

**Vysoká škola zdravotnická, o. p. s., Praha 5**

**OTRAVY OXIDEM UHELNATÝM**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**POVOLNÝ LUKÁŠ**

**Praha 2015**

VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o. p. s., PRAHA 5

## Otravy oxidem uhelnatým

Bakalářská práce

POVOLNÝ LUKÁŠ

Stupeň vzdělání: bakalář

Název studijního oboru: Zdravotnický záchranář

Vedoucí práce: PhDr. Jarmila Paukertová

Praha 2015



VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o. p. s.  
se sídlem v Praze 5, Duškova 7, PSČ 150 00

Povolný Lukáš  
3. C ZZ

**Schválení tématu bakalářské práce**

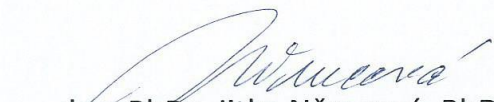
Na základě Vaší žádosti ze dne 14. 10. 2014 Vám oznamuji  
schválení tématu Vaší bakalářské práce ve znění:

Intoxikace oxidem uhelnatým v PNP

*Carbon Monoxide Intoxication in Prehospital Emergency Care*

Vedoucí bakalářské práce: PhDr. Jarmila Paukertová

V Praze dne: 3. 11. 2014

  
doc. PhDr. Jitka Němcová, PhD.  
rektorka

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité zdroje literatury jsem uvedl v seznamu použité literatury.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své bakalářské práce ke studijním účelům.

V Praze dne: 31. 3. 2015

podpis

## PODĚKOVÁNÍ

Velice rád bych poděkoval paní PhDr. Jarmile Paukertové za vedení mé bakalářské práce. Dále panu řediteli pražské záchranné služby MUDr. Zdeňku Schwarzovi, za umožnění nahlídnout do zdravotnické dokumentace k vytvoření praktické části práce a Bc. Taťaně Tatranské, inspektorce provozu ZZS hl. m. Prahy za přínosné rady a pomoc při zpracování kazuistik.

## ABSTRAKT

POVOLNÝ, Lukáš, *Otravy oxidem uhelnatým*. Vysoká škola zdravotnická, o.p.s. Stupeň kvalifikace: Bakalář (Bc.). Vedoucí práce: PhDr. Jarmila Paukertová. Praha 2015.

Tématem bakalářské práce jsou otravy oxidem uhelnatým, nebezpečným a bezbarvým jedovatým plynem. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části práce je popsán oxid uhelnatý, jeho historie a současnost, fyziologie a patofyziologie dýchání příznaky otravy, diagnostika otravy a následná léčba. Hlavním zdrojem léčby jsou vysoké dávky kyslíku podávané postiženému a následná přetlaková terapie kyslíkem, která probíhá v hyperbarických komorách. V praktické části práce jsou uvedeny kazuistiky, které poukazují na nebezpečnost a vysokou mortalitu otravy oxidem uhelnatým.

Klíčová slova: Oxid uhelnatý, otrava, kyslík, hyperbarická komora

## ABSTRACT

POVOLNÝ, Lukáš. *Carbon monoxide intoxication*. Medical college, o.p.s. Prague 5. Degree: Bachelor (Bc.). The supervisor: PhDr. Jarmila Paukertová, Prague 2015

The topic of my bachelor thesis (abstract) is poisoning by carbon monoxide, a dangerous and colorless gas. The work is divided into theoretical and practical part. In the theoretical part, the carbon monoxide is described together with its history and present. The physiology and pathophysiology of respiration also mentioned as well as symptoms of poisoning, diagnostics of poisoning and subsequent treatment. The main sources of the treatment are high doses of oxygen administered to the casualty followed by hyperbaric oxygen treatment which takes place in hyperbaric chambers. In the practical part, several case studies which point to the risk and high mortality in carbon monoxide poisoning are presented.

Keywords: carbon monoxide, intoxication, oxygen, hyperbaric chambers

## SEZNAM ZKRATEK

CO	Oxid uhelnatý
SPECT	Tomografická scintigrafie
CT	Výpočetní tomografie
EKG	Elektrokardiografie
g	Gram
GCS	Glasgow Coma Scale
Hb	Hemoglobin
HBO	Hyperbarická oxygenoterapie
IM	Infarkt myokardu
kPa	Kilopascal
KPR	Kardiopulmonální resuscitace
l	Litr
ml	Mililitr
MRI	Magnetická rezonance
O <sub>2</sub>	Kyslík
OTI	Orotracheální intubace
PČR	Policie České republiky
RLP	Rychlá lékařská pomoc
ROSC	Return of spontaneous circulation
RZP	Rychlá zdravotnická pomoc
SPECT	Tomografická scintigrafie
TANR	Telefonicky asistovaná neodkladná resuscitace
UPV	Umělá plicní ventilace
ZOS	Zdravotnické operační středisko



## Obsah

ÚVOD.....	10
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1.1 OXID UHELNATÝ.....	12
1.1.1 DEFINICE.....	12
1.1.2 HISTORIE.....	13
1.1.3 SOUČASNOST.....	14
1.2 DÝCHACÍ CESTY.....	15
1.2.1 FYZIOLOGIE DÝCHÁNÍ.....	15
1.2.2 ŘÍZENÍ DÝCHÁNÍ.....	16
1.2.3 PATOFYZIOLOGIE DÝCHÁNÍ.....	17
1.2.4 KLINICKÝ OBRAZ OTRAVY.....	18
1.2.5 DIAGNOSTIKA OTRAVY.....	21
1.2.6 LÉČBA OTRAVY.....	23
1.2.7 HYPERBAROXIE.....	25
1.2.8 PROGNÓZA OTRAVY.....	27
1.2.9 PREVENCE OTRAVY.....	27
2 PRAKTICKÁ ČÁST.....	29
2.1 KAZUISTIKA 1.....	29
2.2 KAZUISTIKA 2.....	33
2.3 KAZUISTIKA 3.....	36
2.4 KAZUISTIKA 4.....	39
3 DISKUZE.....	42
3.1 DOPORUČENÍ PRO PRAXI.....	45
4 ZÁVĚR.....	47
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	48
PŘÍLOHY	

## ÚVOD

Otravy oxidem uhelnatým zaujímají první místo mezi náhodnými intoxikacemi. Velmi obtížná je jejich samotná diagnostika. Při dlouhodobém vystavování a vysoké koncentraci tohoto jedovatého plynu dochází k velice vážným poruchám organismu až ke smrti jedince. Oxid uhelnatý má totiž velice vysokou afinitu, při které snadno vytěsňuje kyslík a místo něj se pak navazuje na molekuly hemoglobinu.

Ročně tedy dochází k mnoha případům těchto otrav, a to nejen na území České republiky, ale v celé Evropě a dokonce i Americe. Právě v Americe je ročně ošetřeno 35 000-56 000 osob, kdy z tohoto velkého počtu zemře na náhodnou intoxikaci 600-1000 osob a dalších 3000-6000 na otravu úmyslnou. I přesto však otravy oxidem uhelnatým zaujímají 1. místo mezi náhodnými otravami v Evropě. Ve Francii dochází ročně k přibližně 5000-8000 otrav CO a ve Velké Británii k 25 000 případů.

V České republice dochází k otravám oxidem uhelnatým především ve větších městech a hlavně v oblastech se starší zástavbou. Nejvíce případů otrav oxidem uhelnatým v Česku je evidováno v městech, jako jsou Karlovy Vary, Plzeň, Karviná, Praha, Brno a Liberec.

V teoretické části práce je popsáno, jak oxid uhelnatý vzniká a o jaký plyn se jedná. Historie tohoto jedovatého plynu, který v minulosti sloužil prakticky jako zbraň nacistických vojáků v holocaustu. Využívání jeho účinků například v potravinářství.

Práce se zabývá jeho toxickými účinky na organismus, a proto je zde popsáno porovnání fyziologie a patofyziologie dýchání. Klinický obraz otravy a samotná diagnostika, která je mnohdy velmi obtížná. V práci je dále popsána léčba, která spočívá především ve vysokých dávkách podávaného kyslíku a v některých případech transportem za oxygenoterapie do hyperbarické komory. Samotné účinky, indikace a funkčnost hyperbarické komory je věnována samostatná kapitola. Teoretická část je zakončena prognózou této závažné otravy a preventivním doporučením, které by mělo být striktně dodržováno.

V praktické části práce jsou použity 4 kazuistiky, které jsou zpracovány z událostí, jež vznikly na přelomu let 2014 a 2015 na území Prahy. Je zde popsáno, jak závažné mohou být důsledky otravy oxidem uhelnatým a jak tento plyn dokáže být nebezpečný.

Ročně lze pozorovat velký výskyt problematiky otrav oxidem uhelnatým. Případy, u kterých zasahovali složky IZS, je možné sledovat na internetu, v médiích nebo přímo na stránkách záchranných služeb. Po domluvě s vedoucí mé práce PhDr. Jarmilou Paukertovou jsme dospěli k závěru, že by bylo zajímavé tuto problematiku více prozkoumat a zpracovat ji do bakalářské práce.

Cílem práce je přiblížit tuto problematiku, nastínit chybné reakce postižených osob a ukázat, že výskyt těchto otrav není příliš malý.

# 1 TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 OXID UHELNATÝ

### 1.1.1 DEFINICE

Oxid uhelnatý (dále CO) je bezbarvý a nedráždivý plyn bez zápachu, lehčí než vzduch. Jeho relativní hustota je 0,97, proto je ve vodě málo rozpustný. K otravám tímto jedovatým plynem dochází inhalací vzduchu, který obsahuje jedovatou koncentraci CO. Zaujímá první místo mezi náhodnými otravami v Evropě. První diagnostika postiženého otravou oxidem uhelnatým je v 30% diagnostikována chybně. Nejčastěji jsou tyto otravy zaměňovány za chřipkovou onemocnění, deprese, otravy jídlem, gastroenteritidu, iktus, únavový syndrom, migrénu nebo intoxikaci alkoholem. Jeho koncentrace ve vzduchu vzniká především nedokonalým spalováním nebo nedokonalé oxidaci všech uhlikatých látek. Nejvyšší koncentrace tohoto plynu je obsažena v důlních plynech, kde bývá CO obsažen až v 50%.

Mezi riziková pracoviště kromě dolů patří také kotelny, kde kouřové plyny obsahují až 35% CO. Ve vodním plynu 38%, ve výfukových plynech spalovacích motorů a svítiplynu, což je sloučenina CO, vodíku, metanu, dusíku a oxidu uhličitého, je koncentrace CO 11%. Nejčastěji se otrava CO vyskytuje v domácnostech se zavedeným zemním plynem. Otrava vzniká při nedokonalém odvětrávání koupelen při používání karmy k ohřevu vody, při technických problémech s odtahem komínů, špatně odvětrávaných garáží nebo při sebevražedných pokusech. Je však prokázáno, že v 30% případů je během prvního vyšetření pacienta chybně určená diagnóza. Nejčastěji je otrava oxidem uhelnatým zaměněna za chřipkovou onemocnění, deprese, otravu jídlem, iktus, migrénu, intoxikaci alkoholem nebo za únavový syndrom. (Pelcová, 2014; Ševela, 2011)

## 1.1.2 HISTORIE

Existuje dlouhá historie sloučeniny zvané oxid uhelnatý, která se datuje téměř 800 let nazpět. Zatímco tato sloučenina existuje přirozeně a pravděpodobně je přítomna od počátků formování naší planety, tak až do 14. století byla nepojmenována.

Pojmenovat se jí podařilo španělskému chemikovi jménem Arnaldus de Villanova, který popsal plyny, vznikající při hoření dřeva, které dnes známe jako oxid uhelnatý. Téměř před 300 let poté málem o svůj život přišel Jan Baptista van Helmont, belgický chemik, který neúmyslně inhaloval směs oxidu uhelnatého a uhlíčitého.

V historii má ovšem CO své místo hlavně v době druhé světové války, kdy od července roku 1942 až do zrušení vyhlazovacího tábora Treblinka v roce 1943 bylo zavražděno pomocí oxidu uhelnatého v plynových komorách více než 700 000 židů. Treblinka však nebyla jediným místem, kde za druhé světové války vyhlazovali nejen Židy, ale také Romy.

Dalšími takovými místy byly vyhlazovací tábory v Kulmhof, Belzec, Sobibor a Lublinka, v jejichž plynových komorách se zpočátku také používal k usmrcení oxid uhelnatý. Tam byl jako zdroj CO využíván naftový motor. V plynových komorách se naráz v osvětlené místnosti o velikosti 90m<sup>2</sup> těsnilo zhruba 700-900 Židů. Po spuštění motorů byl proces usmrcení v 32. minutě ukončen. Další židé byly za příslibu zachování života používány jako odklízecí komanda, které odklízela usmrcené Židy. Jedinou výjimkou mezi vyhlazovacími tábory byl Auschwitz-Birkenau, kde nacisté přešli na Cyklon-B a to pro vyšší efektivitu a nižší náklady.

Otravy CO však byly důkladně zkoumány již od roku 1920, kdy bylo zapotřebí určit bezpečné koncentrace pro tunely, kterými projížděla motorová vozidla a to zejména pro New Yorský Holland tunel. (Sedláček, 2014)

### 1.1.3 SOUČASNOST

Oxid uhelnatý zaujímá první místo mezi náhodnými otravami v Evropě. Ve Spojených státech amerických se jedná častěji o úmyslnou otravu a oxid uhelnatý je dlouhodobě na jednom z prvních míst mezi příčinami úmrtí. Jen v Americe je ročně evidováno 30 000-56 000 ošetřených. V České republice došlo v letech 80. a 90. K mírnému poklesu otrav, ale v posledních pár letech dochází opět k mírnému nárůstu.

Na území Prahy vyjížděli posádky záchranné služby k případům otravy oxidem uhelnatým za poslední 4 roky takto:

- Rok 2011- 175 případů otrav CO
- Rok 2012- 165 případů otrav CO
- Rok 2013- 140 případů otrav CO
- Rok 2014- 121 případů otrav CO

Lze tedy pozorovat pozitivní pokles otrav oxidem uhelnatým na území Prahy.

Jedná se o bezbarvý, nedráždivý plyn bez chuti a zápachu, který je lehčí než vzduch. Ve vodě je nerozpustný a hoří modrým plamenem. Má silné redukční vlastnosti. Je-li ve vzduchu přítomen v množství 12,5- 74,2% , vybuchuje za vzniku oxidu uhličitého. Teplota tání je  $-205^{\circ}\text{C}$  a teplota varu činí  $-192^{\circ}\text{C}$ . Zápalná teplota se v průměru udává jako  $605^{\circ}\text{C}$ . V atmosféře se běžně vyskytuje v koncentraci nižší než 0,001%, kde vzniká především fotolýzou oxidu uhličitého působením ultrafialového záření. Doba setrvání oxidu uhelnatého v ovzduší se odhaduje na 36-110 dní.

Při přeměně CO na oxid uhličitý se dá tento jedovatý plyn rovněž označovat za skleníkový plyn, tedy plyn, přispívající k oteplování naší planety. Použití CO se využívá hojně v hutnictví při rafinaci kovového niklu. Nikl spolu s CO tvoří těkavou látku zvanou karbonyl niklu, který se poté rozkládá zpět na nikl a CO. Na této reakci je právě rafinace založena.

Dále se CO používá při výrobě některých chemikálií, hlavně při průmyslové výrobě kyseliny octové, kde je vznik založen na reakci CO a metanolu. V některých zemích byl CO donedávna využíván v povoleném množství 0,4% pro balení čerstvého masa, a to proto, že váže na svalový myoglobin za vzniku jasně červené barvy, která dodává masu přírodní zabarvení masa. V zemích evropské unie je pro tuto činnost povolen kyslík, jehož optický efekt je podobný. Oxidu uhelnatému je produkován denně, díky emisím, které vznikají při procesech založených na spalování uhlikatých paliv, což jsou dnes již všechna paliva kromě čistého vodíku. Za nízké teploty a nedostatku kyslíku, kdy dochází k úplné oxidaci uhlovodíků nebo uhlíku na CO a vodní páru.

Oxidu uhličitému jsou vystaveni také hlavně kuřáci, neboť CO je obsažen také v cigaretovém kouři. Lidé, kteří za den vykouří zhruba 20 cigaret, mají v krvi asi 4-7% hemoglobinu zablokováno působením CO. Největším producentem CO jsou emise z motorů s vnitřním spalováním, a to i přestože u novějších automobilů jsou díky katalyzátorům podstatně sníženy. Dalším zdrojem CO jsou domácnosti využívající zemní plyn nebo kotle. (Ševela, 2011; Pelcová, 2009)

## **1.2 DÝCHACÍ CESTY**

### **1.2.1 FYZIOLOGIE DÝCHÁNÍ**

K fyziologickému dýchání člověka bezpochyby patří látková výměna plynu, při které vdechujeme (inspirium) kyslík (O<sub>2</sub>) a vydechujeme (expirium) oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>). Transport kyslíku probíhá ze zevního prostředí až k buňkám. Ten je zajišťován čtyřmi pochody.

1. Transport kyslíku ze zevního prostředí do plicních sklípků (alveol).
2. Difuze kyslíku z alveol do kapilární krve.
3. Transport kyslíku krví do vlásečnic ve tkáních.
4. Difuze kyslíku z tkáňových vlásečnic do okolních buněk.

Kyslík je v těle rozváděn dvěma způsoby, v malém množství (asi 1%) je fyzikálně rozpuštěný v krvi. Chemicky vázaný kyslík, kterého je v krvi většina se váže v reverzibilní vazbě na hemoglobin (červené krevní barvivo) jako oxyhemoglobin. Množství oxyhemoglobinu závisí na koncentraci hemoglobinu v krvi a na stupni saturace.

Koncentrace hemoglobinu u muže je 150g/l a 1g hemoglobinu váže 1,34 ml kyslíku. Při plném nasycení obsahuje 1 litr arteriální krve zhruba 200 ml kyslíku. Hemoglobin (chromoprotein) je sloučenina železa hemu, který je vázaný na řetězce globinu. Železo se při reakci neoxiduje, ale oxygenuje. Na jednu molekulu hemoglobinu se mohou navázat až 4 molekuly kyslíku. Kyslík z hemoglobinu je spotřebováván v místě buněčných mitochondrií. Zde probíhá látková výměna kyslíku a oxidu uhličitého mezi krví v kapilárách, intersticiální tekutinou a buňkami.

Výměna probíhá difúzí, neboli procesem rozptylování částic v prostoru. Aby však došlo k difúzi, musí být zachován parciální tlak kyslíku, který je v krvi přitékající do kapilár 12,5 kPa, v intersticiální tekutině tkání 5,3 kPa v klidu a v extracelulární tekutině kolísá mezi 2-3 kPa. Transport oxidu uhličitého probíhá také čtyřmi způsoby, ale v opačném směru. Rozlišujeme zde dva typy dýchání.

1. Zevní, neboli plicní. Výměna kyslíku a oxidu uhličitého mezi plícemi a krví.
2. Vnitřní, neboli tkáňové. Výměna kyslíku a oxidu uhličitého mezi krví a tkáněmi.

Přenos i vazba oxidu uhličitého je však složitější než přenos kyslíku. Oxid uhličitý je totiž vázán trojím způsobem. V krevní plazmě je volně rozpuštěn ve větším množství než kyslík. To tvoří až 5% veškerého oxidu uhličitého v krvi. Slučuje se s hemoglobinem. Při navázání na část molekuly hemoglobinu tvoří sloučeninu karbaminohemoglobin (asi 10% oxidu uhličitého v krvi) Asi 85% oxidu uhličitého se váže v krevní plazmě ve formě uhličitanů. Stejně tak jako obsah kyslíku v krvi, tak i obsah oxidu uhličitého v krvi závisí na jeho napětí. Křivka oxidu uhličitého není esovitě prohnutá, jako křivka kyslíku, ale plynule stoupá. Oba dva plyny se navzájem podporují. Stoupá-li množství oxidu uhličitého v krvi, zvyšuje se tak i uvolňování kyslíku do tkání. Při poklesu kyslíku krev váže větší množství oxidu uhličitého. (Dylevský, 2013; Čihák 2011)

## 1.2.2 ŘÍZENÍ DÝCHÁNÍ

Rytmičné střídání inspiria a expiria závisí na dýchacím ústředí, které je v prodloužené míše a Varolově mostu. Zde se nacházejí jak inspirační, tak expirační neurony. Rytmus aktivního dýchání je tedy dán souhrou těchto skupin neuronů a na jejich přímém nebo zprostředkovaném ovlivnění.



Činnost dechového centra je udržována parciálním tlakem oxidu uhličitého ( $p\text{CO}_2$ ) v krvi. Při fyziologické hodnotě  $p\text{CO}_2$  je dýchání eupnoické, tedy klidné a pravidelné. Pokud však dojde k vzestupu  $p\text{CO}_2$  a poklesu pH krve pod 7,36, dochází k prohloubení a zrychlení dýchání. Množství kyslíku v krvi nemá přímý vliv na dýchací centrum, ale nepřímě ovlivňuje periferní receptory, které jsou například v arteria carotis nebo aortě. Při větším poklesu kyslíku v těle dochází k bezvědomí a následně ke smrti. (Trojan, Schreiber, 2002)

### 1.2.3 PATOFYZIOLOGIE DÝCHÁNÍ

Oxid uhelnatý, který je vdechován, přestupuje přes alveolární membránu a rozpouští se v krevní plazmě. Jeho vysoká toxicita způsobuje to, že minimální koncentrace ve vzduchu, tedy pouhých 0,1 % CO z celkové koncentrace kyslíku ve vzduchu 21 %, má za následek přeměnu 50 % hemoglobinu na karboxyhemoglobin (COHb). Tato látková přeměna trvá pouze několik minut a hemoglobin tím ztrácí schopnost přenášet kyslík.

Příčinou vysoké toxicity oxidu uhelnatého je však to, že jeho vazba na hemoglobin je s afinitou 210 krát vyšší než u kyslíku. V těle se metabolizuje minimálně, tedy méně než 1%. Jeho vazba je však velmi silná. Váže se například na takzvané hemoproteiny a blokuje tak jejich fyziologickou funkci hemoglobinu v krvi, myoglobinu v srdečním svalu a cytochromy dýchacích řetězců v mitochondriích. Hlavním účinkem CO je silný nedostatek kyslíku v organismu, tedy těžkou anoxií tkání. Při zvýšené koncentraci COHb v krvi se disociační křivka oxyhemoglobinu posunuje doleva. To způsobuje, že se do tkání uvolňuje méně kyslíku. Venózní krev má proto jasně červenou barvu, která vyvolává i třešňově zabarvenou barvu kůže.

Pro snižování tvorby oxidu uhličitého ve tkáních při nezměněném výdeji v plicích vzniká hypokapnie. Metabolickým důsledkem intoxikace CO je metabolická, neboli laktátová acidóza. Dalším problémem, který je způsoben toxickým účinkem působení CO má za následek zhoršení srdečních funkcí.

Blokujícím myoglobinem zprostředkovanou oxidativní fosforylaci (navázání fosfátové skupiny na organickou látku), čímž přímo zhoršuje srdeční kontraktilitu (stažlivost), snižuje srdeční výdej a vede ke komorovým dysrytmiím. Vazba COHb je reverzibilní, zhruba za 3-4 hodiny klesá koncentrace COHb na polovinu. Ačkoliv u otrav CO jsou hodnoty saturace kyslíku vysoké, jsou velice nespolehlivé, neboť COHb stupeň saturace nadhodnocuje. Velkou pozornost u otrav CO je třeba věnovat těhotným ženám, neboť ty mají běžně nižší hodnoty COHb než plod, a to až o 10-15 % díky silnější afinitě fetálního hemoglobinu vůči CO při současně nižší hodnotě parciálního tlaku kyslíku v arteriální krvi plodu. Již za fyziologických podmínek je disociační křivka fetálního hemoglobinu silně posunuta doleva. Při otravě CO dochází k dalšímu jejímu posunu, což vede ke sníženému uvolňování kyslíku ve tkáních a rozvoji těžké tkáňové hypoxie a neřídka smrtelnému účinku na samotný plod. (Slavíková, Švíglerová, 2012; Ševela, 2011; Pelcová, 2014)

#### **1.2.4 KLINICKÝ OBRAZ OTRAVY**

Při možnosti otravy oxidem uhelnatým (CO) je nutno na tuto příčinu myslet. Při setrvání v prostorech zamořených tímto jedovatým plynem jsou vystavováni nebezpečí otrávení i samotní zachránci. Klinický obraz otravy CO závisí na koncentraci vdechované směsi, délce inhalace, alveolární ventilaci a tělesné aktivitě postiženého.

Příznaky otravy jsou však velmi nespecifické, protože projevy mohou být podobné jinému onemocnění a lze je tedy snadno zaměnit. Většinou se objeví mírnější příznaky, jako jsou například nevolnost, zvracení, bolesti hlavy nebo bolesti na hrudi, závratě, slabost, palpitace, psychické projevy. Kratší vystavení vyšší koncentraci CO má obecně mírnější průběh, než nižší koncentrace CO, které je postižený vystavován delší dobu. Při závažnějším průběhu se mohou objevit i neurologické příznaky, při kterých může docházet až ke kvantitativním poruchám vědomí, kterými jsou somnolence, sopor až kóma. Neurologickým následkem těžké otravy CO bývá nejčastěji neurastenický syndrom, pyramidová nebo extrapyramidová symptomologie (parkinsonismus).

Změna klinického obrazu může být způsobena i dalšími okolními vlivy, kterými je například pobyt ve vaně naplněné vodou, popáleniny, tlakové nekrózy, podchlazení nebo aspirace. Tyto nespecifické příznaky otravy totiž vyvracují fakt, zabarvené kůže postiženého do typicky višňové barvy. Postižený v těchto případech mívá charakteristicky bledší barvu kůže. V krvi silných kuřáků se běžně nachází 5 a více % COHb. Jak již bylo jednou zmíněno, kromě samotné koncentrace CO záleží i na fyzické zátěži. Při vyšším minutovém volumu se vstřebává totiž více CO a hladiny COHb jsou potom daleko vyšší. To platí například u hasičů, kteří jsou vysoké zátěži vystavováni. Postižení se zprvu týká orgánů, které mají vysoké nároky na přísun kyslíku. Těmi jsou bezpochyby mozek a myokard. Hladina COHb v krvi však přesně nesouvisí s klinickou tíží otravy. Stádia otrav jsou rozdělována dle závažnosti na stádia 1-4, kde se hodnotí jednotlivé klinické příznaky v jednotlivých orgánových systémech. Tato stádia jsou znázorněna dle Ostravské klasifikace. (Tabulka č.1)

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

Tabulka číslo 1, Ostravská klasifikace (Ševela, 2011)

Příznaky otravy CO mají dvojí klinický obraz. Rozdělujeme je na akutní a chronické. U akutní otravy CO jsou příznaky velmi nespecifické a mohou být snadno zaměnitelné za jiná onemocnění. Pro ověření diagnózy je nejspolehlivějším způsobem pouze přeměření hladiny COHb v krvi postiženého. Důležité je po provedení co nejdříve zaznamenat čas pro pozdější výpočty, neboť hladina COHb při zahájení léčby rychle klesá, a proto upřesnění diagnózy po delším časovém intervalu není možné. Jednotlivé příznaky průběhu otravy závisejí na množství nasycení krve COHb.

Při nasycení krve 20 % COHb se projevuje mírnou bolestí hlavy a závratěmi, 30 % bolestmi hlavy, nauzeou až zvracením, akční neschopností a dušností při námaze. Při 40-50 % COHb v krvi nastávají úporné bolesti hlavy, zmatenost, povrchní nepravidelné dýchání, poruchy vědomí až kóma a křeče. Nad 60 % nastává hluboké kóma, křeče, edém mozku až smrt. Komplikací akutního stádia otravy CO se vyznačují kardiovaskulárními onemocněními, kterými jsou koronární ischemie, dysrytmie, stenokardie a infarkt myokardu, akutní plicní edém. Tato onemocnění však nevznikají pouze u osob s postižením koronárních tepen, ale i u mladých a zcela zdravých osob. U osob, kteří utrpěli poškozením myokardu po otravě CO mají téměř trojnásobně vyšší kardiovaskulární úmrtnost (38 %) než postižení bez poškození myokardu (15 %). Významnými ukazateli jsou však věk, diabetes mellitus, hypertenze a ICHS. Důležité tedy je, aby pacientům, u kterých je podezření na otravu oxidem uhelnatým bylo natočeno diagnostické EKG a zajištěn intravenózní vstup pro možnost zahájení včasné léčby. Dále může docházet k akutnímu rozpadu kosterních svalů s uvolňováním myoglobinu a následnému poškození ledvin až akutnímu renálnímu selhání (rhabdomyolýza). Chronické stádium intoxikace CO se většinou popírá, neboť vazba CO na hemoglobin je reverzibilní.

Po 3 týdnech nebo někdy i po kratším časovém intervalu se mohou dostavit následky intoxikace v podobě pseudoneurastenického syndromu, extrapyramidových a vegetativních příznaků nebo toxické encefalopatie. Tyto následky vznikají nebo přetrvávají většinou po těžkých akutních otravách s bezvědomím. Z neurologických následků otravy CO jsou to většinou parkinsonské rysy s mutismem, ztráta rozpoznání předmětů, zvuků, tvarů a vůní (agnozie), zrakové poruchy a amnesticko – konfabulační stavy. U postiženého se mohou objevit změny osobnosti, které s sebou přinášejí i zvýšenou podrážděnost, slovní agresi, sklony k násilí, impulzivitu a náladovost.

Tyto stavy jsou u části postižených dočasné a po několika měsících dochází ke zlepšení stavu. U zbytku však dochází k nezměněnému stavu. V těžších případech dochází k rozvoji apalického syndromu. Na tyto stavy neexistují žádné klinické ani laboratorní markery, lze tedy za nezávislý rizikový faktor uvést přítomnost bezvědomí a věk nad 60 let.

U osob, které jsou chronicky vystavovány působení jedovatého CO vede k únavnosti, zhoršení paměti a soustředění, bolestem hlavy, poruchám vidění, závratím, paresteziím, bolestem na hrudi, bolestem břicha a průjmům. K tomu dlouhodobému vystavování vyšším koncentracím CO dochází zejména v zaměstnání a lze tyto chronické problémy řadit mezi takzvané nemoci z povolání. Povoleným limitem průměrné hodnoty CO v prostředí by neměl přesáhnout povolenou hodnotu  $30 \text{ mg/m}^3$ , tedy přípustný expoziční limit (PEL).

Nejvyšší povolená koncentrace (NPK-P) by neměla přesáhnout  $150 \text{ mg/m}^3$ . Při překročení těchto hodnot je nutné opustit pracovní prostor nebo použít dýchací přístroj. Z těchto důvodů také v minulých dobách bývali v dolech používáni kanáři, neboť mají metabolismus náročnější na přísun kyslíku a tím tedy mohou snadněji detekovat vyšší koncentraci jedovatého CO. (Ševela, 2011; Pelcová, 2014)

### **1.2.5 DIAGNOSTIKA OTRAVY**

Diagnostika stanovení otravy CO je mnohdy velmi komplikovaná z důvodů nejasných klinických příznaků, které jsou mnohdy zaměňovány za jiná onemocnění. Při určení diagnózy se tedy musíme často zamyslet a hlavně vizuálně zhodnotit prostředí, ve kterém došlo k údajnému onemocnění. Často těmito místy bývají koupelny bytů s plynovým ohřevem vody. Stanovení COHb v krvi lze provést třemi způsoby.

Neinvazivní metodou měření COHb pulzní cooxymetrií, která je využívána hlavně v přednemocniční péči, ale také v nemocniční a hlavně na pracovištích urgentního příjmu. Měření probíhá transportním přístrojem, který vykazuje uspokojivou přesnost měření. Dalším způsobem měření je invazivní forma měření cooxymetrií přímo z krve postiženého. Tato spektrofotometrická analýza probíhá při 6 vlnových délkách a je velmi přesná. Není však dostupná na všech klinických pracovištích.

Na pracovištích soudního lékařství, je nejvíce využívána metoda plynovou chromatografií, což je typ separační metody, kdy se od sebe oddělují složky obsažené ve vzorku a které mohou být převedeny do plynné fáze, aniž by došlo k jejich rozkladu. Třetím způsobem zjištění koncentrace COHb je z výdechu postižené osoby při použití detekční trubičky. Tato metoda je jednoduchá, levná, ale slouží spíše k orientační zkoušce a používá se proto pouze v přednemocniční péči.

Použití klasického oxymetru ke zjištění saturace kyslíku navázaného na hemoglobin není vhodná, protože užívá světla pouze ve dvou vlnových délkách a nedokáže tak rozpoznat navázaný COHb od HbO<sub>2</sub>, a tím ukazuje falešně vysoké hodnoty saturace. V literatuře je popisován i jeden z příznaků, kterým lze diagnostikovat otravu CO, ale v praxi není příliš spolehlivý. Tímto příznakem je zbarvení kůže postiženého do višňově růžové barvy, ovšem to se objevuje ve výjimečných případech.

Mezi další vyšetřovací metody patří vyšetření krevních plynů, krevní obraz, kompletní toxikologický screening z moči a biochemický screening včetně glykémie a myoglobinu. Při zjištění laktátové acidózy je průkaz dlouhodobé expozice CO a tím i horší prognóza. Kromě zvýšené glykémie a v akutním stádiu i metabolické acidózy se u starších pacientů mohou objevit ischemické změny na EKG. K poškození myokardu dochází až ve 37 % případů otravy CO. Mezi další vyšetřovací metody, které však nepatří k rutinnímu vyšetření, řadíme magnetickou rezonanci (MRI), výpočetní tomografii (CT) nebo tomografická scintigrafie (SPECT) mozku. Tyto metody jsou používány při horším průběhu otravy, tedy při poruchách vědomí a při předpokládaném edému mozku. Místa, postížená ischemií při akutním stádiu otravy, lze odhalit pozitronovou emisní tomografií (PET). Velmi doporučeným vyšetřením je neurologické vyšetření, včetně baterie neuropsychologických testů, k odhalení zvýšeného rizika pozdních neurologických (neuropsychiatrických) postižení. Kontrolní neurologické vyšetření je nutné provést s odstupem 2 týdnů od propuštění z nemocnice. Neuropsychologické vyšetření zjistí kognitivní poruchu v akutním stádiu i v období pozdních následků. (Ševela, 2011; Pelcová, 2014)

## 1.2.6 LÉČBA OTRAVY

Na místě události je velmi důležité dávat pozor především na zdraví záchranáře, tím se hlavně myslí to, že se nezdržujeme v zamořeném prostředí s jedovatým plynem CO příliš dlouho. Důležité je okamžitě otevřít okna, tedy pokud je to možné a zajistit tak odvětrávání zamořeného místa. Dále je důležité transportovat postiženou osobu mimo zamořené prostředí. Měli bychom provést neurologické vyšetření, vyšetření zevního poranění a interní zátěže, tedy vyšetření glykémie a EKG.

U intoxikovaného bychom měli zahájit léčbu oxygenoterapií, tedy 100 % kyslíkem. Ten je podáván těsnicí maskou se zásobním vakem s vysokým průtokem kyslíku (15 l/min) a s možností CPAP bez zpětného vdechování. Nasazenou oxygenoterapií urychlujeme pokles COHb nejméně 4 násobně. Normobarická oxygenoterapie je aplikace 100 % kyslíku podávaného za normálního atmosférického tlaku, tedy tlaku 100 kPa. Tato léčba je určena pro lehčí případy otravy CO a odpovídá tak 1. Stupni Ostravské klasifikace. Následuje symptomatologická léčba, tedy péče, kterou vyžaduje stav pacienta. Zavedení intravenózního vstupu a přísun tekutin, podpora oběhových funkcí nebo zahájení KPR v případě náhlé zástavy oběhu. V případě poruchy vědomí a GSC pod 8 je indikována orotracheální intubace a umělá plicní ventilace (UPV) s frakcí kyslíku ( $F_{iO_2}$ ) 1,0 a použití pozitivního přetlaku na konci výdechu (PEEP). U těžkých otrav CO, kdy hodnota COHb dosahuje nad 40 %, je indikována hyperbarická oxygenoterapie. Ta je však také indikována u těhotných žen, kde kvůli vysokému riziku hypoxie hrozí nebezpečí pro plod nebo u osob, u kterých se projeví závažné neurologické příznaky. Hyperbaricky podávaný kyslík je také 100 %, ale je podáván za vyššího tlaku, než je tlak atmosférický. Kyslík je podáván pod tlakem zpravidla 200- 300 kPa. (Ševela, Akutní intoxikace a léková poškození v intenzivní medicíně, 2011, str. 157),  
„Během léčby v hyperbarické komoře dochází k následujícím dějům:

- *Urychlení disociace COHb z 90 minut během NBO na 22 minut během HBO 300 kPa, urychlené nastolení dodávky O<sub>2</sub> do periferních tkání, likvidace tkáňové hypoxie.*
- *Urychlení vyvázání CO z vazby na cytochromoxidázu.*
- *Redukce mozkového otoku.*
- *Zvýšení produkce antioxidačních enzymatických systémů jak přímou cestou, tak časnou aktivací proteinkinázy C (PKC).*
- *Utlumení průběhu ischemicko-reperfuzního poranění a snížení lipidové peroxidace.“*

Uvádí se, že na pracoviště s možností hyperbaroxie by měly být transportovány osoby, které mají hladinu COHb vyšší než 10 %, pacienti v bezvědomí nebo s abnormálním neurologickým nálezem a těhotné ženy. Doporučený léčebný tlak pro hyperbaroxii je 250-300 kPa. U osob bez vyššího rizika pozdního neurologického postižení se v léčbě může rozhodovat mezi zvolením hyperbaroxie nebo normobarické oxygenoterapii.

Léčbu se ovšem nedoporučuje zahajovat po více jak 24 hodinách, kdy pacient je asymptomatický. Při směřování pacientů do hyperbarické komory je vždy důležitá telefonická konzultace s příslušnými pracovištěm. (Ševela, 2011; Pelcová, 2014; Remeš, 2014)

#### **Pracoviště s možností hyperbarické léčby:**

Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

Ústřední vojenská nemocnice Praha a ÚLZ

Nemocnice na Homolce

Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem o.z.

Nemocnice České Budějovice a.s.

Sanatorium PRAJZKO Hronov

Krajská zdravotní a.s. – Nemocnice Most, o.z.

Rehabilitační ústav v Hostinném

Chrudimská nemocnice a.s.

Pardubická krajská nemocnice a.s.

Nemocnice Kladno

Fakultní nemocnice Plzeň

Městská nemocnice Ostrava



### 1.2.7 HYPERBAROXIE

Hyperbaroxie, neboli léčba kyslíkem za vyššího atmosférického tlaku, je metoda léčby, která datuje svůj začátek již v 19. století. První velkou komoru, dosahující 30 metrů délky sestrojil v roce 1918 Cunningham. V začátcích však léčby kyslíkem probíhaly bez vědeckých podkladů. Za opravdové zakladatele hyperbaroxie jsou však považováni až britský lékař Churchil-Davidson a holandský chirurg profesor Boerema. Právě Boerema začal jako první provádět kardiochirurgické operace a Churchil-Davidson začal kombinovat radioterapii a hyperbaroxii u léčby zhoubných nádorů. První hyperbarická komora v české republice vznikla v Městské nemocnici Ostrava v roce 1965 a hlavním důvodem vzniku bylo důlní neštěstí, které se odehrálo v roce 1963 v Ostravě- Petřkovících, kdy na otravu jedovatým CO zahynulo šest horníků. Hyperbarická komora v Ostravě byla třetím zařízením v Evropě. (3vision.cz, 2013; Prajzko, 2011)

Hyperbarická komora umožňuje léčbu kyslíkem, kdy jeho vdechovaná koncentrace dosahuje 100% a je tak pětikrát vyšší než ve vzduchu, protože vzduch obsahuje asi 21% kyslíku, 79% dusíku a 1% ostatních látek. Cílem této metody je pomocí krve dopravit vyšší množství kyslíku k orgánům, a to vše za vyššího atmosférického tlaku. Samotné hyperbarické komory můžeme rozdělit do třech typů. Podle určení, velikosti a plnění. Hyperbarické komory tedy slouží jako dekompresní, zařízení pro léčbu nebo experimentální výzkum. Dle velikosti řadíme komory mezi malé, střední a velké, kdy jejich velikost začíná na 1 m<sup>3</sup> a končí až na velikosti několika desítek krychlových metrů. Komory mohou být plněny různými plyny nebo látkami, podle potřeby použití a velikosti samotné komory. Plněné jsou především kyslíkem nebo vzduchem, ale například komory pro experimentální účely nebo potápěčské jsou zpravidla plněné směsí kyslíku a helia. Hydrobarokomory jsou naopak plněné vodou. Některé z barokomor jsou pro lepší monitorování pacienta opatřeny diagnostickým EKG, neinvazivním měřením krevního tlaku, možnost umělé plicní ventilace nebo mikrofonu pro lepší komunikaci s pacientem.

Komory musí být při používání zcela čisté, bez známek prachových nečistot, neboť při takto vysokých dávkách kyslíku hrozí riziko ohně. Indikací k použití HBO je prioritou číslo jedna například u dekompresního syndromu, který vzniká především u potápěčů.

Dále u vzduchové embolie, intoxikace CO, Crush syndrom a kompartment syndrom, nekrotizující infekty měkkých tkání a gangrény, hemoragický šok nebo popáleniny. Prioritou číslo dvě jsou například otravy kyanidy, polytraumata, cystoidní pneumatóza střeva nebo kardiogenní šok, který je komplikován AIM. U těchto onemocnění je HBO součástí léčby a slouží spíše jako prevence možných komplikací. Priorita číslo tři slouží jako terapie, která umožňuje zlepšit klinické výsledky onemocnění, kterými jsou například dekubitální nekrózy, ICHDK s tvorbou trofických defektů nebo přihojování kožních štěpů. Použití barokomory však má i své komplikace. Jednou z možných komplikací je takzvané barotrauma. Tato komplikace vzniká v první ze tří probíhajících fází standardního průběhu HBO. Fáze komprese. Poškození vzniká na podkladě rozdílných tlaků středního a vnitřního ucha, vedlejších nosních dutin, zvukovodu nebo podtlakové barotrauma plic. V druhé fázi procesu nazvané izokomprese vzniká k léčebnému přetlaku až 200 kPa, kdy může docházet k samotné intoxikaci kyslíkem. Ta se projevuje svalovými křečemi, a dalšími neurologickými příznaky, kterými jsou například závratě, dezorientace nebo poruchy vidění. Ta většinou vzniká při nedodržování bezpečné doby inhalace. Poslední fází průběhu HBO je fáze dekomprese, tedy opakem první fáze.

Při dekompresi dochází ke snižování tlaku a hrozí tu komplikace poškození ucha nebo až vznik pneumotoraxu. Do barokomory však nemohou všichni pacienti. Hyperbarická komora má i své kontraindikace. Největší z nich je neléčený pneumotorax, který by vlivem působení vysokých tlaků mohl přerůst v pneumotorax tenzní. Dále jsou zde kontraindikováni pacienti léčení dlouhodobě cytostatiky nebo lidé užívající antabus při odvykací kúře. Relativní kontraindikace platí například pro těhotné ženy, různé akutní virové infekce horních dýchacích cest, neléčené maligní nádorové onemocnění, akutní astma bronchiale, epilepsie, stav po hrudní operaci a lidé s poruchou středního a vnitřního ucha. Před samotným použitím HBO je však důležité dostatečně poučit a připravit pacienta na léčebnou kúru. Naprosto důležité je, aby byl pacient poučen na rozdíl tlaků a naučil se je tak vyrovnávat pomocí dvou manévrů. Prvním z nich je takzvaný Valsalvův manévr, který spočívá v tom, že pacient si prsty uzavře nosní dírkou a poté jemně vydechne nosem. Druhou možností je Toynbeho manévr, při kterém se doporučuje uzavřít nosní dírkou a ústa a poté polknout. Jelikož je v HBO používáno k léčbě vysoké množství léčebného kyslíku, je naprosto důležité, aby pacient nepoužíval žádné krémy nebo například laky na vlasy a podobně.

Do styku s vysokým tlakem kyslíku by nemělo tedy přijít nic kovového, mastného nebo věci vyrobené z umělých materiálů. Oblečení pacientů je tedy z přírodního materiálu a je jím prostý bavlněný empír. U pacientů v bezvědomí je příprava čistě na nemocničním personálu. (Kapounová, 2007; Slavíková, 2012; Ševčík, 2014)

### **1.2.8 PROGNÓZA OTRAVY**

Prognóza otrav CO nemá jednoznačná data. Uvádí se, že zhruba ve 30% těžce otrávených jedovatým CO má fatální následky, u 11% populace otrávených se objeví těžké neurologické příznaky, malé procento má jen lehké, ale trvalé poruchy paměti nebo dokonce změny osobnosti. Tak jako je tomu i u jiných onemocněních, tak i tady rozhoduje do jisté míry věk, pohlaví pacienta a doba působení látky na organismus. Jen v roce 2014 bylo evidováno na území Prahy od začátku roku do poloviny června 48 případů otravy CO, z nichž ve dvou případech skončila otrava smrtí. Rekordním dnem v otravách smrtícím plynem CO byl v Praze 10. červen 2014, kdy posádky pražské záchranné služby vyjžděli k 15 případům s různými stupni otravy. (Ševela 2011; ZZS HMP, 2011)

### **1.2.9 PREVENCE OTRAVY**

Hlavním cílem prevence proti tomuto zákeřnému a tichému zabijákovi, kterým oxid uhelnatý bezpochyby je, spočívá především v pravidelných a odborných kontrolách plynových spotřebičů. Těmi jsou především myšleny plynové karmy v koupelnách, plynové kotle nebo sporáky a především také komínové systémy. Dalším velice smysluplným pomocníkem je instalace hlásičů oxidu uhelnatého. Důležité také je to, že při dlouhodobém pobývání v koupelnách, především tedy v napuštěných vanách nebo při dlouhodobém sprchování, bychom měli mít na paměti dostatečné odvětrávání dané místnosti. Tento problém se týká ve větší míře mladých slečen, které dlouhodobě pobývají v koupelně, kde je karna a sprchování tak mnohdy končí s fatálními následky.

Vyšší procento otrav CO se objevuje v zimních měsících, neboť důvodem bývá časté používání plynových spotřebičů a méně se i větrá než v letních měsících. To ovšem není vždy pravidlem. Jelikož je působení oxidu uhelnatého nebezpečné nejen pro přímé postižené, ale v neposlední řadě i pro zachraňující posádku záchranné služby, která většinou neví, z jakého důvodu došlo ke zhroucení postiženého, přišla Jihočeská záchranná služba jako první s unikátním pomocníkem. Jedná se o čidlo, které neustále monitoruje hladiny CO v ovzduší a při překročení nebezpečné hladiny začne posádku ihned informovat zvukovým signálem. Čidla jsou vyrobeny jako lehké krabičky s minimální hmotností, které jsou umístěny na pracovním oděvu člena posádky. Nejenom, že toto čidlo napomáhá ochraně zdraví zasahujících záchranářů, ale napomáhá tak i snadnějšímu stanovení diagnózy, a tím i včasnou a správnou léčbu postiženého.

## 2 PRAKTICKÁ ČÁST

### 2.1 KAZUISTIKA 1

První kazuistika se odehrává za teplého letního dne, konkrétně 10. června 2014 v jednom z bytových domů starší zástavby v centru Prahy. Denní teploty se pohybují kolem 31°C – 34°C a za slabého proměnlivého větru.

Ve 20 hodin a 54 minut přijalo operační středisko Zdravotnické záchranné služby hl. města Prahy tísňové volání mladého muže, který udává, že někdo náhle doma zkolaboval. Na dotaz operátorky, zda je ten někdo při vědomí a komunikuje, bratr odpovídá, že neodpovídá, dýchá slabě, ale barvu kůže prý má načervenalou. Dále uvádí, že jemu samotnému není úplně dobře. Další otázka operátorky tedy směřuje ke specifikování termínu „není úplně dobře“. Mladík tedy popisuje, že ho bolí hlava a má zvláštní pocit na zvracení. Matka je prý malátná, při vědomí, komunikující, ale stěžuje si údajně na motání hlavy a jednou dokonce i zvracela.

Operátorka tedy posílá na místo posádku rychlé lékařské pomoci (RLP) a dvě posádky rychlé zdravotnické pomoci (RZP) a zjišťuje u volajícího, zda-li nemají doma nějaký plynový spotřebič. Na tuto otázku volající odpovídá, že mají doma jak plynový sporák, tak i plynový ohřívač vody. Operátorka tedy mladého muže navádí k otevření oken, aby bylo možné odvětrat místnosti v bytě, které jsou s největší pravděpodobností zamořené jedovatým oxidem uhelnatým. Dále instruuje volajícího, aby kontroloval životní funkce nekomunikující, ale slabě dýchající osoby.

Jako první přijímá výzvu na pager ve 20:56 posádka RLP a RZP 1, následně pak RZP 2. Zpráva na pager a mobilní telefon posádek obsahuje základní informace o události a výzvu BEZVĚDOMÍ+ - Intoxikace CO??. Dále jsou členové posádek přes vysílačky informováni o třech postižených na místě, z toho dvou pacientů při vědomí a jednom v bezvědomí.

Na místo události přijíždějí v 21:02 současně vozy RLP a RZP 1. Posádky se tedy směřují k bytu postižených osob dle informací o výjezdu z mobilního telefonu a palubního počítače sanitních vozů s potřebným vybavením.

Na zvonek u dveří reaguje matka volajícího a posádku pouští dovnitř do bytu. Jedná se o ženu ročník 1975, která udává bolest hlavy, nevolnost. Udává, že celou dobu byla v obývacím pokoji bytu a necítí se dobře. U posádky se domáhá ošetření a o své dceři se nezmiňuje. Po chvíli přichází mladý muž, který telefonoval na dispečink záchranné služby a teprve posádku informuje o své sestře, která leží v bezvědomí v koupelně.

Při vstupu do koupelny nalézají členové posádky mladou dívku, ležící ve vaně, která je v bezvědomí, má načervenalou barvu kůže a nyní již nedýchá. Posádka tedy zahajuje dle platných postupů a algoritmů kardiopulmonální resuscitaci. Zorničky slečny jsou vpravo i vlevo mydriatické, bez fotoreakce, bulby jsou ve středním postavení. Ve 21:05 je u pacientky A provedena orotracheální intubace (OTI) s endotracheální trubicí velikosti 7,0 bez komplikací zavedení a pacientka je převedená na umělou plicní ventilaci (UPV) s 100% kyslíkem. Mezitím přijíždí na místo RZP 2. Na cestě je i inspektor provozu, který byl na místo zásahu vyslán dispečinkem také, neboť ten, kromě jedné posádky RZP z centra Prahy má jako jediný měřič hladiny oxidu uhelnatém v krvi postiženého.

Posádka RZP 2, která dorazila na místo, přijímá matku (pacient B) a bratra (pacient C) a odvádí je do sanitního vozu, kde zahajuje péči o tyto dva pacienty. RLP a RZP 1 zůstávají v bytě a pokračují v KPR u slečny s náhlou zástavou oběhu. Hladiny pulzní oxymetrie jsou neadekvátní, neboť u otrav oxidem uhelnatým vykazují mylné hodnoty kyslíku v krvi.

Po 8 minutách doráží na místo i inspektor provozu. Měří hodnoty oxidu uhelnatého u matky (pacient B) a bratra (pacient C). Naměřené hodnoty inspektor provozu nahlašuje posádce RZP 2 a odjíždí z místa, protože je operačním střediskem odvolán na další případ otravy oxidem uhelnatým. U pacientky je naměřena hodnota nasycení hemoglobinu oxidem uhelnatým 39% a u jejího syna 34%. Pacientům B a C je podáván kyslík pomocí masky a jsou zajištěny intravenózními vstupy. Oba dva dostávají infuzi fyziologického roztoku o objemu 500 ml.

U pacienta B jsou zjištěny základní údaje:

- Osobní anamnéza- astma bronchiale
- Nynější onemocnění- nauzea, údajně prý byla v bezvědomí, ale neví jak dlouho
- Status présens- působení oxidu uhelnatého na organismus, plné vědomí, orientovaná, somnolentní
- Glasgow comascale: 4 - 5-6
- Tepová frekvence 98 pulsů/min
- Hodnota krevního tlaku (TK) 148/92 mm Hg
- Dechová frekvence: 13 dechů/min
- Saturace hemoglobinu 98%, ovšem kvůli otravě oxidem uhelnatým je tato hodnota nepřesná.
- Hodnota glykémie: 5,6 mmol/l

U pacienta C zjišťujeme tyto informace a měříme fyziologické funkce:

- Z osobní anamnézy- nedomykavost mitrální chlopně
- Nynější onemocnění- intoxikace oxidem uhelnatým
- Status présens- plné vědomí, orientován, bolest hlavy
- Glasgow Coma Scale 4 – 5-6
- Tepová frekvence 103 pulsů/min
- Hodnota krevního tlaku (TK) 90/50 mm Hg, po příjezdu do zdravotnického zařízení po infuzní terapii se krevní tlak zvedl na hodnotu 100/70 mm Hg

- Dechová frekvence: 14 dechů/min
- Saturace hemoglobinu 97%, ovšem kvůli otravě oxidem uhelnatým je tato hodnota nepřesná.

Zaintubovaná pacientka A je díky KPR v 21:14 úspěšně zresuscitovaná, má dobrý periferní i centrální pulz, ale mydriáza stále přetrvává. Pomocí nosítek za podpory UPV je přenesena posádkou RLP a RZP 1 do sanitního vozu k následnému transportu do zdravotnického zařízení. Po naložení pacientky A do sanitního vozu dochází opět ke zhoršení zdravotního stavu, bradykardii a pulz je opět nehmatný. Opět je tedy nutné podpořit oběh nepřímou srdeční masáží a podáním dalšího adrenalinu a noradrenalinu. Ve 21:54 dochází opět k obnově základních životních funkcí a posádka pokračuje s transportem hemodynamicky nestabilní pacientky A k transportu na anesteziologicko-resuscitačního oddělení pražské nemocnice.

U pacientky A nelze zjistit alergie, osobní anamnézu ani anamnézu farmakologickou. Po základním fyziologickém vyšetření zjišťujeme tyto fyziologické funkce:

- 21:02 - isoelektrická linie
- 21:14- Sinusový rytmus
- 21:28 -AV blok 3. Stupně
- 21:54 - sinusový rytmus
- Ostatní funkce jsou vzhledem ke stavu pacientky neměřitelné.

Pacienti B a C jsou dále transportováni posádkou RZP 2 za podpory oxygenoterapie do pražské nemocnice a to tak, že pacientka B, tedy matka pacientky A na oddělení koronární jednotky s obsahem CO v krvi 39% a pacient C, tedy bratr pacientky A na metabolickou jednotku s obsahem CO v krvi 34%.



## 2.2 KAZUISTIKA 2

Druhá kazuistika se odehrává stejně jako kazuistika 1 v létě, ale tentokrát 8. července 2014. Počasí vykazuje teploty 26°C– 30°C, vítr o rychlosti 2 až 6 m/s a trvalý déšť a krupobití. Bio zátěž je na stupni 2. Zásah je tedy komplikován klimatickými podmínkami, malým prostorem na místě události a jazykovou bariérou postižených.

Na tísňovou linku Zdravotnické záchranné služby hl. městy Prahy byla přijata v 17 hodin a 20 minut výzva anglicky mluvícího muže, který je v Praze spolu s přítelkyní a právě postiženým párem pacientů na předsvatební cestě. Podle slov volajícího se jedná o dva pacienty. O muže, ročník 1989 a ženu stejného ročníku. Oba dva se nacházejí v koupelně apartmánu jednoho nejmenovaného hotelu v Praze. Muž je dle slov volajícího nekomunikující a nereagující na oslovení nebo bolestivý podnět a bez jakékoli přítomnosti dýchání.

Operátorka tedy zakládá novou událost a posílá na místo dvě posádky rychlé lékařské pomoci (RLP), dvě posádky rychlé zdravotnické pomoci (RZP) a inspektora provozu s výzvou BEZVĚDOMÍ++ -TANR, s poznámkou, že se jedná o dva postižené. Muže s náhlou zástavou oběhu (NZO) a ženu s křečemi.

Do příjezdu posádek operátorka instruuje volajícího muže k poskytnutí první pomoci svým kamarádům, než dorazí na místo odborná pomoc. Podle instrukcí je nutné, aby někdo s přítomných zajistil odvětrání prostoru z důvodu možné intoxikace oxidem uhelnatým a zahájil neodkladnou srdeční masáž u muže s NZO. Další z přítomných se musí věnovat ženě s křečemi a hlídat její základní životní funkce a zabránit možným zraněním nebo aspiraci.

Jako první na místo přijíždí inspektor provozu, který dle instrukcí recepční hotelu přichází do apartmánu, kde se v malém prostoru koupelny nacházejí žena s hypoxickými křečemi a muž, u kterého je prováděna srdeční masáž anglicky mluvícím mužem. Jako druzí ve 20 hodin a 08 minut na místo přijíždějí členové posádky RLP. Přicházejí do apartmánu s potřebným vybavením, kde už se nachází inspektor provozu, který přebral KPR od laické BLS (Basic life support).

Muž byl údajně nalezen kamarádem v 19 hodin a 45 minut v koupelně v bezvědomí, kde se zdržoval už asi 15 minut; přítelkyně se šla za ním podívat a zkolabovala v koupelně také. Zásah je také komplikován velice malým prostorem koupelny k zahájení rozšířené neodkladné resuscitace.

Muž, pacient A má CO hodnotu neměřitelnou. U ženy, pacient B je naměřena hodnota CO 47%. Vstupní srdeční rytmus pacienta A činní isoelektrickou linií. Při zajištění intravenózního vstupu dochází na potřetí k nenapíchnutí žilní linky, proto se přistupuje k přístupu do oběhu pomocí intraoseálního vstupu. Ve 20 hodin a 11 minut dochází k zaintubování pacienta A, který je napojen na umělou plicní ventilaci (UPV) se 14 dechy za minutu a s hodnotou PEEP 8. Po dvou minutách je pacientovi A podán Adrenalin 1mg, poté každé dvě minuty další 1mg v celkové dávce 5mg. U pacienta A se objevuje po 4 minutách při kontrole rytmu fibrilace komor, přistupujeme tedy k defibrilačnímu výboji 150 J. V průběhu KPR je nutné pacienta defibrilovat celkem 2 x. Inspektor provozu má na místě připraven přístroj LUCAS k externí srdeční masáži a pomocí přítomných posádek je pacient A na tento přístroj připojen. Neurologicky muž vykazuje mydriázu obou zornic, bulby ve středním postavení, bez fotoreakce. Ve 20 hodin a 23 minut, po druhém defibrilačním výboji dochází k obnově krevního oběhu (ROSC) a sinusovému rytmu se srdeční akcí 70/minutu. Pulz je hmatný na periférii.

U pacienta A nelze zjistit alergie, osobní anamnézu ani anamnézu farmakologickou. Po základním fyziologickém vyšetření zjišťujeme tyto fyziologické funkce:

- 20:11- isoelektrická linie
- 20:17- isoelektrická linie
- 20:23- sinusový rytmus
- 20:54- sinusový rytmus
- GCS pacienta je 1 - 1-1, ostatní funkce jsou zprvu neměřitelné. Po obnově oběhu je pacientovi naměřen krevní tlak TK 130/80, 93 pulzů a 95% saturace.
- Do intraoseálního přístupu je pacientovi podáván fyziologický roztok o objemu 250 ml a je mu podáván kontinuálně Noradrenalin k podpoře oběhu.

Po úspěšné resuscitaci je pacient A následně transportován do vozu RZP a směřován na anesteziologicko-resuscitační oddělení jedné z pražských nemocnic, kde je posádkou předán do další péče v 20 hodin a 55 minut.

O pacientku B je postaráno posádkou RZP, která na místo dorazila ve 20 hodin a 02 minut. Patientka se nachází ležící v koupelně apartmánu, s hypoxickými křečemi a srdeční akcí 160/minutu.

U pacientky B vzhledem ke stavu není zjištěna anamnéza alergická, osobní ani farmakologická. Zjišťujeme pouze tyto naměřené fyziologické hodnoty a hodnotíme stav pacientky.

- GCS pacientky hodnotíme stupnicí 4 - 2- 4
- Tepová frekvence 140 pulsů/min
- Hodnota krevního tlaku (TK) 147/88 mm Hg, která během výjezdu klesla na hodnotu 77/49 mm Hg
- Dechová frekvence: 20 dechů/min
- Saturace hemoglobinu 93%, ovšem kvůli otravě oxidem uhelnatým je tato hodnota nepřesná.

Vzhledem k těžkým hypoxickým křečím a postupnému zhoršování stavu je přistoupeno k umělé plicní ventilaci (UPV). Patientce B je zajištěn intravenózní vstup s podáním 500 ml fyziologického roztoku a léky potřebné k anestezii pacientky. Oběhově zajištěná a stabilní pacientka je transportována posádkou RZP a RLP do sanitního vozu a následně pak do hyperbarické komory nemocnice v Praze. Tam je pacientka předána v 21 hodin a 13 minut.

Vzhledem k tomu, že se intoxikace CO odehrála v hotelu, ve kterém bylo ubytován i několik dalších hostů, jsou na místě přítomni i hasiči a Policie České republiky (PČR). Hasiči zajišťují měření CO v prostorách hotelu, zjišťují příčinu a zajišťují potřebné odvětrávání prostor. Policie zkoumá na místě příčinu a zahajuje prošetření celé události. Inspektor provozu odjíždí s kamarádkou obou pacientů do nemocnice, kde s ní dořeší jejich zdravotní pojištění ve formě faktury za výjezd, která bude předložena americké pojišťovně

k úhradě. Inspektor cestou zjišťuje kontakt na americkou ambasádu, kam volá a oznamuje, co se stalo a kam jsou pacienti odvezeni.

## 2.3 KAZUISTIKA 3

Třetí kazuistika se odehrává 19. února 2015 v rodinném domku na okraji Prahy. Za jasného až polojasného dne s denními teplotami 4 až 8°C při slabém jihozápadním větru 1 až 4 m/s.

Na operační středisko Zdravotnické záchranné služby hl. města Prahy bylo přijato v 21 hodin a 29 minut tísňové volání muže, který údajně našel svoji manželku ležet ve vaně napuštěné vodou. Manželka měla ležet pod hladinou vody a bez známek vědomí. Dle muže se jedná o ženu, ročník 1965. Manžel se vrátil domů z nákupu a svoji manželku takto našel, proto neví, jak dlouho tam žena může takto ležet. Ihned tedy volal na linku 155.

Operátorka okamžitě zakládá novou výzvu s prioritou 1 a posílá potřebné informace na pager a mobil RLP a RZP. Na pager přichází výzva BEZVĚDOMÍ++ a na místo v 21 hodin a 31 minut vyjíždějí posádky RLP a RZP. Na místo je ZOS také vyslán inspektor provozu z důvodu podezření na otravu oxidem uhelnatým a náhlou zástavu oběhu.

Do příjezdu posádek RLP a RZP je muž instruován operátorkou ke správné pomoci a nepřímé srdeční masáži. Základem je dostat ženu z vany plné vody na podlahu a neprodleně zahájit nepřímou srdeční masáž. Operátorka s mužem zůstává ve spojení do příjezdu posádek.

Ve 21 hodin a 40 minut přijíždí na místo posádka RLP a o dvě minuty později posádka RZP. S sebou do domu nesou potřebné vybavení. Na zvonek u domu reaguje muž, manžel postižené ženy a vpouští posádky dovnitř. Posádka nalézá ženu, ležící na zemi v koupelně, která byla před příjezdem laicky resuscitována manželem. Přítomní záchranáři a lékař okamžitě zahajují rozšířenou KPR. Prvotní rytmus vykazuje isoelektrickou linii. Neurologicky má pacientka mydriatické zorničky, bulby ve středním postavení, bez fotoreakce na osvit. Záchranář zajišťuje periferní žilní vstup. Zajištění intravenózního vstupu se daří až na druhý pokus.

Ve 21 hodin a 45 minut přítomný lékař přistupuje k orotracheální intubaci pacientky s endotracheální trubicí velikosti 7,0. Pacientka je napojena na umělou plicní ventilaci (UPV). Po dvou minutách je kontrolován srdeční rytmus pacientky, který opět ukazuje isoelektrickou linii, a proto je podán Adrenalin 1mg. Posádka nadále pokračuje v nepřímé srdeční masáži a Glasgow Coma Scale pacientky je stále 1-1-1, bez měřitelných životních hodnot.

Po dalších dvou minutách posádka opět kontroluje rytmus pacientky, který stále ukazuje isoelektrickou linii, vitální hodnoty jsou nadále neměřitelné. Pacientce je tedy podána další dávka Adrenalinu 1mg a opět se pokračuje v nepřímé srdeční masáži.

Ve 21 hodin a 55 minut přijíždí na místo inspektor provozu, který s sebou do bytu přináší CO metr a přístroj LUCAS. K připojení pacientky na přístroj LUCAS však vzhledem k habitu pacientky nedochází a posádka pokračují v manuální srdeční masáži. U pacientky kromě fyziologických funkcí není možné ani změřit přítomnost oxidu uhelnatého v krvi.

Ve 22 hodin a 24 minut, tedy po 40 minutách rozšířené neodkladné pomoci, bez přítomných známek srdeční aktivity ukončuje přítomný lékař resuscitaci, a tím následně stanovuje úmrtí pacientky.

Během 40 minut probíhající resuscitace bylo u pacientky zjištěno:

- Při příjezdu až do ukončení resuscitace byla na monitoru EKG přítomna stále pouze isoelektrická linie.
- GCS pacientky hodnotíme po celou dobu resuscitace stupnicí 1 - 1-1
- Žádné měřitelné fyziologické hodnoty u pacientky po celou dobu resuscitace.
- Od začátku ošetřování apnoe pacientky a ta byla celou dobu ventilována umělou plicní ventilací (UPV)
- Od začátku rozšířené neodkladné pomoci do ukončení byl pacientce podáván adrenalin 1mg v celkové dávce 8 mg.

U pacientky jsou zjištěny tyto údaje:

- Osobní anamnéza- po IM, jinak zdráva
- Nynější onemocnění- pacientka byla nalezena manželem ve vaně bez známek vědomí a ležící pod hladinou vody.
- Status præsens- žena, v bezvědomí, ležící v na zemi v koupelně. Do příjezdu ZZS laicky resuscitována manželem. Působení oxidu uhelnatého, tonutí a náhlá zástava oběhu. Neurologicky s mydriázou obou zorniček, bulby ve středním postavení a bez fotoreakce na osvit. Po celou dobu isoelektrická linie na EKG.

Po neúspěšné resuscitaci přítomný lékař vysvětluje manželovi pacientky, proč nebylo možné jeho manželce pomoci a co bude dál následovat. U zesulé ženy záchranář natočil EKG záznam a provedl exkanylaci intravenózního vstupu. Lékař provedl extubaci a vše podstatné zaznamenal do záznamu o výjezdu. Od posádky dostává manžel zemřelé paní informační letáček, kde jsou informace a doporučení, jak se má rodinný příslušník zachovat a co všechno musí zařídit v případě úmrtí blízkého.

Inspektor provozu dále měří hodnoty oxidu uhelnatého u zasahujícího lékaře a u sebe samotného. Hodnota u zasahujícího lékaře, který v zamořené, ale již odvětrávané místnosti strávil necelou hodinu, činila 2% CO. U inspektora provozu, který dorazil na místo později a strávil tak v místnosti něco kolem 20 minut, ukazoval CO metr hodnotu oxidu uhelnatého 1%. Hasiči na místě zásahu v prvních minutách naměřili vysoké hodnoty CO zejména v prostoru koupelny.

Na místo dále přijíždí i Policie České republiky (PČR), aby prošetřila možné příčiny úmrtí, vyloučila cizí zavinění a případné zanedbání. Zasahující lékař sděluje PČR informace k průběhu výjezdu. Po ukončení administrativních činností spojených s výjezdem a informování manžela a PČR odjíždějí posádky RLP a RZP společně s inspektorem provozu z místa zásahu. Lékař nahlašuje na ZOS ukončení výjezdu a nacionále pacientky a obě posádky směřují na svoje výjezdové základny k doplnění spotřebovaného materiálu a kyslíku.

## 2.4 KAZUISTIKA 4

Čtvrtá kazuistika se odehrává v pátek 20. února 2015 nad ránem v jednom z bytů v Holešovicích. Za jasného až polojasného počasí s občasným výskytem mlhy a teplotami 0°C až – 4°C. Slabý jižní až jihozápadní vítr 1 až 4 m/s.

Ve 4 hodiny a 45 minut přijalo operační středisko Zdravotnické záchranné služby hl. města Prahy tísňové volání muže - přítele ženy, která v noci vstala na WC a cestou zpátky do ložnice zkolabovala pádem na hranu postele a tím vzbudila přítele. Volají ZZS, neboť oba pociťují závrať, celkovou slabost, nevolnost a bolesti hlavy. V chodbě bytu leží jejich pes, který nereaguje. Na dotaz, zda nepožili oba alkohol, drogy nebo nesnědli něco špatného, odvětlí muž, že nikoliv.

Operátorka tedy ihned zakládá novou výzvu s obsahovou zprávou na pager: BOLEST HLAVY+, vertigo a posílá ji výjezdové skupině RZP. Posádka přijímá výzvu ve 4 hodiny a 46 minut a následně pak ve 4 hodiny a 47 minut vyjíždějí k zásahu.

Ve 4 hodiny a 51 minut přijíždí posádka RZP na místo, bere s sebou zásahový batoh, sedačku a zvoní na zvonek volajících. Na zvonek reaguje muž, 1988 a vpouští posádku do domu. Při příchodu do bytu posádka nalézá ženu, ročník 1987 a v chodbě psa. Muž, který jim byl otevřít, je rovněž pacientem. Jedná se o cizince. Velmi rychle díky cíleným dotazům posádka pojme podezření na intoxikaci CO a urychleně odcházejí z bytu do sanitky. Posádka na místo zásahu povolává prostřednictvím operačního střediska hasiče, PČR a inspektora provozu s CO měřičem a také kvůli fakturaci postižených, neboť pacienti nedisponují akceptovatelným druhem pojištění.

U ženy, pacientky A po příjezdu zjistíme tyto informace:

- Alergickou a osobní anamnézu pacientka neguje.
- Z farmakologické anamnézy nám pacientka sděluje pouze užívání antikoncepce.
- Nynější onemocnění – pacientka šla nad ránem na WC, po návratu do ložnice se jí udělalo nevolno a upadla. Od té doby udává nevolnost, vertigo, celkovou slabost. Bezvědomí pacientka neguje, do hlavy se pádem neuhodila.

- Status prézens- pacientka při vědomí, orientovaná, nauzea, vertigo.
- GCS pacientky hodnotíme stupnicí 4 - 5-6
- Tepová frekvence 111 pulsů/min
- Hodnota krevního tlaku (TK) 110/70 mm Hg
- Dechová frekvence: 12 dechů/min
- Saturace hemoglobinu 98%, ovšem kvůli otravě oxidem uhelnatým je tato hodnota nepřesná.

U muže, pacienta B zjišťujeme tyto informace:

- Alergickou, osobní i farmakologickou anamnézu pacient neguje.
- Nynější onemocnění – pacient se vzbudil na pád přítelkyni v jejich ložnici. Po chvíli ho začala bolet hlava, pociťoval nevolnost.
- Status prézens- pacient při vědomí, orientován, bezvědomí neguje, neurologicky bez lateralizace, nauzea, bolest hlavy
- GCS pacienta hodnotíme stupnicí 4 - 5-6
- Tepová frekvence 100 pulsů/min
- Hodnota krevního tlaku (TK) 130/90 mm Hg
- Dechová frekvence: 12 dechů/min
- Saturace hemoglobinu 97%, ovšem kvůli otravě oxidem uhelnatým je tato hodnota nepřesná.



Vzhledem k podezření na otravu oxidem uhelnatým oba dva pacienti posádka okamžitě odvádí do sanitního vozu. Po příjezdu HZS vynese jeden hasič psa na čerstvý vzduch a zajistí jeho ošetření aplikací kyslíku.

V sanitním vozu je oběma postiženým podán kyslík pod maskou o rychlosti 12 litrů/minutu a zajištěn intravenózní vstup. Pacientka A a pacient B dostávají infuzí fyziologický roztok o objemu 250 ml.

Mezitím přijíždí na místo inspektor provozu s měřičem oxidu uhelnatého. U muže inspektor provozu naměruje hodnotu 24% CO v krvi a u ženy 22% CO v krvi.

Inspektor provozu volá k odchytu psa na městskou policii (MP). Od Policie České republiky (PČR), která přijíždí na místo také, se později dovídáme, že městská policie odmítá přijet. Policie zjišťuje totožnost obou našich pacientů a vyptává se jich na možnosti vzniku otravy a na revizní protokoly z kontrol plynových spotřebičů k vyloučení nedbalosti. Dále se zvažuje ještě zavolání zvířecí ambulance k odchytu a převozu psa postižených, ale to vzhledem ke zpoplatnění akce přítomní pacienti zavrhnou. Pes je tedy ponechán po odvětrání a vypnutí ohřívačů vody doma. Inspektor provozu zajistí avízování pacientů prostřednictvím ZOS do nejbližšího vhodného zdravotnického zařízení a po administrativě odjíždí z místa zásahu a sanitka směřuje do nemocnice na oborově příbuznou JIP.

U pacientů jsou stanoveny diagnózy:

- T 58- Otrava oxidem uhelnatým
- R 11- Nausea a zvracení
- R 42 - Závrať, vertigo

Oba pacienti jsou v 5 hodin a 50 minut předáni na interní jednotku intenzivní péče a v 6 hodin a 05 minut se posádka RZP vrací zpět na výjezdové stanoviště ve stavu „Na příjmu“.

### 3 DISKUZE

Jak již bylo zmíněno mnoha autory, otrava oxidem uhelnatým zaujímá první místo mezi náhodnými otravami, a to jak v Evropě, tak i v Americe. Ševela (2011) popisuje jako náhodné otravy oxidem uhelnatým zařízení na topení nebo ohřev vody, výfukové plyny, kouřové plyny vznikající při hoření včetně vzniklých požárů uvnitř budov. Rizikovými faktory ovšem nebývají jen otravy náhodné, ale i otravy způsobené rizikovými pracovišti, kterými jsou dle Pelcové a kolektivu (2014) kotelny, hnědouhelné doły, kdy v důlních plynech bývá až 50% oxidu uhelnatého.

Dále popisuje Ševela (2011), že nejčastějšími oblastmi s výskytem otrav oxidem uhelnatým jsou častěji v chladnějších měsících, kterými je rozmezí říjen-březen. Předpokládám, že Ševela vychází z toho, že v uvedených měsících je topná sezona, čímž se zvyšuje riziko intoxikace oxidem uhelnatým. Jak je však vidět s předcházejících kazuistik, nelze se s tímto názorem úplně ztotožnit, protože k závažným otravám dochází i v letních měsících. S velkou pravděpodobností má na tuto situaci vliv náhlý pokles atmosférického tlaku, což se prokázalo v červnu 2014, kdy posádky pražské záchranné služby zasahovali u 15 osob intoxikovaných oxidem uhelnatým a v srpnu 2014, kdy během 12 hodin došlo na území Prahy celkem k 17 otravám.

Navázání molekul oxidu uhelnatého je daleko snadnější, než navázání molekul kyslíku a to díky jeho vyšší afinitě. Toto je popsáno jak v knize Pelcová (2009), tak i v knize Ševela (2011). Ovšem v knihách se toto rozchází. Zatímco v knize Pelcová (2009) je to 200krát, v knize Ševela (2011) je to až 240krát.

Důležité u těchto otrav je co nejkratší kontakt s plynem, neboť čím déle a při větší koncentraci oxidu uhelnatého na organismus, tím jsou následky otravy fatálnější. Pelcová (2014) popisuje ve své knize akutní účinky a projevy působení oxidu uhelnatého na lidský organismus. Při nasycení krve oxidem uhelnatým do 20% postižení pociťují bolesti hlavy a závratě. Při 30% dochází ke zvracení, nauze a akční neschopnosti a při 40-50% k poruchám vědomí až smrti.

Pelcová (2014) uvádí kromě toho, že je důležité co nejrychleji vyvést postiženého na čerstvý vzduch, tak i zahájit včasnou oxygenoterapii 100% kyslíkem, který snižuje přítomnost karboxhemoglobinu 4 násobně rychleji, ačkoliv ze začátku mohou hodnoty oxidu uhelnatého ještě nepatrně stoupat.

Podle interního sdělení ZZS hl. m. Prahy (2014) je podání 100% kyslíku také prioritní. Stejně jako v knize Pelcové (2014) se hyperbarická komora indikuje jednoznačně především u těhotných žen, kvůli velké rizikovosti hypoxie plodu a těžkých otrav nad 40%, při přítomnosti vážných neurologických příznaků. Působení účinku hyperbarické komory má totiž podle 4 studií, které postupem času vzešly největší přínos v omezení pozdních následků u pacientů nad 50 let, se ztrátou vědomí, oxid uhelnatý nad 25% s výraznou metabolickou acidózou.

V knize Kapounová (2007) a Ševčík (2014) má hyperbaroxická léčba rozdělení do 3 stupňů naléhavosti, kdy otrava oxidem uhelnatým patří hned do té první, tedy indikace s prioritní naléhavostí. Ovšem musí být brán zřetel na možné kontraindikace, za kterých by postižený do hyperbarické komory nemohl. U pacientů při vědomí to mohou být například různé formy klaustrofobií nebo trvalé užívání alkoholu. Kontraindikováni jsou také pacienti, kteří při otravě oxidem uhelnatým prodělali úraz hrudníku, při kterém vznikl pneumotorax.

Ševela (2011) popisuje ve své knize rozdělení komplikací při otravách oxidem uhelnatým na akutní a pozdní. Mezi ty akutní patří především komplikace z okruhu kardiovaskulárního systému, tedy o různé dysrytmie, stenokardie nebo dokonce až akutní infarkt myokardu. Podle interního sdělení ZZS hl. m. Prahy (2014) patří do klíčových výkonů, které prvotně zahrnují podávání 100% kyslíku a samotná objektivizace oxidu uhelnatého i natočení EKG. Tím tedy potvrzuje teoretickou stránku problematiky uvedenou do praxe.

V bakalářské práci jsou popsány 4 kazuistiky, které poukazují na vyšší výskyt hromadných otrav oxidem uhelnatým. Všechny 4 popsané kazuistiky se odehrály v letech 2014-2015 na území Prahy. Dvě popsané události se odehrály v letních měsících, kdy za příčinu pravděpodobně nemohla nedbalost, ale změna atmosférického tlaku, a proto i horší odtaž zplodin z plynových spotřebičů. Naopak zbylé dva případy se odehrály v zimních měsících. Nelze ovšem z určitostí říct, že ani v jednom z případů nemohlo dojít k lidskému pochybení.

V první, druhé a čtvrté kazuistice je popsána hromadná intoxikace jedovatým oxidem uhelnatým. Je zde poukázáno, že expozicí tohoto jedovatého plynu nejsou ohroženi pouze lidé, kteří jsou takzvaně u zdroje úniku, ale i ostatní členové, kteří se vyskytují v jiných částech bytu.

Všechny čtyři kazuistiky měly primární začátek v koupelnách, proto se tedy jednalo pravděpodobně o špatně seřízený, neudržovaný nebo závadný ohřívač vody. U všech postižených byl podle metodického postupu ZZS hl. m. Prahy (2014) podáván kyslík ve velkých dávkách, natočeno EKG a zjištěn objem oxidu uhelnatého v krvi. Ve dvou případech byla intoxikace oxidem uhelnatým natolik závažná, že došlo až k bezvědomí postižených osob.

Podle knih Šeblová (2013) a Ševela (2011), kde je popsána takzvaná Ostravská klasifikace, převzatá z doporučených postupů České společnosti hyperbarické a letecké medicíny. V případech, kdy došlo k bezvědomí, se postižení dostali do 4 fáze klasifikace, kdy neurologický nálezný ukazoval pozitivní extrapyramidové a pyramidové příznaky, vegetativní poruchy nešlo hodnotit a oběh nevykazoval žádnou elektrickou aktivitu.

V první kazuistice, ve které se jedná o mladou slečnu, koupající se ve vaně došlo k obnovení základních životních funkcí, ovšem další její osud nám není znám, neboť záchranná služba bohužel nemá zpětnou vazbu od nemocnic. Podle knih Ševela (2011), Šeblová (2013) a Pelcová (2014) by se nemělo po otravách oxidem uhelnatým zapomínat na pozdní komplikace, které jsou především způsobené neuropsychickým poškozením. Neexistují však žádné markery, ale vysokým rizikem jsou právě postižení, kteří byly v důsledku s otravou oxidem uhelnatým v bezvědomí nebo jejich věk je vyšší než 60 let. Pro vyšetření pozdních komplikací je diagnosticky nejúčinnější provést CT nebo MR.

### 3.1 DOPORUČENÍ PRO PRAXI

Otravy oxidem uhelnatým, které jsou velice aktuálním problémem, je velice důležité nepodceňovat. Hlavním cílem by měla být větší informovanost a pořízení bezpečnostních prvků do prostor, kde jsou používány plynové spotřebiče. Lze tedy říci, že v objektech, kde hrozí únik tohoto jedovatého plynu, by měly být instalovány detektory oxidu uhelnatého, především tedy do koupelen a místností, kde spíme. Takovéto detektory bychom neměli však kupovat podle ceny, ale mělo by rozhodovat správné označení výrobku, který má značku shody podle ČSN, EN 50291. Každoročně bychom si měli nechat zkontrolovat topný systém, odvětrávací průduchy, komín a kouřovod. Neměli by být opomíjené ani pravidelné revize spotřebičů. Nové plynové spotřebiče bychom si měli nechat správně nainstalovat a hlavně správně vybírat výrobce. Plynový sporák bychom neměli za žádných okolností používat k vytápění místností. V neposlední řadě se nesmí zapomínat na prostory garáží a výfukové plyny. Neodvětrávané garáže a nastartované motory automobilů produkujících výfukové plyny jsou velmi nebezpečné.

Provádět každoroční kontroly průtokových ohřivačů by měly být tedy samozřejmostí a to zejména v objektech, které jsou využívány jako určité provozovny. Neohrožujeme zde totiž pouze své zdraví, ale hlavně zdraví ostatních osob. Popíši zde ještě jeden případ, který se odehrál v Praze. Ačkoliv tento případ není popsán v této práci, uvádím ho zde jako příklad k zamyšlení. V červnu 2014 v centru Prahy došlo k hromadné intoxikaci v prostorech kadeřnictví. Pět lidí bylo intoxikováno tímto jedovatým plynem, avšak do zdravotnického zařízení byli převezeny pouze dvě osoby, a to žena ročník 1989 s 27% oxidu uhelnatého v krvi a žena ročník 1974 také s 27% CO v krvi.

Dalším vhodným krokem, je včasná pomoc záchránců. Ve dvou případech bohužel záchránci nevyprostili postižené ze zamořené koupelny, a nechali je tudíž ve styku s tímto jedovatým plynem a ohrožovali tak i své zdraví. Daleko vhodnější by bylo i s postiženou osobou opustit prostory zdroje úniku oxidu uhelnatého a zajistit přísun čerstvého vzduchu.

Jihočeští záchranáři, jako první v České republice, přišli s novým pomocníkem, který pomáhá především záchranářům. Je jím detektor oxidu uhelnatého, který je umístěn v uniformě členů posádky. Tento přístroj není nikterak těžký, proto členy posádky nikterak neomezuje.

Detektor reaguje již na minimální hladinu oxidu uhelnatého v atmosféře a posádka je tedy ihned informována zvukovým, světelným a vibračním alarmem. Díky včasnému varování posádky o přítomnosti oxidu uhelnatého je snadnější diagnostikovat postiženého, u kterého podle nespecifických projevů může být stanovení diagnózy obtížnější a především ochránit samotnou posádku. Bylo by proto vhodné, aby o tomto výrobku začaly uvažovat i jiné záchranné služby, především ty, u kterých je každoročně vysoký výskyt této problematiky.

Dalším možným vylepšením diagnostiky a zhodnocení závažnosti otrav oxidem uhelnatým by mohlo být pořízení CO metrů do všech vozů zdravotnické záchranné služby. V Praze jsou tyto přístroje umístěny pouze v inspektorském voze a ve dvou vozech RZP. Při náhlém poklesu atmosférického tlaku nebo v obdobích topné sezóny, kdy je tato problematika více aktuální a dochází k množení případů otrav, bylo by možné zjistit potřebné informace o množství oxidu uhelnatého v krvi postižených včas.

## 4 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo prozkoumat blíže problematiku otrav oxidem uhelnatým, kterou máme možnost každoročně sledovat v médiích. Ačkoliv jsme všichni o tomto celosvětovém problému informováni, stále přetrvává dostatek těchto otrav. Pozitivním zjištěním bylo, že na území Prahy došlo během posledních 3 let k poklesu těchto intoxikací.

Teoretická část práce se zabývá jak možnými příčinami otrav, tak i samotným jejich řešením, diagnostikou, vhodnou terapií a následnými možnými komplikacemi, které se mohou objevit ihned po otravě nebo až po nějaké době. Podle informací jsme denně všichni, kteří bydlíme ve velkých městech s vysokým výskytem automobilů nebo ve společnosti kuřáků vystavováni nižším hodnotám oxidu uhelnatého.

V praktické části práce jsou popsány 4 kazuistiky, týkající se problematiky otrav oxidem uhelnatým. Ve všech 4 případech bylo možné zjistit, že použité teoretické poznatky byly použity v praxi. Ze 4 případů byla jednou využita hyperbarická komora a to kvůli silné intoxikaci oxidem uhelnatým, kterou doprovázela náhlá zástava oběhu (NZO). Jeden ze 4 popsaných případů skončil úmrtím.

V práci bylo tedy zjištěno, že tichý zabiják, jak se mnohdy oxidu uhelnatému přezdívá je opravdu velmi nebezpečný a lidé ani mnohdy netuší, z jaké příčiny je náhle začne bolet hlava, chce se jim zvracet a postupně se přidávají i další obtíže. Je tedy zřejmé, že by měla být provedena větší informovanost populace a zvážit povinné nainstalování hlásičů oxidu uhelnatého do domů, kde jsou používány plynové spotřebiče.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ŠEVELA, Kamil a Pavel ŠEVČÍK. *Akutní intoxikace a léková poškození v intenzivní medicíně*. 2., dopl. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2011, 328 s. ISBN 978-80-247-3146-9.

BYDŽOVSKÝ, Jan. *Akutní stavy v kontextu*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2008, 450 s. ISBN 978-80-7254-815-6.

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. 3., upr. a dopl. vyd. Editor Miloš Grim, Oldřich Fejfar. Praha: Grada, 2011-, sv. ISBN 978-80-247-3817-8.

TROJAN, Stanislav a Michael SCHREIBER. *Atlas biologie člověka*. 1. vyd. Praha: Scientia, 2002, volné listy, barev. il. ISBN 807183257x.

MATULA, Bohumil. *Difuzní kapacita plic v klinické praxi*. Praha: Medical Tribune CZ, c2014, 20 s. ISBN 978-80-87135-63-1.

*Intenzivní medicína*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Editor Pavel Ševčík, Martin Matějovič. Praha: Galén, c2014, lvii, 1195 s. ISBN 978-80-7492-066-0.

ZADÁK, Zdeněk a Eduard HAVEL. *Intenzivní medicína na principech vnitřního lékařství*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2007, 335 s. ISBN 978-80-247-2099-9.

SLAVÍKOVÁ, Jana a Jitka ŠVÍGLEROVÁ. *Fyziologie dýchání*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2012, 92 s. ISBN 9788024620657.

HOLSTEGE .., Guest ed. Christopher P... *Medical toxicology*. Philadelphia, Pa. [u.a.]: Saunders, 2005. ISBN 1416027270.

PELCLOVÁ, Daniela. *Nejčastější otravy a jejich terapie*. 2., dopl. a rozš. vyd. Praha: Galén, 2009, 163 s. ISBN 9788072626038.

PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., dopl. vyd. Praha: Karolinum, 2014, 316 s. ISBN 978-80-246-2597-3.

KAPOUNOVÁ, Gabriela. *Ošetrovatelství v intenzivní péči*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2007, 350 s., [16] s. barev. obr. příl. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-1830-9.

MUCHA, Josef a Františka ERTLOVÁ. *Přednemocniční neodkladná péče*. Vyd. 2. přeprac. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003, 368 s. ISBN 80-7013-379-1.



REMEŠ, Roman a Silvia TRNOVSKÁ. *Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 240 s. ISBN 978-80-247-4530-5.

ŠEBLOVÁ, Jana a Jiří KNOR. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 400 s., xvi s. obr. příl. ISBN 978-80-247-4434-6.

DOBIÁŠ, Viliam. *Urgentní zdravotní péče*. 1. vyd. Martin: Osveta, 2007, 178 s. ISBN 9788080632588.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Základy funkční anatomie člověka*. 1. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013, 213 s. ISBN 978-80-01-05249-5.

Vzdělávací centrum ZZS HMP: *Manuál školení posádek RZP*. Praha: ZZS HMP, 2014

## PŘÍLOHY

**Příloha A-** Schválená žádost o použití materiálů k vytvoření kazuistik

**Příloha B-** Rešerže

**Příloha C-** Obrázky

**Příloha D-** Protokol

## Příloha A

### Schválená žádost o použití materiálů k vytvoření kazuistik

**Hubáčková Simona**

---

**Od:** LUKASPOVOLN <LUKASPOVOLN@seznam.cz>  
**Odesláno:** 14. ledna 2015 11:25  
**Komu:** ZZS Ředitel  
**Předmět:** Žádost

Vážený pane řediteli,

Jmenuji se Lukáš Povolný a od října jsem zaměstnancem ZZS hl.m.Prahy. Souběžně s prací studuji bakalářský program Zdravotnický záchranář na Vysoké škole zdravotnické, o.p.s. Duškova 7, Praha 5. Jako téma své absolventské práce jsem si vybral **problematiku otrav oxidem uhelnatým**. Forma práce je kasuistická, a proto bych Vás chtěl požádat o možnost použít několik vybraných záznamů o výjezdech, týkající se této problematiky. Materiály potřebuji ke studijním potřebám a použitý obsah budu uvádět bez citlivých údajů. Vedoucím mé bakalářské práce je PhDr.Jarmila Paukertová ze Vzdělávacího centra ZZS HMP.

Za kladné vyřízení mé žádosti předem děkuji.

S pozdravem

Lukáš Povolný,DiS.

*Souhlasím*

15 -01- 2015

MUDr. Zdeněk Schwarz  
16938

## Příloha B

Rešerže

### OTRAVY OXIDEM UHELNATÝM

Lukáš Povolný

Jazykové vymezení: čeština, angličtina

Klíčová slova: Oxid uhelnatý- carbon monoxid, otrava- intoxication , kyslík-oxygen, hyperbarická komora- hyperbaric chambers

Časové vymezení: 2005-2015

Druhy dokumentů: vysokoškolské práce, knihy, články a příspěvky ve sborníku, elektronické zdroje

Počet záznamů: 51 (vysokoškolské práce: 8, knihy: 18, články a příspěvky ve sborníku: 14, elektronické zdroje: 11)

Použitý citační styl: Harvardský, ČSN ISO 690-2:2011(česká verze mezinárodních norem pro tvorbu citací tradičních a elektronických dokumentů)

Základní prameny: - katalog Národní lékařské knihovny ([www.medvik.cz](http://www.medvik.cz))

- Jednotná informační brána ([www.jib.cz](http://www.jib.cz))

- Souborný katalog ČR (<http://sigma.nkp.cz>)

- databáze vysokoškolských prací ([www.theses.cz](http://www.theses.cz))

- online katalog NCO NZO

specializované databáze (EBSCO, PubMed)

## Příloha C

### Obrázky



Hyperbarická komora Nové Zámky-

Zdroj:

<http://www.hyperbarickakomora.sk/o-hyperbarickej-komore/>

## Příloha D

### Protokol

Vysoká škola zdravotnická, o.p.s.

Duškova 7, 150 00 Praha 5



#### PROTOKOL K PROVÁDĚNÍ SBĚRU PODKLADŮ PRO ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(součástí tohoto protokolu je, v případě realizace, kopie plného znění dotazníku,  
který bude respondentům distribuován)

Příjmení a jméno studenta	<b>Lukáš Povolný, DiS.</b>	
Studijní obor	Zdravotnický záchranář	Ročník <b>3.CZZ</b>
Téma práce	<b>OTRAVY OXIDEM UHELNATÝM.</b>	
Název pracoviště, kde bude realizován sběr podkladů	<b>ZDRAVOTNICKÉ ZÁCHRANNÉ SLUŽBY V ČESKÉ REPUBLICE.</b>	
Jméno vedoucího práce	<b>PhDr. Jarmila Paukertová</b>	
Vyjádření vedoucího práce k finančnímu zatížení pracoviště při realizaci výzkumu	Kazuistiky X nebude spojen s finančním zatížením pracoviště	
Souhlas vedoucího práce	X souhlasím  PhDr. Jarmila Paukertová podpis	
Souhlas náměstkyně pro ošetrovatelskou péči	<input type="radio"/> souhlasím  <input type="radio"/> nesouhlasím  podpis	

V Praze dne 26. 2. 2015

Lukáš Povolný, DiS.  
podpis studenta

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Povolný', is written over the printed name and title.