

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

2016

**LUDMILA
OSLADILOVÁ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**

**Intoxikace oxidem uhelnatým v přednemocniční neodkladné péči
Carbon monoxide (CO) intoxication in prehospital emergency care**

Bakalářská práce

Studijní program: specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: zdravotnický záchranář

Vedoucí práce: MUDr. Tomáš Heřman

Ludmila Osladilová

Kladno, květen 2017

Zadání bakalářské práce

Student: **Ludmila Osladilová**
Obor: Zdravotnický záchranář
Téma: **Intoxikace oxidem uhelnatým v přednemocniční neodkladné péči**
Téma anglicky: Carbon Monoxide Poisoning in Prehospital Emergency Care

Zásady pro vypracování:

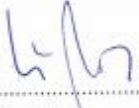
Předmětem bakalářské práce bude ozřejmit možnosti diagnostiky a terapie při intoxikaci oxidem uhelnatým v přednemocniční neodkladné péči, a dále zhodnotit, v rámci léčebného algoritmu, výhody přístrojové diagnostické a terapeutické techniky. Teoretická část práce se bude věnovat ucelenému přehledu rizik otravy oxidem uhelnatým, patofyziologii jeho působení na lidský organismus, klinickému obrazu otravy, způsobu diagnostiky a léčby. V praktické části se bude bakalářská práce zabývat využitelností přístrojové diagnostiky pro stanovení oxidu uhelnatého v krvi ve vozidlech zdravotnické záchranné služby a možností zlepšení navazujícího terapeutického postupu.


Seznam odborné literatury:

- [1] ŠVELA, Kamil a Pavel ŠEVČÍK, Akutní intoxikace a léková poškození v intenzivní medicíně, ed. 2., dopl. a aktualiz., Praha: Grada, 2011, 328 s., ISBN 978-802-4731-469
- [2] ŠEBLOVÁ, Jana a Jiří KNOR, Urgentní medicína v klinické praxi lékaře, ed. 1, Praha: Grada, 2013, 400 s., ISBN 978-802-4744-346
- [3] ŠEVČÍK Pavel a kol., Intenzivní medicína, ed. 3., přeprac. a rozš., Praha: Galén, 2014, 1195 s., ISBN 978-80-7492-066-0
- [4] POLÁK, Martin, Urgentní příjem: nejčastější znaky, příznaky a nemoci na oddělení urgentního příjmu, ed. 1., Praha: Mladá fronta, 2014, 646 s., ISBN 978-80-204-3208-7

Zadání platné do: 11.09.2018

Vedoucí: MUDr. Tomáš Heřman


vedoucí katedry/pracoviště


děkan

V Kladně dne 23.02.2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Intoxikace oxidem uhelnatým vypracovala samostatně s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 19.5. 2017

.....
podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala MUDr. Tomáši Heřmanovi za odborné vedení a pomoc při zpracování bakalářské práce. Velký dík patří také mým rodičům a přátelům za jejich podporu a pomoc během celého studia.

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na intoxikaci oxidem uhelnatým v přednemocniční neodkladné péči. Cílem práce je popsat možnosti přístrojové diagnostiky pro stanovení hladiny oxidu uhelnatého ve vozidle zdravotnické záchranné služby a poukázat na cesty ke zlepšení navazujícího terapeutického postupu v přednemocniční neodkladné péči a nemocničních zařízeních.

Teoretická část bakalářské práce je zpracována formou literární rešerše a popisuje mechanismus otravy oxidem uhelnatým, jeho zdroje, epidemiologii, příznaky, diagnostiku a léčbu. Nedílnou součástí je popis možných komplikací a prevence otrav oxidem uhelnatým.

V praktické části je výzkum zpracován kvantitativním sběrem dat a je rozdělen na dvě části. Obě části sběru dat byly provedeny metodou literární rešerše, dotazování a analýzy získaných informací. První část sběru dat proběhla mezi jednotlivými léčebnými centry hyperbarické oxygenoterapie na území ČR. V druhé části byli osloveni poskytovatelé Zdravotnických záchranných služeb v jednotlivých krajích ČR.

Dle informací získaných od poskytovatelů Zdravotnické záchranné služby a center hyperbarické medicíny je v ČR dostupnost hyperbarické oxygenoterapie pro pacienty s akutní otravou oxidem uhelnatým značně nerovnoměrná.

Na základě dat od poskytovatelů zdravotnických záchranných služeb v jednotlivých krajích ČR lze konstatovat, že dbají na bezpečnost svých výjezdových skupin, a proto je vybavili detektory oxidu uhelnatého. Na druhou stranu vybavení pulsními cooxymetry je v průřezu všemi kraji velmi nevyvážené. Pouze u jedné třetiny poskytovatelů Zdravotnické záchranné služby je pulsní cooxymetr v základní výbavě výjezdových vozů.

Klíčová slova

Oxid uhelnatý, přednemocniční neodkladná péče, intoxikace, hyperbarická oxygenoterapie, pulsní cooxymetr

Résumé

This bachelor thesis studies carbon monoxide (CO) intoxication in prehospital emergency care. The aim of the work was to describe possibilities of instrumental diagnostics for assessment of CO levels by paramedics as well as to discuss possibilities of improving both prehospital and hospital treatment.

The theoretical part of the bachelor thesis analyzes the mechanism of CO intoxication, its sources, epidemiology, symptoms, diagnostics and treatment. Possible complications along with prevention of CO intoxication are discussed.

The practical part contains research obtained by means of a literature review, questioning and a data analysis. The first part of the data collection was performed at hyperbaric oxygen therapy centers in the Czech Republic, while the other part was performed among regional Emergency Medical Service (EMS) providers.

The data obtained from both EMS providers and centers of hyperbaric medicine show that the availability of hyperbaric oxygen therapy for patients with acute CO intoxication is considerably uneven.

In general, we can appreciate that safety of the EMS intervention groups is carefully considered and therefore the paramedics are equipped with CO detectors. On the other hand, the availability of pulse CO-oximeters is limited in all regions – these devices are only available as a standard equipment in one third of EMS providers.

Key words:

Carbon monoxide, prehospital emergency care, intoxication, hyperbaric oxygen therapy, pulse CO-oximeter

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Současný stav.....	10
2.1	Oxid uhelnatý.....	10
2.2	Historické souvislosti.....	11
2.3	Intoxikace oxidem uhelnatým.....	12
2.3.1	Základní pojmy.....	12
2.3.2	Epidemiologie.....	13
2.3.3	Zdroje CO.....	14
2.3.4	Patofyziologie působení oxidu uhelnatého na lidský organismus.....	15
2.3.5	Klinický obraz.....	17
2.3.6	Diagnostika.....	20
2.3.7	Terapie.....	24
2.3.8	Komplikace a následky.....	31
2.3.9	Prevence.....	32
3	Cílepráce.....	37
4	Metodika.....	38
4.1	Použité metody.....	38
4.2	Charakteristika výzkumného souboru.....	38
5	Výsledky.....	39
5.1	Dostupnost hyperbarické oxygenoterapie v ČR.....	39
5.1.1	Oddělení hyperbarické a potápěčské medicíny Oblastní nemocnice Kladno.....	40
5.1.2	Centrum hyperbarické medicíny v Ostravě	41
5.1.3	Pracoviště hyperbarické oxygenoterapie v Krajské nemocnici Liberec.....	42

5.1.4	Pracoviště hyperbarické oxygenoterapie v Ústí nad Labem.....	43
5.1.5	Pracoviště hyperbarické oxygenoterapie v Nemocnici Na Homolce	44
5.1.6	Ostatní pracoviště hyperbarické oxygenoterapie v ČR.....	44
5.1.7	Uspořádání dat výsledků rozhovorů.....	45
5.2	Možnosti diagnostiky intoxikace CO posádkami ZZS.....	49
5.2.1	Přehled informací získaných od poskytovatelů ZZS.....	50
6	Diskuze.....	58
7	Závěr	64
8	Seznam použitých zkratk.....	65
9	Seznam použité literatury.....	68
10	Seznam použitých obrázků	73
12	Seznamu použitých tabulek.....	77
13	Seznam Příloh.....	78

1. ÚVOD

Téma „Intoxikace oxidem uhelnatým v přednemocniční neodkladné péči" jsem si zvolila kvůli zájmu o danou problematiku, který souvisí jednak s povoláním, které budu v budoucnu vykonávat, a protože bydlím v bytě, který je vytápěn plynovými spotřebiči.

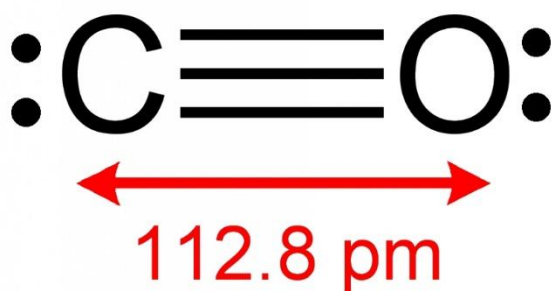
Oxid uhelnatý je bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, ale jeho zvýšená hladina může mít fatální účinek na lidský organismus. Hlavní nebezpečí spočívá v jeho schopnosti zhoršit vazbu kyslíku na hemoglobin, vazebná místa pro kyslík obsadí za vzniku karboxylhemoglobinu.

Dokument České společnosti hyperbarické a letecké medicíny, zveřejněné v srpnu 2016, poukazuje na nerovnoměrné rozmístění center hyperbarické medicíny, která mají při léčbě pacientů s otravou oxidem uhelnatým klíčovou roli. Ve své bakalářské práci jsem se snažila na tento problém poukázat, zmapovat diagnostické možnosti posádek Zdravotnických záchranných služeb již v přednemocniční péči a zároveň popsat možnosti zefektivnění spolupráce poskytovatelů Zdravotnických záchranných služeb a pracovišť hyperbarické oxygenoterapie.

2. SOUČASNÝ STAV

2.1 Oxid uhelnatý

Oxid uhelnatý je sloučenina skládající se z jednoho atomu kyslíku a jednoho atomu uhlíku, které jsou spojeny trojnou vazbou (Obrázek 1). Jeho vzorec je CO, jedná se o plynou látku, lehčí než vzduch, která je pro lidský organismus velmi toxická, protože se váže na hemoglobin v červených krvinkách, a tím blokuje jeho vazebná místa pro kyslík. [1, 15]



Obrázek 1 Struktura molekuly CO. [20]

Oxidu uhelnatému se někdy říká „silent killer“ neboli tichý zabiják, protože je to plyn bez barvy, chuti a zápachu, tudíž k intoxikaci tímto plynem, která může vést až k úmrtí postižené osoby, dochází zcela nepozorovaně. [1, 5]

Koncentrace CO je v atmosférickém vzduchu nižší než 0,001 % (10 ppm), což je cca 50 – 230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Obecně je ve venkovských oblastech díky menšímu znečištění ovzduší automobilovou dopravou i průmyslovou výrobou hladina CO nižší než je tomu v centrech velkých měst, kde může dosahovat krátkodobě až desítek mg/m^3 . [7, 21]

Vzniká jako vedlejší produkt při nedokonalém spalování látek obsahujících uhlík, a to v případě, že je splněna jedna z následujících podmínek, nízká teplota spalování, krátký čas hoření nebo nedostatek kyslíku. Mezi látky při jejichž nedokonalém spalování oxid uhelnatý vzniká, patří hlavně zemní plyn, dále pak benzín, petrolej, dřevo, propan nebo třeba uhlí. [1, 6]

Poměr přírodních zdrojů a zdrojů souvisejících s lidskou činností je v poměru 2:3. Přírodní zdroje souvisí především s fotochemickými procesy v troposféře a vulkanickou činností, lesními požáry a dalšími procesy, u kterých dochází k hoření. Člověk se pak na produkci CO v současné době podílí vypalováním deštných pralesů za účelem zisku půdy a v moderních zemích hlavně spalováním fosilních paliv. [1, 20]

Díky průmyslové výrobě uniká do ovzduší vysoké množství CO.

V ČR byly v roce 2013 nahlášeny nadlimitní úniky této látky v celkové výši 131,5 tisíc tun. Vždy se jednalo o úniky do ovzduší. Mezi největší producenty patřily v tomto roce Třinecké železářny, a. s. a společnost ArcelorMittal Ostrava, a. s. [Havel, Válek, c2014]

Se spalováním fosilních paliv, a následnou produkcí CO souvisí také neustále se zvyšující počet dopravních prostředků, z velké části automobilů. Z toho vyplývá, že nejvyšší naměřené hodnoty se budou objevovat v místech s hustou automobilovou sítí, tedy hlavně ve městech, u dálnic a pro částečně uzavřené prostředí také v tunelech. Toto procento se zatím nedaří příliš změnit i přes výrazné snižování emisí v ovzduší a zavedení katalyzátorů. [1, 20, 22]

2.2 Historické souvislosti

Smrtící účinek uhelného dýmu, který způsoboval silné bolesti hlavy až smrt, najdeme už v Aristotelových poznámkách. Další cesta k podrobnějšímu popsání oxidu uhelnatého, ale i dalších látek byla složitá mimo jiné i proto, že až v 17. století vědci zjistili, že vzduch je vlastně směs plynů. Objev látky známé pod názvem oxid uhelnatý je obvykle připisován Josephu Priestlymu (1733-1809). Tento anglický chemik a teolog, který stojí i za objevem kyslíku, v letech 1772 – 1799 různými výzkumy prokázal rozdíly mezi oxidem uhličitým a oxidem uhelnatým, které byly dříve často zaměňovány. U oxidu uhelnatého pak popsal jeho základní vlastnosti. [15, 16, 18]

Ačkoliv objev oxidu uhelnatého je spojován hlavně s Priestlym, již ve 13. století španělský alchymista Arnold Villanova popsal jedovatý plyn, který vznikal při nedokonalém spalování dřeva, což byl téměř jistě právě oxid uhelnatý. O tom, že CO je skutečně nebezpečná látka se přesvědčil na přelomu století 16. a 17. i belgický vědec Jan

Baptista van Helmont, který málem zemřel po inhalaci směsi obsahující oxid uhličitý a oxid uhelnatý. [15, 16]

„Podrobněji vysvětlil tuto otravu v roce 1857 Claude Bernard, který rozpoznal interakci oxidu uhelnatého s hemoglobinem jako příčinu následné hypoxie tkání a hlavního projevu toxicity oxidu uhelnatého.“ [Vidunová, 2013, str. 37]

2.3 Intoxikace oxidem uhelnatým

2.3.1 Základní pojmy

„Intoxikace neboli otrava je stav po proniknutí otravné (jedovaté) látky do organismu.“ [Ševela, 2011, str. 17]

Jako jedovaté či otravné látky (zkráceně jedy) označujeme jakékoliv látky organického či anorganického původu, které svým chemickým nebo fyzikálně chemickým účinkem již v malém množství způsobují otravu. Tyto látky mohou mít pevné, kapalné nebo plynné skupenství. [1, 3]

V závislosti na čase, po který otravná látka proniká do organismu, rozlišujeme otravy akutní a chronické. Přechod mezi otravou akutní a chronickou tvoří otravy subakutní nebo subchronické. Pokud se účinky otravy začínají projevovat postupně v důsledku vystavení organismu působení malého množství jedu v opakujících se dávkách v delším časovém horizontu, tak mluvíme o **chronické** otravě. Její nebezpečí spočívá v tom, že i když se příznaky objevují pozvolně, může jít o nebezpečnou až smrtící intoxikaci. [2, 3, 4]

Naopak **akutní** intoxikaci světová zdravotnická organizace (WHO) popisuje jako náhlý stav způsobený biologicky aktivními látkami či psychoaktivními látkami, jehož výsledkem je narušení stavu vědomí, poznávání, vnímání, chování a ovlivnění dalších fyzických i psychických funkcí organismu. Někdy se účinky působení jedu v organismu projeví s určitým zpožděním, kterému říkáme latence a to je pro danou látku specifické. Pokud je celý průběh otravy velmi rychlý, tak mluvíme o otravě **perakutní**. [2, 3, 4]

Pro jednodušší orientaci ve velkém množství jedovatých látek je dále můžeme rozlišit na dráždivé, hepatotoxické, hepatonefrotoxické, látky s tlumivým účinkem na centrální

nervový systém (CNS), neurotoxické látky a krevní jedy, což odráží jejich dopad na lidský organismus, respektive na jeho orgánové systémy. Látky lokálně působící, celkově působící a látky s lokálním i celkovým účinkem, to je způsob dělení, který odpovídá způsobu účinku otravných látek. Všechny výše uvedené způsoby rozdělení jedů jsou pouze orientační a slouží k usnadnění popisu jednotlivých látek, v praxi se ale často skupiny prolínají. [1, 3]

2.3.2 Epidemiologie

V Evropě i USA jsou podle statistik procenta otrávených osob stále vysoká. Ve Spojených státech amerických je intoxikace CO často spojená se sebevražedným úmyslem, kdy se osoba otráví výfukovými plyny automobilu v uzavřeném prostoru garáže, jedná se především o mladší muže. První místo mezi náhodnými otravami naopak oxid uhelnatý zaujímá na evropském kontinentu. [1, 8]

V České republice poklesl výskyt otrav CO v 80. a 90. letech, kdy bylo ukončeno užívání svítiplynu, který byl nahrazen zemním plynem. Například v Plzni, což bylo jedno z posledních velkých měst, kde byl svítiplyn užíván, došlo k jeho nahrazení zemním plynem v polovině roku 1995. Incidence otrav CO u nás v poslední době opět mírně roste, přesto se s ní zdravotníci neseťkávají příliš často a tak dochází k záměnám diagnózy. [8, 9]

Statistiky uvádějí, že nyní se v závislosti na jednotlivých oblastech vyskytne otrava u 2-10 osob na 100 000 obyvatel za rok, což je zhruba 1000-1500 intoxikovaných ročně. Hospitalizaci v nemocničním zařízení potřebuje 200-300 postižených, z toho cca 50 osob ročně musí být přijato na jednotku intenzivní péče nebo anesteziologicko-resuscitační oddělení. Jako příčina úmrtí je otrava oxidem uhelnatým stanovena u 140-150 obyvatel za rok. K náhodným otravám vzhledem k častějšímu používání plynových spotřebičů dochází od října/listopadu do března, tedy v chladnějších měsících a také v chladnějších oblastech. [1, 8, 34]

Procenta postižených jsou pravděpodobně vyšší, protože zejména u méně závažných otrav je při prvotním vyšetření diagnóza špatně stanovena. K záměně diagnózy dochází přibližně u 30 % případů, a to nejčastěji za chřipkové onemocnění, depresivní syndrom, cévní mozkovou příhodu, otravu jídlem, gastroenteritidu, iktus, únavový syndrom, migrénu nebo otravu alkoholem. [8, 17, 34]

2.3.3 Zdroje CO

Jak již bylo popsáno výše, v atmosféře je cca 0,001 % oxidu uhelnatého, což odpovídá 10 ppm. Vzhledem k horšímu ovzduší ve městech mají jeho obyvatelé fyziologicky vyšší hladinu karboxylhemoglobinu, dále jen COHb, tj. 1-2 %. U silných kuřáků, kteří v průměru vykouří více jak dvě krabičky denně je hladina COHb 3x vyšší než u nekuřáků, dosahuje až 10 %, tj. 80 ppm. [8,10, 18]

Jsou monitorovány případy, kdy pacienti i opakovaně přicházeli k lékaři pro nevolnost a bolesti hlavy. Následně jim byla na základě toxikologického vyšetření naměřena vysoká hladina oxidu uhelnatého v krvi (až 15x vyšší oproti normálu) a i s ohledem na symptomatologii stanovena diagnóza otravy oxidem uhelnatým. I přes kontrolu domácnosti postižených nebyl nalezen žádný zdroj otravy. Pacienti byli silnými kuřáky, takže oxid uhelnatý v tabákovém kouři se jim navázal na téměř čtvrtinu erytrocytů, čímž znemožnil vazbu kyslíku a vyvolal příznaky otravy CO. Jako terapie byl těmto pacientům podán kyslík, což omezilo příznaky otravy, nejdůležitější je omezení kouření, jinak je zlepšení jejich stavu pouze krátkodobé. [10]

Zdrojem oxidu uhelnatého jsou nejčastěji plynové ohříváče vody v koupelnách (tzv. karmy), teplomety (kabiny řidičů, posedy, ...) nebo zařízení sloužící k vytápění domácností, kde dochází při hoření zemního plynu nebo propan-butanu k jejich neúplnému spalování nebo odvodu spalin z malých prostor nebo místností, kde není zajištěno dostatečné odvětrávání. [1, 8]

Dalšími zdroji oxidu uhelnatého jsou výfukové plyny na nedostatečně ventilovaných místech, jako garáže nebo sportovní haly. Intoxikace oxidem uhelnatým, která je komplikovaná přítomností dalších toxinů (fosgen, kyanidy), je způsobena nadýcháním se kouře při požárech a často bývá spojena i s inhalačním traumatem. Otravu oxidem uhelnatým mohou způsobit i kouřové plyny z krbů a kamen při špatném odvádění kouře. K těžké otravě může dojít i v průmyslových provozech, vysokých pecích nebo v dolech. [1, 8]

V souvislosti s uvedenými zdroji je potřeba myslet na to, že výjimkou nejsou ani hromadné otravy, a to nejčastěji osob žijících v jedné domácnosti nebo obětí nějaké průmyslové havárie či požáru. U suicidálních pokusů je běžná přítomnost intoxikace další

látkou, nejčastěji alkohol nebo léky. Zdrojem oxidu uhelnatého mohou být také látky obsahující metylenchlorid, což jsou třeba odlakovače nebo leštěnky. U těchto látek dochází po expozici in vivo k přeměně na CO, typický je pozdní nástup účinků. [34]

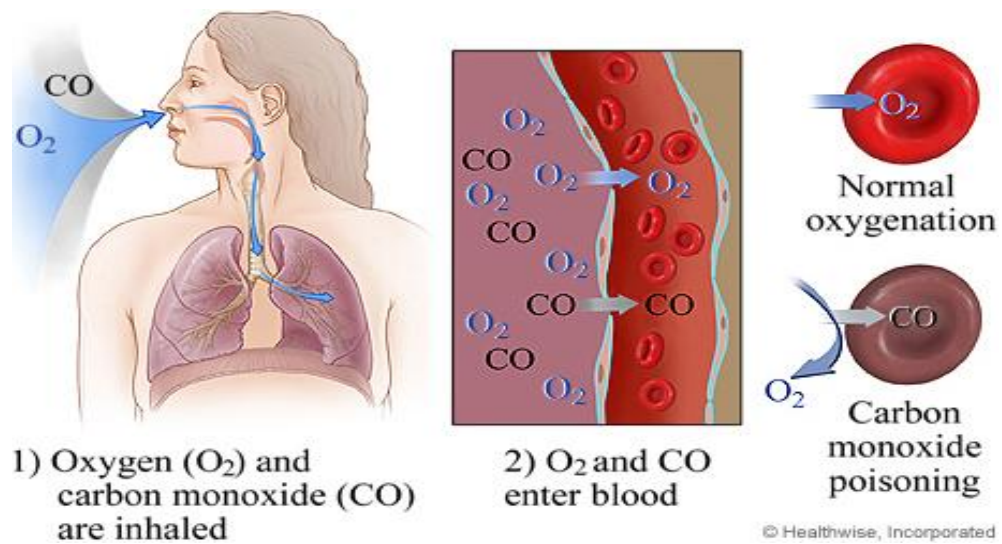
Všechny výše uvedené zdroje oxidu uhelnatého jsou exogenního původu, tedy pocházejí z vnějšího prostředí, které nás obklopuje. Oxid uhelnatý ale může vznikat i uvnitř lidského organismu, třeba při hemolytické anémii nebo dalších poruchách hemoglobinu či při sepsi, což je potom zdroj endogenního původu. [18, 23]

2.3.4 Patofyziologie působení oxidu uhelnatého na lidský organismus

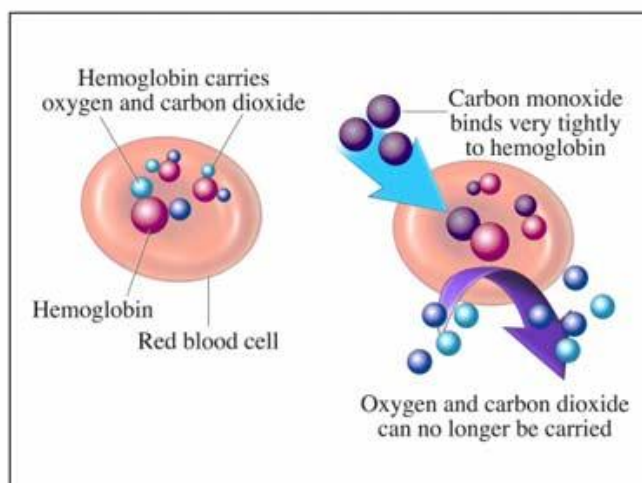
Oxid uhelnatý je přímý celulární toxin. Jeho škodlivé působení na lidský organismus je dáno hlavně jeho výrazně vyšší afinitou k hemoglobinu ve srovnání s kyslíkem (asi 240x vyšší). Logicky nejvýraznější vliv má CO na orgány, které spotřebují pro svoji činnost nejvíce kyslíku, především mozek a srdce.[1, 11, 34]

Vdechnutý CO prostupuje alveolokapilární membránou a rozpouští se v plazmě, v organismu se minimálně metabolizuje, zato se ale silně váže na hemoproteiny (hemoglobin v krvi, myoglobin v myokardu a cytochromy dýchacího řetězce v mitochondriích) a blokuje jejich funkce (Obrázek 2, Obrázek 3). Oxid uhelnatý blokuje vazebná místa hemoglobinu pro kyslík za vzniku COHb a posunuje disociační křivku hemoglobinu doleva. [1, 8]

Vazbou na myoglobin způsobuje CO blokádu procesu oxidativní fosforylace, která narušuje kontraktilitu srdečního svalu, snižuje srdeční výdej a může vést až ke komorovým dysrytmiím. Tkáňová hypoxie kombinovaného původu je zapříčiněna působením CO na cytochromy a další intracelulární enzymy. Oxid uhelnatý tyto enzymy blokuje, čímž dochází k inhibici procesu oxidativní fosforylace s následkem rozvoje patofyziologických mechanismů, které mohou vyvolat těžká neurologická poškození nebo dokonce smrt. Pacient je nejvíce ohrožen v důsledku orgánového postižení jako je například syndrom akutní respirační dechové tísně (ARDS). Pokud je postižený nalezen v důsledku otravy CO mrtvý, je při ohledání zjištěna přítomnost červené barvy bez cyanózy. [1, 8, 11, 34]



Obrázek 2 Průběh průniku CO do organismu, prostup přes alveolokapilární membránu a vazby na erytrocyt. [14]



Obrázek 3 Obsazení CO na vazebná místa v erytrocytech [14]

„Vzhledem ke svému metabolismu jsou k hypoxii nejvíce vnímavé srdce a mozek. Kompenzačními reakcemi organismu na vzniklou hypoxii jsou mimo jiné tachykardie a tachypnoe.“ [Vidunová, 2013, str. 37]

Závažnost otravy CO se zvyšuje, pokud je intoxikovanou osobou těhotná žena. Vysoká toxicita CO pro plod je dána tím, že těhotná matka má o 10-15% nižší hladinu COHb než plod, a to díky výrazné afinitě fetálního Hb vůči CO při o 3-4 kPa nižšímu p_{aO_2} v arteriální krvi plodu. Parciální tlak kyslíku se u dospělého pohybuje v rozmezí 10-13 kPa. Disociační křivka je fyziologicky u fetálního hemoglobinu posunuta doleva, vlivem CO ale dochází k jejímu ještě výraznějšimu posunu s následkem snížení uvolňování O_2 ve tkáních a může vést až k hypoxii plodu. [1, 8, 11]

2.3.5 Klinický obraz

Klinický obraz otravy CO je nespecifický a závisí na mnoha aspektech, jako je délka expozice, množství CO ve vdechované směsi a tělesné aktivitě. Obecně vzato je lépe tolerována vyšší koncentrace CO s kratší expozicí než opačně. Klinický obraz může být dále komplikován tonutím, protože k intoxikaci dochází nejčastěji vlivem ohřivačů vody v koupelnách. S tonutím pak souvisí také možnost podchlazení. Příznaků intoxikace může být celá řada a můžeme si je rozdělit podle jednotlivých orgánových soustav. [8, 34]

Z příznaků poukazujících na poškození CNS se objevují bolesti hlavy, závratě, slabost, ataxie, zmatenost, synkopa, křeče, kvantitativní poruchy vědomí (somnia, sopor, koma). Z neurologických příznaků nejčastěji pozorujeme, jak extrapyramidové jevy přechází v pyramidové. Mezi příznaky kardiovaskulární řadíme bolest na hrudi, tachykardii, palpitace, různé arytmie, myokardiální insuficienci, akutní infarkt myokardu (AIM) [8, 34]

Nauzea a zvracení ukazují na působení plynu na gastrointestinální soustavu. Vliv oxidu uhelnatého na dýchací soustavu se projeví dušností nebo asfyxií. Dalšími příznaky jsou třeba snížení zrakové ostrosti nebo psychické příznaky, které mohou přecházet od agitovanosti po depresivní stavy. Je nutné si uvědomit, že u dětí se vlivem rychlejšího metabolismu a hyperventilace otrava manifestuje dříve než u dospělých. [8, 34]

Při 20% koncentraci COHb se začínají objevovat příznaky jako bolest hlavy, popř. tlak na prsou, se zvyšující se koncentrací se postupně přidává nauzea, zvracení a bolest hlavy se stupňuje. U osoby s hodnotou COHb, která je vyšší jak 50 %, nastupuje bezvědomí, klesá tlak krve, rozšiřují se zornice a někdy dochází k výskytu arytmií. [13]

„Hodnota COHb zpravidla přesně nekoreluje s klinickou tíží otravy. Pro následnou léčbu i prognózu je důležitý výsledný klinický obraz a hodnocení jednotlivých orgánových systémů daleko více než výsledná hodnota COHb. [Ševela, K., Ševčík, P., 2011, s. 154]

Výše uvedené rozdělení příznaků a jejich postupný nástup je pouze orientační, protože v době měření může být koncentrace zcela jiná než v době expozice a vlivem mnoha různých okolností nelze jen podle hladiny COHb stanovit diagnózu, prognózu a typ léčby. V tomto ohledu je přesnější tzv. Ostravská klasifikace (Tabulka 1), která dělí intoxikaci CO na 4 stupně dle závažnosti a klinických příznaků. [8, 13]

Stádium I je nejlehčím stupněm otravy, kdy je postižený při vědomí a bez výrazné neurologické symptomatologie. Stále ještě bez poruchy vědomí je intoxikovaný ve stádiu II, začínají se ale objevovat pozitivní extrapyramidové a pyramidové příznaky. Mezi extrapyramidové příznaky řadíme zvýšený nebo snížený svalový tonus, změnu motoriky ve směru hypo/hypertonismu. Psychické příznaky jsou u otrav CO méně časté. Pojem pyramidové příznaky zahrnuje soubor specifických fyzikálních vyšetření k ozřejmění závažnosti poškození pyramidových drah. Nejznámější je Babinskeho reflex, kdy podrážděním laterální části chodidla u zdravého dospělého vyvoláme flexi palce, dorsální extenze znamená lézi pyramidové dráhy (nutno poznamenat, že extenze palce je u dětí do dvou let považována za fyziologickou). [8, 34, 37, 38]

V prvních dvou stádiích otravy se u postiženého zpravidla projeví také obecné vegetativní poruchy jako je nevolnost, zvracení nebo bolest hlavy. Ve III. stádiu se kromě výše uvedeného setkáváme u intoxikovaných s kvantitativními poruchami vědomí, tj. somnolence nebo sopor, a také jsou již patrný změny oběhu a dýchání (tachykardie, hypertenze a hyperventilace). Nejtěžším stupněm otravy je dle Ostravské klasifikace stádium IV, intoxikovaný je většinou v komatu s pozitivním neurologickým nálezem, a výraznou kardiopulmonální symptomatologií, která pokud nedojde k adekvátní terapii, přechází z hyperventilace a tachykardie k bradykardii a hypoventilaci až asystolii. [8, 34]

Tabulka 1 Ostravská klasifikace [8]

Diagnostický a léčebný standard otravy oxidem uhelnatým.

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	hyperventilace
IV.	kóma	pozitivní extrapyramidové a pyramidové příznaky	nelze	Hypertenze + tachykardie hypotenze + bradykardie, asystolie	hyperventilace, hypoventilace

Na základě fyzikálního vyšetření stanovujeme hodnoty základních životních funkcí, tj. tlak krve, srdeční frekvenci, frekvenci dýchání, tělesnou teplotu a saturaci krve kyslíkem a dále vyšetřujeme jednotlivé orgánové soustavy. Kontrolou celkového stavu zjišťujeme, zda nedochází k projevům orgánového poškození. Při vyšetření CNS se zajímáme hlavně o akutní encefalopatie či křeče a přítomnost bezvědomí. Při vyšetření kardiovaskulárního systému věnujeme pozornost tachykardii, hypertenzi, arytmiích či ischemii myokardu. U respiračního systému je pro nás důležitým ukazatelem tachypnoe nebo nekardiální plicní edém. Dalšími vyšetřeními můžeme odhalit přítomnost respirační alkalózy, rbdomyolýzy nebo laktátové acidózy. [34]

2.3.6 Diagnostika

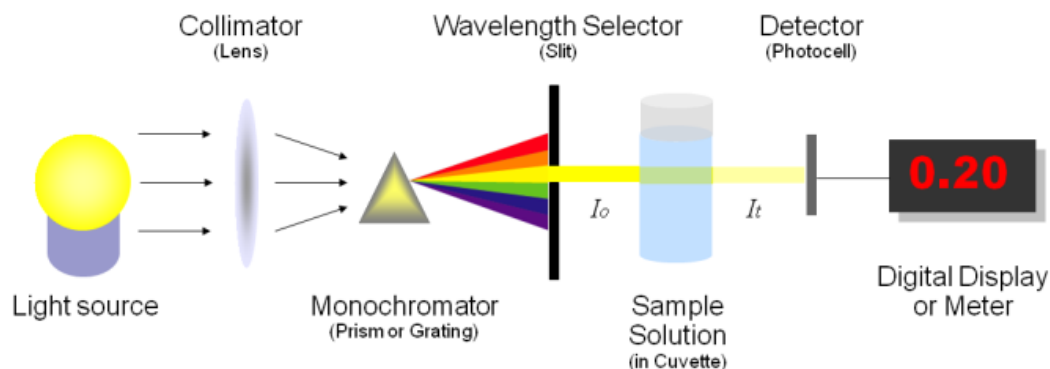
Pro stanovení správné diagnózy otravy CO je nutno pečlivě odebrat anamnézu, zvážit klinické příznaky a vyhodnotit výsledky laboratorních a dalších vyšetření. Hlavní zásadou je na možnost otravy CO především myslet. Zdravotníci se s ní nesetkávají příliš často a příznaky jsou často zaměnitelné za jiné zdravotní potíže, včetně chřipky nebo otravy jídlem. [8, 12]

Důkladnou **anamnézu** je třeba odebrat jak od postižených, pokud je to možné, tak od svědků, rodiny, hasičů, policie. Jako první musíme důkladně prozkoumat místo, kde k otravě došlo, a tak získat materiál pro další diagnostiku, ale i pro policejní vyšetřování a z důvodu vlastní bezpečnosti. Zajímají nás hlavně přítomné spotřebiče, zápach plynu, ucpaný výfuk nebo zanechaný dopis na rozloučenou. Zpozornět bychom měli ale prakticky u každého bezvědomí nejasné etiologie, ke kterému dojde v prostředí domácnosti, zvláště pak v koupelně. Pokud je to možné, tak za pomoci postiženého nebo přítomných svědků zjistit alespoň orientačně čas otravy. Dále je třeba zvážit dosavadní léčbu, zvláště podání kyslíku (délku, koncentraci a způsob aplikace). Pro správné stanovení diagnózy a volbu vhodné terapie zjišťujeme komplikující onemocnění a užívané léky, přítomnost bezvědomí, křečí a dalších příznaků v době před příjezdem ZZS, u žen pak případné těhotenství [8, 34]

Otravu oxidem uhelnatým lze jednoznačně prokázat pouze při **laboratorním vyšetření**, kterým je stanovena hladina COHb. Metod jak stanovit COHb je celá řada a liší se dostupností, spolehlivostí, možnostmi využití i principem, kterým hladinu COHb stanovují. Za tzv. normální hladinu COHb, která se vyskytuje u většiny populace, jsou považovány hodnoty do 3 %, u kuřáků do 10 %. V dnešní době se standardně využívají tři metody a to je cooxymetrií z krve, neinvazivní pulzní cooxymetrií a detekční trubičkou z výdechu. [1, 34]

Měření pulsní oxymetrií je pro určení hladiny COHb nepoužitelné, protože pracuje pouze se světlem ve dvou vlnových délkách, takže přístroj nerozezná COHb od hemoglobinu, na kterém je navázán kyslík. To potvrzuje i studie, jejíž „*výsledky ukázaly, že metoda pulzní oxymetrie není při vyšetření pacienta s otravou oxidem uhelnatým přínosná, jelikož byla v poměrně vysokém procentu posuzovaných případů zjištěna normosaturace hemoglobinu kyslíkem.*“ [Vidunová, 2013, str. 41]. Stanovení SpO₂ u postižených otravou CO je obtížné, protože přístroj ukazuje falešně vysoké hodnoty saturace krve kyslíkem. [1]

Stanovení COHb z krve **cooxymetrií** je přesná spektrofotometrická analýza (Obrázek 4), která využívá šesti různých vlnových délek a hojně se užívá na klinických pracovištích, i když ne na všech je dostupná. [1]

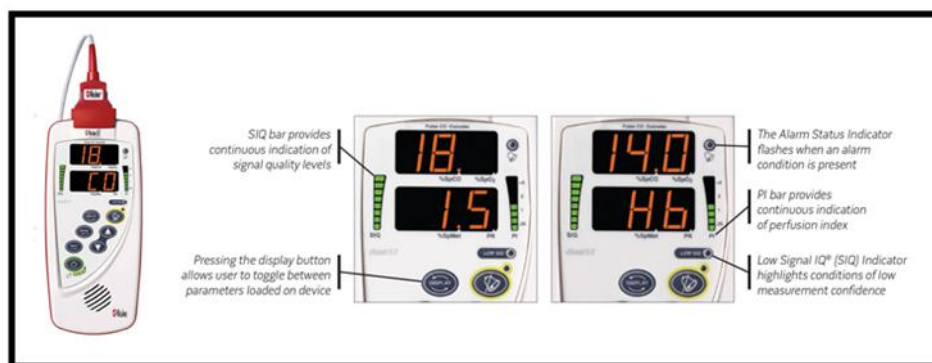


Obrázek 4 Princip spektrofotometrie.

Převzato z: <https://mt3dclinchemgroup10co.wordpress.com/>

V přednemocniční neodkladné péči a také na urgentních příjmech je snadno využitelné a stále poměrně přesné **neinvazivní** screeningové měření za pomoci **pulzního cooxymetru** (Obrázek 5). Na základě rychlé a přesné diagnózy pomocí pulzní cooxymetrie je možné pacienta transportovat na pracoviště s možností hyperbaroxie a tím zamezit časové prodlevě, která by vznikla, kdyby byla otrava diagnostikována až v nemocničním zařízení. Neinvazivní pulzní cooxymetrie je metoda velmi jednoduchá, rychlá a pro pacienta nebolestivá (měření probíhá obdobně jako stanovení SpO₂). Standardní využití pulzních cooxymetrů ve vozidlech ZZS by umožnilo stanovit hladinu COHb u každého pacienta a tím by mohly významně klesnout případy, kdy dojde k záměně diagnózy. Změření COHb v krvi pacienta již v PNP vede ke správnému zahájení terapie a předchází podání léčiv, které mohou pacienta spíše poškodit. [1, 17]

Pro orientační stanovení hodnoty COHb je určena metoda, určující hladinu CO z výdechu pomocí **detekční trubičky**. [1]



Obrázek 5 Přístroj pro neinvazivní pulzní cooxymetrii.

Převzato z: <https://mt3dclinchemgroup10co.wordpress.com/>

Výše uvedené laboratorní metody ke stanovení diagnózy otravy oxidem uhelnatým doplníme vyšetřením krevních plynů, krevního obrazu, biochemického vyšetření včetně glykémie, myoglobinu a laktátu. Pro odhalení přítomnosti rhabdomyolýzy nebo ischemie myokardu stanovujeme hladinu Troponinu I nebo T. Vyšetřením BNP nebo NT-pro-BNP doplníme předchozí laboratorní testy při plicním edému. Při podezření na otravu více látkami přidáme toxikologické vyšetření [1, 34]

Pomocí přístrojové diagnostiky stanovujeme EKG křivku, u které se zaměřujeme hlavně na přítomnost arytmií nebo změny ST úseku, které nám mohou ukázat na přítomnost ischemie myokardu či AIM. U edému plic doplňujeme přístrojová vyšetření o rentgen srdce a plic. Platí pravidlo, že žádné vyšetření by nemělo zbytečně oddálit zahájení terapie. [8, 34]

Dalším vhodným vyšetřením je zhodnocení neurologického stavu včetně neuropsychologických testů sloužících k určení rizika pozdního neurologického poškození. V případě otoku mozku nebo přetrvávajícího bezvědomí je možné provést CT a MRI. [8, 34]

V diferenciální diagnostice dominují zejména: virová onemocnění, intrakraniální krvácení, otravy alkoholem, předávkování sedativy, hypnotiky nebo salicyláty, migrény a záněty žaludku). [1, 34]

Pokud nejsme na základě výsledků vyšetření, zhodnocení klinického stavu a dostupné anamnézy schopni zjistit o jakou otravnou látkou se jedná, případně jaký je terapeutický postup, mohou zvláště pracovníci ZZS nebo oddělení urgentního příjmu využít konzultace toxikologického informačního střediska.

Toxikologické informační středisko (TIS) se nachází v ul. Na Bojišti, spadá pod Klinikou pracovního lékařství Všeobecné fakultní nemocnice a 1. lékařskou fakultu Univerzity Karlovy v Praze a přijímá laické i lékařské dotazy týkající se akutních intoxikací. [34, 35]

2.3.7 Terapie

Léčba pacienta otráveného oxidem uhelnatým se skládá z přednemocniční a nemocniční. Přednemocniční péči si dále můžeme rozdělit na laickou první pomoc, technickou první pomoc a rozšířenou terapii prováděnou členy posádky zdravotnické záchranné služby.

Laickou první pomoc provádí osoby, které jako první objevili postiženého, případně postižené. Jde o osoby bez zdravotnického vzdělání a záchranných prostředků, často rodinné příslušníky oběti nebo náhodné svědky, případně přivolané policisty nebo hasiče (ti už mají trochu rozšířenější povědomí o první pomoci a také disponují některými záchrannými prostředky jako jsou transportní pomůcky, nebo kyslík).

Je důležité si uvědomit, že ten, kdo neposkytne první pomoc je pachatelem trestného činu.

Trestný čin Neposkytnutí pomoci podle §150 trestního zákona (trestní sazba až 2 léta) spáchá ten, „kdo osobě, která je v nebezpečí smrti nebo jeví vážné známky poruchy zdraví nebo jiného vážného onemocnění, neposkytne potřebnou pomoc, ač tak může učinit bez nebezpečí pro sebe nebo jiného.“ (Česko, Trestní zákoník, s.386)

Jak ze znění zákona vyplývá, je potřeba mít na vědomí zejména zdraví zachraňujícího a tedy se vyvarovat komplikacím spojených s případnou otravou zachránce, laika či profesionála.

Protože ani zdravotníci se s otravou CO nesetkávají během své praxe příliš často, nelze se divit, že veřejnost o ní nemá prakticky žádné informace a netuší, jak se v takové situaci zachovat. Základní terapie otravy je ale ve skutečnosti velmi jednoduchá. Pokud dispečer zdravotního operačního střediska, dále jen ZOS, rozpozná, že jde o intoxikaci CO, může zachránce v rámci telefonicky asistované neodkladné první pomoci (TANPP) správně instruovat.

Základní terapie tedy spočívá v otevření oken v místnosti, kde se intoxikovaná osoba nachází a přivolání ZZS na lince 155, popřípadě na mezinárodní tísňové lince 112. Pokud je to možné, tak by měl být postižený transportován i za pomoci přivolání dalších osob mimo zamořené území. Poté je třeba za pomoci operátora ZOS zkontrolovat základní životní

funkce (kontrola tepu se v případě laiků pro časovou prodlevu a špatné provádění techniky měření pulzu výrazně nedoporučuje) a v případě, že pacient nedýchá nebo dýchá lapavě, začít postiženého okamžitě resuscitovat. [1, 13]

Resuscitace osob otrávených CO se v případě laiků skládá pouze ze srdeční masáže rychlostí 100 - 120 za minutu do hloubky 5-6 cm u dospělých. Dýchání z úst do úst by se nemělo provádět vůbec, protože hrozí intoxikace osoby zachránce. [13]

Technická první pomoc je na místě události prováděna hasičským záchranným sborem ČR (HZS ČR) a dalším složkami Integrovaného záchranného systému. HZS ČR disponuje speciálními detektory toxických plynů, které umožňují stanovit hladinu CO v místě mimořádné události. Další technická pomoc spočívá především v transportu postiženého mimo zamořené území, a to v případě, že tak nebylo učiněno dříve z důvodu hrozícího nebezpečí pro zachránce. HZS ČR také spolu s Policií ČR hledá a řeší příčinu úniku CO.

Je důležité si uvědomit, že technickou první pomoc by měli zajišťovat pouze tyto složky, protože jsou k tomu školeny a disponují potřebným vybavením. Přesto se stále najdou jak laici, tak i záchranáři, kteří riskují vlastní zdraví i život ve snaze pomoci a snad i s ohledem na § 150 (neposkytnutí pomoci) trestního zákoníku.

„Na základě ustanovení § 18 odst. 3 zákona č. 374/2011 Sb., o zdravotnické záchranné službě je vedoucí výjezdové skupiny oprávněn rozhodnout o neposkytnutí přednemocniční neodkladné péče v místě události v případě, pokud by při poskytování přednemocniční neodkladné péče byly bezprostředně ohroženy životy nebo zdraví členů výjezdové skupiny.“
(Vidunová, 2012, s.41)

Přednemocniční neodkladná péče o pacienty postižené otravou CO spočívá na straně ZZS především v okamžitém vytažení pacienta z prostředí, kde uniká otravný plyn, pokud tak nebylo učiněno před jejím příjezdem nebo pokud nehrozí posádce bezprostřední nebezpečí. Do vyšetření pacienta a zhodnocení jeho stavu dle pravidel ABCDE bychom měli zahrnout i neurologické vyšetření. Dle vyhodnoceného klinického stavu zahájíme léčbu kyslíkem a dále postupujeme podle symptomatologie. [1, 13]

Kyslík podáváme maskou se zásobním vakem s vysokým průtokem O₂ (15 l/min) nebo v případě výrazné poruchy vědomí, kdy je GCS pod 8, přistoupíme k orotracheální intubaci a umělé plicní ventilaci s FiO₂ 1,0. Symptomatickou léčbu volíme dle klinického stavu, většinou se jedná o tekutinovou resuscitaci, případně ionotropní podporu. [8, 13, 34]

V případě, že kromě otravy CO došlo i k tonutí či podchlazení postiženého, řídí se případná resuscitace i další terapie příslušnými algoritmy. V případě tonutí tedy resuscitaci po záklonu hlavy a zvednutí brady zahajujeme 5 umělými vdechy a až po té pokračujeme pravidelným střídáním srdeční masáže s umělým dýcháním. Pokud je postižený v důsledku delšího pobytu ve vodě podchlazený spočívá první pomoc především jeho zahřátí, v případě tělesné teploty pod 34°C je totiž omezena jak možnost a účinnost defibrilace, tak i podávání léků. [13, 34]

Nemocniční péči rozdělujeme stejně jako v PNP na kyslíkovou a symptomatickou a v prvních hodinách probíhá zpravidla na oddělení urgentního příjmu. Na toxikologické vyšetření odešleme materiál získaný na místě nehody, zvratky, obaly od léku a další. Pacienta vyšetříme dle pravidla ABC, tzn. zkontrolujeme dýchací cesty, dýchání a krevní oběh a napojíme ho na monitor vitálních funkcí. Léčbu kyslíkem doplníme dle přítomných komplikací vhodnou **symptomatickou léčbou**, zejména aplikací krystaloidních roztoků i.v., popř. antiedematózní terapií. [1, 8, 34]

Při terapii kyslíkem máme několik možností, v případě lehčích otrav volíme většinou **normobarickou oxygenoterapii**. Při této metodě je pacientům podáván kyslík za normálního atmosférického tlaku. Dalšími možnostmi jsou **hyperbarická oxygenoterapie**, kdy je kyslík podáván za tlaku vyššího, než je atmosférický a **isokapnická hyperoxická hyperventilace**, kdy je pacientovi podáván speciálním okruhem 100% kyslík s příměsí oxidu uhličitého. [1, 8]

Normobarická oxygenoterapie, dále jen NBO, spočívá v aplikaci O₂ za podmínek normálního atmosférického tlaku, tj. cca 100 kPa. Hodnota atmosférického tlaku se určuje v pascalech a snižuje se s rostoucí nadmořskou výškou. Za tzv. normální atmosférický tlak považujeme tlak vzduchu u hladiny moře, jehož hodnota je 1013,25 hPa. [8, 24]

Podávání 100% kyslíku tlakem okolo 100 kPa je určeno pro pacienty s lehkou otravou bez komplikací, což odpovídá I.-II.stupni Ostravské klasifikace. Normobarickou oxygenoterapii použijeme také v případech, kdy HBO není dostupná, tj. v PNP, v oblastních nemocnicích, dokud není otrava diagnostikována nebo není zajištěn transport do zařízení umožňujících HBO nebo pro případy hromadných otrav, kdy není kapacita hyperbarických komor dostatečná. [8, 9]

Kyslík podáváme nejméně 12 hodin systémem, který umožňuje FiO_2 blízcí se hodnotě 1,0. Tohoto je možné dosáhnout buď průtokovým systémem, nebo systémem bez zpětného vdechování. Mezi nejčastěji užívané průtokové systémy patří obličejová maska s rezervoárem a vysoký průtokem kyslíku 15 l/min. Těsnící obličejová maska, CPAP maska (Obrázek 6) nebo CPAP helma (obr. 7), Rubenův ventil či jeho modifikace s nádechovou či výdechovou chlopní jsou systémy bez zpětného vdechování. [8, 9, 34]



Obrázek 6 CPAP maska.

Převzato z: <http://www.cpap.pl/pl/p/Maska-Mirage-Quattro-XS%2CS%2CM%2CL/201>



Obrázek 7 CPAP helma.

Převzato z: <http://www.intersurgical.de/nachrichten/artikel/22480>

Jainův volně interpretovaný výrok: „ *Podávání kyslíku normobaricky zachrání postiženému otravou oxidem uhelnatým většinou život, ale od manifestace závažných následků jej neochrání*“. [Emmerová a kol., 2014, s. 75-76]

Hyperbarická oxygenoterapie, dále jen HBO, je terapie 100% kyslíkem za podmínek vyššího tlaku než je tlak atmosférický, obvykle 250 kPa. Hodnota tlaku je stanovena European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) na 200 kPa a výše a na 150 kPa a více podle Undersea and Hyperbaric Medicine Society (UHMS). Hlavní výhodou aplikace O₂ přetlakem je utlumení průběhu ischemicko-reperfuzních poranění a také urychlení disociace COHb z 90 minut při NBO na 22 minut při HBO 300 kPa, čímž se obnoví dodávka kyslíku tkáním. Během pobytu pacienta v hyperbarické komoře se urychluje vyvázání oxidu uhelnatého z vazby na cytochromoxidázu, dochází k redukci edému mozku, snížení lipidové peroxidace a zvýšení produkce antioxidačních enzymatických systémů. [1, 8]

Patofyziologické působení hyperbaroxie je dvojitě, buď mechanické, kdy dochází k redukci velikosti bublin např. u pacientů se vzduchovou embolií. Druhé patofyziologické působení se týká i pacientů s otravou CO, a dochází k němu díky obrovskému zvýšení parciálního kyslíku v tkáních s prodloužením jeho difuzní vzdálenosti, zvýšením rozpuštěného kyslíku v plazmě a dopravení do tkání postižených hypoxií či dokonce ischemií. [1, 25]

Studií, které se věnují HBO vzniklo mnoho. Celkem 6 studií, které se věnují vztahu mezi mortalitou, neurologickým výsledkem a léčbou (sledován rozdíl v léčbě HBO a aplikací NBO) bylo randomizováno a kontrolováno. Čtyři z těchto studií prokázaly zlepšení neurologického výsledku u pacientů po HBO, zatímco 2 studie nikoli. Efekt HBO nebyl prokázán při studii z roku 1999, která vznikla v Austrálii. Tato studie je často kritizována pro svoje metodologické nedostatky (např. v porovnávaných případech významnou část respondentů tvoří sebevrazi, u kterých došlo ke kombinaci otravy CO s další látkou). [1, 8, 26, 43]

V roce 2002 studie amerických autorů, která je hodnocena jako kvalitní, prokázala význam HBO oproti NBO díky tomu, že u zkoumaných pacientů došlo k poklesu pozdního

neurologického postižení v 6 týdnech, 6 i 12 měsících od expozice. Zhodnocením dostupných analýz lze dospět k závěru, že nelze upřednostnit ani jednu z metod léčby. [1, 8]

Na základě shody americké a evropské společnosti je tedy HBO určena především pro pacienty s těžkým stupněm otravy CO, která může být komplikována jedním z faktorů, jenž zvyšuje riziko pozdního neurologického poškození. Ze VII. Evropské konsensuální konference hyperbarické medicíny, která se konala v roce 2004, vyplynula další doporučení o užití HBO u pacientů s intoxikací CO. Těmito indikacemi jsou: ztráta vědomí na místě nehody či v nemocnici, fokální neurologický nálezn, křeče, přetrvávající známky srdečního poškození, přetrvávající metabolická acidóza či hladina COHb nad 25 %, u gravidních pacientek už při hladině CO nad 10 %. Užití HBO se naopak nedoporučuje u pacientů s nižším stupněm otravy, který nemá žádné přitěžující faktory a také u pacientů, u který uběhlo od expozice více jak 24 hodin. Dále se nedoporučuje hodnotit tíži otravy pouze dle hladiny COHb, tato hodnota je pouze orientační a nemusí korespondovat se skutečnou závažností otravy, spíše je třeba se zaměřit na klinické příznaky a další laboratorní ukazatele. [1, 8, 26, 34]

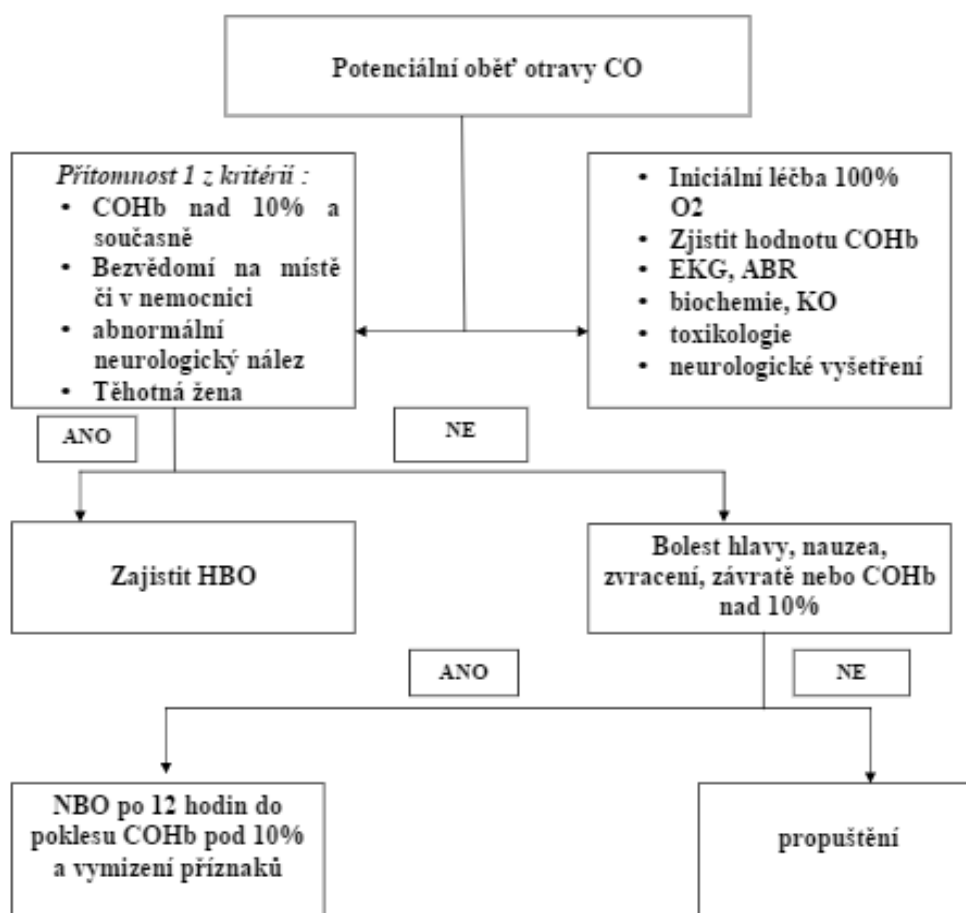
Při rozhodování zda je pro pacienta vhodnější NBO nebo HBO nám může pomoci i algoritmus dle O'Briena a Manakera, Carbon monoxide and smoke inhalation. The Intensive Care Manual. Hanson, Lanken, Manaker, W.B. Saunders, Philadelphia, 2001 (Obrázek 8). Pokud je intoxikace opravdu závažná (stupeň III. a IV. Ostravské klasifikace), kontaktuje nejbližší pracoviště s možností HBO přímo lékař ZZS a do předání pacienta podává kyslík s FiO_2 1,0. [8, 34]

Metodou budoucnosti je **isokapnická hyperoxická hyperventilace**, představuje určitou alternativou mezi NBO a HBO. Principem je podání 100% O_2 s příměsí oxidu uhličitého za pomoci jednoduchého dýchacího okruhu, který urychluje vylučování CO 2-3x oproti NBO a zároveň nemá některé negativní vlivy hypokapnie (vasokonstrikce, která sníží průtok krve mozem, posun disociační křivky vlevo). Jednoduchost činí tuto metodu využitelnou i pro PNP. [8]

Isokapnická hyperoxická hyperventilace nemůže zcela nahradit hyperbarickou oxygenoterapii, protože nedosahuje dostatečného stupně hyperoxie, a tudíž nebrání pozdnímu neurologickému postižení ani dalším komplikacím. Tato nová forma terapie je

zatím ve fázi testování, ale jeví se jako dobrá alternativa NBO a také HBO, v případě, že od expozice CO uběhl delší časový interval nebo nestačí kapacita hyperbarické komory. [8]

Pokud i po 4 hodinách normobarické oxygenoterapie u pacienta na urgentním příjmu přetrvává symptomatologie (křeče, synkopa, elektrická nestabilita myokardu nebo trvá metabolická acidóza) transportujeme pacienta na jednotku intenzivní péče nebo anesteziologicko-resuscitační oddělení. Do ambulantní péče naopak můžeme propustit asymptomatického pacienta, který nejví známky suicidálního pokusu a EKG křivka je v normálu nebo na výchozích hodnotách. [34]



Obrázek 8 Algoritmus dle O'Briena a Manakera, Carbon monoxide and smoke inhalation. The Intensive Care Manual. Hanson, Lanken, Manaker, W.B. Saunders, Philadelphia, 2001. HÁJEK, MUDr. Michal. Diagnostický a léčebný standard otravy oxidem uhelnatým. Urgentní medicína. 2009, 22.

2.3.8 Komplikace a následky

Těžké komplikace otravy souvisí převážně s postižením kardiovaskulárního systému, které se projeví dysrytmiemi, a na EKG můžeme vidět změny v ST úseku. V pozdních fázích těžké otravy nastupuje edém plic a útlum dýchání, při výrazné hypoxii může dojít až k otoku mozku, hyperpyrexii a ischemii myokardu. Známkou těžké otravy je také metabolická acidóza, která může ukazovat také na otravu kyanidy. Při výrazné rbdomyolýze hrozí akutní renální selhání. Důsledkem otravy může být až úmrtí nebo těžké neurologické postižení. [11]

Reoxygenační nebo-li ischemicko-reperfuční poranění vzniká u těžkých otrav po terapii kyslíkem, kdy při obnovení jeho dodávky tkáním může dojít až k rozvoji patofyziologických kaskád, aktivaci neutrofilů s adhezí k endotelu kapilár a jeho následnému poškození. Obnovení dodávky kyslíku také může vést k poškození myelinového bazického proteinu (MBP) v neuronech, což může spolu s dalšími procesy vést až ke spuštění neuronální apoptózy.[1, 8]

Pozdní neurologické postižení se objeví u 15-40 % pacientů s diagnózou otravy oxidem uhelnatým. Projevuje se s odstupem času u zdánlivě vyléčeného postiženého po tzv. lucidním intervalu (tj. doba od prvotní intoxikace po projevení příznaků, cca 3 – 240 dní). Mezi příznaky jsou nejběžnější kognitivní dysfunkce, poruchy paměti (nejčastěji krátkodobé), zmatenost, snížení intelektu, demence, parkinsonská symptomatologie. Rizikovými faktory jsou vysoký věk a přítomnost bezvědomí, prakticky ale nelze predikovat, u kterého postiženého se neurologické potíže projeví a u kterého ne, je tedy nutné všechny postižené i po propuštění sledovat. Objektivní známky tohoto postižení se objeví na CT, MRI a PET, a jsou to konkrétně hypodenzity v periventrikulární bílé hmotě, bazálních gangliích a corpus calosum. U 50-75 % pacientů se stav výrazně neurologicky zlepší či příznaky úplně vymizí do roka od expozice, někdy ale může jít o následky trvalé. [1, 8]

Průměrně cca 30 % intoxikovaných CO umírá, u dalších 11 % se objeví trvalé neurologické následky a až jedna třetina postižených má mírnou, ale trvalou ztrátu paměti nebo dojde ke změně osobnosti či jinému neurologickému postižení. Mezi postižené s horší prognózou patří hlavně starší lidé nebo osoby, u nichž otravu komplikuje kardiovaskulární

onemocnění. Větší riziko trvalých následků mají také intoxikovaní, u nichž došlo ke ztrátě vědomí nebo jsou u nich na CT či MRI patrné strukturální změny na mozku. [1]

2.3.9 Prevence

S rostoucím počtem případů, kdy dochází k intoxikaci CO, a to hlavně v domácnostech, souvisí i otázka prevence. Prevence u nás je značně zanedbávána a roztržštěná mezi množstvím orgánů a organizací, které mezi sebou příliš nespolupracují. Byť i jen okrajově se prevenci otravy CO věnují hlavně základní složky IZS a s nimi související instituce, včetně nemocnic. Přitom prevence v souvislosti s otravou CO hraje klíčovou roli. Určitě by se do různých prevenčních programů ať už na školách nebo pracovištích, či v médiích vyplatilo investovat daleko více prostředků. [1, 21, 29]

Upozornění obyvatelům na rizika spojená s otravou CO se objevují na stránkách měst, obcí nebo HZS ČR sporadicky a většinou až v souvislosti se zvyšujícím se počtem případů otravy CO v oblasti. Jsou to zatím jen první vlaštovky, ale i těch je třeba, v souvislosti s uveřejněním zprávy na internetových stránkách, dochází často i k vydávání informačních letáků (Obrázek 9), které jednoduchým a přehledným způsobem informují občany o otravě CO, první pomoci a preventivních opatřeních.

NEBEZPEČNÝ OXID UHELNATÝ

V České republice podle dostupných informací zemře zbytečně, na otravu oxidem uhelnatým, průměrně 300 lidí ročně. Chcete se cítit ve svém bytě bezpečně? Chcete spát bez obav o svůj život? Dodržujte základní návyky a snižte možnost otravy oxidem uhelnatým na minimum:

1. **Nepodceňujte pravidelnou údržbu** topidel (kotlů, průtokových ohřivačů, kamen), kontrolu spalinových (kouřovod, komín) minimálně jedenkrát ročně
2. **Servis spotřebičů** vždy svěťujte pouze oprávněným osobám
3. **Dbejte na dostatečný** přívod vzduchu k topidlům (vlivem výměny oken, zateplování budov se často snižuje)
4. **Pořiďte si kvalitní detektory oxidu uhelnatého**
5. **Pravidelně kontrolujte a měňte baterie** ve skenerech a detektorech oxidu uhelnatého
6. **Pozor na některé spotřebiče** typu „B“, které mají přívod vzduchu z místnosti a odvod spalin do komína.

Oxid uhelnatý je silně jedovatý plyn, který se uvolňuje při nedokonalém spalování a jeho nebezpečí je v tom, že je neviditelný a bez zápachu. Prvními příznaky otravy je obvykle zčervenání (cihlově červený obličej), bolest hlavy, nevolnost, závrať, malátnost a zmatenost. U postiženého je typické třeseňové zbarvení kůže a sliznic. Vyšší koncentrace vedou ke smrti po několika vdechnutích.

První pomoci je zajištění přísunu čerstvého vzduchu, popř. umělé dýchání, lékařská první pomoc spočívá v podávání kyslíku.

EXISTUJÍ I MOŽNOSTI TZV. „LAICKÉ“ KONTROLY.

Pokud zpozorujete některý z následujících jevů, ihned odstavte spotřebič z provozu:

1. žlutý plamen v důsledku nedokonalého spalování,
2. stopy znečištění v důsledku úniku spalin,
3. orosení studených ploch (zrcadel) krátce po zapnutí spotřebiče,
4. patrný kyselý zápach a vlhkost

Obrázek 9 Příklad informačního letáku upozorňujícího na nebezpečí otravy CO. Převzato z: http://www.olesna.cz/assets/File.ashx?id_org=11022&id_dokumenty=14047

Na druhou stranu je alarmující, že když rozeslalo České sdružení pro technická zařízení v čele s předsedou sekce plyn a také soudním znalcem, Ing. Jiřím Buchtou, CSc. do největších médií v zemi, včetně České televize, zprávu, která by upozornila obyvatele ČR na rostoucí počet případů otravy CO a ukázala jim základní preventivní opatření, žádné z oslovených médií neprojevalo o zveřejnění této informace zájem, dokonce vůbec nereagovalo. Média o tyto informace projevila zájem až v souvislosti s tragickými úmrtími. [29, 30]

Stejně tak v Kraji Vysočina musela přijít nejprve vlna otrav CO, z nichž některé skončily úmrtím intoxikovaných, a dokonce došlo i k otravě několika zasahujících, aby se začalo na krajské úrovni této problematice věnovat. Proto vznikla pracovní skupina „Oxid“, která se schází jednou za dva měsíce a má 15 členů, z nichž část zastupuje krajský úřad, a to z oddělení krizové připravenosti, školství a zdravotnictví a zbytek doplňují základní a ostatní složky IZS. Tato skupina zajišťuje prostřednictvím zastoupených organizací školení členů záchranných složek a revizních techniků, preventivní programy ve školách (omalovánky, přednášky, diskuze), prevenční letáky do všech obcí v kraji, přednášky pro seniory, reportáže v médiích, podávání informací prostřednictvím sociálních sítí. Zatímco v Kraji Vysočina se prevence v této oblasti začíná dařit, na celostátní úrovni je problematika stále opomíjena, a to nejen ze strany médií. [29, 30]

Základní formou prevence je **servis plynových spotřebičů**, a to hlavně u rizikové skupiny B. Revizi provádí registrovaný pracovník, a to s frekvencí, jaká je uvedena v návodě, který byl dodán spolu se spotřebičem. Pokud není stanoveno jinak, tak alespoň jednou za rok. Tuto povinnost by měli mít majitelé těchto spotřebičů stanovenou v zákoně, česká legislativa však ukládá fyzickým osobám pouze povinnost podle energetického zákona

„Zákazník je povinen udržovat odběrné plynové zařízení v takovém stavu, aby se nestalo příčinou ohrožení života, zdraví či majetku osob, a v případě zjištění závady tuto bez zbytečného odkladu odstranit.“ (Česko. Zákon č. 458/2000 Sbírky zákonů. s.4517)

Tato povinnost ale majitelům těchto zařízení nestanovuje podmínku pravidelných kontrol, pouze v případě, že dojde k úniku CO a třeba i následné otravě a neprokáže se, že

bylo plynové zařízení udržováno v bezpečném stavu, tak může být jeho majitel obviněn z obecného ohrožení. [28, 30, 31]

Povinné jsou pro každého obyvatele ČR pouze kontroly a čištění komínů a spalinových cest, to ale není preventivní opatření, které by otravě oxidem uhelnatým s jistotou zabránilo. Tato povinnost, vyplývající z protipožárního zákona, se nově provádí vyhláškou č. 34/2016 Sb., o čištění, kontrole a revizi spalinové cesty a ukládá majitelům plynových spotřebičů nechat revizním technikem provést jednou ročně kontrolu a čištění spalinové cesty (Tabulka 2). U těchto spalin ale nebezpečí požáru nehrozí a kouřovody jsou proto mnohdy vyrobeny z plastu, na rozdíl od paliv pevných a kapalných, kde je ohnivzdornost z důvodu možnosti chytnutí sazí, vyžadována. Kontrola odvodu spalin od plynového spotřebiče, tak jak je stanovena v zákoně, je tedy naprosto bezpředmětná. Naopak registrovaný servisní technik, který provede revizi plynového spotřebiče, jak je stanovena v návodu, kromě kontroly a čištění spalinových cest, vyčistí i plynový spotřebič. [28, 30, 32]

Tabulka 2 Lhůty čištění a kontrol spalinové cesty. [32]

Výkon připojeného spotřebiče paliv	Činnost	Druh paliva připojeného spotřebiče paliv				
		Pevné		Kapalné		Plynné
		Celoroční provoz	Sezónní provoz	Celoroční provoz	Sezónní provoz	
do 50 kW včetně	Čištění spalinové cesty	3 × za rok	2 × za rok	2 × za rok	1 × za rok	1 × za rok
	Kontrola spalinové cesty	1 × za rok		1 × za rok		1 × za rok
nad 50 kW	Čištění a kontrola spalinové cesty	2 × za rok		1 × za rok		1 × za rok

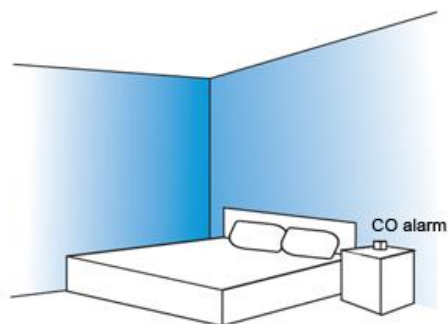
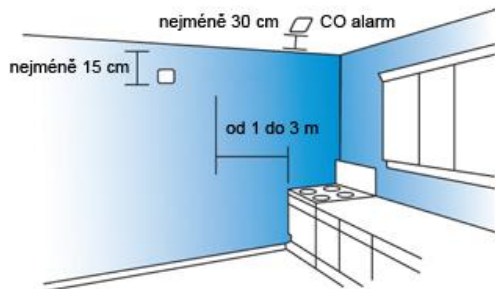
Únik jedovatého CO je nejčastěji způsoben právě zanešeným plynovým spotřebičem, ať už se jedná o ohřívače vody nebo zařízení sloužící k vytápění. Vyčištění spotřebiče je nejen preventivním opatřením, ale také snižuje provozní náklady, protože zanešený plynový spotřebič má nižší účinnost a je náchylnější k poruchám. [27, 30]

Zatímco v ČR s 10 miliony obyvatel je počet otrav CO přibližně 300 ročně, tak ve Spojeném království, které má cca 60 milionů obyvatel, kde jsou pravidelné revize plynových spotřebičů povinné, je počet otrávených asi 14. Výrazně nižší čísla z Velké Británie napovídají, který způsob prevence bude účinnější. Z hlediska prevence je také důležité zajistit dostatečný přísun vzduchu, který spotřebič pro spalování potřebuje. V dnešní době se klade velký důraz na úsporu tepelné energie, takže dochází k čím dál

většímu izolování staveb, jen je nutné myslet také na přístup dostatečného množství vzduchu, čímž zajistíme správné fungování přístroje. [27, 28, 30]

Nelze se ale vymlouvat na nedostatečná bezpečnostní opatření a s tím související preventivní programy ze strany státu. Povinnost zajistit vlastní bezpečí a bezpečí svých blízkých má každý jedinec sám za sebe. Proto je důležité u každého přístroje, který máme v domácnosti, dodržovat zásady kontroly, jak je uvedeno v návodu, a to bez ohledu, jestli nám to stát nařizuje či nikoliv. [28]

Dalším preventivním opatřením je instalace **detektorů oxidu uhelnatého** v místnostech, kde je umístěno zařízení, ve kterém dochází ke spalování zemního plynu (Obrázek. 11, Obrázek12). Instalace detektorů CO je povinná pouze pro některá zařízení, jako jsou např. plynové kotelny, o povinnosti pořízení detektorů do každé domácnosti se ani do budoucna neuvažuje a ani v okolních státech není tato praxe běžná. O pořízení detektoru CO by ale měly uvažovat všichni, jejichž domácnost je vybavena spalovacími plynovými přístroji, sloužícími k vytápění nebo ohřevu vody. Hlásič by měl být umístěn v každé místnosti s tímto přístrojem a to minimálně 1 metr od něj, ve výšce očí či výše a pokud možno se vyvarovat místům, kde dochází ke zvýšenému proudění vzduchu (obr. 10). Požadavky, které by měl kvalitní detektor splňovat, jsou minimální potřeba údržby, baterie s dlouhou výdrží a indikátorem jejího vybíjení, dlouhá záruka, jednoduchá obsluha a dostatečná hlasitost výstražného alarmu. Pořizovací náklady v posledních několika letech stále klesají a s ohledem na to, že jde o investici do vlastní bezpečnosti, nejsou nikterak vysoké. Cena běžného detektoru se pohybuje v rozmezí od 500 do 2000 Kč. [21, 30, 33]



Obrázek 10 Umístění detektoru CO. Převzato z:
http://www.detectormonoxidcarbon.cz/kam_je_instalovat/detektory-oxidu-uhelnateho



Obrázek 11 Detektor CO C8600 A1000 od firmy Honeywell.

Převzato z:

http://www.detectormonoxidcarbon.cz/produkty/detektory-oxidu-uhelnateho/detektory/c8600_a1000_vybehovy_typ



Obrázek 12 Kombinovaný detektor CO a výbušných plynů SAFE-808 COM. Převzato z:
<http://www.pozary-hlasice.cz/kombinovany-detektor-safe-808com>

3. CÍLE PRÁCE

Cílem mojí bakalářské práce na téma Intoxikace oxidem uhelnatým v přednemocniční neodkladné péči je popsat možnosti přístrojové diagnostiky pro stanovení hladiny oxidu uhelnatého ve vozidle ZZS a hledat cesty ke zlepšení navazujícího terapeutického postupu v přednemocniční neodkladné péči a nemocničních zařízeních.

H1: Dostupnost hyperbarické oxygenoterapie pro pacienty s akutní otravou oxidem uhelnatým je značně nerovnoměrná.

H2: Poskytovatelé zdravotnických záchranných služeb v jednotlivých krajích ČR vybavili svoje výjezdové skupiny z důvodů osobní ochrany detektory oxidu uhelnatého, přístrojové vybavení pro diagnostiku otravy CO ale zatím chybí.

4. Metodika

4.1 Použité metody

Teoretická část této bakalářské práce je zpracována formou literární rešerše. Všechny použité literární zdroje jsou uvedeny v seznamu literárních zdrojů.

V praktické části byl výzkum zpracován kvantitativní formou sběrem dat a byl rozdělen na dvě části.

Obě části sběru dat byly provedeny metodou literární rešerše, dotazování a analýzy získaných informací. První část sběru dat proběhla mezi jednotlivými léčebnými centry hyperbarické oxygenoterapie na území ČR. Seznam oslovených léčebných center byl stanoven na základě stavu k 1. srpnu 2016, který vypracovali Ivo Němec a MUDr. Michal Hájek z České společnosti hyperbarické a letecké medicíny ČLS JEP. Každému centru hyperbarické medicíny byl elektronicky odeslán soubor s výzkumnými otázkami, na které odpovídali opět elektronicky, u některých center bylo potřeba zvolit telefonickou komunikaci. Přepis výzkumných otázek a odpovědí na ně je uveden v kapitole 5.

V druhé části sběru dat byli osloveni poskytovatelé ZZS v jednotlivých krajích ČR, kteří také odpovídali na zaslané výzkumné otázky. Informace z jednotlivých krajů, a to i těch, které požadované informace neposkytly, byly doplněny statistikami, které byly získány od Ústavu zdravotnických informací a statistiky České republiky. Také tyto výzkumné otázky a odpovědi i poskytnuté statistiky jsou přepsány v kapitole 5.

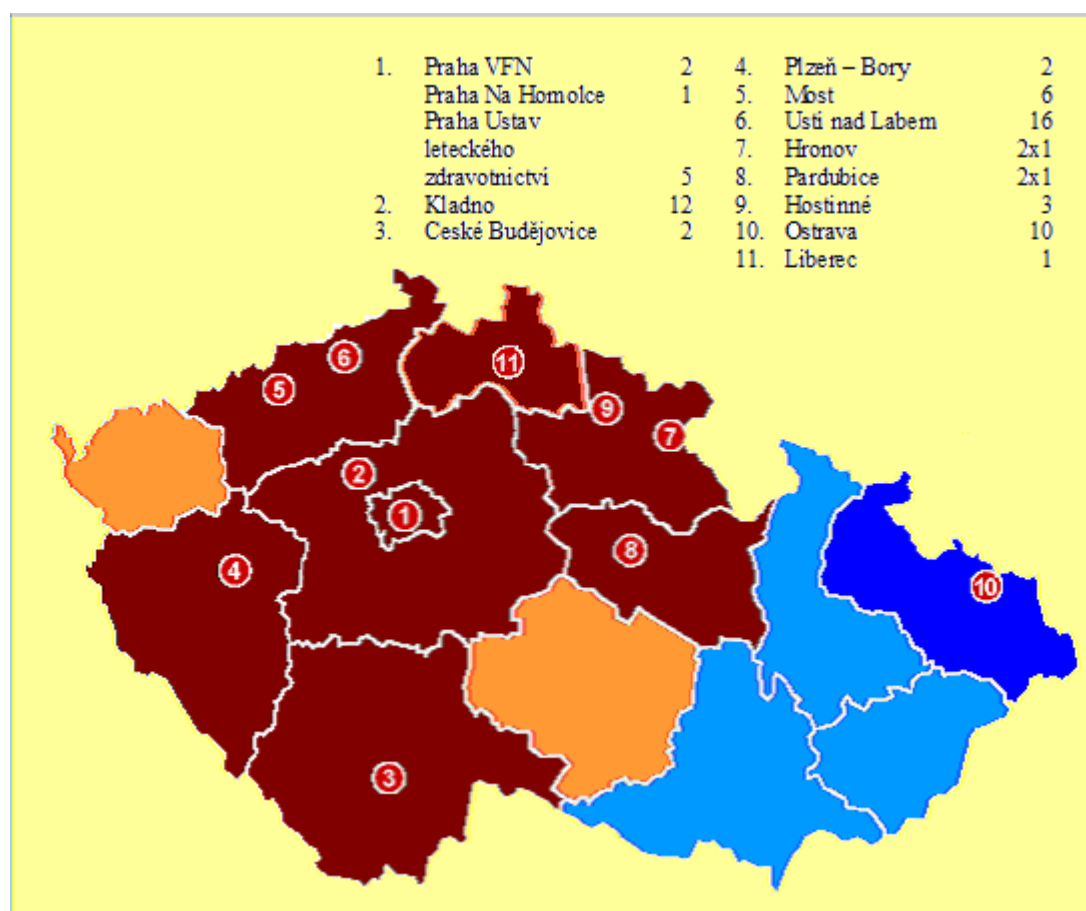
4.2 Charakteristika výzkumného souboru

Pro první část výzkumného souboru byli dotázanými respondenty zástupci jednotlivých léčebných center hyperbarické oxygenoterapie na území ČR, nejčastěji hlavní sestra nebo vedoucí lékař. V druhé části výzkumného souboru byli oslovenými respondenty zástupci poskytovatelů ZZS z jednotlivých krajů ČR. Zástupce poskytovatelů tvořili převážně vedoucí sekretariátů nebo odboru vzdělávání jednotlivých poskytovatelů ZZS, v případě neochoty nebo nemožnosti informace od poskytovatelů získat pak přímo členové výjezdových skupin.

5. Výsledky

5.1 Dostupnost hyperbarické oxygenoterapie v ČR

Na území České republiky je umístěno celkem 11 center umožňujících hyperbarickou oxygenoterapii, které se od sebe liší kapacitou, provozní dobou, monitorovacím a technickým vybavením (Obrázek 13).



Obrázek 13 Léčebná centra hyperbarické medicíny na území ČR (stav k 1. 8. 2016). Vypracovali Ivo Němec a MUDr. Michal Hájek z České společnosti hyperbarické a letecké medicíny ČLS JEP. Převzato z: http://www.mnof.cz/wp-content/uploads/2015/07/prehled_lecebnych_center_hyperbaricke_oxygenoterapie_na_uzemi_cr.pdf

Tři centra hyperbarické medicíny se nacházejí na území hlavního města Prahy. Další pak v Kladně, v Českých Budějovicích, v Plzni, v Mostě, v Ústí nad Labem, v Hronově, v Pardubicích, v Hostinném, v Liberci a v Ostravě, které je jediným tohoto typu na Moravě.

Zástupci jednotlivých center poskytujících hyperbarickou oxygenoterapii odpovídali na čtyři předem připravené otázky, které jim byly zaslány v elektronické podobě. Přesné znění otázek je uvedeno v příloze č. 1. V kapitolách 5.1.1 - 5.1.5 jsou uvedeny stručné informace a přepis odpovědí týkajících se těch pracovišť hyperbarické medicíny, které mají 24 hodinový provoz, spolupracují s poskytovateli ZZS a přijímají ventilované pacienty. Tyto pracoviště totiž mohou ošetřit pacienty s akutní intoxikací oxidem uhelnatým. Informace o ostatních pracovištích HBO jsou popsány v kapitole 5.1.6. V kapitole 5.1.7 jsou přehledně zaznamenána veškerá data získaná od pracovišť HBO.

5.1.1 Oddělení hyperbarické a potápěčské medicíny Oblastní nemocnice Kladno

Oddělení hyperbarické a potápěčské medicíny se nachází v areálu Oblastní nemocnice Kladno a provozuje ho zde více jak 10 let společnost Kübeck, s. r. o. Zdejší hyperbarická komora umožňuje najednou ošetřit až 12 sedících pacientů, případně 2 ležící a 8 sedících pacientů a je plněna vzduchem o přetlaku 0,55 MPa. Součástí komory je i tzv. předkomora, která umožňuje kontrolu pacientů ošetřujícím personálem, ale také přítomnost dalších dvou sedících pacientů inhalujících kyslík. Svou velikostí a kapacitou se tato komora řadí k největším hyperbarickým komorám u nás, což umožňuje přítomnost celé řady technického a monitorovacího vybavení. [40]

Provoz kladenského oddělení hyperbarické medicíny je nepřetržitý, tedy 24 hodin denně a 7 dní v týdnu. V pracovní době je přítomen sloužící lékař a zdravotní sestra, v tuto dobu se většinou provádějí plánované ponory u neakutních pacientů. Mimo pracovní dobu je provoz zajištěn sloužícím lékařem na pohotovostním telefonu. Akutní stavy jsou s ním konzultovány přímo prostřednictvím ZZS či cestou urgentního příjmu. Přístup do hyperbarické komory je dvojitý, jednak přímo z budovy nemocnice, jednak z venku dostupný pro vozidla ZZS.

Hyperbarická komora poskytuje ošetření i pacientům v kritickém stavu a na umělé plicní ventilaci, disponuje potřebným monitorovacím a léčebným vybavením. V těchto případech pak spolupracuje s místním anesteziologicko-resuscitačním oddělením či jednotkami

intenzivní péče. Poskytuje služby nad rámec Středočeského kraje a není tak výjimkou transport pacientů i např. z jižních Čech s využitím letecké dopravy. Příložená statistika je výčtem zejména akutních otrav oxidem uhelnatým, případně dekompresní (Kesonovi) nemoci a byla získána od pracoviště HBO v Kladně (Tabulka 3)

Tabulka 3 Statistika akutních ponorů (AP) v letech 2014-2016 (do 20. 9. 2016). Zdroj: Kübeck, s. r. o.

Rok	Celkový počet AP	Pacienti z Prahy	Pacienti mimo Prahu	Počet ventilovaných pacientů
2014	67	15	52	3
2015	29	18	11	4
2016	15	12	3	3

5.1.2 Centrum hyperbarické medicíny v Ostravě

Nejstarším oddělením hyperbarické medicíny v České republice je Centrum hyperbarické medicíny, které je samostatným pracovištěm při Městské nemocnici Ostrava. Otevřeno bylo 1. 1. 1976 jako první v tehdejší Československu, třetí v Evropě, mimo jiné i proto, že v zemi s hornickou tradicí docházelo k důlním neštěstím, kdy jednou z nejčastějších příčin úmrtí byla právě otrava oxidem uhelnatým. Hyperbarická komora v tomto centru je vícemístná a řadí se mezi ty větší, najednou umožňuje ošetřit až 10 sedících pacientů, případně 2 ležící a 5 sedících. I tato komora je plněna medicínským vzduchem, a to o přetlaku 0,2 MPa. Do předkomory, která je také součástí, je možné umístit dva sedící pacienty, kteří inhalují kyslík. Součástí komory je řada monitorovacího vybavení a technických prostředků, které umožňují např. monitoraci EKG, SpO₂, kapnometrii, odsávání, kontinuální podávání léků nebo sledování pacienta pomocí televizního monitorovacího systému. [40]

Pracoviště má ranní provoz (6:30 – 15:00), ale zajišťuje ústavní pohotovostní službu. Pro případy akutních indikací funguje centrum nepřetržitě a je schopno přijímat naléhavé případy ze všech regionů Moravy. Pokud nastane naléhavá indikace k HBO, tak je prostřednictvím urgentního příjmu nebo anesteziologicko-resuscitačního oddělení kontaktován službu konající lékař centra. Pokud tento lékař na základě všech dostupných

informací, tj. anamnézy, klinického obrazu a výsledků laboratorních vyšetření, rozhodne o zahájení hyperbaroxie, je její tým k dispozici během 24 hodin.

Díky modernímu vybavení přijímá hyperbarická komora i pacienty v kritickém stavu na umělé plicní ventilaci, analgosedované nebo s poruchou vědomí. Využíván je plicní ventilátor určený do přetlaku (Siaretron IPER). Počet ventilovaných pacientů ošetřených v Ostravské hyperbarické komoře z důvodu intoxikace CO je kolem deseti ročně. Počet ventilací pak záleží na počtu expozic jednotlivých pacientů.

Centrum spolupracuje přímo s provozovateli ZZS a to z celé Moravy. Centrum hyperbarické medicíny Ostrava je totiž jediným pracovištěm HBO na Moravě a ve Slezsku. Na urgentním příjmu Městské nemocnice Ostrava jsou přijímáni pacienti s intoxikací CO nejen z Ostravy, ale také z Brna, Olomouce, Nového Jičína, Frýdku-Místku a dalších míst. K transportu pacientů do centra HBO je někdy využívána i letecká záchranná služba (LZS), a to především u akutních pacientů ze vzdálenějších moravských regionů. Zdravotnická záchranná služba je využívána také pro převoz pacientů z jiného zdravotnického pracoviště, nejčastěji JIP nebo ARO, k hyperbaroxii do centra a následně po léčebné expozici zase zpět na oddělení. Statistika ošetřených pacientů byla získána přímo od Centra hyperbarické medicíny v Ostravě (Tabulka 4).

Tabulka 4 Statistika pacientů ošetřených v Centru hyperbarické medicíny v Ostravě pro akutní intoxikaci CO v letech 2014-2016. Zdroj: Centrum hyperbarické medicíny v Ostravě

Rok	Muži	Ženy	Děti	Celkový počet	Počet ventilovaných pacientů
2014	18	15	14	47	10
2015	11	11	3	25	7
2016	15	6	4	27	7

5.1.3 Pracoviště hyperbarické oxygenoterapie v Krajské nemocnici Liberec

Nové pracoviště hyperbarické oxygenoterapie se nachází na anesteziologicko-resuscitačním oddělení Krajské nemocnice Liberec (Obrázek 14). Hyperbarická komora byla na toto oddělení pořízena díky dotacím z Evropské unie spolu s dalším

traumatologickým vybavením. Komora je malá, jednomístná, umožňující ošetření ležícího pacienta a je plněna vzduchem s přetlakem 0,2 MPa. [40, 41]

Hyperbarická komora je schopná přijmout pacienty 24 hodin denně. Vzhledem k modernímu vybavení komory, jsou v Liberci schopni ošetřit i ventilovaného pacienta. Lékaři spolupracují přímo s poskytovateli ZZS, protože pacienty s akutní intoxikací CO je možné transportovat rovnou na naše anesteziologicko-resuscitační oddělení, jehož je hyperbarická komora součástí. Od ledna 2016, kdy je hyperbarická komora v provozu, byli pro akutní intoxikaci CO ošetřeni celkem čtyři pacienti.



Obrázek 14 Hyperbarická komora Hipertech na ARO Krajské nemocnice Liberec. Převzato z: <https://www.nemlib.cz/projekty-eu/modernizace-a-obnova-pristrojoveho-vybaveni-traumacentra-klia-s/>

5.1.4 Pracoviště hyperbarické oxygenoterapie v Ústí nad Labem

V Ústí nad Labem se nachází kousek od Masarykovy nemocnice samostatné pracoviště poskytující hyperbarickou oxygenoterapii. Kapacita zdejší hyperbarické komory je 16 sedících nebo 4 ležící osoby a je plněna vzduchem o přetlaku 0,55 kPa. Součástí je také předkomora, která umožňuje inhalaci kyslíku u dalších 2 pacientů. Díky své kapacitě a velikosti je komora vybavena množstvím monitorovacího a technického vybavení.

Pracoviště v Ústí nad Labem je otevřeno v době od 7.00 do 15.30 hodin, v případě potřeby je ale u akutních případů po telefonické konzultaci možné přijmout pacienta kdykoliv. Pro akutní případy funguje tedy hyperbarická komora nepřetržitě. V běžném provozu pracoviště ventilované pacienty nepřijímá. Pro potřeby akutní HBO je ale možnost tyto pacienty za určitých podmínek ošetřit, nutný je především doprovod lékaře a vlastní ventilátor (zařízení ventilátorem nedisponuje). Pracoviště s poskytovateli ZZS spolupracuje, především se ZZS Ústeckého kraje. V letech 2014 až 2016 byla v komoře v Ústí nad Labem poskytnuta péče cca 12 pacientům s akutní intoxikací CO.

5.1.5 Pracoviště hyperbarické oxygenoterapie v Nemocnici Na Homolce

Hyperbarická komora nacházející se na anesteziologicko-resuscitačním oddělení Nemocnice Na Homolce byla uvedena zpátky do provozu před několika měsíci po zhruba dva roky trvajících opravách. Tato jednomístná komora je jediné pracoviště HBO v Praze, které umožňuje přijímat pacienty 24 hodin denně a to i ventilované. Statistika pacientů ošetřených pro intoxikaci CO v této komoře byla přislíbena, ale i přes opětovný kontakt nakonec nebyla získána.

5.1.6 Ostatní pracoviště hyperbarické oxygenoterapie v ČR

V případě nutnosti léčby pacientů s intoxikací CO nebo jinou život ohrožující diagnózou je schopna po dohodě s indikujícím lékařem pacienty v co možná nejkratším čase ošetřit také ambulance HBO v Mostě, která ale nepřijímá ventilované pacienty. S provozovateli ZZS spolupracuje toto pracoviště minimálně, protože každý pacient před expozicí HBO musí být pečlivě vyšetřen k vyloučení a ošetření dalších poranění a dále musí být potvrzena diagnóza intoxikace CO kvůli prevenci záměny s jinou diagnózou, což omezuje možnost předání pacienta ZZS přímo na pracoviště HBO. V současné době není toto pracoviště

kontaktováno dispečinkem ZZS, např. při předpokladu nutnosti ošetření pacienta s otravou CO. V letech 2010-2015 zde byli ošetřeni celkem 2 pacienti s intoxikací CO.

Nepřetržitě je schopna přijímat akutní pacienty i hyperbarická komora při oddělení klinické farmakologie ve Fakultní nemocnici Plzeň. Ta spolupracuje, někdy i zprostředkovaně s poskytovateli ZZS, ale bez možnosti ošetřit ventilované pacienty. V letech 2014 až 2016 zde byli ošetřeni 3 pacienti pro akutní otravu CO, všichni tři pak byli hospitalizováni na místním oddělení klinické farmakologie.

Na oddělení úrazové a plastické chirurgie nemocnice v Českých Budějovicích, kde se nachází i hyperbarická komora, byl za posledních pět let ošetřen pouze jeden pacient s lehkou intoxikací CO. Zdejší komora totiž neumožňuje 24hodinový provoz, ventilované pacienty nepřijímá a spolupráce se ZZS je minimální.

Hyperbarická komora nacházející se v Ústavu leteckého zdravotnictví v areálu Ústřední vojenské nemocnice v pražských Střešovicích ošetřila posledního pacienta s lehkou otravou CO zhruba před deseti lety. Tato komora nikdy nebyla v provozu 24 hodin, neošetřuje pacienty na UPV a ZZS oznámila, že není schopna urgentní pacienty přijímat.

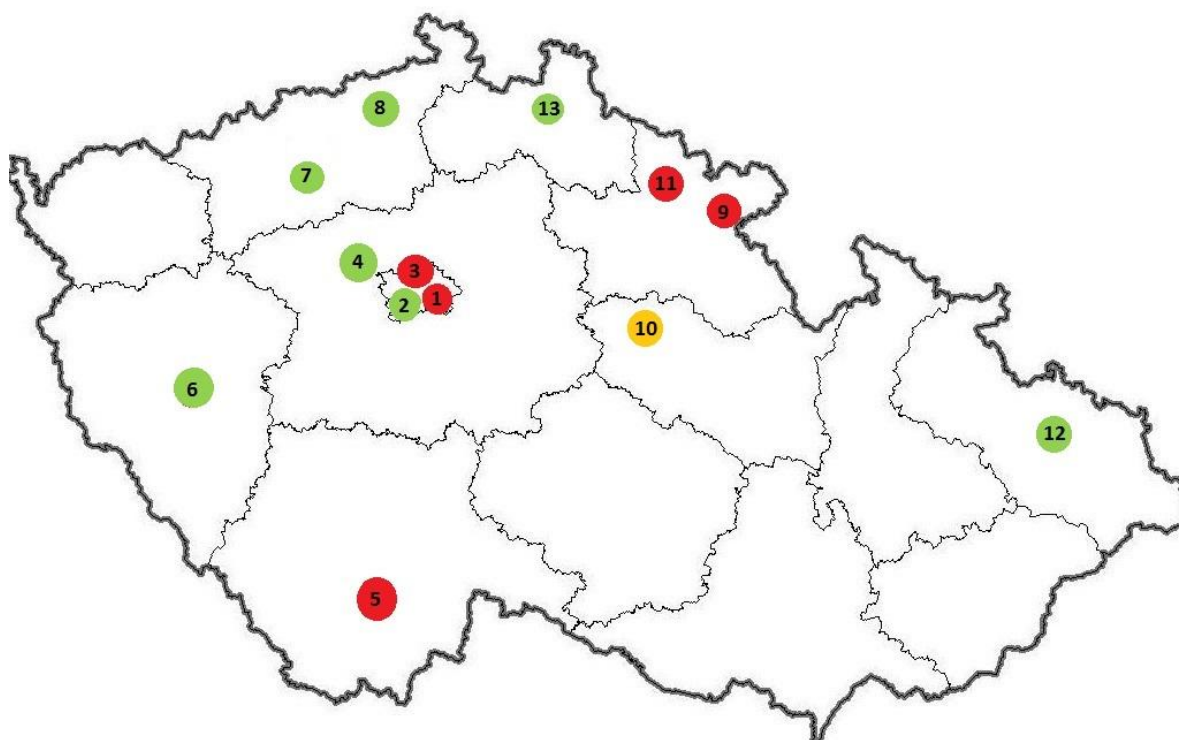
Další pražské pracoviště HBO ve Všeobecné fakultní nemocnici má malou, dvoumístnou komoru (upravenou na třímístnou), do které musí pacient sám vlézt. Z toho vyplývá, že se zaměřuje výhradně na chronické stabilizované soběstačné pacienty. Nepřijímá tedy pacienty v bezvědomí, natož ventilované a nespolupracuje se ZZS. Navíc je v provozu jen od 6.30 do 15 hodin v pracovní dny. Za minulý kalendářní rok zde ošetřili dvě pacientky po otravě oxidem uhelnatým, ale již plně při vědomí, po prvotním zaléčení na jiném pracovišti.

Pacienty s diagnózou akutní intoxikace CO vůbec neléčí v hyperbarické komoře při rehabilitačním ústavu v Hostinném ani v penzionu Prajzsko v Hronově, kde mají k dispozici pouze jednomístné komory bez možnosti ventilace a přijímají pouze pacienty s chronickými diagnózami. Informace o Centru hyperbarické medicíny v Pardubicích se bohužel přes opakovaný elektronický i telefonický kontakt nepodařilo zjistit. Z přehledu léčebných center hyperbarické oxygenoterapie na území ČR z 1. 8. 2016 ale vyplývá, že toto centrum neošetřuje ventilované pacienty a nepracuje v nepřetržitém provozu, tudíž není schopno poskytnout terapii v akutních případech.

5.1.7 Uspořádání dat výsledků rozhovorů

V této kapitole uvádím v jednotlivých grafický přehledech informace získané od jednotlivých pracovišť hyperbarické oxygenoterapie na základě položených otázek. Přehled všech pracovišť je uveden v tabulce 8. Číselné označení dále slouží k přehledu v dalších obrázcích.

Z celkového počtu 13 HBO center v ČR jich 24 hodinovou péči alespoň pro akutní pacienty poskytuje 7, naopak 5 pracovišť nemá nepřetržitý provoz a u jednoho nebyla data zjištěna (Obrázek).



Obrázek č. 14 Nepřetržitý provozu HBO pracovišť. Zdroj: autor

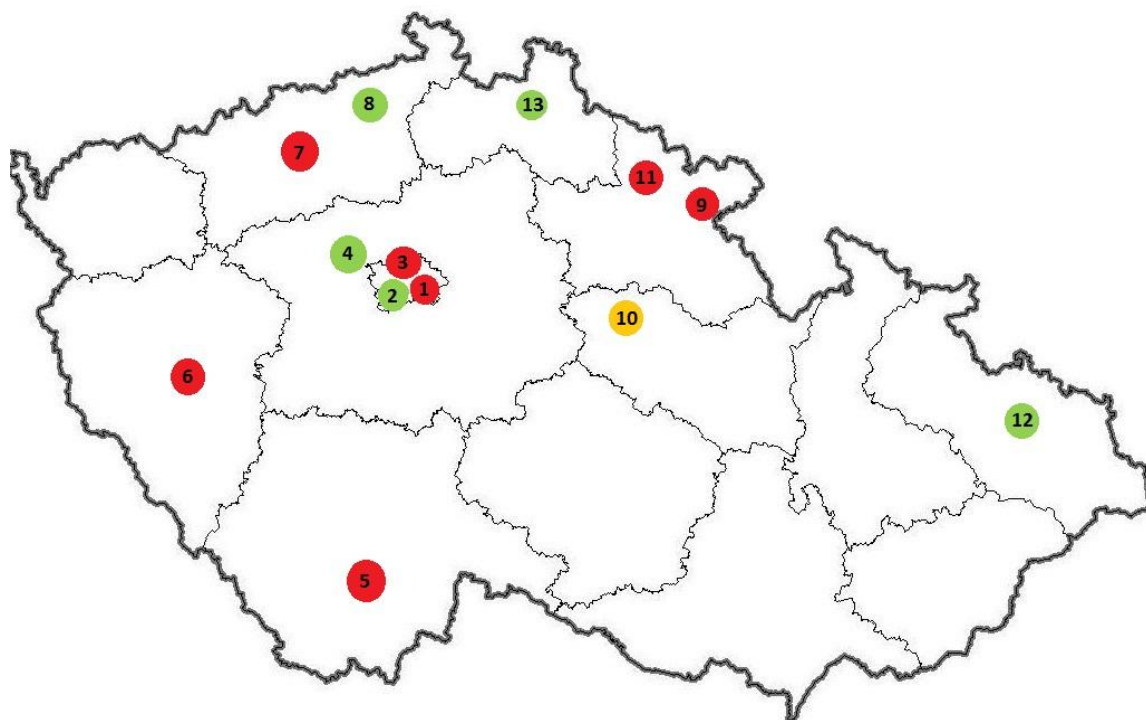
Legenda k obrázku č. 14

zelená barva - pracoviště s nepřetržitým provozem

červená barva - pracoviště s omezeným provozem

žlutá barva - pracoviště, od kterých data nebyla získána

Ventilované pacienty přijímá 5 ze 13 pracovišť HBO, v Ústí nad Labem pouze v akutních případech, 7 nikoliv a u jednoho nebyla data získána (Obrázek 16).



Obrázek č. 15 Možnost HBO pracovišť přijímat ventilované pacienty. Zdroj: autor

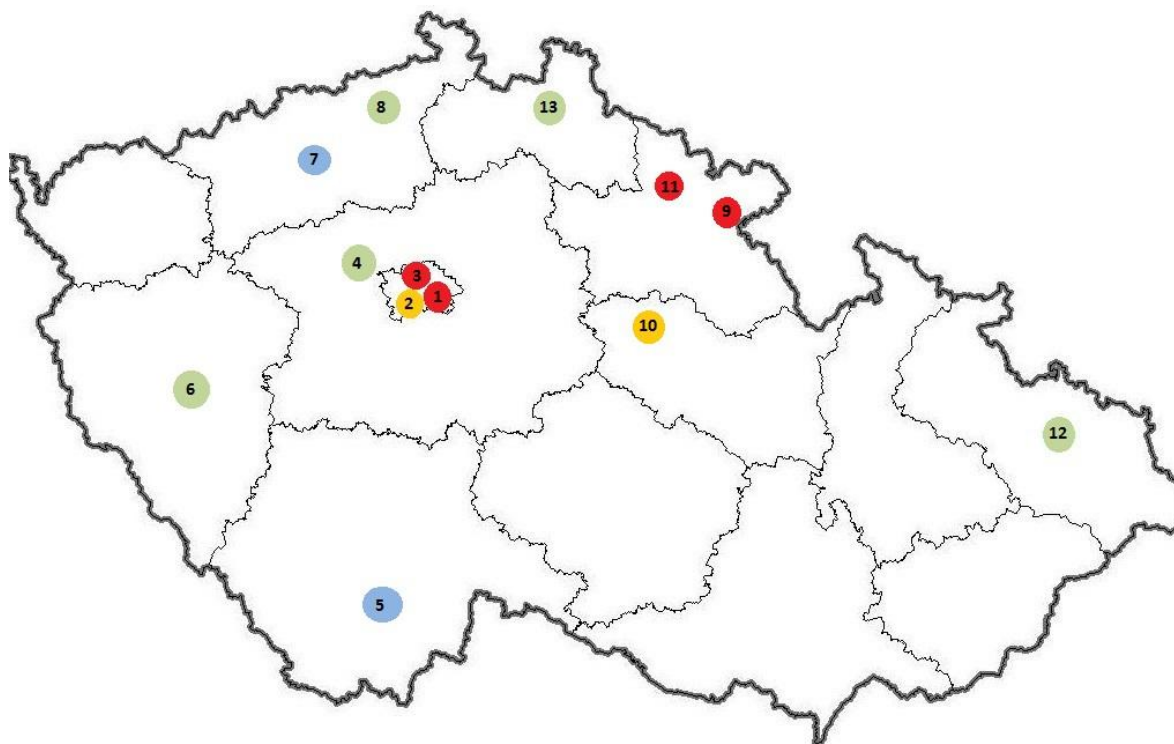
Legenda k obrázku 15

zelená - pracoviště s možností přijímat ventilované pacienty

červená - pracoviště bez možnosti ošetřit ventilované pacienty

žlutá - pracoviště, od kterých data nebyla získána

S poskytovateli ZZS služby spolupracuje 7 ze 13 pracovišť HBO i když v Českých Budějovicích a Mostě jen minimálně, protože nepřijímají ventilované pacienty. Se ZZS naopak nespolupracují 4 centra HBO a u 2 nebyla data zjištěna (Obrázek 17).



Obrázek č. 16 Spolupráce HBO pracovišť s provozovateli ZZS. Zdroj: autor

Legenda k obrázku č. 16

- modrá - pracoviště, která s poskytovateli ZZS spolupracují výjimečně
- zelená - pracoviště spolupracující s poskytovateli ZZS
- červená - pracoviště nespolupracující s poskytovateli ZZS
- žlutá - pracoviště, od kterých data nebyla získána

Tabulka 5 Počet pacientů ošetřených pro akutní intoxikaci CO jednotlivými pracovišti HBO mezi lety 2014-2016. Zdroj: autor

	Pracoviště hyperbarické medicíny	Celkový počet (2014-2016)
1	Praha Všeobecná Fakultní Nemocnice	2
2	Praha Nemocnice Na Homolce	--
3	Praha Ústav leteckého zdravotnictví	0
4	Kladno	111
5	České Budějovice	1 (v posledních 5 letech)
6	Plzeň-Bory	3
7	Most	2 (2010-2015)
8	Ústí nad Labem	12
9	Hronov	0
10	Pardubice	--
11	Hostinné	0
12	Ostrava	99
13	Liberec	4

Na pracovištích HBO si vedou statistiku pacientů ošetřených pro akutní intoxikaci CO nebo ji lze dohledat v dokumentaci. Statistika byla získána od 11 pracovišť, 2 informace neposkytli (Tabulka 5).

5.2 Možnosti diagnostiky intoxikace CO posádkami ZZS

Zdravotnická záchranná služba je zřizována jednotlivými kraji ČR jako příspěvková organizace, výjimku tvoří některé soukromé subjekty, které jsem ale pro potřeby tohoto výzkumu neoslovovala. Každé vozidlo ZZS je nezávisle na poskytovateli vybaveno stále

modernějšími přístroji a zdravotnickým materiálem pro poskytování kvalitní PNP. Vybavenost sanitních vozidel technikou využitelnou pro specifické stavy, jako je např. přístrojová technika umožňující diagnostiku intoxikace CO, se však kraj od kraje liší z důvodů nákladnosti, prostorové kapacity i omezeného použití.

Poskytovatelé ZZS odpovídali na 7 předem připravených otázek, které jim byly zaslány v elektronické podobě. Jejich přesné znění je uvedeno v příloze č. 2. Pro potřeby tohoto výzkumu byli osloveni poskytovatelé ZZS ze všech 14 krajů ČR. Data se podařilo získat od ZZS hl. m. Prahy, ZZS Karlovarského kraje, ZZS Kraje Vysočina, ZZS Královéhradeckého kraje, ZZS Moravskoslezského kraje, ZZS Olomouckého kraje, ZZS Pardubického kraje, ZZS Plzeňského kraje, ZZS Středočeského kraje a ZZS Ústeckého kraje. Výzkum na ZZS v Jihomoravském kraji byl zamítnut, odpovědi nebylo možné získány ani od poskytovatelů ZZS v Jihočeském, Libereckém a Zlínském kraji. Informace získané od jednotlivých poskytovatelů ZZS jsou zpracovány do grafické podoby v následující kapitole.

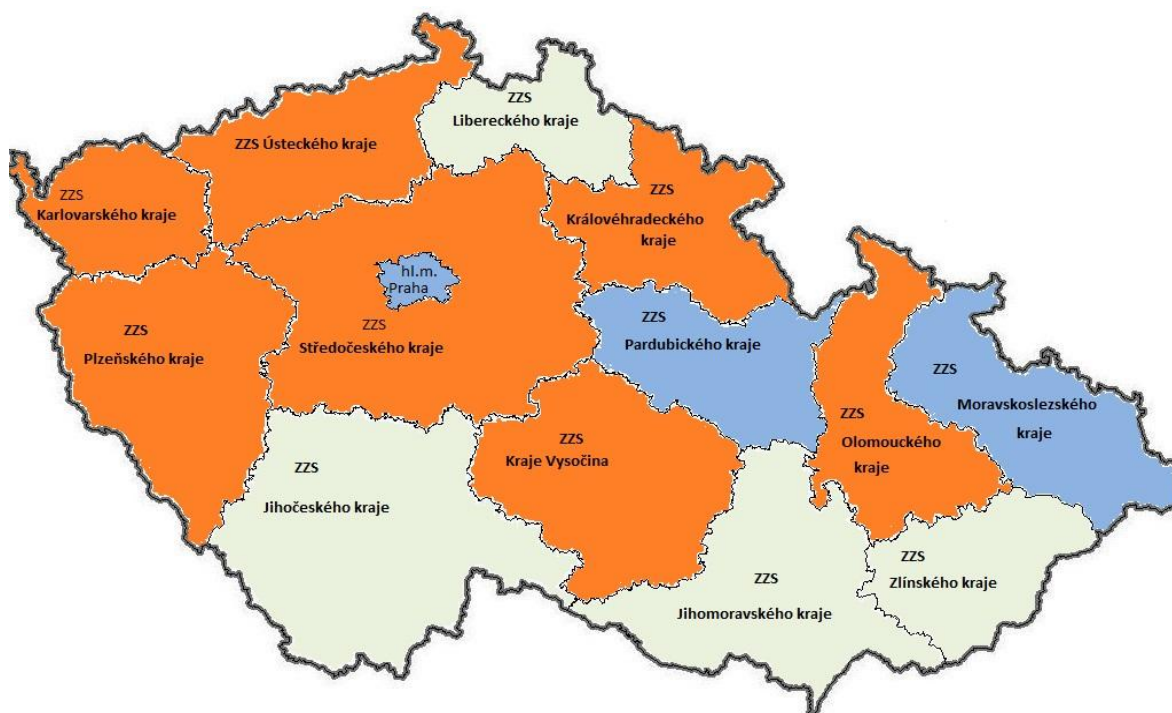
5.2.1 Přehled informací získaných od poskytovatelů ZZS

V této kapitole je uveden přehled informací získaných na základě otázek položených zástupcům poskytovatelů ZZS v jednotlivých krajích ČR (Tabulka 6).

Posádky ZZS jednotlivých poskytovatelů dospějí k podezření na intoxikaci CO nejčastěji v situaci, kdy se spustí alarm detektoru (9), některé z nich se řídí také dalšími okolnostmi (5).

Tabulka 6 Situace na jejichž základě dospěje posádka ZZS k podezření na otravu CO. Zdroj: autor

Poskytovatel ZZS	Situace, které vedou k podezření na otravu CO
ZZS hl. m. Prahy	Detektory CO a příznaky typické pro diagnózu otravy CO
ZZS Jihočeského kraje	Nezjištěno
ZZS Jihomoravského kraje	Nezjištěno
ZZS Karlovarského kraje	Alarm detektoru CO
ZZS Kraje Vysočina	Alarm analyzátoru CO, rekognoskace terénu, anamnéza, KO, hlášení od HZS
ZZS Královéhradeckého kraje	Detektory CO
ZZS Libereckého kraje	Nezjištěno
ZZS Moravskoslezského kraje	Nahlášená indikace prostřednictvím ZOS, okolnosti zásahu na místě, obtíže pacienta, alarm čidla CO na zásahovém batohu/monitoru
ZZS Olomouckého kraje	Dle klinického stavu pacienta, vyšetření, detektoru
ZZS Pardubického kraje	Výzva ze ZOS - kolaps, po pádu se probral, koupelna, většinou v zimě
ZZS Plzeňského kraje	Detektory CO
ZZS Středočeského kraje	Detektory CO
ZZS Ústeckého kraje	V každé posádce ZZS má u sebe jeden člen (záchranář) CO čidlo, které slouží primárně na bezpečnost posádky a sekundárně nám může pomoci se stanovením dg. otrava CO nebo jiným plynem, dále máme monitor LP 15 a ten je standardně vybaven snímačem SpO2 a současně měří i CO (nemusíme na to cíleně myslet - monitor nás upozorní sám)
ZZS Zlínského kraje	Nezjištěno



Obrázek. 17 Existence speciálních postupů ZZS pro případy akutní intoxikace CO. Zdroj: autor

Legenda k obrázku č. 17:

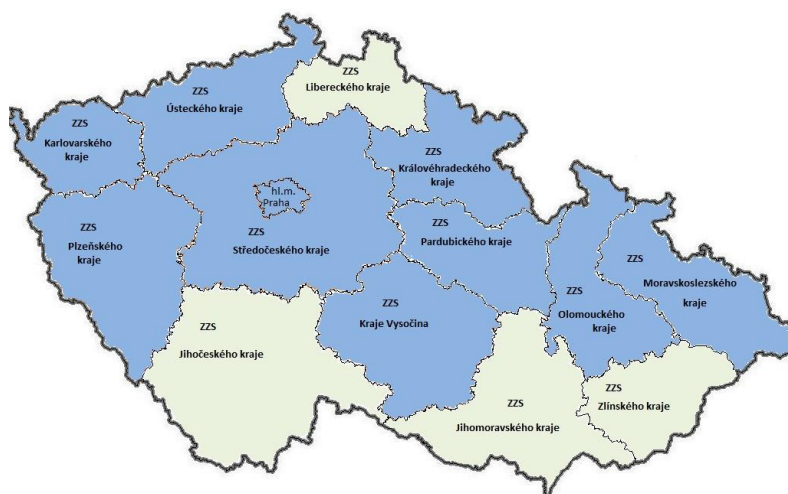
- modrá - poskytovatel ZZS má v daném kraji vypracovaný speciální postup
- oranžová - poskytovatel ZZS nemá v daném kraji vypracovaný speciální postup
- žlutá - informace z daného kraje nebyly získány

Ze 14 poskytovatelů ZZS mají 3 zpracovány speciální postup pro případy akutní intoxikace CO, 7 zpracovány postupy nemá a řídí se obecně platnými doporučeními a u 4 nebyla data získána (Obrázek 18).

Speciální postupy, kterými se řídí ZZS hl. m. Prahy, vycházejí z všeobecně platných doporučení. Při směřování pacienta se pak řídí pokynem pro indikaci HBO. V Pardubickém kraji má ZZS pracovní postup pro případy akutní intoxikace zpracován, ale není možné ho poskytnout. Posádky ZZS Moravskoslezského kraje jsou poučeny v rámci provozních školení.

V Karlovarském kraji ZZS konkrétní postup vypracovaný nemá, posádky však mají k dispozici předpis použití detektoru CO. Doporučením urgentní medicíny a metodikou odborné společnosti se řídí ZZS v Kraji Vysočina, Olomouckém a Plzeňském kraji. Interní předpis pro posádky svojí ZZS pro případ intoxikace CO nemají zpracován ani v Královéhradeckém, Středočeském a Ústeckém kraji.

Z celkového počtu 14 poskytovatelů ZZS jich 10 svoje posádky chrání detektory CO, u 4 jsou data neznámá. Detektor Dräger PAC 5500 využívají od roku 2014 v Kraji Vysočina, Karlovarském a Moravskoslezském kraji. V Královéhradeckém a Pardubickém kraji vybavili svoje posádky detektory BW GasAlert Extreme také v roce 2014. Posádky ZZS v Plzeňském, Středočeském a Ústeckém kraji používají detektory BW Clip, jejichž cena se pohybuje okolo 8000 Kč a doba použití je 3 roky. Detektor CO Crowcon, který využívá ZZS v Olomouckém kraji. K dispozici mají detektor CO i všechny posádky ZZS hl. m. Prahy již druhým rokem, typ bohužel nebyl uveden (Obrázek 19).



Obrázek č. 18 Ochrana bezpečnosti posádek ZZS detektory CO.

Legenda k obrázku č. 18

modrá - posádky ZZS používají detektor CO

žlutá - informace z daného kraje nebyly získány

Vozidla ZZS jsou vybavena přístroji pro diagnostiku intoxikace CO u 6 ze 14 poskytovatelů ZZS. Standardní součástí výbavy naopak není ve čtyřech krajích a u 4 krajů nebyla data zjištěna.

Součástí výbavy vozidel ZZS je přístroj pro diagnostiku otravy CO v Kraji Vysočina a v Moravskoslezském kraji. V Olomouckém a Ústeckém kraji jsou sanitní vozidla vybavena monitorem LF 15 s Masimo Rainbow® SET®, který umožňuje i měření CO a v případě zvýšené hladiny posádku alarmem upozorní. U ZZS hl. m. Prahy má k dispozici pulsní cooxymetr pouze inspektor provozu, dokoupeny budou ale do všech posádek s lékařem. Přístroj pro diagnostiku intoxikace CO již v PNP není standardně využíván v Královéhradeckém a Pardubickém kraji, pulsní cooxymetr je však součástí vybavení spádové LZS. V ostatních krajích buď data nebyla zjištěna nebo pulsní cooxymetr ve výbavě ZZS není, v Karlovarském kraji se o jeho pořízení ani do budoucna neuvažuje (Obrázek 20)



Obrázek č. 19 Vybavenost vozidel ZZS přístroji pro diagnostiku otravy CO

Legenda k obrázku č.19:

- modrá - posádky ZZS jsou vybaveny pulsním cooxymetrem
- oranžová - posádky ZZS nejsou vybaveny pulsními cooxymetry
- žlutá - informace z daného kraje nebyly získány

Pacienti intoxikovaní CO jsou v jednotlivých krajích směřováni dle platné metodiky a závažnosti stavu buď do nejbližšího centra hyperbarické medicíny, nebo do spádové nemocnice, ve 4 krajích nejsou data zjištěna (Obrázek 21).



Obrázek 20. Směřování pacientů s podezřením na otravu CO

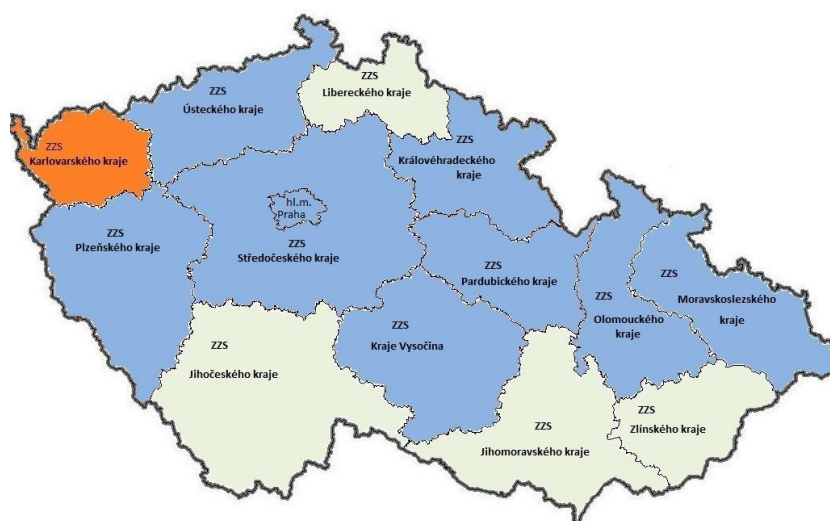
Legenda k Obrázku 20

- modrá - dle stavu do nejbližšího centra hyperbarické medicíny nebo do spádové nemocnice
- zelená - do nejbližšího zdravotnického zařízení
- oranžová - dle platné metodiky a závažnosti stavu
- žlutá - informace z daného kraje nebyly získány

Z celkového počtu 14 krajů, v devíti spolupracuje ZZS s pracovišti HBO. V jednom kraji spolupráce neprobíhá a ve 4 data nebyla zjištěna (Obrázek 21)

Statistiku pacientů ošetřených ZZS v jednotlivých krajích pro otravu CO zpracovává 7, ve 2 se naopak statistika pro tuto intoxikaci nevede a v 5 nebyla zjištěna.

Zdravotnická záchranná služba v Karlovarském kraji ošetřila pro akutní intoxikaci CO v letech 2014 až 2016 celkem 75 pacientů, ZZS v Moravskoslezském kraji 211, ZZS v Olomouckém kraji 78 a ZZS v Ústeckém kraji 10 pacientů. V Kraji Vysočina nebyla data pro rok 2014 k dispozici, a v letech 2015 - 2016 zasahovala zdejší ZZS u 27 pacientů. Statistiku zpracovává i ZZS hl. m. Prahy a Plzeňského kraje, které ji ale neposkytly. Poskytovatelé ZZS v Královéhradeckém a Pardubickém kraji si statistiky pacientů ošetřených pro intoxikaci CO nevedou.



Obrázek 21 Spolupráce poskytovatelů ZZS s pracovišti HBO

Legenda:k Obrázku 21

- modrá - poskytovatel ZZS různou formou spolupracuje s komorami HBO
- oranžová - poskytovatel ZZS nespolupracuje s komorami HBO
- žlutá - nejsou k dispozici data z těchto oblastí

Statistiky ošetřených pacientů s otravou CO v Karlovarském kraji jsou k dispozici v Příloze č. 3. Statistika ošetřených pacientů s otravou CO v Moravskoslezském kraji je k dispozici v Příloze č. 4.

Tabulka 7 Statistika pacientů ošetřených ZZS pro akutní intoxikaci CO v letech 2014-2016

Poskytovatel ZZS	Zpracována statistika otrav CO	Celkový počet (2014-2016)
ZZS hl. m. Prahy	ANO	Data nebyla poskytnuta
ZZS Jihočeského kraje	Nezjištěno	
ZZS Jihomoravského kraje	Nezjištěno	
ZZS Karlovarského kraje	ANO	75
ZZS Kraje Vysočina	ANO	27 (2015-2016)
ZZS Královéhradeckého kraje	NE	
ZZS Libereckého kraje	Nezjištěno	
ZZS Moravskoslezského kraje	ANO	211
ZZS Olomouckého kraje	ANO	78
ZZS Pardubického kraje	NE	
ZZS Plzeňského kraje	NE	
ZZS Středočeského kraje	Nezjištěno	
ZZS Ústeckého kraje	ANO	10
ZZS Zlínského kraje	Nezjištěno	

6. DISKUZE

Cílem bakalářské práce bylo popsat možnosti přístrojové diagnostiky pro stanovení hladiny oxidu uhelnatého ve vozidle ZZS a hledat cesty ke zlepšení navazujícího terapeutického postupu v přednemocniční neodkladné péči a v nemocničních zařízeních.

Cíle práce jsem realizovala výzkumem, který se skládal ze dvou částí. Nejprve proběhl sběr dat od léčebných center hyperbarické medicíny v ČR a následně byly položeny otázky zástupcům poskytovatelů ZZS v jednotlivých krajích.

Spolupráce s pracovišti hyperbarické oxygenoterapie byla ve většině případů dobrá. Na zasláné otázky odpovídali v řádech dnů, a pokud disponovali statistikou pacientů ošetřených v letech 2014 - 2016 pro intoxikaci CO, tak mi ji poskytly. Některá centra HBO bylo nutné kontaktovat telefonicky. Informace se mi nepodařilo získat pouze od Centra hyperbarické medicíny v Pardubicích. Z tohoto centra mi na elektronickou žádost neodpověděli a ani telefonický kontakt nebyl úspěšný. Z hyperbarické komory Nemocnice Na Homolce mi sice na otázky odpověděli, ale přislíbenou statistiku nedodali, a to ani po opětovné výzvě. Vyzdvihnout musím spolupráci s Centrem hyperbarické medicíny v Ostravě a v Kladně a s ambulancí HBO v Mostě, kde projevili zájem o výsledky méj bakalářské práce.

Na základě informací získaných od jednotlivých pracovišť HBO jsem zjistila, že pacienti s akutní intoxikací oxidem uhelnatým jsou schopni ošetřit hyperbarické komory v Nemocnici Na Homolce, v Kladně, v Ústí nad Labem, v Ostravě a v Liberci, protože v případě potřeby fungují v nepřetržitém provozu a přijímají i ventilované pacienti. Hyperbarickou oxygenoterapii poskytují u méně závažných otrav, kdy jsou pacienti soběstační, také v Českých Budějovicích, v Mostě, v Plzni a ve Všeobecné fakultní nemocnici v Praze. Tato pracoviště neošetří pacienta na UPV a jsou v provozu pouze v určitém čase a většinou pouze v pracovních dnech. Výjimku tvoří ambulance HBO v Mostě, která po předchozí domluvě přijímá akutní pacienti i mimo pracovní dobu. Naproti tomu hyperbarické komory v Hostinném, v Hronově a v Ústavu leteckého zdravotnictví v Praze jsou vyhrazeny pro léčbu chronických diagnóz a akutní pacienti vůbec nepřijímají.

Spolupráci s provozovateli ZZS potvrdili centra HBO v Kladně, v Ústí nad Labem, v Ostravě, v Liberci a v Plzni. Pracoviště HBO v Českých Budějovicích a v Mostě naopak se ZZS spolupracují jen minimálně, což je dáno omezenými možnostmi těchto komor při ošetřování akutních pacientů a dokazují to i statistiky pacientů léčených pro intoxikaci CO. V ambulanci HBO v Mostě byli v období 2010 - 2015 ošetřeni pouze 2 intoxikovaní, v hyperbarické komoře v Českých Budějovicích to byl dokonce jen jeden pacient za posledních pět let.

Největší počty pacientů pro akutní intoxikaci CO ošetří hyperbarické komory v Ostravě a v Kladně. V Centru hyperbarické medicíny v Ostravě to bylo v letech 2014 - 2016 celkem 99 pacientů, v hyperbarické komoře v Kladně ve stejném období 111 pacientů. Tato statistika ukazuje na vytiženost těchto dvou center. Do Kladna jsou transportováni i pacienti z Jižních Čech. Z důvodu velké vzdálenosti je k transportu těchto pacientů využívána i LZS. Leteckou záchrannou službu využívá v některých případech i Centrum hyperbarické medicíny v Ostravě, protože je spádovým pracovištěm HBO pro celou Moravu.

Z dalších léčebných center se na ošetření pacientů podílela nejvíce hyperbarická komora v Ústí nad Labem, kde bylo pro tuto diagnózu v uvedeném období léčeno 12 osob, v ostatních centrech to bylo méně jak 5 pacientů. Zmíním se ještě o hyperbarické komoře, která je v provozu od ledna 2016 na oddělení ARO v nemocnici Liberec, a zatím ošetřila pro intoxikaci CO 4 pacienty. Toto pracoviště HBO je určeno akutním pacientům, a tak se jeví jako možnost pro pacienty s akutní otravou CO na severu Čech. Nevýhodou je kapacita komory, která umožňuje najednou ošetřit pouze jednoho pacienta, je tedy nevyhovující v případě hromadných otrav. Hyperbarická komora v Liberci je přednostně určena k ošetření urgentních pacientů. Chroničtí pacienti, kterým je indikována léčba přetlakem, tak musí dojíždět do vzdálenějších center HBO.

V květnu roku 2009 vyšel v Medical Tribune článek s názvem „*Potřebuje Brno a další města hyperbarické centrum aneb platí systém medicíny založené na důkazech vždy a pro všechny*“, jehož autorem je MUDr. Michal Hájek, který se problematice hyperbarické medicíny u nás věnuje již řadu let. Článek se zamýšlí nad tím, proč není terapie kyslíkem podávaným přetlakem, umožněna všem pacientům, kterým byla indikována tato léčba. [47]

Výsledky tohoto článku úzce korelují s výsledky mého výzkumu. Překvapilo mě zjištění, že rozmístění HBO v ČR je značně nerovnoměrné, a pro akutní pacienty jsou využitelná jen některá její pracoviště. Nejvíce je tento rozdíl vidět na Moravě, kde se jediné centrum HBO nachází v Ostravě. K dostupnosti hyperbarické oxygenoterapie se v článku vyjadřují i zástupci fakultních nemocnic v Brně a Olomouci, a také mluvčí Všeobecné zdravotní pojišťovny. Ti si, na rozdíl od autora myslí, že hyperbarická komora v Ostravě je pro kraj Moravskoslezský, Jihomoravský, Olomoucký a Zlínský dostačující. Po zhodnocení informací získaných od hyperbarických komor musím konstatovat, že situace v ČR se v uplynulých letech výrazně nezměnila. Pouze v Krajské nemocnici v Liberci před dvěma lety na oddělení ARO vybudovali již několikrát v textu zmíněnou komoru pro HBO s možností léčit pacienta na UPV, ale komora je pouze jednolůžková a určená zejména pro akutní případy. Pro vyšší dostupnost akutní léčby kyslíkem podávané přetlakem by bylo vhodné zřízení center HBO v nepřetržitém provozu s možností UPV v každém kraji v takovém zdravotnickém zařízení, které je schopno poskytnout široké spektrum péče v oblasti intenzivní medicíny. [47]

Nerovnoměrnost rozmístění pracovišť HBO podle mého názoru souvisí s důlními aktivitami v daných oblastech (Moravskoslezský kraj, severní Čechy a Kladensko). Vzhledem k postupnému omezování důlní činnosti v ČR je soustředění center hyperbarické medicíny pouze do těchto oblastí nevyhovující. Nemyslím si, že by 13 center HBO nebyl dostatečný počet, např. v sousedním Německu jich je pouze 9. Za problematický považuji spíše fakt, že většina pracovišť se orientuje pouze na léčbu chronických onemocnění a dostupnost péče není rovnoměrná.

Porovnání významu NBO a HBO při léčbě pacientů s otravou CO se věnuje řada studií. Většina prokázala výhodu užití HBO oproti NBO, zvláště u závažných případů. Existují ale i studie, jejichž výsledky ukazují, že rozdíl mezi léčbou kyslíkem za normálního tlaku a přetlakově podávaným kyslíkem není příliš významný, což dokazuje i Australská studie z roku 1999. V této studii byla pacientům intoxikovaným CO (celkem 230), bez ohledu na tíži otravy, náhodně přiřazena NBO (191) nebo HBO (39). Neurologický výsledek byl u pacientů téměř shodný, tedy nezávisel na zvolené léčebné metodě. Naopak u několika pacientů, kteří podstoupili HBO se objevili komplikace (ruptura ušního bubínku, křeče). Tato studie, ale bývá odborníky kritizována pro některé nedostatky (např. vysoké množství

intoxikovaných v důsledku sebevraždy). Autoři naopak tvrdí, že na rozdíl od jiných studií byla zvolena NBO nebo HBO nezávisle na závažnosti otravy. [43]

Přikláním se k názoru, že HBO by měla být vyhrazena pro pacienty s těžkou otravou CO, kteří odpovídají stupni III a IV Ostravské klasifikace a jsou k ní, na základě celosvětově uznávaných doporučení, indikováni. U pacientů s lehčím stupněm otravy by měla být podána NBO. Pro posouzení významu NBO a HBO v souvislosti s otravou CO, by bylo potřeba provést další studie. Celkový počet pacientů ošetřených na některém z pracovišť hyperbarické oxygenoterapie v ČR v letech 2014 - 2016 je cca 235, což je vzhledem k doporučeným postupům pro indikaci HBO v případech akutní intoxikace CO pravděpodobně i hodnota počtu závažných otrav v tomto období. Tento počet není nikterak vysoký a mohl by být důvodem neochoty rozšířit centra hyperbarické medicíny do dalších krajů, především na Moravě. Hyperbarická komora však nemusí sloužit pouze pro léčbu akutní otravy CO, ale také k léčbě mnoha dalších chronických diagnóz. Častější využívání pro široké spektrum indikací by snížilo náklady na její provoz.

V rámci možnosti zefektivnění terapie otravy CO již v PNP bych se ráda zmínila ještě o isokapnické hyperoxické hyperventilaci. Metoda slibuje zahájení účinnější terapie již v PNP, a jeví se jako dobrá alternativa NBO i v nemocniční péči, obzvláště při velké vzdálenosti centra HBO pro pacienty s otravou CO. Tato možnost léčby, která je zatím ve fázi výzkumu a testování, mě velmi zaujala. Princip metody spočívá v aplikaci 100% kyslíku s příměsí oxidu uhličitého jednoduchým dýchacím okruhem. Výhodou metody je 2 až 3 násobně rychlejší eliminace CO z organismu oproti NBO. Bohužel k této metodě neexistuje dostatek zdrojů a informací. [8]

Druhá část sběru dat, která proběhla mezi zástupci poskytovatelů ZZS v ČR, byla značně problematická. Všem 14 poskytovatelům byla poslána žádost o poskytnutí informací, která obsahovala i výzkumné otázky. Někteří poskytovatelé na tuto žádost neodpověděli, i když jim byla zaslána opakovaně, jiní uvedli data neúplná. Poskytovatelé ZZS v Kraji Vysočina a ZZS v Jihomoravském kraji si vyžádali odeslání vlastní žádosti o výzkum, přičemž v Jihomoravském kraji byla nakonec zamítnuta. Zdravotnická záchranná služba Olomouckého kraje mi poskytla potřebné informace až na základě žádosti o poskytnutí informací dle jejich vzoru. I přesto se ale našli poskytovatelé ZZS, kteří mi informace ochotně poskytli.

Na základě odpovědí poskytovatelů ZZS jsem zjistila, že posádky všech krajů, které mi poskytli požadované informace, jsou chráněny detektory CO a to od roku 2014, nejpozději pak od roku 2015. Tato data mě vedou k domněnce, že detektory CO byli pořízeny posádkám ZZS plošně v celé ČR, tedy že jsou využívány i v krajích, které mi informace neposkytly. Před jejich zavedením bylo v případě podezření na otravu CO nutné přivolat na místo zásahu HZS ČR, který detektory disponoval, takže došlo ke zdržení definitivního stanovení diagnózy, oddálení terapie a ohrožení posádky ZZS.

Články o významu detektorů CO i v PNP, které vyšly ve Velké Británii a v Chicagu, potvrzují pozitivní vliv detekce CO na bezpečnost posádek ZZS. V Chicagu byli záchranáři vybaveni přístrojem pro detekci CO v květnu roku 2013. Impulsem pro jeho pořízení byl případ z roku 2012, který mohl dopadnout velmi tragicky. Původní výzva pro výjezd záchranářů nenapovídala možnosti otravy CO. V domě, kde byla postižená osoba se v té době zdržovalo celkem 10 lidí, z nichž někteří již také jeví známky otravy. Po přivolání jednotky hasičů byla v domě naměřena hladina CO okolo 600 ppm. Ve Velké Británii se rozhodli vybavit výjezdové skupiny detektory CO i v reakci na události, které souvisely se sněhovou bouří v Torontu, kdy si lidé přitápěli plynovými spotřebiči a byl zaznamenán zvýšený počet otrav CO. [44, 45]

Zavedení detektorů CO do běžné výbavy posádek ZZS je dle mého názoru také jedním z důvodů, proč pulsní cooxymetr, který umožňuje diagnostikovat otravu CO již v PNP, zatím ve vozidlech některých poskytovatelů ZZS chybí. V Karlovarském kraji o jeho pořízení ani neuvažují. Z odpovědí získaných od poskytovatelů ZZS jsem zjistila, že standardní součástí výbavy sanitních vozidel je přístroj umožňující diagnostiku intoxikace CO pouze v 5 krajích, což je asi 1/3. V hlavním městě ho má k dispozici alespoň inspektor provozu a do budoucna bude pořízen do všech posádek s lékařem, v některých krajích ho má ve výbavě alespoň LZS. Myslím si, že nevyváženost pokrytí ČR pulsními cooxymetry v PNP souvisí s pořizovacími náklady a kapacitou vozidel ZZS, která se nedají neustále plnit dalšími přístroji. Dle mého názoru také může některým poskytovatelům ZZS připadat pro orientační diagnostiku otravy CO dostatečné vybavení posádek přístroji pro detekci CO. Detektor CO může částečně, ale ne dostatečně, nahradit pulsní cooxymetr v diagnostice při otravě CO.

Výsledky sběru dat získaných od poskytovatelů ZZS v ČR jsem porovnávala s prospektivní epidemiologickou studií 2010, jejíž výsledky publikovala MUDr. Jana Šeblová v časopise Urgentní medicína v roce 2010. Studie probíhala od prosince 2009 do února 2010 za pomoci dvou zapůjčených pulsních cooxymetrů Masimo, kterými byla změřena hladina CO rutinně u všech pacientů ošetřených posádkami ZZS Středočeského kraje výjezdového stanoviště v Kladně a to bez ohledu na prvotní diagnózu, pro kterou byla ZZS volána. [17]

V uvedené studii se prokázal předpoklad, že otrava CO je svými nespecifickými příznaky často zaměněna za jinou diagnózu. Z 395 měření byla hodnota karboxylhemoglobinu nad 9 % u 4,5 % ošetřených. U drtivé většiny těchto nemocných by nevedly příznaky k vyslovení diagnózy otravy CO. Z celkového počtu případů byla v uvedeném období intoxikace CO prokázána pouze na základě pulsního cooxymetru, i když při prvotním vyšetření byla stanovena jiná diagnóza. Přesnost tohoto přístroje, který je jednoduše použitelný v PNP, potvrdila hladina COHb, která byla následně změřena na UP při laboratorních testech. Hodnota COHb stanovena laboratorně se lišila od původní hodnoty stavené pulsním cooxymetrem pouze v řádu několika procent. [17]

Na základě těchto výsledků a průzkumu, který jsem provedla mezi pracovišti HBO a poskytovateli ZZS, se přikláním k názoru, že by bylo vhodné vybavit přístroji pro diagnostiku otravy CO všechny posádky ZZS, nebo alespoň ty bez lékaře. Posádka rychlé záchranné pomoci, kterou tvoří řidič-záchranář a zdravotnický záchranář, je totiž ve většině případů první, která přijíždí k případům nespecifických obtíží, jejichž zdrojem může být právě oxid uhelnatý. Stanovení otravy CO již v PNP by zamezilo chybnému stanovení diagnózy a umožnilo rychlé a správné zahájení terapie, v indikovaných případech HBO. S centry hyperbarické medicíny většina oslovených ZZS spolupracuje, potvrzení otravy CO v PNP, by ale umožnilo tuto spolupráci prohloubit a zkrátit tak čas, předcházející definitivnímu ošetření pacienta.

Jak jsem již uvedla výše, důvody, proč pulsní cooxymetry ve výbavě posádek některých krajů zatím chybí, jsou hlavně finanční. Po provedení studie MUDr. Šeblové chtěla ZZS Středočeského kraje zakoupit pulsní cooxymetry do všech RZP posádek, ale nezískala dostatek finančních prostředků. Cena jednoho detektoru CO je to totiž cca 7 000 Kč (záleží samozřejmě na parametrech přístroje a výrobci), pulsní cooxymetr je však výrazně dražší,

přibližně 70 000 Kč. Vybavit posádky ZZS ve Středočeském kraji, kterých je asi 40, by tak stálo téměř 3 000 000 Kč. Překvapivé je, že zatímco ve Středočeském kraji byla vůle vybavit prioritně RZP, tak ZZS hl. m. Prahy zaujala opačný postoj a do budoucna plánuje vybavit pulsními cooxymetry posádky s lékařem.

7. ZÁVĚR

Cíl práce popsat možnosti přístrojové diagnostiky pro stanovení hladiny oxidu uhelnatého ve vozidle ZZS a hledat cesty ke zlepšení navazujícího terapeutického postupu v přednemocniční neodkladné péči a nemocničních zařízeních byl naplněn provedením literární rešerše a sběrem dat od pracovišť HBO a poskytovatelů ZZS.

První hypotéza, že dostupnost hyperbarické oxygenoterapie pro pacienty s akutní otravou oxidem uhelnatým je značně nerovnoměrná, byla potvrzena. Rozmístění HBO pracovišť v ČR neplní jedno z poslání medicíny, která by měla být dostupná vždy a pro všechny. Z odpovědí získaných od pracovníků léčebných center hyperbarické medicíny vyplynulo, že z 13 pracovišť jich je pouze 5 schopno ošetřit akutní případy intoxikace CO. Centra hyperbarické medicíny v Ostravě, v Kladně, v Ústí nad Labem, v Liberci a v Praze v Nemocnici Na Homolce jsou jako jediná schopna zajistit nepřetržitou pohotovost a zároveň ošetřit nestabilní pacienty s potřebou monitorace ZŽF, kontinuální terapie a nezřídka i ventilace. Pracoviště HBO v Liberci navíc bylo otevřeno teprve v lednu 2016 a je jednomístné. Hyperbarická komora v Nemocnici Na Homolce byla znovu do provozu uvedena před několika měsíci po dvouletých opravách. Problém nerovnoměrné dostupnosti dokládá i pozice Centra hyperbarické medicíny v Ostravě, které je jediným pracovištěm svého druhu na Moravě.

Částečně potvrzena byla i druhá hypotéza. Všichni poskytovatelé ZZS, kteří mi odpověděli na zasláné otázky, vybavili svoje výjezdové skupiny z důvodů osobní ochrany detektory oxidu uhelnatého. Přístrojové vybavení pro diagnostiku otravy CO používá přibližně třetina krajů, konkrétně ZZS Plzeňského kraje, ZZS Olomouckého kraje, ZZS Ústeckého kraje, ZZS Moravskoslezského kraje a ZZS Kraje Vysočina. V Praze je pulsním cooxymetrem vybaven pouze inspektor provozu, v Královéhradeckém a Pardubickém kraji alespoň LZS. Problematika dovybavení ostatních krajských ZZS přístroji pro diagnostiku intoxikace CO v PNP souvisí hlavně s pořizovacími náklady.

Terapeutický i diagnostický postup v PNP a následně i v nemocničních zařízeních by dle mého názoru zlepšilo vybavení všech posádek ZZS v ČR pulsními cooxymetry a zřízení léčebných center HBO v každém kraji ČR.

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AIM	-	Akutní infarkt myokardu
ARDS	-	Syndrom akutní dechové tísně (Acute respiratory distress syndrome)
ARO	-	Anestesiologicko-resuscitační oddělení
BNP	-	Natriuretický peptid B (brain natriuretic peptide)
CNS	-	Centrální nervový systém
CO	-	Oxid uhelnatý
COHb	-	Karboxylhemoglobin
CPAP	-	Continuous positive airway pressure
CT	-	Výpočetní tomografie (Computed Tomography)
ČLS JEP	-	Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně
ECHM	-	European Committee for Hyperbaric Medicine
EKG	-	Elektrokardiografie
Fi O₂	-	FiO ₂ = frakce kyslíku – procentuální podíl O ₂ v dýchací směsi
GCS	-	Glasgow coma scale
Hb	-	Hemoglobin
HBO	-	Hyperbaroxická oxygenotrapie
HZS ČR	-	Hasičský záchranný sbor České republiky

IZS	-	Integrovaný záchranný systém
JIP	-	Jednotka intenzivní péče
LZS	-	Letecká záchranná služba
MBP	-	Myelinový bazický protein
MRI	-	Magnetická rezonance (magnetic resonance imaging)
NBO	-	Normobaroxická oxygenoterapie
NT-pro-BNP		N-terminální fragment natriuretického peptidu B
O₂	-	Kyslík
paO₂	-	Parciální tlak kyslíku
PET	-	Pozitronová emisní tomografie
PNP	-	Přednemocniční neodkladná péče
ppm	-	Parts per milion, 10 000 ppm = 1%
RZP	-	Rychlá zdravotnická pomoc
SPNP	-	Syndrom pozdního neurologického poškození
SpO₂	-	Saturace krve kyslíkem
TANPP	-	Telefonicky asistovaná neodkladná první pomoc
TIS		Toxikologické informační středisko
UHMS	-	Undersea and Hyperbaric Medicine Society

- UPV** - Umělá plicní ventilace
- WHO** - World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)
- ZOS** - Zdravotní operační středisko
- ZZS** - Zdravotnická záchranná služba
- ZŽF** - Základní životní funkce

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ŠVELLA, Kamil a Pavel ŠEVČÍK. *Akutní intoxikace a léková poškození v intenzivní medicíně*. 2., dopl. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3146-9.
2. Acute intoxication. In: *World Health Organization* [online]. [cit. 2017-01-11]. Dostupné z: http://www.who.int/substance_abuse/terminology/acute_intox/en/
3. VRABCOVÁ, Martina. *Intoxikace* [online]. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://stary.lf2.cuni.cz/projekty/mua/3k0.htm>
4. PATOČKA, Jiří. *Vojenská toxikologie*. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0608-3.
5. CUNHA, John, P. Carbon Monoxide Poisoning. *eMedicineHealth* [online]. San Clemente, California, 2016 [cit. 2017-01-17]. Dostupné z: http://www.emedicinehealth.com/carbon_monoxide_poisoning/article_em.html
6. Carbon Monoxide Poisoning. In: *Occupational Safety and Health Administration* [online]. Washington: U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration, 2002 [cit. 2017-01-17]. Dostupné z: https://www.osha.gov/OshDoc/data_General_Facts/carbonmonoxide-factsheet.pdf
7. KOTLÍK, RNDr. Bohumil. Oxid uhelnatý. In: *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha: (c) Státní zdravotní ústav, 2014 [cit. 2017-01-17]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/cely-clanek-1>
8. HÁJEK, Michal. Diagnostický a léčebný standard otravy oxidem uhelnatým. *Urgentní medicína*, 2009, roč. 12, č. 1, s. 19-22. ISSN: 1212-1924.
9. EMMEROVÁ, Milada — DEJMEK, Jiří — RŮŽIČKA, Jiří, et al. Akutní otravy oxidem uhelnatým po ukončení éry svítíplynu. *Pracovní lékařství*, 2014, roč. 66, č. 2-3, s. 69-77. ISSN: 0032-6291.
10. GOULD SOLOWAY, Rose Ann. Another Reason Not To Smoke. In: *National Capital Poison Center* [online]. Washington, DC: NCPC, c2012-2017 [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: <http://www.poison.org/articles/2010-dec/another-reason-not-to-smoke>

11. ŠEVČÍK, Pavel, Vladimír ČERNÝ a Jiří VÍTOVEC. *Intenzivní medicína*. 2., rozš. vyd. Praha: Galén, c2003. ISBN 80-726-2203-x.
12. Carbon Monoxide Poisoning. In: *Johns Hopkins Medicine* [online]. Baltimore, Maryland [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/conditions/environmental_medicine/carbon_monoxide_poisoning_85,P00820/
13. ŠEBLOVÁ, Jana a Jiří KNOR. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4434-6.
14. A Stealthy Dilemma. In: *GROUP10MT3D* [online]. 2014 [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: <https://mt3dclinchemgroup10co.wordpress.com/>
15. Carbon monoxide. In: *Science Clarified* [online]. c2017 [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: <http://www.scienceclarified.com/Ca-Ch/Carbon-Monoxide.html>
16. Carbon Monoxide - History. In: *JRank* [online]. c2017 [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: <http://science.jrank.org/pages/1210/Carbon-Monoxide-History.html>
17. ŠEBLOVÁ, Jana, Viktor RYBÁČEK, Roman ŠKULEC, Martin BEER. Incidence pozitivních měření hladiny oxidu uhelnatého v praxi záchranné služby (prospektivní epidemiologická studie 2010). *Urgentní medicína*. 2010, 4, 9-11. ISSN 1212 - 1924
18. VIDUNOVÁ, Jana, Robin ŠIN, Zdeněk HON, Karel KRUBA. Otrava oxidem uhelnatým – stále aktuální problém. *Prevence úrazů, otrav a násilí*. 2013, 9. roč., 1, ISSN 1801-0261
19. HÁJEK, Michal a Dittmar CHMELÁŘ, ed. *1st Central European Conference of Hyperbaric and Diving Medicine: and 2nd Ostrava's Days of Hyperbaric Medicine : joint international conference : term June 17th-18th, 2010 : conference venue Spa hotel Lanterna, Velke Karlovice, Czech Republic*. Ostravská univerzita, Fakulta zdravotnických studií, 2010. ISBN 978-80-7368-700-7
20. HAVEL, Milan a Petr VÁLEK. Oxid uhelnatý. In: *Arnika* [online]. Praha: Arnika, c2014 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <http://arnika.org/oxid-uhelnaty>

21. Upozornění obyvatelům ČR na nebezpečí otravy oxidem uhelnatým. In: *Česká společnost hyperbarické a letecké medicíny ČLS JEP* [online]. Ostrava: MeDitorial, 2007 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <http://www.cshlm.cz/aktualne/upozorneni-obyvatelum-cr-na-nebezpeci-otravy-oxidem-uhelnatym-95>
22. Intoxikaci oxidem uhelnatým je dobré nepodceňovat. In: *Ministerstvo zdravotnictví České republiky* [online]. Praha: MZČR, c2010 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: http://www.mzcr.cz/dokumenty/intoxikaci-oxidem-uhelnatym-nadale-nelze-podcenovat_10202_1092_5.html
23. KAO, Louise W. a Kristine A. NANAGAS. Carbon monoxide poisoning. *Emerg Med Clin N Am.* 2004, (22), 985-1018.
24. Atmosférický tlak. In: *Meteocentrum* [online]. c2007-2017 [cit. 2017-03-04]. Dostupné z: <http://www.meteocentrum.cz/zajimavosti/encyklopedie/atmosfericky-tlak>
25. Teoretické základy – fyzikální zákony, patofyziologické principy hyperbaroxie. In: *Městská nemocnice Ostrava* [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://www.mnof.cz/klinicka-oddeleni/centrum-hyperbaricke-mediciny/teoreticke-zaklady-fyzikalni-zakony-patofyziologicke-principy-hyperbaroxie/>
26. STOLLER, Kenneth P. Hyperbaric oxygen and carbon monoxide poisoning: a critical review. *Neurological Research.* 2007, **29**(March), 146-155.
27. ;Prevence otravy CO. In: *Obec Olešná* [online]. Olešná, 2015 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.olesna.cz/prevence-otravy-co/d-14046>
28. Otravy oxidem uhelnatým. In: *HZS Plzeňského kraje* [online]. Generální ředitelství HZS ČR, c2017 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/otravy-oxidem-uhelnatym.aspx>
29. MUSILOVÁ Petra a Jiří ZELENKA. Tichý zabiják oxid uhelnatý. *I12* [online]. 2015, **14**(2) [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/casopis-112-rocnik-xiv-cislo-2-2015.aspx?q=Y2hudW09Mw%3D%3D>
30. BUCHTA, Jiří. Bezpečnost při provozu plynových spotřebičů a otravy oxidem uhelnatým. In: *BOZPinfo* [online]. 2014 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z:

<http://www.bozpinfo.cz/bezpecnost-pri-provozu-plynovych-spotrebicu-otravy-oxidem-uhelnatym>

31. Pravidelné revize a kontroly technických zařízení v bytových domech. In: *RevizeKontroly.cz* [online]. c2011-2016 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.revizekontroly.cz/ostatni/item/pravidelne-revize-a-kontroly-technicky-zarizeni-v-bytovych-domech>
32. Pravidelné revize a kontroly technických zařízení v bytových domech. In: *Vyhláška č. 34/2016 Sb.* [online]. c2010-2017 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-34>
33. Kde by měly být hlásiče CO instalovány? In: *Honeywell* [online]. Praha: Honeywell, c2015 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: http://www.detectormonoxidcarbon.cz/kam_je_instalovat/detektory-oxidu-uhelnateho
34. POLÁK, Martin. *Urgentní příjem: nejčastější znaky, příznaky a nemoci na oddělení urgentního příjmu*. Praha: Mladá fronta, 2014. Edice postgraduální medicíny. ISBN 978-80-204-3208-7.
35. Toxikologické informační středisko. In: *Toxikologické informační středisko* [online]. Praha [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.tis-cz.cz/index.php/informace-o-stredisku/kontakty>
36. Charakteristika pracoviště. In: *Všeobecná fakultní nemocnice v Praze* [online]. Praha, c2012 [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://www.vfn.cz/pracoviste/kliniky-a-oddeleni/iv-interni-klinika-klinika-gastroenterologie-a-hepatologie/charakteristika-pracoviste/>
37. Berlit, Peter. *Memorix neurologie*. Praha. Grada Publishing, 2007. 1. české vydání. ISBN 978-80-247-1915-3.
38. MUMENTHALER, Marco, Claudio BASSETTI, Christof DAETWYLER. *Neurologická diferenciální diagnostika*. Praha: Grada Publishing, 2008. ISBN 978-80-247-2298-6.

39. ČESKO. *Trestní zákoník č. 40/2009 Sb. ze dne 8. ledna 2009 o trestných činech ohrožujících život nebo zdraví*. In: Sběrka zákonů České republiky. 2009, částka 11, s. 386. Dostupný také na: <http://www.mvcr.cz/soubor/sb011-09-pdf.aspx>
40. Centrum hyperbarické medicíny. In: *Městská nemocnice Ostrava* [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://www.mnof.cz/klinicka-oddeleni/centrum-hyperbaricke-mediciny/>
41. Modernizace a obnova přístrojového vybavení traumacentra KNL,a.s. In: *Krajská nemocnice Liberec,a.s.* [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <https://www.nemlib.cz/projekty-eu/modernizace-a-obnova-pristrojoveho-vybaveni-traumacentra-knla-s/>
42. ČESKO. § 62 Zákona o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (energetický zákon) č. 458/2000 ze dne 29.12.2000 Sběrky zákonů.
43. Hyperbaric or normobaric oxygen for acute carbon monoxide poisoning: a randomised controlled clinical trial. In: *MJA* [online]. Australia: The Medical Journal of Australia, 1999 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.mja.com.au/journal/1999/170/5/hyperbaric-or-normobaric-oxygen-acute-carbon-monoxide-poisoning-randomised>
44. O'BRIEN, Yennifer. Devices give new level of protection to emergency workers responding to calls where a patient is exposed to CO. In: *Lfpress* [online]. London: The London Free Press, 2014 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.lfpress.com/2014/02/09/devices-give-new-level-of-protection-to-emergency-workers-responding-to-calls-where-a-patient-is-exposed-to-co2>
45. SHARMA, Praveen. Chicago Paramedics Gain “Third Eye”. In: *Raesystems* [online]. London: Firehouse, 2013 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.raesystems.com/sites/default/files/content/press/fire-engineering-chicago-paramedics-gain-third-eye-co-gas-detection.pdf>
46. SHARMA, Praveen. HBOT - Hyperbaric Oxygen Therapy Germany. In: *WhatClinic* [online]. Dublin, c2017 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.whatclinic.com/physiotherapy/germany/hbot-hyperbaric-oxygen-therapy>

47. HÁJEK, Michal. Potřebuje Brno a další města hyperbarické centrum. In: *Medical Tribune CZ* [online]. Medical Tribune, 2009 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/clanek/13425>

10. SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Struktura molekuly CO.....	10
Obrázek 2	Průběh průniku CO do organismu.....	16
Obrázek 3	Obsazení CO na vazebná místa v erytrocytech.....	16
Obrázek 4	Princip spektrofotometrie.....	21
Obrázek 5	Přístroj pro neinvazivní pulzní cooxymetrii.....	22
Obrázek 6	CPAP maska.....	27
Obrázek 7	CPAP helma.....	27
Obrázek 8	Algoritmus dle O'Briena a Manakera, Carbon monoxide and smoke inhalation.....	30
Obrázek 9	Příklad informačního letáku upozorňujícího na nebezpečí otravy CO...	32
Obrázek 10	Umístění detektoru CO.....	36
Obrázek 11	Detektor CO C8600 A1000 od firmy Honeywell.....	36
Obrázek 12	Kombinovaný detektor CO a výbušných plynů SAFE-808 COM.....	36
Obrázek 13	Léčebná centra hyperbarické medicíny na území ČR (stav k 1. 8. 2016).....	39
Obrázek 14	Hyperbarická komora Hipertech na ARO Krajské nemocnice Liberec.....	43
Obrázek 15	Nepřetržitý provozu HBO pracovišť.....	46
Obrázek 16	Možnosti pracovišť HBO přijímat ventilované pacienty	47
Obrázek 17	Spolupráce HBO pracovišť s provozovateli ZZS.....	48
Obrázek 18	Existence speciálních postupů ZZS pro případy akutní intoxikace CO.....	52

Obrázek 19	Ochrana bezpečnosti posádek ZZS detektory CO.....	53
Obrázek 20	Vybavenost vozidel ZZS přístroji pro diagnostiku otravy CO.....	54
Obrázek 21	Spolupráce poskytovatelů ZZS s pracovišti HBO.....	55

11. SEZNAMU POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1	Ostravská klasifikace.....	19
Tabulka 2	Lhůty čištění a kontrol spalinové cesty.....	34
Tabulka 3	Statistika akutních ponorů (AP) v letech 2014-2016 (do 20. 9. 2016)....	41
Tabulka 4	Statistika pacientů ošetřených v Centru hyperbarické medicíny Ostrava pro intoxikaci oxidem uhelnatým.....	42
Tabulka 5	Nepřetržitost provozu HBO pracovišť.....	49
Tabulka 6	Počet pacientů ošetřených pro akutní intoxikaci CO jednotlivými pracovišti HBO mezi lety 2014-2015.....	51
Tabulka 7	Statistika pacientů ošetřených ZZS pro akutní intoxikaci CO v letech 2014-2016	

12. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Otázky položené zástupcům pracovišť hyperbarické medicíny

Příloha č. 2 Žádost o poskytnutí informací ve smyslu zákona č. 106/199 Sb., o svobodném přístupu k informacím – fyzická osoba

Příloha č. 3 Statistika pacientů, ošetřených posádkami ZZS Karlovarského kraje pro intoxikaci CO mezi lety 2014 - 2016

Příloha č. 4 Statistika pacientů, ošetřených posádkami ZZS Moravskoslezského kraje pro intoxikaci CO mezi lety 2014 - 2016

Přílohy

Příloha č. 1:

Otázky položené zástupcům pracovišť hyperbarické medicíny.

1. Má Vaše pracoviště 24 hodinový provoz?
2. Přijímá Vaše pracoviště ventilované pacienty?
3. Spolupracuje Vaše pracoviště přímo s provozovateli ZZS?
4. Má Vaše pracoviště zpracovanou statistiku pacientů, kteří byli přijati pro intoxikaci CO (2014-2016)? V případě, že ano bylo by možné mi ji poskytnout?

Příloha č. 2:

Žádost o poskytnutí informací ve smyslu zákona č. 106/199 Sb., o svobodném přístupu k informacím – fyzická osoba.

Žádost o poskytnutí informací ve smyslu zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím – fyzická osoba

Předmět žádosti: Poskytnutí informací k bakalářské práci

Dobrý den,

žádám Vás tímto o poskytnutí informací, které budou sloužit jako podklad, pro vypracování mé bakalářské práci na téma **Intoxikace oxidem uhelnatým v přednemocniční neodkladné péči**. Jedná se o zodpovězení několika jednoduchých otázek, týkajících se otravy CO a poskytnutí s tím souvisejících informací.

1. Za jakých situací dospěje posádka ZZS k podezření na otravu CO?
2. Má Vaše ZZS zpracovány postupy pro případy otravy CO? V případě, že ano, bylo by možné mi je poskytnout?
3. Vozí posádky Vaší ZZS detektory CO? Jaké a od kdy?
4. Je součástí vybavení vozů ZZS pulsní cooxymetr nebo jiný přístroj pro diagnostiku otravy CO či se alespoň uvažuje do budoucna o jeho pořízení?
5. Kam směřujete pacienty s podezřením na otravu CO?
6. Spolupracuje Vaše ZZS s pracovišti umožňujícím hyperbarickou oxygenoterapii?
7. Disponuje Vaše ZZS statistikou pacientů, kteří byli ošetřeni jejími posádkami pro intoxikaci CO mezi lety 2014-2016? V případě, že ano, bylo by možné mi ji poskytnout?

Předem děkuji za kladné vyřízení,

S pozdravem

.....

V Praze dne 23. 3. 2017

Příloha č. 3:

Statistika pacientů, ošetřených posádkami ZZS Karlovarského kraje pro intoxikaci CO mezi lety 2014 - 2016 (zdroj: ZZS Karlovarského kraje).

rok	měsíc	počet pacientů			Pacienti podle věku						Transport					
		celkem	z toho CO2	z toho plyny, kouř	z toho 0 - 17	z toho 18 - 44	z toho 45 - 59	z toho 60 - 70	z toho 71 +	ponechán na místě	transport do ZZ	z toho NeSO	z toho NeOS	z toho NeKV	z toho NeCH	z toho ostatní

2014	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	2	1	1	1	0	0	1	0	0	2	1	0	0	1	0
	3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	4	2	1	1	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
	5	5	4	1	1	2	0	2	0	0	5	2	0	1	1	1
	6	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
	7	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	8	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	13	10	3	4	4	2	1	2	0	13	7	2	4	0	0
	11	5	3	2	0	4	0	1	0	2	3	1	1	0	1	0
	12	4	3	1	0	1	0	1	2	0	4	0	0	3	1	0
celkem 2014		35	26	9	6	14	2	8	5	5	30	11	4	9	5	1

2015	1	3	2	1	1	1	0	1	0	0	3	1	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	3	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	4	3	1	0	2	0	0	2	1	3	1	0	1	1	0
	6	4	4	0	0	2	1	1	0	0	4	1	0	0	3	0
	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	8	8	0	2	5	0	0	1	0	8	1	0	4	3	0
	9	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	10	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
celkem 2015		24	21	4	3	11	4	2	4	4	19	5	0	5	9	1

2016	1	3	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	2	2	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0
	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	4	3	2	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
	5	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	9	2	2	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	12	3	0	3	0	1	0	2	0	0	3	2	0	1	0	0
celkem 2016		16	1 0	6	4	4	4	4	0	4	4	3	4	3	1	1

Příloha č. 4:

Statistika pacientů, ošetřených posádkami ZZS Moravskoslezského kraje pro intoxikaci CO mezi lety 2014 - 2016 (zdroj: ZZS Moravskoslezský kraj).

INTOXIKACE CO 2014-2016

2014

Počet primárně ošetřených pacientů 66

Příčiny intoxikace – počet pacientů

- Kamna, krb, kotel	37
- Požár (byt, dům, chata)	20
- Suicidia výfukovými plyny z automobilu	3
- Intoxikace ve studni	3
- Spálené jídlo na plotně	2
- Intoxikace v automobilu – topil si PB lahví	1

1-12 2015

65

2016

cca 80 pacientů.
