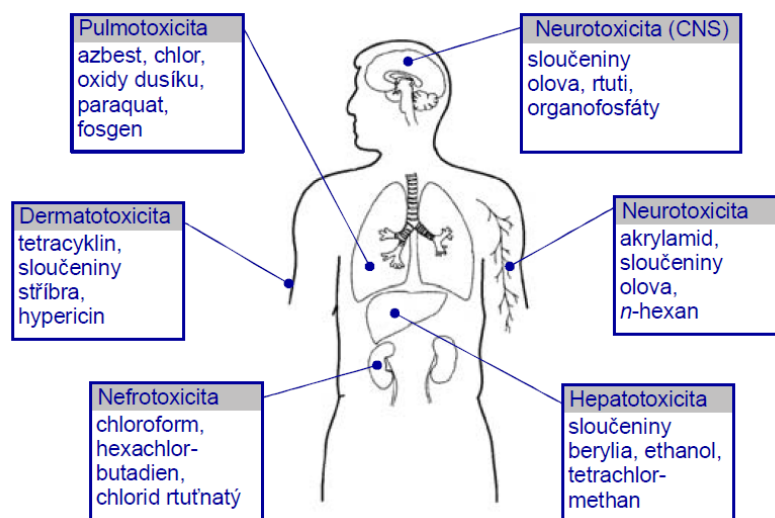
Podle projevu daného jedu se může u organismu projevit ireverzibilní (nevratný) či reverzibilní (vratný) toxický účinek. Příkladem reverzibilního toxického účinku jsou halucinace, křeče či opilost způsobená požitím alkoholu ethanolu. Po určité době se

organismus vrátí do svého původního stavu, přičemž se pro tento účel zanedbávají dlouhodobé účinky alkoholu na činnost některých orgánů. Naopak mezi ireverzibilní toxické účinky patří mutagenita (tj. trvalé poškození organismu) či smrt. (Linhart, 2014) (Nesměrák) (Horák, a další, 2004)

Z hlediska místa působení daného jedu, tj. účinku na funkci konkrétního orgánu, je možné rozlišit následující toxické účinky: (Nesměrák)

- **Neurotoxická** (zásah do činnosti centrální nervové soustavy)
- **Pulmotoxická** (zásah do činnosti plic)
- **Dermatotoxická** (poškození pokožky)
- **Hepatotoxická** (zásah do činnosti jater)
- **Nefrotoxická** (zásah do činnosti ledvin)

Ilustrativní vyobrazení jednotlivých orgánů lidského organismu s přehledem toxických účinků působení na ně je na obrázku 1.4.



Obr. 1.4 Toxické účinky různých látek v závislosti na zasaženém orgánu lidského organismu. (Nesměrák)

Příkladem látky vykazující pulmotoxické účinky je azbest. Tato látka bývala dříve využívána jako nehořlavý materiál například pro obklad komínu. Z azbestu se však uvolňovaly drobné částice (vlasce), které byly člověkem vdechovány a ucpávaly plicní sklípky. (Mačák, a další, 2012) (Office of Information and Public Affairs U.S. Consumer Product Safety Commission, 2017)

Podle časového kritéria působení daného xenobiotika na organismus může nastat **akutní**, **chronický** či **pozdní** toxický účinek. Akutní toxické účinky nastávají při jednorázovém podání vyšší dávky a projevují se ve velmi krátkém čase. Příkladem těchto účinků je otrava oxidem uhelnatým, kdy u člověka pobývajícího i po velmi krátkou chvíli v místnosti s vyšším objemovým procentem oxidu uhelnatého nastává okamžitě bezvědomí a následně smrt. Chronické účinky nastávají při dlouhodobém přísunu nižších dávek a projevují se po velmi dlouhé době. Před zahájením výstavby nové budovy se provádí radonový průzkum zastavovaného pozemku, aby se v rámci realizace stavby mohly vybudovat některá protiradonová opatření. Tento radioaktivní plyn unikající ze zemského podloží by dlouhodobě měl negativní vliv na lidský organismus. Pozdní účinek je možné sledovat až po velmi dlouhé době od doby, kdy byl organismus vystaven působení dané toxické látky. Příkladem je jednorázové ozáření nebezpečným radioaktivním materiálem. (Balog, 1998) (Patočka, 2004) (Pelclová, 2014) (Simont, 2015)

Toxikologické veličiny

Účinky xenobiotik je vhodné umět kvantitativně stanovit. Za tímto účelem je možné využívat některé dále zavedené toxikologické indexy, které byly odvozeny z experimentálně získaných závislostí. To znamená, že se například podával potkanům morfin a v závislosti na podaném množství morfinu se pozorovalo, kolika potkanům se zvedne ocas. Veškeré dále popsané veličiny jsou sami navzájem svojí paralelou. (Nesměrák)

Prvními toxikologickými veličinami jsou **efektivní (účinná) dávka ED/ efektivní (účinná) koncentrace EC**. Tyto veličiny udávají, při jaké dávce či koncentraci xenobiotika nastává u testovaného organismu sledovaný účinek (např. zvednutí ocasů u potkanů, rozšíření zornic u člověka). (Linhart, 2014) (Balog, 1998)

Pro lepší popis účinku xenobiotik se používají veličiny **ED₅₀** a **EC₅₀**. Zatímco ta první udává hodnotu dávky, při které nastal sledovaný jev u 50 % testovaných organismů, druhá koncentraci, při které se tak stalo. Analogicky je možné zavést veličiny **ED₀ (EC₀)**, tj. nejvyšší hodnota dávky (koncentrace), při které sledovaný efekt nenastal u žádného testovaného organismu, či veličiny **ED₀ (ED₁₀₀)**, tj. nejnižší hodnota dávky

(koncentrace), při které sledovaný efekt by nastal u všech testovaných organismů. (Nesměrák) (Balog, 1998)

Obdobami efektivní dávky a koncentrace jsou veličiny **toxická dávka TD** a **toxická koncentrace TC**. Hodnota této veličiny udává, při jaké dávce či koncentraci toxické látky nastává u testovaného organismu sledovaný toxický účinek. Pro statistické potřeby se nejčastěji pracuje se specifikacemi těchto veličin na hodnoty **TD₅₀** a **TC₅₀**, tj. dávka (koncentrace), při které vykazuje sledovaný toxický účinek právě polovina testovaných organismů. Obdobně jako v předchozím případě je možné i zavést veličiny **TD₀**, **TC₀**, **TD₁₀₀** a **TC₁₀₀**. (Linhart, 2014) (Nesměrák) (Horák, a další, 2004) (Balog, 1998)

Smrtnou (letální) dávku a koncentraci vyjadřují veličiny **LD** a **LC**. Odvozené veličiny **LD₅₀** a **LC₅₀** udávají dávku a koncentraci, při kterých zahynulo právě 50 % sledovaných organismů. Paralelně se opět zavádí i veličiny **LD₀**, **LC₀**, **LD₁₀₀** a **LC₁₀₀**. (Linhart, 2014) (Nesměrák) (Horák, a další, 2004) (Balog, 1998)

Na tomto místě je nezbytné podotknout, že existují mezidruhové rozdíly v letálních dávkách různých xenobiotik a tyto hodnoty jsou závislé i na způsobu jejich vpravení do organismu. Letální dávka jedu arsenik (oxid arsenitý As_2O_3) je pro potkana $LD_{50} = 20,0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, zatímco pro člověka má hodnotu nižší, $LD_{50} = 1,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. (Linhart, 2014) (Nesměrák) (Horák, a další, 2004) (Balog, 1998)

Posledními toxikologickými indexy, které zde budou zmíněny, jsou **NOAEL** (No Observable Adverse Effect Level) a **LOAEL** (Lowest Observable Adverse Effect Level) První veličina udává nejvyšší podanou dávku, při které stále nebyl pozorován žádný nežádoucí účinek. To nevylučuje možnost, že mohl být pozorován jiný účinek, který však není vnímán nepříznivě. Veličina **LOAEL** vyjadřuje nejnižší podanou dávku, při které již byl prokázán nežádoucí účinek na testovanou skupinu. (Linhart, 2014) (Nesměrák) (Horák, a další, 2004) (Balog, 1998)

1.1.2 Toxikokinetika

Samostatné postavení v rámci toxikologie má disciplína nazývaná se toxikokinetika. Ta se zabývá osudem xenobiotika v živém organismu, vzájemným působením mezi toxickou látkou a organismem. Samotný sledovaný děj je možné rozdělit do 4 fází, pro což se mnohdy používá zkratka **ADME**.

Význam zkratky **ADME**: (Sunalim, 2011)

- **A = absorption** (absorpce; vstup xenobiotika do organismu)
- **D = distribution** (distribuce xenobiotika po organismu)
- **M = metabolism** (metabolismus xenobiotika v organismu)
- **E = excretion** (exkrece; vyloučení xenobiotika z organismu)

Xenobiotikum může vstoupit do organismu různými způsoby. Podle toho, zda je nutná jeho absorpce, nebo nikoliv, se možné vstupy xenobiotika do organismu rozdělují na intravaskulární (absorpce není nutná) a extravaskulární (absorpce je nezbytná). V následujícím výčtu jsou pouze první 2 vstupy intravaskulární, ostatní jsou extravaskulární: (Nesměrák) (Horák, a další, 2004) (Balog, 1998) (Patočka, 2004)

- **Intravenosně (i.v.)** (do žíly)
- **Intraarteriálně (i.a.)** (do tepny)
- **Inhalačně (inh.)** (dýchacími cestami)
- **Intramuskulárně (i.m.)** (do svalu)
- **Rektálně (-)** (do konečníku)
- **Subkutánně (sc.)** (do kůže)
- **Orálně (or.)** (zažívacím traktem)
- **Transdermálně (derm.)** (přes kůži)

Jednotlivé vstupy jsou seřazeny dle rychlosti nástupu účinku podávaného xenobiotika, přičemž nejrychlejší je intravenosní (i.v.) aplikace, tj. aplikace do žíly. Tato skutečnost je důvodem běžné praxe, že zdravotničtí záchranáři zajišťují pacientům periferní žilní katétr a jsou tak kdykoliv připraveni mu podat lék v závislosti na stavu daného jedince. Příkladem je podání adrenalinu u stavu alergické anafylaxe. (Davis, 2013)

Nejčastějším vstupem otravné látky do organismu je perorální cesta (95 %). Méně častá je inhalační (2 %) či intravaskulární cesta (1 %). (Linhart, 2014) (Nesměrák)

Některé jedovaté látky (například dichroman draselný $K_2Cr_2O_7$) mají toxické účinky na lidskou pokožku, prostupují ní (ač pozvolna) do lidského organismu a mohou i způsobit mimo jiné rakovinu kůže. (Patočka, 2006) (Information.)

Otrava jedovatými plyny (oxidy uhlíku, síry či dusíku, chlorovodíkem, chlorem, čpavkem) nastává díky inhalačnímu vstupu xenobiotika do organismu a může způsobit inhalační trauma. Inhalačním traumatem se rozumí akutní postižení organismu způsobené inhalací (vdechnutím) zplodin hoření vzniklé na chemické a fyzikální bázi. Dochází tak k místnímu poškození dýchacího epitelu a následné systémové intoxikaci z potenciálního působení tlaku a tepla. (Ševela, a další, 2011) (Šeblová, a další, 2013) (Pokorný, 2010)

Klasifikace inhalačních traumat (Ševela, a další, 2011) (Šeblová, a další, 2013) (Pokorný, 2010)

- **Trauma supraglotického prostoru** způsobené působením chemikálií a vysoké teploty, přičemž dochází k rozvoji edému s následným otokem dýchacích cest, při krátkodobé expozici zplodin hoření a vysoké teplotě. Chemické poškození způsobují látky dobře rozpustné ve vodě jako je např. chlorovodík a oxid siřičitý.
- **Tracheobronchiální trauma** je způsobeno zplodinami hoření při delší expozici za nižší teploty. Způsobují to látky méně rozpustné ve vodě (oxidy dusíku, uhlovodíky, fosgen), kdy dochází k nekróze buněk a může to progredovat až k obrazu zánětlivé reakce plicního parenchymu. Klinickým obrazem je tedy dechová nedostatečnost a hypoxémie.

Systémová reakce celého organismu je přítomna při intoxikaci zplodinami hoření. Složení chemikálií obsažených v kouřových plynech je většinou kyselé. To má za následek posun acidobazické rovnováhy v organismu. V rámci těchto intoxikací se jedná o působení širokého spektra jedů.

Při **distribuční fázi** cesty xenobiotika po organismu dochází k jeho transportu v neporušené podobě do místa účinného působení (například oxid uhelnatý se váže na

červené krevní barvivo hemoglobin a blokuje zde možnost navázání molekul dýchacího kyslíku). (Ševela, a další, 2011) (Patočka, 2005) (J R Soc Med, 2001)

Po proběhlé distribuci přichází na řadu stěžejní **metabolická část**. Při ní může docházet k chemickým změnám v rámci molekuly konkrétního xenobiotika (disociace, rozklad účinkem teploty či pH apod.), nebo přeměně některých sloučenin již dříve přítomných v těle (obvykle navázání jedu do molekuly enzymu vedoucí k blokaci jeho činnosti). (Ševela, a další, 2011) (Patočka, 2005)

Finální fází je **vyloučení** xenobiotika z organismu. To může proběhnout různými způsoby, přirozenými (močí, potem, výdechy...) či umělými (operačně, odsátím...). Snahou je absorbované xenobiotikum vyloučit z organismu tak, aby způsobilo co nejmenší zdravotní újmu danému jedinci. (Ševela, a další, 2011) (Patočka, 2005)

1.2 Nebezpečné plyny

Tento oddíl obsahuje strukturovaný přehled základních charakteristik a nebezpečných toxických účinků vybraných plynů, které jsou buď toxické nebo jen nebezpečné a mohou způsobit fatální následky. Vybranými příklady těchto plynů byly oba oxidy uhlíku (uhelnatý a uhličitý), kyanovodík, sloučeniny síry (oxid siřičitý a sulfan). V oddílu je začleněna i zmínka o bojových plynech (chlor, fosgen...) s přesahem do dění v současném světě.

1.2.1 Oxid uhelnatý

Oxid uhelnatý CO je za standardních podmínek bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, je lehčí než vzduch. Vzniká při nedokonalém spalování uhlíku, tj. za nedostatečného přístupu kyslíku O₂ či při nízkých teplotách nebo při rychlém hoření. Nebezpečnost oxidu uhelnatého tkví v tom, že je bezbarvý a bez zápachu, a proto je obtížně detekovatelný bez využití speciálních měřicích přístrojů. Naneštěstí i oxymetry, které používají zdravotnické záchranné služby pro zjištění saturace krve kyslíkem, poskytují v případě intoxikace oxidem uhelnatým nesprávně vysoké hodnoty, což znesnadňuje odhalení samotné otravy. Kvalitní detektory upozorňující na zvýšený obsah oxidu uhelnatého mají

u sebe například profesionální hasiči, horníci či jsou tato zařízení umístěna v podzemních garážích či budovách. Příklad takového detektoru je prezentován na obrázku 1.5. (Wichterlová, 2001) (Gray, 2012) (Housecroft, a další, 2014) (Kvarčák, 2005) (Polák, 2016)



Obr. 1. 5 Detektor oxidu uhelnatého (zdroj: hastex.cz)

Otravy oxidem uhelnatým jsou nejčastějšími náhodnými otravami v Evropě a Severní Americe. Mezi nejčastější místa intoxikace oxidem uhelnatým patří malé místnosti (kuchyně, koupelny...), ve kterých dochází ke spalování zemního plynu či propanbutanové směsi za nedostatečného přístupu kyslíku. Nemálo časté jsou i sebevražedné otravy oxidem uhelnatým zastoupeným ve výfukových plynech nastartovaného automobilu v garáži. (Ševela, a další, 2011)

Jinými častými zdroji oxidu uhelnatého jsou také produkty hoření v nedostatečně odvětrávaných ohništích a krbech, požáry uvnitř budov (oxid uhelnatý je pouze jedním z toxických produktů), průmyslová či vulkanická činnost. Na riziko možné otravy oxidem uhelnatým je nezbytné dopředu myslet a snažit se mu předcházet (například výměna poruchového kotle, pravidelná revize komínu u krbu, nezdržování se v málo větrané uzavřené místnosti). Lidé, kteří se ocitnou v místnosti, ve které leží několik osob v bezvědomí bez známé příčiny jejich stavu, by měli předvídat, že možným činitelem může být právě „neviditelný“ oxid uhelnatý. (Wichterlová, 2001) (Polák, 2016)

Podle statistik se otrava oxidem uhelnatým projeví každoročně přibližně u 50 000 obyvatel USA, 25 000 občanů Velké Británie, 6 000 Francouzů a až 1 500 Čechů. Z toho

smrtný toxický účinek nastane až u 1000 Američanů a až 150 Čechů. V naší zemi dochází k otravám oxidem uhelnatým nejčastěji v chladných zimních měsících, tj. říjnu až březnu. To lze dát do souvislosti s topnou sezónou, tedy nutností lidí vytápět svá obydlí a jejich podceněním rizika nedokonalého spalování paliv vedoucího k produkci oxidu uhelnatého. (Ševela, a další, 2011) (Wichterlová, 2001) (Kvarčák, 2005)

Oxid uhelnatý vstupuje do organismu inhalačně (dýchacími cestami). Prvotními příznaky otravy jsou bolesti hlavy či na hrudi, nevolnost, dušnost či závratě. Po delší expozici nastává kolaps, ztráta vědomí (sommolence, sopor až kóma) až smrt. Zmiňované příznaky jsou graficky zpracovány na obrázku 1.6. (Ševela, a další, 2011) (Wichterlová, 2001) (Kvarčák, 2005)



Obr. 1.6 Příznaky otravy oxidem uhelnatým (zdroj: regelair.cz, upraveno)

Jednotlivé příznaky se odvíjí nejen od doby expozice v místnosti zamořené oxidem uhelnatým, ale také na jeho objemovém zlomku v dané lokaci. Tabulka 1.1 zpřehledňuje příznaky otravy oxidem uhelnatým v závislosti na jeho objemovém zastoupení. To je vyjádřeno v jednotkách ppm, tj. parts per million. Hodnota 1 ppm tedy udává, že objemové zastoupení oxidu uhelnatého ve vzduchu je 0,0001 %.

Tab. 1.1 Příznaky otravy oxidem uhelnatým v závislosti na jeho procentuálním zastoupení
(Polák, 2016)

Objemové procento CO [ppm]	Příznaky otravy oxidem uhelnatým
< 35	žádné
50	bolesti hlavy, dušnost, neklid
100	intenzivní bolest hlavy, dušnost, neklid
200	intenzivní bolest hlavy, poruchy vidění, spavost
300 – 500	tachykardie, zmatenost, letargie, kolaps
800 – 1200	kóma, křeče
1900	náhlá smrt

Klinické příznaky otravy oxidem uhelnatým v jednotlivých orgánových systémech hodnotí tzv. Ostravská klasifikace tvořící tabulku 1.2.

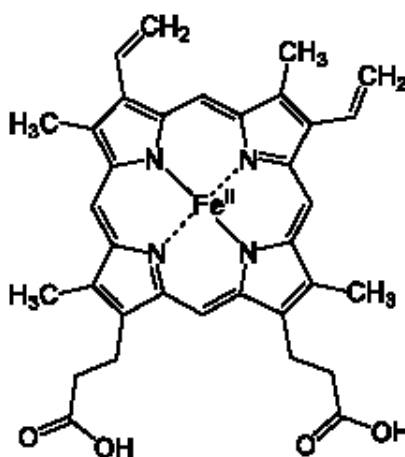
Tab. 1.2 Ostravská klasifikace (Šeblová, a další, 2013)

Stadium	Vědomí	Neurologický nález	Vegetativní poruchy	Oběh	Dýchání
I	při vědomí	negativní	bolest hlavy, nauzea, zvracení	beze změn	beze změn
II	při vědomí	pozitivní extrapyramidové a pyramidové příznaky	bolest hlavy, nauzea, zvracení	beze změn	beze změn
III	somnolence, sopor	pozitivní extrapyramidové a pyramidové příznaky	zvracení	hypertenze, tachykardie	hyperventilace
IV	kóma	pozitivní extrapyramidové a pyramidové příznaky	nelze	hypertenze, tachykardie, hypotenze, bradykardie, asystolie	hypoventilace

Nebezpečnost oxidu uhelnatého spočívá v jeho navázání do struktury červeného krevního barviva hemoglobinu, se kterým vytváří pevný komplex. Tím je zabráněno přenosu

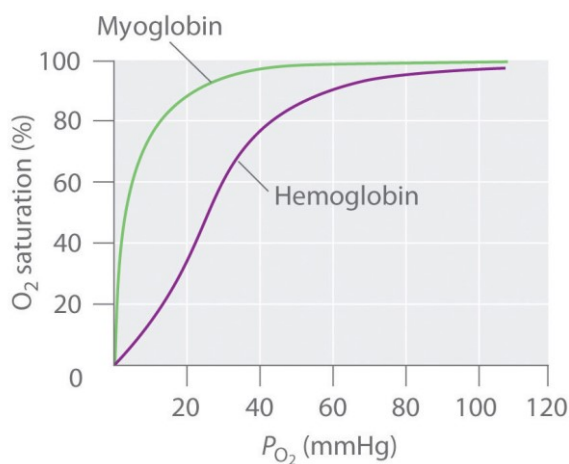
kyslíku, který je pro člověka nepostradatelným dýchacím plynem, v organismu. Celý proces transportu kyslíku O_2 v organismu je dále podrobněji rozveden.

Kyslík je do těla savců přijímán při respiraci (dýchání). Jeho molekuly jsou po organismu transportovány pomocí červeného krevního barviva hemoglobinu a ve tkáních ukládány do struktur svalového proteinu myoglobinu. Hemoglobin i myoglobin jsou hemové proteiny. Struktura hemoglobinu je znázorněna na obrázku 1.7. (Wichterlová, 2001) (Housecroft, a další, 2014)



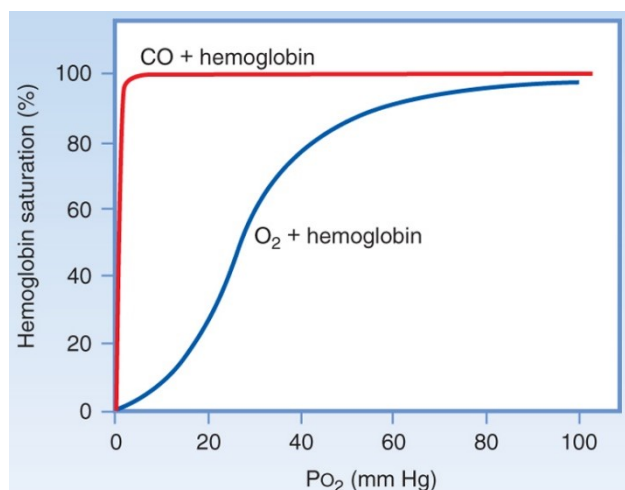
Obr. 1.7 Strukturální vzorce hemoglobinu

Afinita kyslíku k molekulám hemoglobinu a myoglobinu je závislá na okolním prostředí. Závislost saturace myoglobinu a hemoglobinu kyslíkem na tlaku je popsána na obrázku 1.8. Při nízkých tlacích (ve tkáních) se kyslík váže na hemoglobin velmi málo, zatímco při vyšších (v plicích) velmi ochotně. (Wichterlová, 2001) (Housecroft, a další, 2014)



Obr. 1.8 Graf závislosti saturace (nasyčení) myoglobinu a hemoglobinu kyslíkem při různých tlacích (vyjádřených v mm rtuťového sloupce) (zdroj: chem.libretexts.org)

Oxid uhelnatý se po vdechnutí rozpouští v krevní plazmě a váže se na hemoglobin až 240x pevněji, než kyslík, což dokládá graf znázorněný na obrázku 1.9. Při standardním tlaku tak předněji vzniká vazba mezi hemoglobinem a oxidem uhelnatým. Takto vzniklá sloučenina se nazývá karboxylhemoglobin (COHb). Tím je zabráněn transport kyslíku v organismu. (Wichterlová, 2001) (Housecroft, a další, 2014)



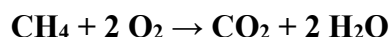
Obr. 1.9 Graf závislosti saturace hemoglobinu oxidem uhelnatým a kyslíkem v závislosti na různých hodnotách tlaku (vyjádřených v mm rtuťového sloupce)
(zdroj: users.atw.hu)

Pro karboxylhemoglobin (COHb) se příležitostně používá i méně správný název karboxyhemoglobin. Přítomnost karboxylhemoglobinu lze detekovat:

- **cooxymetrií** (změří se absorbance, tj. propustnost záření, krve při 6 různých vlnových délkách; používá se na klinických pracovištích),
- **neinvazivní pulzní cooxymetrií** (transportní přístroj pro přímé měření koncentrace karboxylhemoglobinu v krvi; používá se v nemocnicích či při přednemocničním vyšetření),
- **plynovou chromatografií** (zjišťuje se schopnost plynné mobilní fáze unášet částice vzorku krve; používá se na ústavech soudního lékařství),
- **detekční trubičkou** (orientační stanovení z vydechovaného vzduchu).

1.2.2 Oxid uhličitý

Oxid uhličitý CO₂ je druhým stabilním oxidem uhlíku. Za standardních podmínek je to bezbarvý plyn bez chuti a zápachu obdobně jako oxid uhelnatý. Vzniká při dokonalém spalování organických látek (zemního plynu, pohonných hmot...). Hoření methanu CH₄, který je hlavní složkou zemního plynu, za vzniku oxidu uhličitého CO₂ vyjadřuje následující chemická rovnice: (McMurry, 2015)



Ačkoliv tento plyn nezpůsobuje masivní blokaci přenosu kyslíku červeným krevním barvivem hemoglobinem, je oxid uhličitý nedýchatelný. V tom spočívá jeho nebezpečnost, již přítomnost 12 obj. % oxidu uhličitého v místnosti může způsobit smrt (v atmosféře se vyskytuje cca 0,03 obj. % tohoto plynu). Důsledkem nedostatku kyslíku je asfyxie organismu. Mezi příznaky otravy oxidem uhličitým patří nauzea, závrať, bolest hlavy, anestezie až bezvědomí. (Šeblová, a další, 2013)

Mezi nebezpečná místa na výskyt oxidu uhličitého patří například vinné sklípky (v ČR jsou tato nebezpečná místa především v Jihomoravském a Zlínském kraji), ve kterých zraje víno, kvasí burčák. Dále jsou to zemědělská sila či jeskyně.

Známé jsou případy sebevražd úmyslným udušením oxidem uhličitým. Tento plyn má vyšší hustotu než vzduch, a tak v místnosti klesá k podlaze a udržuje se zde (plyn je tekutina). Zaznamenaný byl případ, kdy oběť si lehla na podlahu a obložila se suchým ledem (tj. pevná forma oxidu uhličitého, která sublimuje). Další den ráno byl dotýčný nalezen mrtev.

1.2.3 Kyanovodík

Kyanovodík HCN je za laboratorních podmínek kapalina, avšak jedná se o nízkovroucí látku (má nízký bod varu, 26 °C), a tak je běžně vnímám v souvislosti se svým plynným stavem. Tato sloučenina má charakteristický zápach po hořkých mandlích a je velmi jedovatá. Poloviční letální dávka kyanovodíku je $LD_{50} = 1,5 \text{ mg/kg}$. (Wichterlová, 2001) (Housecroft, a další, 2014)

Plynný kyanovodík vzniká chemickou cestou rozkladem kyanidů působením kyselin či vzdušné vlhkosti a oxidu uhličitého. Kyanidy jsou soli kyseliny kyanovodíkové a jsou také silnými jedy. Například známým jedem je kyanid draselný KCN přezdívaný jako cyankáli. V běžném životě může kyanovodík vznikat při hoření sloučenin obsahujících ve svých molekulách vázané atomy uhlíku a dusíku současně (např. vlna, bavlna, plasty). Naštěstí při požárech většina kyanovodíku vždy shoří, neboť snadno podléhá oxidaci kyslíkem O₂ za vzniku vodní páry H₂O, oxidu uhličitého CO₂ a dusičitého NO₂.

To popisuje následující chemická rovnice: (Wichterlová, 2001) (Housecroft, a další, 2014) (McMurry, 2015)



Kyanovodík může pronikat do organismu subkutánně (skrz kůži) či orálně (dýchacími cestami). Pro svoji jedovatost býval v dřívějších dobách zneužíván jako bojový plyn. Tvořil hlavní složku Cyklonu B používaného v koncentračních táborech během II. světové války. (Wichterlová, 2001) (Housecroft, a další, 2014)

Nebezpečnost kyanovodíku spočívá v jeho schopnosti narušovat činnost enzymů (biokatalyzátorů) umožňujících tkáňové dýchání. Záslouhou toho se do tkáně nemůže dostávat z krve kyslík a nastává tzv. tkáňová hypoxie. (Wichterlová, 2001) (Housecroft, a další, 2014) (Illinois Poison Center, 2012)

1.2.4 Oxid siřičitý

Oxid siřičitý SO₂ je bezbarvý plyn štiplavého zápachu, který je silně jedovatý. Vzniká přímým hořením síry a organických látek obsahujících síru (např. uhlí, kaučuk) na vzduchu. Úniky tohoto plynu do ovzduší zvláště znečišťují životní prostředí a způsobují tzv. kyselé deště. Plynný oxid siřičitý se při dešti rozpouští v padající vodě, se kterou reaguje za vzniku slabé a nestálé kyseliny siřičité, která narušuje přirozené pH přírody. S oxidem siřičitým je možné se setkat také ve vinařství (používá se při síření sudů, neboť má antioxidační a antibakteriální účinky) či zahradnictví (zapálený sirný knot produkuje

oxid siřičitý a ten hubí krtky). (Wichterlová, 2001) (Housecroft, a další, 2014) (Queensland Government, 2017)

Koncentrace oxidu siřičitého 100 ppm je značně nebezpečná pro život. V menších dávkách způsobuje tento plyn paralýzu horních cest dýchacích (kašel), při dlouhodobějším působení může vzniknout až edém plic. (Wichterlová, 2001)

1.2.5 Sulfan

Sulfan H₂S (méně správně sirovodík) je bezbarvý plyn charakteristického zápachu připomínajících zkažená vejce. Tento zápach je detekovatelný ve velmi malých koncentracích tohoto plynu (již od 0,001 ppm; výhoda oproti kyanovodíku HCN), avšak ve vyšších nikoliv díky „otupění čichových smyslů“. (PlumbingToday, 2016)

Objemové procento 0,1 % sulfanu může způsobit zrychlené dýchání (hyperventilaci), které je následně nahrazeno zástavou dechu až smrtí. Jedovatost sulfanu je srovnatelná s kyanovodíkem HCN. (Wichterlová, 2001)

1.2.6 Bojové plyny

V dějinách lidstva bylo mnoho látek, včetně plynů, zneužito pro bojové účely. Bojovými plyny v době I. světové války byly především chlor (1915) a později jeho sloučenina yperit (1917). Chlor je žlutozelený toxický plyn. Prvními příznaky intoxikace tímto plynem je zvracení, vznik pěny u úst a dušení. Yperit je bezbarvá nepáchnoucí kapalina. Jeho možný zápach po hořčici je způsoben technickými nečistotami. Toxický účinek yperitu spočívá v jeho reakcích s dusíkatými bázemi ve struktuře DNA, kterou poškozují, a reakcemi s proteiny vedoucími k inhibici některých enzymů (biokatalyzátorů). (Matoušek, a další, 2005) (Šín, 2017) (Štětina, 2014)

Jak již bylo sděleno v pododdíle „1.2.2 Kyanovodík“, byl tento plyn použit jako hlavní složka Cyklonu B v koncentračních táborech během II. světové války. (Remeš, a další, 2013) (Kozák)

I přes různé mírové úmluvy existují podezření na používání chemických zbraní i v současnosti. Od počátku občanské války v Sýrii v roce 2011 proběhlo zde několik chemických útoků, při kterých byl do počátku dubna 2017 18x použit chlor, 6x sarin a 4x yperit. Minimálně 100 obětí včetně dětí si vyžádal chemický útok na město Chán Šajchún v Sýrii dne 4. dubna 2017. Podle šetření tohoto útoku při něm zabíjely minimálně dva jedovaté plyny – chlor a sarin. Sarin je ve standardním stavu bezbarvá kapalina zapáchající po ovoci. Toxicita LD_{50} pro dospělého člověka je do 10 mg při perorálním podání. (Matoušek, a další, 2005) (Šín, 2017) (Štětina, 2014) (2017)

1.3 Postupy v urgentní medicíně a přednemocniční neodkladné péči

Urgentní medicína je interdisciplinární lékařská specializace, která v sobě zahrnuje dovednosti a znalosti pro zvládnutí a diagnostiku urgentních příznaků úrazů a nemocí. Její součástí je též přednemocniční a nemocniční diagnostika, kardiopulmonální resuscitace, stanovení priorit a případná stabilizace základních životních funkcí. (Šeblová, a další, 2013) (Remeš, a další, 2013)

Hlavním úkolem lékařů a zdravotnických záchranářů v rámci urgentní medicíny je správné vyhodnocení a stabilizace stavu pacienta na místě události a během jeho následného transportu do zdravotnického zařízení. V tomto místě je předán zdravotnickému personálu k definitivnímu ošetření. Pro předání pacienta bývá v některých zdravotnických zařízeních zřízen urgentní příjem. (Šeblová, a další, 2013) (Remeš, a další, 2013)

System urgentní péče má 3 základní úkoly: (Šeblová, a další, 2013) (Remeš, a další, 2013)

- připravenost na řešení mimořádných událostí,
- přednemocniční péči v agendě zdravotnické záchranné služby,
- urgentní nemocniční péči v rámci oddělení urgentního příjmu.

Přednemocniční neodkladná péče je odborná zdravotnická péče o postižené na místě vzniku jejich úrazu nebo náhlého onemocnění, během jejich transportu k definitivnímu odbornému ošetření a jejich předání do zdravotnického zařízení. (Remeš, a další, 2013)

Odborná zdravotnická péče je poskytována zdravotnickou záchrannou službou. Ta se může uvažovat jako systém, který je aktivizován na základě tísňové výzvy od zdravotnického operačního střediska. Tato služba je zpravidla poskytována zejména u postižených se závažným traumatem, postižením zdraví, nebo v přímém ohrožení života. (Šeblová, a další, 2013)

Přednemocniční neodkladná péče je poskytována 4 typy výjezdových skupin:

- LZS – letecká záchranná služba,
- RZP – rychlá zdravotnická pomoc,
- RLP – rychlá lékařská pomoc,
- RV – rendez vous – setkávací systém s lékařem a záchranářem v osobním voze.

1.3.1 První pomoc

První pomoc při intoxikaci spočívá v okamžitém vyproštění a následném vynesení postiženého ze zamořeného místa působení toxického plynu a přivolání zdravotnické záchranné služby. Operátor zdravotnického operačního střediska poskytuje telefonicky asistovanou první pomoc, tj. uvádí volajícímu správný postup pro poskytnutí první pomoci. (Pokorný, 2010)

1.3.2 Odborná lékařská pomoc

Obecná diagnostika akutních intoxikací v přednemocniční neodkladné péči

Mezi nejvýznamnější ukazatele při intoxikacích patří změna orgánových funkcí. Vzniká soubor klinických příznaků, který bývá zpravidla charakteristický pro danou otravnou látku. (Ševela, a další, 2011) (Šeblová, a další, 2013) (Pokorný, 2010)

V rámci přednemocniční etapy je nejdůležitějším aspektem správného terapeutického postupu znalost časných klinických příznaků jednotlivých intoxikací. Právě znalost těchto příznaků rozhoduje o včasném stanovení konečné diagnózy, rychlém transportu pacienta do specializovaného zdravotnického zařízení a následné zahájení adekvátní terapie. Zdravotnický personál musí na místě události pečlivě sledovat klinické příznaky

u postižených osob. Žádoucí je také zajistit biologický materiál k toxikologickému vyšetření při identifikaci přítomnosti zbytku otravné látky. Důležité je včasné zahájení adekvátní terapie již na místě nálezu pacienta. (Ševela, a další, 2011) (Šeblová, a další, 2013) (Pokorný, 2010) (Dobiáš, 2013) (Ševčík, a další, 2014)

Plyny tlumící centrální nervový systém

Díky plynům, které způsobují útlum centrálního nervového systému, dochází ke kvantitativní poruše vědomí. Právě kvantitativní porucha vědomí patří mezi nejvýznamnější příznaky akutních intoxikací. Mezi další příznaky v souvislosti s útlumem CNS patří hypotenze, bradykardie, hypotermie, mióza, eventuálně mělké a povrchové dýchání. Mezi nejdůležitější plyny tlumící CNS patří oxid uhličitý a oxid uhelnatý. (Ševela, a další, 2011)

Je nezbytné si uvědomit, že až u 50 % přijímaných pacientů do zdravotnického zařízení s kvantitativní poruchou vědomí bývá diagnostikována akutní intoxikace. V souvislosti s poruchou vědomí je důležité mít na pozoru potenciální poranění krční páteře a hlavy, které bývá nejčastěji spojeno s intoxikací ethanolem nebo jinými návykovými látkami. Po intoxikaci oxidem uhelnatým se s časovým odstupem dnů až měsíců může projevit pozdní neuropsychické postižení. Výskyt tohoto postižení je mezi 15 - 40 %. Mezi klinické příznaky patří kognitivní dysfunkce, rozvoj demence, snížení intelektu, poruchou zejména krátkodobé paměti apod. (Ševela, a další, 2011)

Mezi další příčiny bezvědomí patří: (Ševela, a další, 2011)

- infekce,
- nádory CNS,
- cévní mozkové příhody,
- endokrinní poruchy (hypoglykémie, hyperglykémie, hypotyreóza),
- křečové stavy,
- asfyxie (strangulace, tonutí, apnoe),
- chronická respirační insuficience,
- hypotermie a hypertermie.

Jedovaté plyny stimuluji centrální nervový systém

Vlivem těchto plynů dochází k excitaci a hyperaktivitě. V těžkých případech může dojít až k bezvědomí. Patří sem oxid uhelnatý. (Ševela, a další, 2011) (Šeblová, a další, 2013) (Ševčík, a další, 2014)

Klinický obraz:

- hypertenze,
- tachykardie,
- dysrytmie,
- agitovanost,
- tachypnoe,
- toxická psychóza,
- křeče,
- třes,
- mydriáza,
- hypertermie,
- halucinace.

Poruchy respirace a ventilace v souvislosti s intoxikacemi jedovatými plyny

Při akutních intoxikacích může být ovlivněna respirace a ventilace různým způsobem. Mezi nejčastější možnosti patří již zmiňovaný útlum centrálního nervového systému. Dalšími případy jsou například obstrukce dýchacích cest (cizí těleso, zvratky, bronchiální hypersekrece či bronchospasmem při inhalaci dráždivých plynů, dýmů a par). Nastat může rovněž ovlivnění plicního parenchymu, vytěsnění kyslíku ze vzduchu (oxidem uhličitým) či změna hemoglobinu (intoxikace oxidem uhelnatým, který se váže na červené krevní barvivo za vzniku karboxylhemoglobinu). Otrava sulfanem či kyanidy se projeví jako postižení vnitřní respirace. Tabulka 1.3 uvádí příčiny hypoxie při intoxikacích jedovatými plyny. (Ševela, a další, 2011) (Šeblová, a další, 2013)

Tab. 1.3 Vybrané příčiny hypoxie při intoxikacích jedovatými plyny (dle Corbridge) (Ševela, a další, 2011)

Příčina	Plyn nebo látka
aspirace	plyny a látky tlumící CNS
bronchopneumonie	inhalační intoxikace
nekardiogenní plicní edém	inhalační trauma
bronchospasmus	inhalační podráždění
vytěsnění O ₂ jiným plynem	dusík, methan, propan, oxid uhličitý
buněčná hypoxie	oxid uhelnatý, kyanidy, sirovodík, látky způsobující methemoglobinemii nebo sulfhemoglobinemii

V souvislosti s inhalačními intoxikacemi vyšších koncentrací par kyselin, čpavku, chloru, sirovodíku, oxidu uhelnatého, oxidu siřičitého, kyanidů může dojít k náhlé zástavě dechu. (Ševela, a další, 2011)

Snížení tělesné teploty – hypotermie

Jedná se o pokles teploty tělesného jádra pod 35 °C. V rámci toxikologické problematiky literatura udává pokles tělesné teploty při intoxikacích oxidem uhelnatým. (Ševela, a další, 2011)

Specifické poruchy homeostázy – metabolická acidóza

Široké spektrum intoxikací je spojeno s rozvojem významné metabolické acidózy v souvislosti s metabolismem dané látky. (Ševela, a další, 2011) (Ševčík, a další, 2014)

Metabolická acidóza je typická zejména při intoxikacích oxidem uhelnatým, kyanidy či sulfanem. (Ševela, a další, 2011) (Polák, 2016) (Ševčík, a další, 2014)

Základní terapeutické postupy u akutních intoxikací způsobené jedovatými plyny:

(Polák, 2016)

1. Včasné vyproštění pacienta z místa události a vynesení postiženého ze zamořeného prostředí.
2. Oxygenoterapie (aplikace 100% kyslíku přes polomasku s rezervoárem s vysokým průtokem (15 l/min), tzv. normobarická oxygenoterapie.
3. Neinvazivní ventilace.
4. Při poruše vědomí ($GCS < 8$) zajištění průchodnosti dýchacích cest endotracheální intubací s následnou umělou plicní ventilací s FiO_2 1,0.
5. Tekutinová resuscitace krystaloidními roztoky, eventuálně forsírovaná diuréza a ionotropika.

Základním postupem pro zajištění průchodnosti dýchacích cest bez pomůcek je záklon hlavy s předsunutím dolní čelisti (pokud není podezření na poranění krční páteře). Jako pomůcky je možné využít ústní či nosní vzduchovody, event. supraglotické pomůcky. Celý průběh ventilace je hodnocen podle pulzní oxymetrie, auskultačních fenoménů a pohybů hrudníku. Na základě klinického stavu pacienta se dále rozhoduje o případné endotracheální intubaci. (Polák, 2016)

Hlavní indikace k endotracheální intubaci: (Polák, 2016)

- absence obranných reflexů v rámci alterace stavu vědomí,
- neadekvátní oxygenace a ventilace,
- hypoventilace (apnoe, bradypnoe, nepravidelné dýchání apod.).

Postup při endotracheální intubaci: (Šeblová, a další, 2013)

1. zajištění žilního vstupu,
2. monitoring základních vitálních funkcí - preoxygenace pacienta,
3. Crash úvod s použitím Selickova manévru, jako prevence aspirace,
4. umělá plicní ventilace (UPV) s užitím přetlaku na konci expira – PEEP, jako prevence alveolárního kolapsu.

Kardiovaskulární systém (Ševela, a další, 2011)

- hodnotí se prokrvení periférie, kvalita periferního pulzu,
- analyzuje se EKG křivka (EKG - nespecifické změny ST-T, obraz ischemie myokardu nebo akutní infarkt myokardu, arytmie),
- pulzní oxymetrie SpO_2 - norma > 85 % , hodnoty saturace mohou být při intoxikaci oxidem uhelnatým falešně vyšší, jelikož pulzní oxymetrie neumí rozlišit oxyhemoglobin od karboxylhemoglobinu v důsledku užití světla pouze ve dvou vlnových délkách,
- je-li to nutné, zahajuje se kardiopulmonální resuscitace,
- zajištění žilního vstupu, eventuálně intraoseálního vstupu.

Poruchy vědomí

U postižených v bezvědomí s nejasnou anamnézou je nutno stabilizovat krční páteř fixačním límcem. V případě absence obranných reflexů je indikováno zajištění průchodnosti dýchacích cest endotracheální intubací a následně zahájena umělá plicní ventilace. Pokud přetrvává cyanóza, musí se brát v úvahu přítomnost methemoglobinemie nebo intoxikaci kyanidy. V souvislosti s diferenciální diagnostikou poruch vědomí je nezbytné myslet na případnou hypoglykémii nebo hyperglykémii. Proto je nezbytné glykémii vždy vyšetřit. (Ševela, a další, 2011)

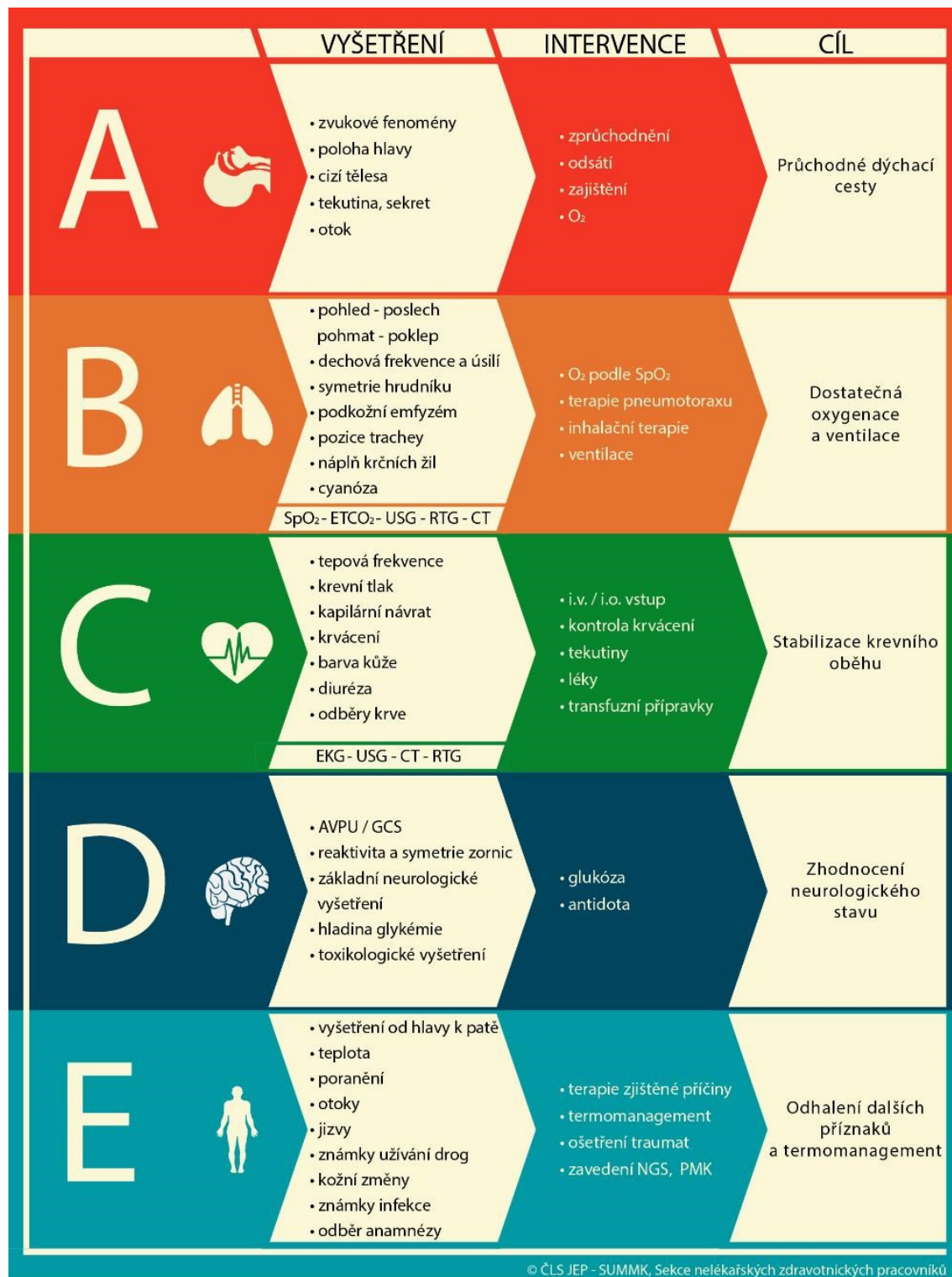
Křečové stavy

Křečové stavy mohou být spojeny s hypoxií nebo s přímým působením toxické látky. Specifickou terapií je aplikace 100% kyslíku u intoxikace oxidem uhelnatým nebo antikonvulzivní terapie benzodiazepiny. U agitovaných, agresivních a psychotických pacientů se nejčastěji v přednemocniční etapě používají benzodiazepiny, Haloperidol nebo jejich kombinace. (Ševela, a další, 2011)

Dekontaminace otravné látky při inhalační expozici

Dekontaminace a léčba spočívá ve vynesení pacienta ze zamořeného prostředí a zahájení oxygenoterapie, eventuálně umělá plicní ventilace a aplikace bronchodilatancií. (Ševela, a další, 2011)

Na obrázku 1.10 je znázorněn tzv. přehled ABCDE vyšetření pacienta a následně na obrázku 1.11 obecný akronym pro předávání informací o zdravotním stavu pacienta.



Obr. 1.10 Vyšetření pacienta ABCDE (zdroj: ČLS JEP – SUMMK)



Obr. 1.11 Obecný akronym pro předávání informací o zdravotním stavu pacienta
(zdroj: ČLS JEP – SUMMK)

Směrování a transport pacientů při intoxikaci oxidem uhelnatým

Na specializované pracoviště s možností hyperbaroxie by měli být transportováni pacienti s hladinou karboxylhemoglobinu (COHb) více než 10 % a se současným výskytem bezvědomí již na místě události nebo ve zdravotnickém zařízení. Dalšími kritérii jsou těhotné pacientky a pacienti s abnormálním neurologickým nálezem. Pro výjezdové skupiny se doporučuje telefonická konzultace s daným specializovaným pracovištěm pro rozhodnutí o transportu pacienta. Terapie hyperbarickým kyslíkem urychluje rozklad karboxylhemoglobinu a zlepšuje dodávku kyslíku periferním tkáním. (Remeš, a další, 2013)

Transport pacienta k hyperbarické oxygenoterapii je indikován následujícími stavy: (Remeš, a další, 2013)

- hladina karboxylhemoglobinu (COHb) > 25 % (u gravidních pacientek > 10 %),
- přetrvávající metabolická acidóza,
- přítomnost křečí,
- alterace vědomí nebo kóma,
- přítomnost fokálního neurologického nálezu,
- známky poškození myokardu (arytmie, myokardiální ischemie).

V České republice je celkem 15 hyperbarických komor, 14 z nich se nachází v Čechách. Hyperbarické komory provozují také soukromí majitelé. Nepřetržitý provoz poskytují v Nemocnici Na Homolce, v Ústavu leteckého zdravotnictví, v Ústřední vojenské nemocnici, v Kladně, Plzni, Mostě, Ústí nad Labem a Ostravě. (Remeš, a další, 2013)

Specializovaná pracoviště s možností hyperbaroxie: (Remeš, a další, 2013)

- Všeobecná fakultní nemocnice v Praze a ÚLZ
- Nemocnice na Homolce (pro 1 ležícího pacienta)
- Ústřední vojenská nemocnice – Vojenská fakultní nemocnice Praha (pro 1 ležícího pacienta)
- Nemocnice České Budějovice, a.s. (pro 2 pacienty)
- Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o.z. (pro 12 pacientů)
- Krajská zdravotní, a.s. – Nemocnice Most, o.z. (pro 2 pacienty)
- Sanatorium PRAJZKO Hronov (2 jednomístné komory)
- Chrudimská nemocnice, a.s. (pro 1 pacienta)
- Rehabilitační ústav v Hostinném, (pro 2 pacienty)
- Pardubická krajská nemocnice, a.s. (2 jednomístné komory)
- Nemocnice Kladno (pro 12 pacientů)
- Městská nemocnice Ostrava (pro 4 ležící nebo 9 sedících pacientů)
- Fakultní nemocnice Plzeň (2 komory pro 2 pacienty)
- Ústav leteckého zdravotnictví (pro 5 sedících či 1 ležícího pacienta)

Normobarická oxygenoterapie

Normobarická oxygenoterapie spočívá v aplikaci 100% kyslíku za normálního atmosférického tlaku vzduchu (100 kPa). Používá se v případech s mírnými klinickými příznaky, které odpovídají I. stupni Ostravské klasifikace. Oxygenoterapie je doporučena po dobu 12 hodin s FiO_2 1,0 a to buď přes obličejovou masku s kyslíkovým rezervoárem a vysokým průtokem kyslíku 15 l/min, nebo přes masku CPAP tj. systémem bez zpětného vdechování. (Ševela, a další, 2011)

Hyperbarická oxygenoterapie

Hyperbarickou oxygenoterapií se rozumí aplikace 100% kyslíku za vyššího tlaku než je atmosférický tlak (většinou 200-300 kPa). Díky této terapii dochází k urychlení rozkladu karboxylhemoglobinu (COHb), redukci mozkového edému apod. (Ševela, a další, 2011)

Informace o intoxikacích farmaky, chemickými látkami, živočišnými a rostlinnými jedy a jedovatými houbami jsou pro telefonické konzultace odborné lékařské veřejnosti a pro posádky zdravotnických záchranných služeb k dispozici na: (Ševela, a další, 2011)

- Toxikologické informační středisko VFN a 1. LF UK v Praze
Tel: 224 919 293 nebo 224 915 402
- Toxikologické centrum VFN a 1. LF UK v Praze
- Tel: 224 963 355

Kritéria pro přijetí k hospitalizaci do zdravotnického zařízení: (Polák, 2016)

- přetrvávající metabolická acidóza
- synkopa
- křeče
- přítomnost myokardiální ischemie
- přetrvávající symptomatologie po 4 hodinách oxygenoterapie 100% kyslíkem

Diagnostika intoxikací oxidem uhelnatým

Anamnéza (Ševela, a další, 2011)

- užívaná farmaka a potenciální požití dalších farmak a látek,
- přibližný časový údaj od vzniku intoxikace,
- okolnosti v místě nálezu postiženého (zápach plynu, ucpaný výfuk, dopis na rozloučenou),
- náhodná intoxikace oxidem uhelnatým může být spojena i s klinickými příznaky utonutí, při objevení pacienta ve vaně,
- úmyslná intoxikace oxidem uhelnatým v rámci suicidálního pokusu může souviset s příznaky intoxikace ethanolem, léky nebo návykovými látkami,
- pozor na hromadné intoxikace několika osob přítomných v jednom bytě apod.

Diferenciální diagnostika intoxikací oxidem uhelnatým (Ševela, a další, 2011)

- gastroenteritida,
- intoxikace salicyláty,
- migrenózní bolesti hlavy,
- intoxikace hypnotiky a sedativy,
- intrakraniální krvácení,
- virové onemocnění,
- intoxikace ethanolem.

Intoxikace oxidem uhelnatým - klinické příznaky

Klinický obraz intoxikace oxidem uhelnatým je velmi nespecifický. Souvisí s koncentrací oxidu uhelnatého ve vdechované směsi, alveolární ventilací a délkou expozice. Mírnější průběh intoxikace má krátká expozice s vyšší koncentrací oxidu uhelnatého než dlouhodobá expozice s nižší koncentrací oxidu uhelnatého: (Ševela, a další, 2011) (Šeblová, a další, 2013) (Pokorný, 2010)

- oční příznaky: snížená zraková ostrost, může se také objevit krvácení do sítnice,
- plicní příznaky: dyspnoe, která může přecházet až v asfyxii,
- GIT příznaky: nauzea, vomitus,
- CNS příznaky: cefalgie, vertigo, ataxie, amence, synkopa, křeče, slabost, somnolence, sopor až kóma,
- kardiovaskulární příznaky - akutní komplikace: arytmie, tachykardie, myokardiální ischémie, stenokardie, palpitace, dysrytmie,
- psychické příznaky,
- je-li postiženo více osob s podobnými příznaky nebo je přítomno více jak jedno mrtvé tělo,
- modifikace různými okolnostmi (hypotermie, popáleniny, tlakové nekrózy, aspirace, pobyt ve vaně naplněné vodou apod.),
- pozdní neuropsychické postižení, v některé literatuře se můžeme setkat i s termínem pozdní neurologické postižení nebo pozdní leukoencefalopatie (u 15-40 % vyléčených pacientů může s odstupem času v řádech dnů až měsíců dojít k rozvoji neurologických příznaků, jako důsledek pozdní komplikace a to zejména poruchy krátkodobé paměti, kognitivní dysfunkce, amence, demence nebo parkinsonská symptomatologie).

Intoxikace oxidem uhličitým - klinické příznaky (Ševela, a další, 2011) (Šeblová, a další, 2013) (Pokorný, 2010)

- anestezie vyvolaná CO₂,
- nevolnost,
- závrať,
- kóma,
- hypoxie,
- hypoventilace.

Inhalační trauma - klinické příznaky (Ševela, a další, 2011) (Šeblová, a další, 2013) (Polák, 2016)

- přímé poškození sliznice dýchacích cest,
- respirační insuficience,
- syndrom akutní dechové tísně ARDS,
- obstrukce dýchacích cest,
- laryngospasmus,
- edém horních cest dýchacích,
- dráždivý kašel, hypersekrece, inspirační stridor,
- nekardiální plicní edém,
- lokální projevy (edém, poleptání, popálení, barotrauma),
- celkové projevy (poruchy vnitřního prostředí na podkladě kombinace metabolické a respirační acidózy,
- další projevy (složení kouře a koncentrace škodlivých a toxických látek),
- chrapot, jako varovný příznak.

Diagnostika (Ševela, a další, 2011)

- přesná anamnéza s detailním popisem mechanismu úrazu, druh hořícího materiálu, rozvoj příznaků a expozici zplodinami,
- fyzikální vyšetření s důrazem na auskultační vyšetření,
- přímá laryngoskopie.

Inhalační trauma – terapie (Šeblová, a další, 2013)

- zajištění průchodnosti dýchacích cest endotracheální intubací a umělá plicní ventilace s pozitivním přetlakem na konci expira (PEEP),
- analgezie a sedace,
- použití kortikoidů je v současné době již na ústupu,
- neexistuje specifická léčba, většinou se jedná o podpůrnou terapii až intenzivní a resuscitační péči,
- zhodnocení průchodnosti dýchacích cest, eventuálně jejich zajištění endotracheální intubací a následnou umělou plicní ventilací,
- transport v polosedě s kyslíkovou maskou,
- vyšetření průchodnosti dýchacích cest a jejich zajištění endotracheální intubací s umělou plicní ventilací při podezření na postižení horních cest dýchacích s potenciálním rozvojem edému,
- s ohledem na mechanismus úrazu zvážit i případný blast syndrom s poraněním dalších orgánů (např. střevo, střední ucho).

Faktory ovlivňující prognózu intoxikace

Mezi zásadní aspekty ovlivňující prognózu intoxikace patří koncentrace škodlivých látek obsažených v kouři, chemické složení kouře, teplota kouře a případná kombinace intoxikace barotraumatem nebo popáleninovým traumatem. (Šeblová, a další, 2013)

2 PRAKTICKÁ ČÁST

Součástí této kapitoly je charakteristika poskytovatele Zdravotnické záchranné služby Kraje Vysočina, příspěvkové organizace. Popsána je zde struktura Kraje Vysočina, jeho demografické a kartografické údaje a typy výjezdových skupin, které v tomto kraji působí. Uvedena je zde i graficky zpracovaná mapa zpřehledňující místní existující síť výjezdových skupin krajské zdravotnické záchranné služby. Další oddíl praktické části diplomové práce popisuje metodiku sběru a analýzy dat o případech intoxikací jedovatými plyny v Kraji Vysočina.

2.1 Zdravotnická záchranná služba Kraje Vysočina

V Kraji Vysočina žije 509 475 obyvatel (stav k 1. 1. 2016), má rozlohu 6796 km² a skládá se z 5 okresů:

- Třebíčsko
- Žďársko
- Pelhřimovsko
- Jihlavsko
- Havlíčkobrodsko

Rozlohy a počty obyvatel v jednotlivých okresech jsou uvedeny v tabulce 2.1.

Tab. 2.1 Rozlohy jednotlivých okresů a počty obyvatel v Kraji Vysočina

Město	Rozloha v km²	Počet obyvatel k 1. 1. 2016
Žďár nad Sázavou	1 579	118 273
Třebíč	1 463	113 330
Jihlava	1 199	111 873
Havlíčkův Brod	1 265	94 649
Pelhřimov	1 290	72 061
<i>Součet</i>	6 796	509 475

Kraj Vysočina je zřizovatelem následujících nemocničních zařízení, které jsou zároveň příspěvkovou organizací (Kraj Vysočina):

- Nemocnice Jihlava
- Nemocnice Havlíčkův Brod
- Nemocnice Nové Město na Moravě
- Nemocnice Pelhřimov
- Nemocnice Třebíč

Zdravotnické operační středisko (ZOS) Zdravotnické záchranné služby Kraje Vysočina je situováno v Jihlavě, která je zároveň krajským městem Kraje Vysočina. Přednemocniční neodkladná péče je nepřetržitě zajišťována 29 výjezdovými skupinami logisticky rozmístěných do 21 výjezdových základen. Přehled výjezdových skupin je uveden v tabulce 2.2, tabulka 2.3 zpřehledňuje členění výjezdových skupin do oblastí a tabulka 2.4 obsahuje přehled výjezdových skupin v jednotlivých oblastech. (Zdravotnická záchranná služba Kraje Vysočina)

Tab. 2.2 Typy a počty výjezdových skupin (Zdravotnická záchranná služba Kraje Vysočina)

Zkratka	Výjezdová skupina	Počet
RZP	Rychlá zdravotnická pomoc (záchranář + řidič)	18
RLP	Rychlá lékařská pomoc (lékař + záchranář + řidič)	8
RV	Rendez Vous (lékař + záchranář/řidič)	4
LZS	Letecká záchranná služba (lékař, záchranář, pilot)	1

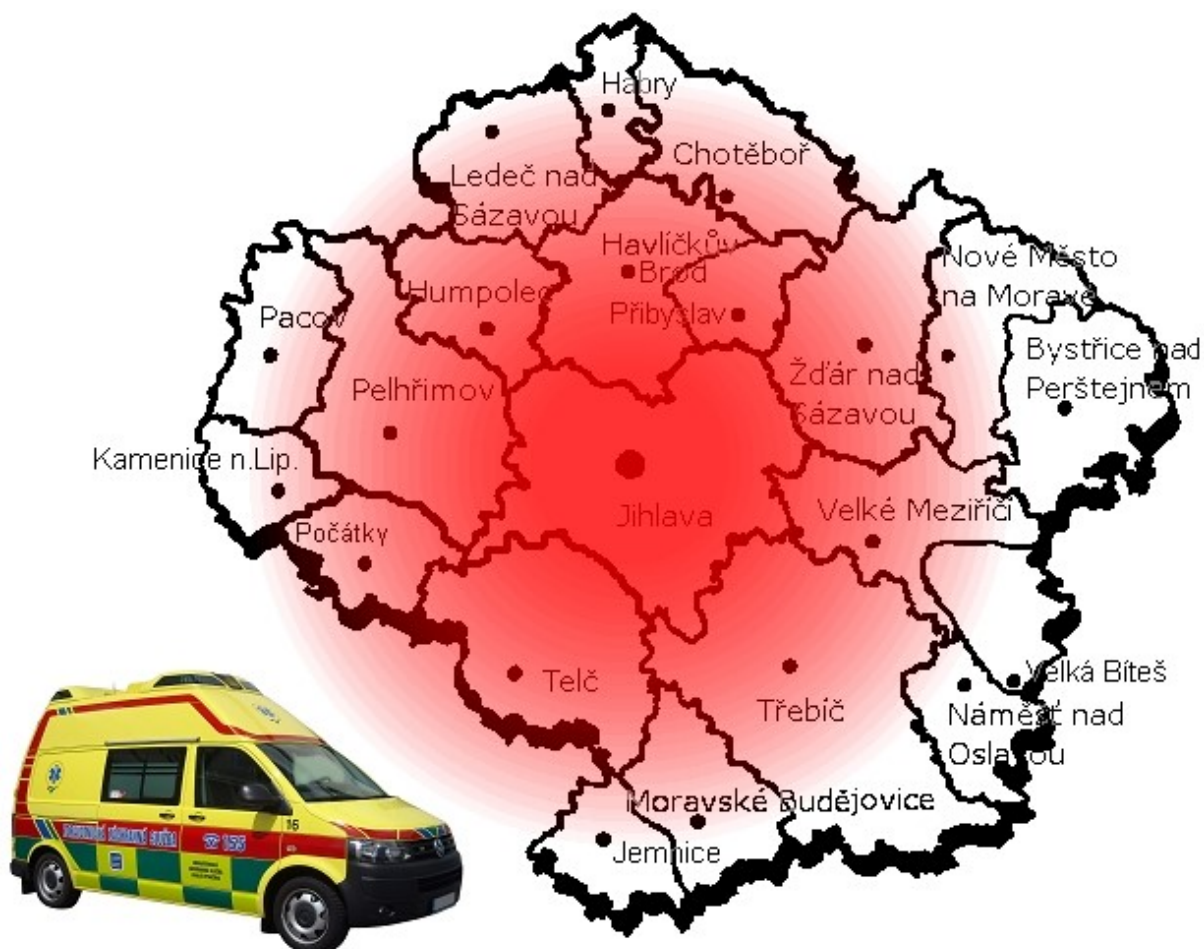
Tab. 2.3 Členění výjezdových skupin do oblastí (Zdravotnická záchranná služba Kraje Vysočina)

Oblast	Výjezdové základny
Třebíč	Třebíč, Velká Bíteš, Náměšť nad Oslavou, Jemnice, Moravské Budějovice
Jihlava	Jihlava, Telč
Pelhřimov	Pelhřimov, Humpolec, Kamenice nad Lipou, Pacov, Počátky
Havlíčkův Brod	Havlíčkův Brod, Habry, Ledec nad Sázavou, Příbyslav, Chotěboř,
Nové Město na Moravě	Nové Město na Moravě, Velké Meziříčí, Žďár nad Sázavou, Bystřice nad Pernštejnem

Tab. 2.4 Seznam výjezdových základen a výjezdových skupin (Zdravotnická záchranná služba Kraje Vysočina)

Výjezdová základna	RZP	RLP	RV	LZS
Třebíč – den	2	0	1	0
Třebíč – noc	1	0	1	0
Velká Bíteš	1	0	0	0
Náměšť nad Oslavou – den	0	1	0	0
Náměšť nad Oslavou – noc	1	0	0	0
Jemnice	1	0	0	0
Moravské Budějovice	0	1	0	0
Jihlava – den	3	0	1	1
Jihlava – noc	2	0	2	0
Telč – den	0	1	0	0
Telč – noc	1	0	0	0
Pelhřimov	1	0	1	0
Humpolec	0	1	0	0
Kamenice nad Lipou	1	0	0	0
Pacov	1	0	0	0
Počátky	1	0	0	0
Havlíčkův Brod	0	1	1	0
Habry	1	0	0	0
Ledeč nad Sázavou	1	0	0	0
Přibyslav	1	0	0	0
Chotěboř	1	0	0	0
Nové Město na Moravě – den	1	0	0	0
Nové Město na Moravě – noc	1	0	1	0
Velké Meziříčí	0	1	0	0
Žďár nad Sázavou – den	0	1	0	0
Žďár nad Sázavou – noc	1	0	0	0
Bystřice nad Pernštejnem – den	0	1	0	0
Bystřice nad Pernštejnem – noc	1	0	0	0

Geografické členění výjezdových skupin v Kraji Vysočina je graficky znázorněno na obrázku 2.1.



Obr. 2.1 Geografické znázornění výjezdových základů Zdravotnické záchranné služby Kraje Vysočina (Zdravotnická záchranná služba Kraje Vysočina)

2.2 Metodika sběru a analýzy dat

V rámci diplomové práce byla poptána statistická data o případech intoxikací v Kraji Vysočina za roky 2012 – 2017 u Zdravotnické záchranné služby Kraje Vysočina a u Hasičského záchranného sboru Kraje Vysočina. Informace byly poskytnuty na základě podané žádosti, v případě ZZS Kraje Vysočina náměstkovi ředitelky MUDr. Petru Novotnému a v případě HZS Kraje Vysočina vyšetřovateli požárů kpt. Ing. Jiřímu Zelenkovi. Podle vyjádření MUDr. Novotného je obtížné z interního systému ZZS Kraje Vysočina získat konkrétní statistická data o případech intoxikací jedovatými plyny, evidovány jsou pouze záznamy o aktivaci přenosného detektoru oxidu uhelnatého,

kterým jsou vybaveny posádky výjezdových skupin. HZS Kraje Vysočina eviduje počty případů otrav jedovatými plyny včetně zasaženého místa a počtu zraněných a usmrcených osob. Poskytnuté údaje byly statisticky zpracovány do podoby tabulek a grafů přímo v programu Microsoft Word, ve kterém vznikla tato diplomová práce.

2.3 Preventivní program

Přílohou č. 1 této diplomové práce je edukační materiál věnující se informacím o vlastnostech, nebezpečnosti a první pomoci při otravách oxidem uhelnatým. Materiál byl vytvořen tak, aby byl čitelný laickou i odbornou veřejností a poskytoval ucelené informace o riziku otravy tímto plynem. Tento přehled byl zaslán regionálním třebíčským redakcím a výchovným poradcům na základních školách na Třebíčsku prostřednictvím e-mailu k možné distribuci čtenářům a žákům.

3 Výsledky

Součástí této kapitoly je vyhodnocení statistických dat týkajících se případů intoxikace jedovatými plyny v Kraji Vysočina. Tato data byla získána od místního poskytovatele přednemocniční neodkladné péče, tj. Zdravotnická záchranná služba Kraje Vysočina, a od Hasičského záchranného sboru Kraje Vysočina. V dalším oddílu kapitoly jsou rozebrány kazuistiky 2 případů intoxikací oxidem uhelnatým a 1 případ dušení oxidem uhličitým.

3.1 Statistické údaje

Zdravotnická záchranná služba Kraje Vysočina je vybavena detektory CO od roku 2015, a to hlavně z důvodů ochrany členů výjezdové skupiny. Stanovení definitivní diagnózy intoxikací jedovatými plyny má celou řadu konsekvencí, takže pracovní diagnózu posádky zdravotnické záchranné služby je zapotřebí následně ověřit a definitivně potvrdit dalšími vyšetřeními ve zdravotnickém zařízení. Zdravotnická záchranná služba eviduje počet aktivací detektoru CO při zásahu (viz tabulka 3.1). Evidence aktivací detektoru CO v roce 2016 nelze validizovat z důvodu přechodu organizace na nový software.

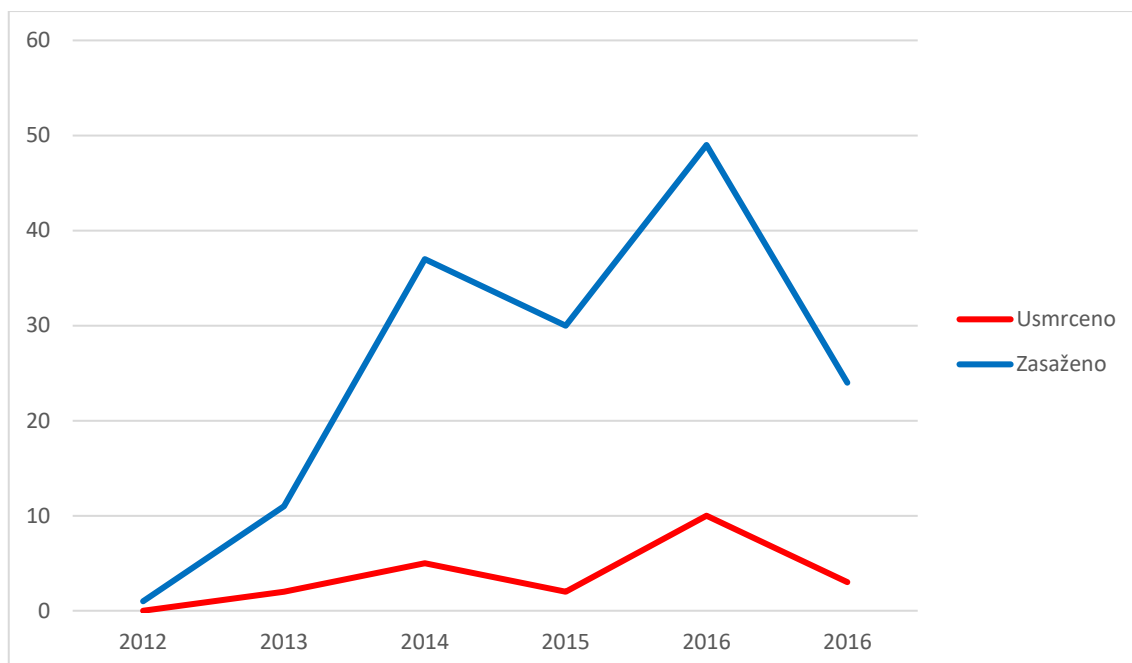
Tab. 3.1 Počet aktivací detektoru CO v rámci ZZS Kraje Vysočina

Rok	Počet aktivací detektoru CO
2015	44 případů
2016	24 případů
2017 (do 15. 7. 2017)	20 případů

Počty evidovaných událostí s příznakem intoxikace nebezpečnými zplodinami v Kraji Vysočina eviduje krajsky příslušný Hasičský záchranný sbor. Problematické je separátní stanovení konkrétních xenobiotik, neboť se zpravidla jedná o směs několika látek. Uvedená statistika je obsažena v tabulce 3.2 a grafu znázorněném na obrázku 3.1.

Tab. 3.2 Počty událostí s příznakem intoxikace zplodinami sledovaných HZS Kraje Vysočina za jednotlivé roky

Rok	Počet událostí	Usmrceno osob	Zraněno osob (inhalace zplodin)
2012	1	0	1
2013	7	2	11
2014	23	5	37
2015	22	2	30
2016	41	10	49
2017	22	3	24
Σ	116	22	152



Obr. 3.1 Graf počtu zemřelých a zasažených osob intoxikacemi jedovatými plyny v Kraji Vysočina za roky 2012 – 2016.

Hasičský záchranný sbor Kraje Vysočina vede program Statistické sledování událostí s příznakem intoxikace zplodinami. V rámci něj jsou od roku 2014 řádně evidovány počty takovýchto událostí, jejich činitelé a lokace včetně statistiky zraněných a usmrcených osob. Výňatek z této statistiky za kalendářní rok 2016 je uveden v tabulce 2.7. Měření přítomnosti oxidu uhelnatého bylo prováděno až v okamžiku provádění úkonů příslušníky hasičského záchranného sboru. Zpravidla byly prostory do jejich příjezdu

odvětrávány, a tak u některých událostí bylo zjištěné objemové procento přítomného oxidu uhelnatého (v ppm) naměřeno jako nulové.

Tab. 3.3 Statistika intoxikací CO s úmrtím a zraněním osob v roce 2016

Datum	Místo	Usmrceno	Zraněno	φ_{CO} (ppm)	Spotřebič
05. 01. 2016	Okřešice (okr. Třebíč)	0	1	50	vysokozdvihový vozík
13. 01. 2016	Moravské Budějovice (okr. Třebíč)	1	0	0	osobní automobil
22. 01. 2016	Moravské Budějovice (okr. Třebíč)	0	1	90	plynový kotel
05. 03. 2016	Vílanec (okr. Jihlava)	0	2	137	plynový kotel
20. 03. 2016	Přibyslav (okr. Havlíčkův Brod)	0	5	500	plynový kotel
21. 03. 2016	Moravské Budějovice (okr. Třebíč)	0	1	0	plynový kotel
30. 03. 2016	Havlíčkův Brod (okr. Havlíčkův Brod)	0	1	200	elektrocentrála
24. 09. 2016	Jihlava (okr. Jihlava)	0	1	750	plynový kotel
06. 10. 2016	Maleč (okr. Havlíčkův Brod)	2	0	160	kotel na tuhá paliva
24. 11. 2016	Golčův Jeníkov (okr. Havlíčkův Brod)	0	1	4	plynový kotel
19. 12. 2016	Sedlec (okr. Třebíč)	1	0	130	plynový sporák
23. 12. 2016	Havlíčkův Brod (okr. Havlíčkův Brod)	0	1	100	plynový kotel
29. 12. 2016	Lhotice (okr. Havlíčkův Brod)	1	3	0	topidlo na PB
29. 12. 2016	Jihlava (okr. Jihlava)	0	1	28	plynový kotel
Celkem 14		5	18		

3.2 Kazuistiky

V rámci tohoto oddílu jsou uvedeny a zanalyzovány kazuistiky 3 případů, kterými jsou intoxikace oxidem uhelnatým a hyperkapnie.

3.2.1 První kazuistika

Dne 25. 11. 2012 byla obdržena od Zdravotnického operačního střediska (ZOS) výzva s indikací bezvědomí s přítomností křečí. Z výjezdové základny Třebíč se vyjíždělo do 2 minut od přijetí výzvy. Místo události bylo najito bez komplikací.

Po příjezdu na místo události byl vzat potřebný materiál a vybavení k zásahu – resuscitační a výjezdový batoh, transportní monitor LifePak 12, přenosná odsávačka, transportní ventilátor Oxylog 2000 a vakuová matrace.

Pacientka nalezena mladším sourozencem v koupelně po sprchování s oblečenými kalhoty. Dle mladšího sourozence a rodičů, kteří přijeli z nákupu, byla po větší fyzické námaze skrz proběhlé závody v aerobiku. Pacientka se nacházela v bezvědomí, spontánně ventilovala, měla křeče horních a dolních končetin. Ihned po objevení dcery rodiče zavolali tísňovou linku 155. Dle rodičů se nacházela v koupelně méně než 30 minut, ale přesný čas nebyli schopni určit.

Mladá pacientka ležela v koupelně před sprchovým koutem (GCS 1-1-4) v bezvědomí, dýchala spontánně a neměla křeče ani nebyla přítomna cyanóza. Přítomná posádka zdravotnické záchranné služby naměřila u pacientky následující hodnoty: krevní tlak (TK) 149/90, tepová frekvence (TF) 95/min, dechová frekvence (DF) 14/min, saturace hemoglobinu kyslíkem (SpO₂) stanovená pulzní oxymetrií 89 % a glykémie 7,4 mmol/l. Následně byla pacientka přenesena do ložnice, kde byla zahájena oxygenoterapie pomocí kyslíkové polomasky 10 l/min. a dále byla napojena na 3 svodové EKG pomocí monitoru LifePak. Na EKG byl přítomen sinusový rytmus s tepovou frekvencí 95/min. Provedeno bylo prvotní neurologické vyšetření reakcí na algický podnět s cílenou flexí horních končetin. Přítomné byly bloudivé pohyby očních bulbů (nystagmus), izokorické zornice (velikost vpravo i vlevo 7 mm) a fotoreakce. Pacientka byla dále bez jakýchkoliv dalších zjevných patologií a traumat, v uších ani nosu nebyla přítomna sekrece.

V rámci anamnézy ověřil lékař od rodičů pacientky, že se s ničím neléčí, neužívá trvale žádnou medikaci a ani netrpí žádnými alergiemi. Pouze v roce 2009 byla operována kvůli kýle. Vylučitelná nebyla intoxikace oxidem uhelnatým (CO), a tak došlo k povolání

Hasičského záchranného sboru (HZS). Jednotka HZS v již odvětrané místnosti naměřila koncentraci oxidu uhelnatého **500 ppm = 0,05 %**.

Lékař po vyhodnocení stavu a prvotním vyšetření pacientky rozhodl o nutnosti zajištění průchodnosti dýchacích cest orotracheální intubací. Z tohoto důvodu byl zajištěn 1x periferní žilní vstup v pravé loketní jamce a dle ordinace lékaře aplikována následující farmaka pro sedaci a svalovou relaxaci: Dormicum 10 mg, SCHJ-Suxamethonium 55 mg, Rocuronium 30 mg. Endotracheální intubace se provedla endotracheální kanylou (ETK) č. 7. Pacientka byla napojena na řízenou umělou plicní ventilaci (UPV). Poté byla přeložena z důvodu malých prostor v bytě na vakuovou matraci a transportována do sanitního vozu. Klinický stav se konzultoval s pracovníky z ARO FN Brno Černé pole, kde byla pacientka nakonec přijata a hospitalizována.

Po chvíli se pacientka začala budit. Byl u ní pozorovatelný dáivý reflex a dále interference s ETK a ventilátorem. Pacientka zkoušela ETK, a proto jí byla aplikována další sedativa a myorelaxancia. Došlo k aplikaci následujících látek: Rocuronium 20 mg, Dormicum 10 mg, Fentanyl 2 ml. U dívky neustále naneštěstí přetrvával kašlací a dáivý reflex. Proto se provedlo odsátí z horních a dolních cest dýchacích a současně se aplikovala další farmaka: Propofol 150 mg, následně dalších 50 mg a Arduan 2 mg. Nyní byla pacientka dostatečně analgosedovaná a relaxovaná - SpO₂ 99 %, inspirační kyslíková frakce (FiO₂) na 50 %, TK 100/45, TF 64, kapnometrie (ETCO₂) 26 mmHg.

Z místa události se odjždělo v 19:44 hodin. Řidič sanitky informoval ZOS o tom, kam bude pacientka transportována, jaká byla u ní stanovena diagnóza a v jaký čas je předpokládán příjezd do zdravotnického zařízení. ZOS zařídilo plynulé předání pacientky a připravenost oddělení. Během transportu probíhal kontinuální monitoring základních životních funkcí a observace pacientky. Lékař vyplňoval pomocí tabletu záznam o výjezdu. Transport proběhl bez komplikací, pacientka se pouze pomočila a vyprázdnila. Hodnoty naměřené při předání: SpO₂ 99 %, ETCO₂ 33 mmHg, TK 110/60, TF 62/min. DF 16/min, GCS 1-1-1.

Pacientka byla předána na ARO FN Brno - Černé pole, lékař informoval přijímajícího lékaře o stavu pacientky a předal mu záznam o výjezdu. Doba dojezdu do cílového zdravotnického zařízení byla delší kvůli nepříznivým silničním podmínkám. Informovalo se ZOS o předání pacientky a návratu na základnu.

Dle výsledků vyšetření na ARO se prokázala intoxikace CO. Během hospitalizace pacientka prodělala ještě dvakrát křečové stavy, avšak po dvou dnech se propustila do domácího léčení a byl jí doporučen klidový režim po dobu dvou týdnů. Návrat do normálního běžného života proběhl bez následků, neurologického deficitu a slečna se dále věnuje sportovním aktivitám.

U pacientky byly zjištěny následující klinické příznaky a patologie:

- Bezvědomí (GCS 1-1-4) při spontánní ventilaci
- Pronační křeče horních a dolních končetin
- Nystagmus (bloudivé pohyby očních bulbů)

Tabulky 3.4 – 10 zpřehledňují informace o rozebrané kazuistice.

Tab. 3.4 Indikace k výjezdu posádky ZZS a diagnóza při předání pacientky ve zdravotnickém zařízení

Indikace k výjezdu posádky ZZS	bezvědomí a křeče
Diagnóza při předání pacientky ve zdravotnickém zařízení	intoxikace oxidem uhelnatým
Diagnóza stanovená ve zdravotnickém zařízení	intoxikace oxidem uhelnatým

Tab. 3.5 Výzva zdravotnického operačního střediska ZOS

Výzva	dívka 14 let bezvědomí a křeče
Ročník	1998
Pohlaví	žena
Charakter tísňové výzvy	tísňová výzva v bytě
Indikace	bezvědomí
Místo zásahu	Třebíč, adresa neuvedena
Poznámka	křeče
Posádka	RLP, výjezdová základna ZZS Třebíč
Vozidlo	VW Transporter T5
Čas tísňové výzvy	25. 11. 2012, 18:52

Tab. 3.6 Vstupně naměřené hodnoty

Parametr	Naměřená hodnota
GCS	1-1-4
SpO₂	89 %
TK	150/90
TF	95/min – sinusový rytmus
DF	14/min
Glykémie	7,4 mmol/l

Tab. 3.7 Hodnoty naměřené během terapie a transportu do zdravotnického zařízení

Parametr	Naměřená hodnota
GCS	1-1-1
ETCO₂	26 mmHg
SpO₂	99 %
FiO₂	50 %
TK	100/45
TF	64/min – sinusový rytmus
DF	15/min
Glykémie	nevyšetřeno

Tab. 3.8 Hodnoty naměřené při předání pacientky ve zdravotnickém zařízení

Parametr	Hodnota
GCS	1-1-1
ETCO₂	33 mm/Hg
SpO₂	99 %
FiO₂	50 %
TK	110/60
TF	62/min – sinusový rytmus
DF	16/min
Glykémie	nevyšetřeno

Tab. 3.9 Další důležité ukazatele a parametry

Doba pobytu pacientky v koupelně (dle rodiny)	< 30 minut
Koncentrace CO naměřená HZS při příjezdu	nezjištěno
Koncentrace CO naměřená HZS (již v odvětrané místnosti)	500 ppm = 0,05 %

Seznam potřebného materiálu a vybavení k zásahu:

- výjezdový batoh,
- resuscitační batoh,
- transportní monitor LifePak 12,
- transportní odsávačka LSU,
- transportní ventilátor OXYLOG 2000,
- vakuová matrace.

Terapie a výkony:

- oxygenoterapie (kyslíková polomaska 10 l/min),
- periferní žilní kanylace včetně infúze,
- endotracheální intubaci a umělá plicní ventilace,
- farmakoterapie (Dormicum, SCHJ-Suxamethonium, Rocuronium, Fentanyl, Propofol, Arduan),
- EKG,
- neinvazivní monitorování krevního tlaku,
- pulsní oxymetrie,
- stanovení glykémie glukometrem.

Tab. 3.10 Časový průběh tísňové výzvy

Tísňová výzva ZOS	18:50
Tísňová výzva ZZS	18:52
Výjezd ZZS	18:53
ZZS na místě	18:56
Odjezd ZZS z místa události	19:44
Pacient předán ve zdravotnickém zařízení	21:05
Ukončení výjezdu	22:37

Doba trvání od tísňové výzvy ZOS do předání pacientky ve zdravotnickém zařízení:

2h 15 min

Doba trvání výjezdu: **3h 44 min**

Posádka RLP byla na místě události za: **3 min**

Posádka ZZS byla na místě události celkem: **48 min**

Posádce ZZS trvala cesta do zdravotnického zařízení celkem: **21 min** (nepříznivé silniční podmínky)

3.2.2 Druhá kazuistika

Pacientka (rok narození 1951) byla nalezena v bezvědomí, bez známek reakce na zevní podněty (GCS 1-1-1). Podle HZS byla přítomna vysoká koncentrace oxidu uhelnatého. Manžel a syn byli nalezeni na místě události bez známek života, a tak zasahující lékař u nich konstatoval smrt. Pacientka byla pozvracená a na jejich rtech byly přítomny zbytky oschlých zvratků. U pacientky byla přítomna sinusová tachykardie 100/min., nízká dechová frekvence a hodnoty SpO₂ byly validní a z hemodynamického stavu byla stabilní. Vstupní krevní tlak pacientky byl 140/80. Následně bylo přistoupeno k orotracheální intubaci endotracheální kanylou č. 8 s řízenou umělou plicní ventilací. Dle primárního vyšetření byla kůže teplá, zarudlá, bez známek ikteru a cyanózy. Kožní turgor byl v normě. Dále byla přítomna mírná hypotermie. Pacienta byla dále bez známek traumatu a dalších patologií. V rámci prvotního neurologického vyšetření se bulby nacházely ve středním

postavení, skléry byly anikterické a zornice isokorické - bilaterálně 2 mm, přítomna byla bilaterální fotoreakce a její spojivky byly překrvené. Uši a nos pacientky byly bez patologické sekrece. Její dýchání bylo symetrické, sklípkové bez vedlejších fenoménů a oslabení. Dále byl pacientce zaveden periferní žilní katétr 2x na horních končetinách. Periferní pulzace na horních končetinách byla hmatatelná, zatímco na dolních končetinách byla hmatatelná obtížně. Pacientka byla transportována na ARO Nemocnice Třebíč s diagnózou T 58 - akutní intoxikace oxidem uhelnatým, X 470 - intoxikace oxidem uhelnatým doma, J 960 - akutní respirační insuficience. Dle laboratorních výsledků byla hladina COHb 13,7 %. Pacientka byla po několikadenní hospitalizaci na ARO přeložena na interní JIP, poté pro nepříznivý neurologický nález byla přeložena na DIOP, kde po několikadenní hospitalizaci zemřela.

Diagnózy:

T 58 - Akutní intoxikace oxidem uhelnatým

X 470 - Intoxikace CO - doma

J 960 - Akutní respirační insuficience

3.2.3 Třetí kazuistika

V 9:45 našla dcera svého otce bezvládně ležet v ložnici. Z hlediska celkového stavu byl muž opocený, pomočený, nekontaktní. Na základě toho se dcera rozhodla přivolat zdravotnickou záchrannou službu. Podle dcery došlo u pacienta za poslední dva dny postupně k celkovému zhoršení stavu. Pacient byl unavený, somnolentní a měl otok levé horní končetiny a dolního rtu.

Po příjezdu posádky ZZS bylo potvrzeno, že je pacient neprobudný a opocený. Byla u něj přítomna cyanóza rtů a hypoventilace, hodnota GCS muže byla 9. Pacient dýchal s ojedinělými chrůpky a nejevil žádné známky křečí. Vstupně naměřené hodnoty byly: krevní tlak 105/70, tepová frekvence 75/min, dechová frekvence 11/min, saturace hemoglobinu kyslíkem 71 %, tělesná teplota 35,4 ° C a glykémie 10,8 mmol/l.

Následně byla zahájena oxygenoterapie 4-6 l/min. polomaskou a pacient byl napojen na monitor. Na něm byl viditelný sinusový rytmus s frekvencí 75/min. Reakce byla obleněná, tj. pacient otevíral oči pozoroval okolí, avšak nikterak nekomunikoval. Na algický podnět muž odtahoval končetiny, ale jazyk nevyplazil. Pacient měl dále pokleslý pravý ústní koutek, náplň krčních žil měl dostatečnou. Zornice byly izokorické - velikost vpravo i vlevo byla 2 mm, fotoreakce byla přítomná. Uši i nos byly bez známek výtoků. Vyšetřené břicho bylo měkké, prohmatné a bez bolestivé reakce. Dolní končetiny byly atrofické s nálezem staršího data. Pacient dále nejevil žádné známky poranění či dalších patologií.

Lékař o pacientovi od dcery dále zjistil, že není na nic alergický. V roce 2013 prodělal stav po CMP s levostranným postižením (výrazně omezená hybnost dolních končetin), od té doby byl v domácí péči. V rámci chronické medikace měl Amesos, Indap, Tamsulosin, Finasterid, Ubretid, Godasal, Baclofen a Tiapridal, pro večerní agitaci.

Lékař po zhodnocení stavu a krátkém vyšetření rozhodl o zajištění periferního žilního katétru a aplikaci fyziologického roztoku. Poté byl pacient přenesen na nosítkách do sanitního vozu. Muž byl transportován bez komplikací do Nemocnice Třebíč na neurologickou JIP s diagnózou CMP a respirační insuficience. V nemocnici se CMP v rámci vyšetření nepotvrdila. Potvrdilo se však akutní respirační selhání – hyperkapnické (otrava oxidem uhličitým).

U pacienta byly zjištěny následující klinické příznaky a patologie:

- cyanóza rtů,
- bezvědomí,
- hypoventilace (dýchání s ojedinělými chrůpky),
- pokleslý pravý koutek,
- pacient opocený a pomočený.

Tabulky 3.11 – 3.15 zpřehledňují informace o rozebrané kazuistice.

Tab. 3.11 Indikace k výjezdu posádky ZZS a diagnóza při předání pacienta ve zdravotnickém zařízení

Indikace k výjezdu posádky ZZS	Somnolence II
Diagnóza při předání pacienta ve zdravotnickém zařízení	I 64 Cévní mozková příhoda, neurčená jako krvácení nebo infarkt J 96.0 Akutní respirační selhání
Diagnóza stanovená ve zdravotnickém zařízení	J 96.1 typ II Akutní respirační selhání – hyperkapnický T 59.7 Toxický účinek oxidu uhličitého

Tab. 3.12 Výzva zdravotnického operačního střediska ZOS

Výzva	muž 67 let somnolence
Ročník	1950
Pohlaví	muž
Charakter tísňové výzvy	tísňová výzva v rodinném domě
Indikace	somnolence II
Místo zásahu	Oslavice, adresa neuvedena
Poznámka	nejbližší příbuzný - dcera
Posádka	RLP, výjezdová základna ZZS Velké Meziříčí
Vozidlo	VW Transporter T5
Čas tísňové výzvy	15. 01. 2017, 09:51

Tab. 3.13 Vstupně naměřené hodnoty

Parametr	Naměřená hodnota
GCS	9
SpO₂	71 %
TK	105/70
TF	75/min – sinusový rytmus
DF	11/min
Glykémie	10,8 mmol/l
TT	35,4 ° C

Tab. 3.14 Hodnoty naměřené během terapie a transportu do zdravotnického zařízení

Parametr	Naměřená hodnota
GCS	9
ETCO₂	nevyšetřeno
SpO₂	90 %
TT	nevyšetřeno
TK	120/75
TF	80/min – sinusový rytmus
DF	11/min
Glykémie	nevyšetřeno

Seznam potřebného materiálu a vybavení k zásahu:

- výjezdový batoh,
- resuscitační batoh,
- transportní monitor LifePak 12,
- transportní odsávačka LSU.

Terapie a výkony:

- oxygenoterapie (kyslíková polomaska 4-6 l/min),
- periferní žilní kanylace včetně infúze (G 20) – druhý pokus,
- farmakoterapie (NaCl 100 ml),
- monitoring vitálních funkcí,
- neinvazivní monitorování krevního tlaku,
- pulsní oxymetrie,
- stanovení glykémie glukometrem.

Tab. 3.15 Časový průběh tísňové výzvy

Tísňová výzva ZOS	09:50
Tísňová výzva ZZS	09:51
Výjezd ZZS	09:52
ZZS na místě	09:58
Odjezd ZZS z místa události	10:21
Pacient předán ve zdravotnickém zařízení	10:47
Ukončení výjezdu	11:30

Doba trvání od tísňové výzvy ZOS do předání pacienta ve zdravotnickém zařízení:
57 min

Doba trvání výjezdu: **1 h 38 min**

Posádka RLP byla na místě události za: **6 min**

Posádka ZZS byla na místě události celkem: **23 min**

Posádce ZZS trvala cesta do zdravotnického zařízení celkem: **26 min**

Diskuze

V této diplomové práci jsou rozebrány a zanalyzovány kazuistiky 3 případů intoxikací jedovatými plyny. První kazuistika obsahuje kompletní management přednemocniční neodkladné péče v případě intoxikace oxidem uhelnatým od přijetí tísňové výzvy na zdravotnické operační středisko poskytovatele zdravotnické záchranné služby přes prvotní vyšetření pacienta, stanovení správné pracovní diagnózy, zahájení adekvátní, správné a účinné terapie až po směřování pacienta do zdravotnického zařízení k definitivnímu ošetření s časovým průběhem celé události. Další kazuistika popisuje krátký rozbor případu intoxikace oxidem uhelnatým, který informuje na nebezpečnost tohoto jedovatého plynu končící fatálními následky s hromadným úmrtím osob. Třetí rozbor kazuistiky případu je zaměřen na zvýšenou koncentraci oxidu uhličitého v krvi (hyperkapnie) v kombinaci s jinými přidruženými patientskými diagnózami, který upozorňuje na stálé riziko intoxikace tímto plynem, avšak z hlediska příčiny respirační insuficience v kombinaci s cévní mozkovou příhodou.

Analyzované kazuistiky byly porovnány se čtyřmi dalšími závěrečnými kvalifikačními pracemi zpracovanými na obdobné téma. První z nich byla bakalářská práce s názvem „Přednemocniční neodkladná péče o pacienty s otravami oxidem uhelnatým“ od Ivy Hajíčkové, která se zaměřuje na ověření znalostí a znalosti problematiky intoxikací oxidem uhelnatým u zdravotnických záchranářů a lékařů ze zdravotnických záchranných služeb. Formou polořízených rozhovorů zjistila, že výskyt intoxikace oxidem uhelnatým v nezávislosti na délce praxe zdravotnických pracovníků není tak častý, jak se mohlo původně předpokládat. Dalším jejím výsledkem bylo, že nejčastější příčinou intoxikace oxidem uhelnatým je v souvislosti s nedokonalým spalováním v karmě a následně při požárech, což potvrzuje i statistické zpracování výjezdů a zásahů zdravotnické záchranné služby a hasičského záchranného sboru v této diplomové práci. Dle polořízených rozhovorů bakalářské práce kolegyně Hajíčkové bylo zjištěno, že výskyt případů intoxikace spíše klesá a z hlediska odborných znalostí zdravotnických pracovníků jsou teoretické poznatky na dobré úrovni. Nejčastějším zdrojem odborných znalostí bylo získání teoretických a praktických dovedností na vyšších odborných a vysokých školách. Problémem může být ale informovanost laické veřejnosti, která nemusí disponovat základními znalostmi z této problematiky, jako je tomu například v souvislosti s

problematikou propagace laické kardiopulmonální resuscitace s využitím AED pro veřejnost. (Hajíčková, 2013)

Druhá bakalářská práce s názvem „Otrava oxidem uhelnatým v přednemocniční neodkladné péči“ autorky Aleny Grossmannové se v empirické části zabývala rozbořem 4 pacientů s akutní intoxikací oxidem uhelnatým. Obdobně jako v této diplomové práci popisuje postup zdravotnické záchranné služby na místě události s důrazem na diagnostickou rozvahu, neboť právě správné určení diagnózy rozhoduje o stanovení adekvátní a účinné terapie a dalším osudu pacienta. Dále se její bakalářská práce zabývala správným zahájením terapie již v přednemocniční fázi s následným transportem do zdravotnického zařízení, což popisuje i teoretická část této diplomové práce. Celá její bakalářská práce si kladla za cíl navrhnout preventivní opatření vůči intoxikacím tímto bezbarvým plynem. V praktické části této diplomové práce byl proto vytvořen preventivní program ve formě edukačního materiálu, který je určen jak pro odborné zdravotnické pracovníky, tak především i pro laickou veřejnost. (Grossmannová, 2015)

Třetí kvalifikační práce s názvem „Nenápadný příznak jménem oxid uhelnatý, kompletní řešení intoxikace oxidem uhelnatým v přednemocniční neodkladné péči a na urgentních příjmech“ studentky Lady Žampachové rozebírá rovněž kazuistiku případu intoxikace oxidem uhelnatým, s komplexním pohledem jednotlivých složek integrovaného záchranného systému. Další části její práce bylo vyjádření postřehů a opatření, které by měly vést k řešení potenciálních nedostatků. (Žampachová, 2015)

Čtvrtá závěrečná práce „Akutní intoxikace oxidem uhelnatým se zaměřením na léčbu hyperbaroxickou oxygenoterapií“ pana Tomáše Grzywače, popisuje hyperbarickou oxygenoterapii a možnosti terapie hyperbarickou oxygenoterapií s následným rozbořem případu ve formě kazuistiky u pacienta s intoxikací oxidem uhelnatým, který byl indikován k léčbě hyperbarickou oxygenoterapií v hyperbarické komoře. (Grzywač, 2014)

Závěr

Z toxikologického hlediska je možné za jed považovat každou látku, záleží vždy na její dávce, způsobu podání a organismu, který danou látku přijímá. Častými případy otrav jsou intoxikace jedovatými plyny. Ty mohou být způsobeny záměrně například při chemických útocích, ke kterým dochází i v současné době, nebo neúčelně, kdy člověk inhaluje kouř při požáru. Jako bojové plyny se používá obvykle chlor, yperit či sarin. Kouř při požáru je směsí plynů, především oxidu uhelnatého a uhličitého, oxidů dusíku a síry a dalších. Nebezpečnost oxidu uhelnatého tkví v jeho schopnosti vytvářet velmi pevnou vazbu s červeným krevním barvivem hemoglobinem a bránit tak přenosu dýchatelného a životně potřebného kyslíku po organismu. V případě intoxikace oxidem uhelnatým je důležité správné poskytnutí první pomoci, tj. bezprostřední vyproštění pacienta ze zamořené oblasti a přivolání zdravotnické záchranné služby, a následná přednemocniční neodkladná péče a správné směřování pacienta do odborného zdravotnického zařízení.

Navzdory původnímu záměru nebylo možné získat přesná statistická data o případech intoxikací oxidem uhelnatým v Kraji Vysočina od krajské Zdravotnické záchranné služby, neboť nevede přímou evidenci těchto případů. Poskytnuty tak byly od této organizace pouze informace o počtech aktivací detektoru oxidu uhelnatého CO, který nosí jejich posádky na pracovním oděvu. Z těchto dat vyplynulo, že k aktivaci dochází průměrně 2,5x měsíčně. Další data byla poskytnuta od Hasičského záchranného sboru Kraje Vysočina, který za období let 2012-2017 eviduje celkově 116 událostí intoxikací jedovatými plyny, při kterých došlo k úmrtí 22 osob a zranění 152 osob. Nutno podotknout, že v rámci této statistiky nejsou započítány počty úmrtí při hospitalizaci pacientů či po případném propuštění do domácí péče, ani trvalé následky.

Z hlediska přednemocniční neodkladné péče dochází v Kraji Vysočina průměrně k úmrtí čtyř pacientů ročně na základě intoxikací jedovatými plyny. V porovnání tohoto čísla s celkovými počty úmrtí pacientů se tak jedná o méně vážný problém. Z důvodu počtu otrav oxidem uhelnatým, kterým lze předcházet, je však vhodné posílit povědomost o nebezpečí tohoto plynu mezi širokou veřejností, k čemuž může být nápomocný edukační materiál tvořící přílohu této diplomové práce.

Seznam literatury

- 1. BALOG, Karel. 1998.** *Základy toxikologie*. Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1998. ISBN 80-86111-29-6.
- 2. Česká televize.** Lékaři bez hranic: Oběti útoku v Idlibu zasáhly nejméně dvě chemické látky. *ČT 24*. [Online] Česká televize, 5. dubna 2017. [Citace: 31. července 2017.] <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/svet/2076999-lekari-bez-hranic-obeti-utoku-v-idlibu-zasahly-nejmene-dve-chemicke-latky>.
- 3. DAVIS, Caitlin G. 2013.** Why is Epinephrine used during an allergic reaction? *Scienceline*. [Online] 9. únor 2013. [Citace: 31. července 2017.] <http://scienceline.org/2013/02/why-is-epinephrine-used-during-an-allergic-reaction/>.
- 4. DOBIÁŠ, Viliam. 2013.** *Klinická propedeutika v urgentní medicíně*. Praha : Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4571-8.
- 5. GRAY, Theodore W. 2012.** *Prvky: obrazový průvodce všemi známými atomy ve vesmíru*. Praha : Slovart, 2012. ISBN 978-80-7391-544-5.
- 6. GROSSMANNOVÁ, Alena. 2015.** Otrava oxidem uhelnatým v přednemocniční péči. Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě, Lékařská fakula, 2015.
- 7. GRZYWAČ, Tomáš. 2014.** Akutní intoxikace oxidem uhelnatým se zaměřením na léčbu hyperbaroxickou oxygenoterapií. Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě, 2014. Sv. Bakalářská práce.
- 8. HAJÍČKOVÁ, Iva. 2013.** Přednemocniční neodkladná péče o pacienty s otravami oxidem uhelnatým. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2013. Sv. Bakalářská práce.
- 9. HORÁK, Josef, LINHART, Igor a KLUSOŇ, Petr. 2004.** *Úvod do toxikologie a ekologie pro chemiky*. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2004. ISBN: 978-80-7080-548-0.
- 10. HOUSECROFT, Catherine E. a SHARPE, A. G. 2014.** *Anorganická chemie*. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2014. ISBN 978-80-7080-872-6.
- 11. Ibis Communications, Inc. 2003.** The Suicide of Socrates, 399 BC. *EyeWitness to History*. [Online] 2003. [Citace: 31. července 2017.] <http://www.eyewitnesstohistory.com/socrates.htm>.
- 12. Illinois Poison Center. 2012.** Hydrogen Cyanide. *Illinois Poison Center*. [Online] Květen 2012. [Citace: 31. července 2017.] <https://illinoispoisoncenter.org/HydrogenCyanide>.
- 13. Information., National Center for Biotechnology.** POTASSIUM DICHROMATE. *PubChem Compound Database*. [Online] [Citace: 31. července 2017.] <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/24502>.

- 14. J R Soc Med. 2001.** Carbon monoxide poisoning. *Journal of the Royal society of medicine*. [Online] Červen 2001. [Citace: 31. července 2017.] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1281520/>.
- 15. KOZÁK, Mirek.** Cyklon B - insekticid, který zabil víc lidí než hmyzu. *VTM.cz*. [Online] CN Invest a.s. [Citace: 31. července 2017.] <http://vtm.e15.cz/clanek/cyklon-b-insekticid-ktery-zabil-vic-lidi-nez-hmyzu>. ISSN: 1213-8991.
- 16. Kraj Vysočina.** Zdravotnický portál Kraje Vysočina. *Kraj Vysočina*. [Online] [Citace: 31. července 2017.] <http://www.kr-vysocina.cz/zdravotnicky-portal.asp?p1=32066>.
- 17. KVARČÁK, Miloš. 2005.** *Základy požární ochrany*. Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. ISBN 80-86634-76-0.
- 18. Lenntech BV.** Water intoxication. *Water Treatment and Purification*. [Online] [Citace: 31. července 2017.] <http://www.lenntech.com/water-intoxication.htm>.
- 19. LINHART, Igor. 2014.** *Toxikologie: interakce škodlivých látek s živými organismy, jejich mechanismy, projevy a důsledky*. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2014. ISBN 978-80-7080-877-1.
- 20. MAČÁK, Jiří, MAČÁKOVÁ, Jana a DVOŘÁČKOVÁ, Jana. 2012.** *Patologie*. Praha : Grada, 2012. ISBN 978-80-2473-530-6.
- 21. MAŠKOVÁ, Martina. 2004.** Předák ukrajinské opozice přestál otravu dioxinem. *BCCzech.com*. [Online] BBC, 13. prosince 2004. [Citace: 31. července 2017.] http://www.bbc.co.uk/czech/worldnews/story/2004/12/041213_yuschenko_pckg.shtml.
- 22. MATOUŠEK, Jiří a LINHART, Petr. 2005.** *CBRN: chemické zbraně*. Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. ISBN 80-86634-71-X.
- 23. McMURRY, John. 2015.** *Organická chemie*. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015. ISBN 978-80-7080-930-3.
- 24.** Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006. *Přístup k právu Evropské unie*. [Online] [Citace: 31. července 2017.] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:136:0003:0280:cs:PDF>.
- 25. NESMĚRÁK, Karel. 2017.** Jedy a traviči v dějinách. *Přírodovědci.cz: magazín Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy*. 2017, Sv. VI, 1.
- 26. NESMĚRÁK, Karel.** Toxikologie. *UK PřF I Osobní stránky Karla Nesměráka*. [Online] Karel Nesměrák. [Citace: 31. července 2017.] <https://web.natur.cuni.cz/~nesmerak/toxikologie2.html>.
- 27. Office of Information and Public Affairs U.S. Consumer Product Safety Commission. 2017.** Asbestos Exposure and Cancer Risk Fact Sheet. *National Cancer Institute*. [Online] 7. července 2017. [Citace: 31. července 2017.] <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/substances/asbestos/asbestos-fact-sheet>.

- 28. PATOČKA, Jiří. 2006.** Toxicita chrómu a jeho sloučenin. *Toxicology - Prof. RNDr. Jiří Patočka, DrSc.* [Online] 9. dubna 2006. [Citace: 31. července 2017.] <http://www.toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=29>.
- 29. PATOČKA, Jiří. 2004.** *Vojenská toxikologie*. Praha : Grada, 2004. ISBN 80-247-0608-3.
- 30. PATOČKA, Jiří. 2005.** Základy toxikologie (Kapitoly I až III). *Toxicology - Prof. RNDr. Jiří Patočka, DrSc.* [Online] 28. července 2005. [Citace: 31. července 2017.] <http://www.toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=10>.
- 31. PELCLOVÁ, Daniela. 2014.** *Nemoci z povolání a intoxikace*. Praha : Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2597-3.
- 32. PlumbingToday. 2016.** Why Does My Water Smell Like Sulfur? *PlumbingToday*. [Online] 27. července 2016. [Citace: 31. července 2017.] <https://plumbingtoday.biz/blog/why-does-my-water-smell-like-sulfur>.
- 33. POKORNÝ, Jan. 2010.** *Lékařská první pomoc*. Praha : Galén, 2010. ISBN 978-80-726-2214-6.
- 34. POLÁK, Martin. 2016.** *Urgentní příjem: nejčastější znaky, příznaky a nemoci na oddělení urgentního příjmu*. Praha : Mladá fronta, 2016. ISBN 978-80-204-3939-0.
- 35. PRECHL, W. 2007.** Cheap wine as the cause of death. Beethoven didn't need to die this way. *MMW Fortschr Med.* 2007.
- 36. PTÁČKOVÁ, Zuzana a LUPTÁKOVÁ, Věra. 2016.** Dvě utajované děti a stovky múz. Příběhy slavných: Jiří Šlitr. *Český rozhlas*. [Online] Český rozhlas, 18. listopadu 2016. [Citace: 31. července 2017.] http://www.rozhlas.cz/dvojka/stream/_zprava/dve-utajovane-deti-astovky-muz-pribehy-slavnych-jiri-slitr--1667939.
- 37. Queensland Government. 2017.** Sulfur dioxide. *Environment, land and water*. [Online] 27. března 2017. [Citace: 31. července 2017.] <https://www.qld.gov.au/environment/pollution/monitoring/air-pollution/sulfur-dioxide>.
- 38. REMEŠ, Roman a TRNOVSKÁ, Silvia. 2013.** *Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny*. Praha : Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4530-5.
- 39. Simont. 2015.** Health risks of radon in buildings. *GGS - Expert services in Continuous Monitoring*. [Online] 1. dubna 2015. [Citace: 31. července 2017.] <http://www.ggs-uk.com/health-risks-radon-buildings/>.
- 40. Sunalim. 2011.** Pharmacokinetics Basics - Absorption, Distribution, Metabolism and Excretion. *PharmaXChange.org*. [Online] 9. dubna 2011. [Citace: 31. července 2017.] <http://pharmaxchange.info/press/2011/04/pharmacokinetics-basics-absorption-distribution-metabolism-and-excretion/>.
- 41. ŠEBLOVÁ, Jana a KNOR, Jiří. 2013.** *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře*. Praha : Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4434-6.
- 42. ŠEVČÍK, Pavel a MATĚJOVIČ, Martin. 2014.** *Intenzivní medicína*. Praha : Galén, 2014. ISBN 978-80-749-0660-0.

43. Ševela, Kamil a Ševčík, Pavel. 2011. *Akutní intoxikace a léková poškození v intenzivní medicíně*. Praha : Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3146-9.
44. ŠÍŇ, Robin. 2017. *Medicína katastrof*. Praha : Galén, 2017. ISBN 978-80-7492-295-4.
45. ŠTĚTINA, Jiří. 2014. *Zdravotnický a integrovaný záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách*. Praha : Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4578-7.
46. THOMPSON, Larry J. Overview of Salt Toxicity. *Merck Veterinary Manual*. [Online] [Citace: 31. července 2017.] <http://www.merckvetmanual.com/toxicology/salt-toxicity/overview-of-salt-toxicity>.
47. WICHTERLOVÁ, Jana. 2001. *Chemie nebezpečných anorganických látek*. Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2001. ISBN 80-86111-92-x.
48. Zákon 350/2011 Sb. - o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 143, stránky 7666 - 7688.
49. Zákon č. 258/2000 Sb. - o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 108, stránky 3260-3303.
50. Zdravotnická záchranná služba Kraje Vysočina. *Zdravotnická záchranná služba Kraje Vysočina*. [Online] [Citace: 31. července 2017.] <http://www.zzsvyšocina.cz/>.
51. ŽAMPACHOVÁ, Lada. 2015. Nenápadný příznak jménem oxid uhelnatý, komplexní řešení intoxikace oxidem uhelnatým v přednemocniční péči a na urgentních příjmech. Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě, 2015. Sv. Bakalářská práce.

Seznam příloh a obrázků

Příloha č. 1	Nebezpečnost oxidu uhelnatého
Obr. 1.1	Strukturní vzorec glykosid amygdalinu s vyznačenou $-C\equiv N$ skupinou.
Obr. 1.2	Obraz Smrt Sokratova od francouzského malíře Jasquese-Louise Davida a strukturní vzorec koniinu
Obr. 1.3	Bývalý prezident Ukrajiny Viktor Juščenko.
Obr. 1.4	Toxické účinky různých látek v závislosti na zasaženém orgánu lidského organismu.
Obr. 1.5	Detektor oxidu uhelnatého
Obr. 1.6	Příznaky otravy oxidem uhelnatým
Obr. 1.7	Strukturní vzorce hemoglobinu
Obr. 1.8	Graf závislosti saturace (nasyčení) myoglobinu a hemoglobinu kyslíkem při různých tlacích
Obr. 1.9	Graf závislosti saturace hemoglobinu oxidem uhelnatým a kyslíkem v závislosti na různých hodnotách tlaku
Obr. 1.10	Vyšetření pacienta ABCDE
Obr. 1.11	Obecný akronym pro předávání informací o zdravotním stavu pacienta
Obr. 2.1	Geografické znázornění výjezdových základen Zdravotnické záchranné služby Kraje Vysočina
Obr. 3.1	Graf počtu zemřelých a zasažených osob intoxikacemi jedovatými plyny v Kraji Vysočina za roky 2012 – 2016.

Seznam zkratek

a.s.	akciová společnost
ADME	Absorption – Distribution – Metabolism – Excretion
ARDS	acute respiratory distress syndrome
ARO	anesteziologicko-resuscitační oddělení
CNS	centrální nervová soustava
COHb	karbonylhemoglobin
CPAP	continuous positive airway pressure
ČR	Česká republika
derm.	dermální
DF	dechová frekvence
DNA	deoxyribonukleová kyselina
<i>EC</i>	efektivní koncentrace
<i>ED</i>	efektivní dávka
EKG	elektrokardiogram
ETK	endotracheální kanyla
<i>FiO₂</i>	inspirační koncentrace kyslíku
HZS	hasičský záchranná sbor
i.a.	intraarteriální
i.m.	intramuskulární
i.v.	intravenosní
inh.	inhalační
<i>LC</i>	letální koncentrace
<i>LD</i>	letální dávka
<i>LOAEL</i>	Lowest Observable Adverse Effect Level
LZS	letecká záchranná služba
<i>NOAEL</i>	No Observable Adverse Effect Level
obj.	objemový
okr.	okres
or.	orální
PB	propan-butan
ppm	parts per million

př. n. l.	před naším letopočtem
RLP	rychlá lékařská pomoc
RV	rendez vous
RZP	rychlá zdravotnická pomoc
sc.	subkutánní
SpO_2	saturace krve kyslíkem
TC	toxická koncentrace
TD	toxická dávka
TF	tepová frekvence
TK	krevní tlak
UPV	umělá plicní ventilace
USA	Spojené státy Americké
VW	Volkswagen
ZOS	zdravotnické operační středisko
ZZS	zdravotnická záchranná služba

NEBEZPEČNOST OXIDU UHELNATÉHO CO

VLASTNOSTI

Oxid uhelnatý CO je bezbarvý plyn bez chuti a zápachu. Tato skutečnost (není možné ho identifikovat pomocí barvy ani zápachu) je příčinou jeho nebezpečnosti. Oxid uhelnatý je mírně lehčí než vzduch a snadno se s ním mísí. Tento plyn se velmi pevně váže na červené krevní barvivo hemoglobin (přibližně 240x silněji než kyslík), čímž blokuje přenos kyslíku v organismu. Takto může oxid uhelnatý způsobit „vnitřní udušení“, což může vést až k úmrtí.



VÝSKYT A PREVENCE

Nejčastějším způsobem vzniku oxidu uhelnatého je „nedokonalé hoření“. K němu dochází při spalování za nedostatečného přístupu kyslíku, nízkých teplot nebo rychlém hoření. Jelikož oxid uhelnatý patří mezi spalné zplodiny, je zastoupen v kouři při požárech, sopečné činnosti či ve výfukových plynech. Proto lze riziku výskytu oxidu uhelnatého předejít dobrým větráním místností, pravidelnou údržbou a servisem spotřebičů či pořízením kvalitních detektorů jako je třeba znázorněn na obrázku.



SIGNÁLY A PROJEVY

Existuje několik možností „laické“ kontroly přítomnosti oxidu uhelnatého. Nedokonalé spalování se projevuje žlutým plamenem nebo vznikem tuhých zplodin hoření (pevné částice sazí). Přítomný oxid uhelnatý způsobuje orosení chladných ploch (např. zrcadel) a ve směsi s jinými plyny má slabě kyselý zápach a je znatelná vlhkost.

Prvotními projevy otravy oxidem uhelnatým jsou bolesti hlavy, zvracení, závratě, dušnost a kolaps. V poslední fázi může nastat bezvědomí až smrt.

PRVNÍ POMOC

V případě rozpoznání otravy oxidem uhelnatým je nezbytné postiženému okamžitě poskytnout první pomoc. Ta spočívá v zajištění dostatečného přístupu čerstvého vzduchu a přivolání zdravotnické záchranné služby (155). Ideální je vyproštění postiženého ze zamořené místnosti. Pokud nastala srdeční zástava, musí se ihned zahájit resuscitace (stlačování hrudníku kombinované s umělým dýcháním v poměru 30:2). Přivolaná zdravotnická záchranná služba zajistí převoz postiženého do odborného zdravotnického zařízení pro doléčení otravy.