



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

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

Péče o pacienty intoxikované oxidem uhelnatým

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní program:

SPECIALIZACE VE ZDRAVOTNICTVÍ

Autor: Matěj Formanka

Vedoucí práce: MUDr. Tomáš Hauer

České Budějovice 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem „*Péče o pacienty intoxikované oxidem uhelnatým*“ jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

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

V Českých Budějovicích dne 7. 5. 2019

.....

Matěj Formanka

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce MUDr. Tomáši Hauerovi za odborné vedení a pomoc při vypracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat všem respondentům, kteří byli ochotni zúčastnit se výzkumu, a také mé rodině za všechnu pomoc a podporu.

Péče o pacienty intoxikované oxidem uhelnatým

Abstrakt

Tématem této bakalářské práce je péče o pacienta intoxikovaného oxidem uhelnatým. Otrava oxidem uhelnatým zaujímá první místo mezi náhodnými otravami v Evropě. Jedná se tedy o významný socio-ekonomický problém. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

Teoretická část popisuje fyzikální vlastnosti oxidu uhelnatého a způsoby, jakými se dostává do lidského těla. Dále popisuje anatomii dýchacích cest, fyziologii dýchání a patofyziologické procesy, které oxid uhelnatý způsobuje v lidském těle. V práci jsou popsány možné příčiny oxidu uhelnatého, klinické příznaky otravy, diagnostika a způsoby léčby.

V praktické části je výzkum zpracován kvalitativní metodou pomocí rozhovorů. Praktická část měla dva cíle. Prvním cílem bylo zmapovat úroveň znalostí zdravotníků o intoxikaci oxidem uhelnatým. Druhým cílem bylo zjistit, zda jsou zdravotníci schopni poskytnout pacientům otráveným oxidem uhelnatým adekvátní péči, a také zjistit, jaká péče je postiženým reálně poskytována.

Výzkumný vzorek tvořily dvě skupiny respondentů. První skupinou byli zdravotničtí záchranáři pracující v přednemocniční neodkladné péči a druhou tvořily zdravotní sestry pracující na jednotce intenzivní péče.

Výzkum ukázal, že respondenti mají o otravě oxidem uhelnatým dobré znalosti. Největší nedostatky byly zjištěny ve znalostech patofyziologie otravy oxidem uhelnatým. Většina problémů pak souvisela právě s neznalostí této problematiky. V oblasti poskytování péče byly zjištěny některé skutečnosti, které mohou být problematické. Jde například o skutečnost, že na celé Moravě je pouze jedno centrum hyperbarické medicíny, problémem jsou také chybějící co-oxymetry ve výbavě zdravotnických záchranářů.

Klíčová slova:

Oxid uhelnatý, otrava, karboxyhemoglobin, hyperbarická oxygenoterapie, přednemocniční neodkladná péče, intenzivní péče

Care of the patients intoxicated by carbon monoxide

Abstract

The topic of this thesis is the care of the patients intoxicated by carbon monoxide. Carbon monoxide ranks first among random poisonings in Europe. Therefore it is a significant socio-economic problem. The thesis is divided into the theoretical and practical part.

The theoretical part describes the physical features of carbon monoxide and the ways it reaches the human body. It also describes the anatomy of the respiratory tract, breathing physiology and pathophysiological processes in the human body that are caused by carbon monoxide. The thesis describes possible sources of carbon monoxide, clinical symptoms of poisoning, diagnosis and treatment methods.

In the practical part, the research is conducted using a qualitative method - interviews. The practical part has two goals. The first goal is to map the level of paramedics' knowledge of carbon monoxide intoxication. The second goal is to find out if paramedics are able to provide patients poisoned by carbon monoxide with adequate care and also to find out what care is given to them.

The research sample consists of two groups of respondents. The first group is paramedics working in pre-hospital emergency care and the other are nurses working in the intensive care unit.

Research has shown that respondents have good knowledge of carbon monoxide poisoning. The greatest drawbacks were found in the knowledge of the pathophysiology of carbon monoxide poisoning. The most of the problems were related to these drawbacks.

In a field of care have been discovered some facts, that could cause problems. For example, the fact that there is only one hyperbaric medicine center in the whole Moravia region or the lack of CO-oximeters in the paramedics' equipment.

Key words:

Carbon monoxide, intoxication, carboxyhemoglobin, hyperbaric oxygen therapy, pre-hospital emergency care, intensive care

Obsah

Seznam použitých zkratk	7
1 Současný stav	
1.1 Oxid uhelnatý.....	9
1.1.1 Charakteristika.....	9
1.1.2 Zdroje otravy oxidem uhelnatým a jejich četnost.....	8
1.2 Anatomie dýchacích cest.....	10
1.3 Fyziologie dýchání.....	11
1.3.1 Dýchací cesty.....	11
1.3.2 Ventilace (vnější dýchání).....	12
1.3.3 Plicní objemy.....	12
1.3.4 Difuze.....	13
1.3.5 Výměna plynů mezi alveolárním vzduchem a krví.....	13
1.3.6 Transport plynů v krvi.....	14
1.4 Patofyziologie intoxikace CO.....	16
1.4.1 Porušení transportní funkce krve.....	16
1.4.2 Kardiální poškození při intoxikaci.....	16
1.4.3 Těhotenství.....	16
1.5 Péče o pacienta.....	17
1.5.1 Diagnostika otravy CO.....	17
1.5.2 Terapie.....	19
2 Cíle práce a výzkumné otázky	23
2.1 Cíle práce.....	23
2.2 Výzkumné otázky.....	23
3 Metodika	24
3.1 Metodika práce.....	24
3.2 Charakteristika výzkumného souboru.....	24
4 Výsledky	25
4.1 Kategorizace dat.....	25
4.2 Výsledky výzkumu.....	25
5 Diskuze	37
Závěr	41
Seznam literatury	42
Seznam příloh	45

Seznam použitých zkratek

CO:	oxid uhelnatý
COHb:	karboxyhemoglobin
CONSB:	carbon monoxide neuropsychological screening battery
CPAP:	kontinuální přetlak v dýchacích cestách
CT:	počítačová tomografie
EKG:	elektrokardiografie
ERV:	expirační rezervní objem
GCS:	Glasgow coma scale
HZS:	Hasičský záchranný sbor
Hb:	hemoglobin
HBO:	hyperbarická oxygenoterapie
ICHs:	ischemická choroba srdeční
IRV:	inspirační rezervní objem
JIP:	jednotka intenzivní péče
MRI:	magnetická rezonance
NBO:	normobarická oxygenoterapie
PEEP:	pozitivní tlak na konci výdechu
PNP:	pozdní neuropsychické postižení
RV:	reziduální objem
UPV:	umělá plicní ventilace
VKP:	vitální kapacita plic
ZZ:	Zdravotnický záchranář
ZZS:	zdravotnická záchranná služba
ZZS JmK	zdravotnická záchranná služba Jihomoravského kraje

Úvod

Oxid uhelnatý je bezbarvý, nedráždivý plyn bez zápachu. Intoxikace oxidem uhelnatým zaujímá v Evropě 1. místo na žebříčku náhodných otrav. Jedná se tedy o významný socio-ekonomický problém ve většině vyspělých zemí světa.

Oxid uhelnatý vzniká při nedokonalém spalování uhlíkatých látek. V našich podmínkách se s otravou oxidem uhelnatým setkáváme nejčastěji při hoření spotřebičů na propan-butan, popřípadě při poruše průtokových ohřivačů vody, které se nacházejí ve špatně větraných místnostech.

Dalšími zdroji oxidu uhelnatého mohou být také například výfukové zplodiny ze spalovacích motorů, důlní šachty, požáry apod. Náhodné otravy se častěji stávají v chladnějších obdobích roku a na místech s chladnějším podnebím.

Počet otrávených oxidem uhelnatým se v České republice odhaduje asi na 1000-1500 osob ročně. Skutečná čísla jsou však pravděpodobně vyšší. Je odhadováno, že až 30 % intoxikací oxidem uhelnatým je špatně diagnostikováno.

Oxid uhelnatý se do těla dostává skrz dýchací cesty, kde se přes alveolo-kapilární membránu dostává do krve. Tady se silně váže na hemoglobin, a zabraňuje tak kyslíku v jeho navázání na hemoglobin, což vede k hypoxii.

Toto téma jsem si zvolil vzhledem k tomu, že s problematikou otravy oxidem uhelnatým jsem se nikdy ve své studentské praxi nesetkal, a to ani v nemocnici, ani na zdravotnické záchranné službě a o této problematice jsem toho příliš nevěděl. Potenciálními oběťmi intoxikace oxidem uhelnatým je přitom velká většina z nás, neboť spousta lidí doma používá plynové spotřebiče, popřípadě vlastní auto nebo jiný stroj se spalovacím motorem. Chtěl jsem se tedy dozvědět o tomto problému víc a zjistit, jaká péče je obětem otravy oxidem uhelnatým poskytována.

Současný stav

1.1 Oxid uhelnatý

1.1.1 Charakteristika

Oxid uhelnatý je bezbarvý plyn, který nevydává žádný zápach, ani nedráždí dýchací cesty. V některé starší literatuře se můžeme setkat s jiným pojmenováním: kysličník uhelnatý. Jeho teplota varu je $-191,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a teplota tání se stanovuje na $-205\text{ }^{\circ}\text{C}$. Je běžně obsažen v atmosféře v koncentraci menší než $0,001\text{ }%$. Vzniká při fotolýze oxidu uhličitého za působení ultrafialového záření nebo se vyskytuje jako součást sopečných plynů. V malé koncentraci vzniká také při některých metabolických procesech v tělech živočichů, takže stopové množství oxidu uhelnatého obsahuje také vydechaný vzduch. Je lehčí než vzduch a hoří jasným modrým plamenem, kdy se zápalná teplota stanovuje na $605\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ve vzduchu při koncentraci $12-74\text{ }%$ může dojít k vybuchnutí, při kterém se uvolňuje oxid uhličitý. S některými kovy reaguje a vznikají vysoce toxické karbonyly. Ve vodě je tento plyn nerozpustný (Johns Hopkins Medicine, 2010, Hanley, 2017).

1.1.2 Zdroje otravy oxidem uhelnatým a jejich četnost

Oxid uhelnatý se řadí na první místo mezi příčinami náhodných otrav v Evropě i ve Spojených státech amerických. Ve Spojených státech amerických je také statisticky významná část intoxikací úmyslná, kdy se jedná o sebevražedné pokusy. Vzniká při nedokonalém spalování uhlíkatých látek, za situací, kdy je hořící teplota příliš nízká, není dostatek kyslíku nebo je čas hoření krátký (Hájek, 2009a).

Nejčastějším zdrojem otrav v Evropě jsou spotřebiče na propan-butan nebo zemní plyn, které se nacházejí v malých prostorách se špatným odvětráváním. Častým případem bývají koupelny s průtokovým ohříváčem vody. Ve vzduchu v nevětrané místnosti postupně ubývá kyslík, a tak dochází k nedokonalému spalování a uvolňuje se CO (Linhart, 2012).

Dalším významným zdrojem intoxikace jsou zplodiny spalovacích motorů. V prostorech, kde jsou tyto motory využívány, je proto koncentrace CO zvýšená, a pokud nejsou dostatečně větrány, hrozí riziko otravy. Mezi tyto prostory můžeme řadit například garáže nebo výrobní haly (Ševela, 2011).

Častými zdroji oxidu uhelnatého v domácnostech mohou být i zplodiny z krbů, kamen a kotlů na tuhá paliva, kdy vlivem špatné údržby může docházet k hromadění zplodin v místnosti. Oxid uhelnatý je součástí zplodin vzniklých při požárech. Tyto případy intoxikací bývají zpravidla o to komplikovanější, že jsou často kombinované i s inhalačním traumatem, popřípadě i intoxikací dalšími toxiny z hořících látek, například kyanidy a fosgeny (Science Clarified, 2017).

V průmyslu jsou zdrojem oxidu uhelnatého například vysoké pece určené k výrobě oceli nebo doutnání uhlí v hnědouhelných dolech, kde se CO hromadí v nevětraných důlních šachtách. Rizikovým pracovištěm bývají kotelny, kde koncentrace CO v kouřových zplodinách může dosáhnout až 35 %.

Cigaretový kouř je další látka, která významně ovlivňuje podíl karboxyhemoglobinu v lidském organismu. Kuřáci mají jeho hladinu v krvi posunutou na 6-10 %. Zároveň tím také zvyšují svoji vnímavost k případné otravě. Jedna krabička cigaret denně způsobí zablokování až 7 % hemoglobinu v krvi (Ševela, 2011, Jabor, 2008).

S otravou oxidem uhelnatým se můžeme setkat i při sportu. Při motoristických sportech může dojít ke zvýšení koncentrace CO na trati, toto může nastat také při hustém provozu na silnici. Při dlouhodobém plavání za motorovým člunem může také dojít k postupné otravě. Dalším rizikovým místem mohou být zimní stadiony, kde k uvolňování oxidu uhelnatého může dojít při poruše strojů na výrobu ledu (Ševela, 2011).

Ve Velké Británii ročně zaznamenají asi 25 000 případů, ve Francii pak asi 5000-8000. Počet pacientů ošetřených ročně v USA kvůli otravě oxidem uhelnatým se pohybuje v rozmezí 30 000-56 000. Přitom asi 600-1000 pacientů ročně zemře na následky intoxikace neúmyslné a 3000-6000 zemře při úspěšném pokusu o sebevraždu. Ve spojených státech jsou popsány i případy hromadné intoxikace CO v souvislosti s živelnými pohromami. Například v roce 2005 v souvislosti s hurikánem Katrina došlo k otravě 51 lidí, z toho 5 zemřelo. Stalo se tak důsledkem užívání dieselových agregátů na výrobu elektřiny ve špatně větraných prostorách.

Počet případů otravy CO v České republice po svém poklesu v 80. a 90. letech opět mírně narůstá. Odhaduje se, že celkové množství případů za rok se pohybuje mezi 1000 až 1500. Incidence v jednotlivých okresech se pohybuje v řádu od 2 do 10 na 100 000 obyvatel za rok. Nejvyšší incidenci pak mají okresy Karlovy Vary, Plzeň, Liberec, Karviná, Praha a Brno. Za rok 2015 vykazali lékaři Všeobecné zdravotní pojišťovně 365 případů otravy oxidem uhelnatým. Počet pacientů, které je nutno hospitalizovat, je 200-220 ročně. Asi 50 je jich přijato na jednotky intenzivní péče. Příčinou smrti je otrava oxidem uhelnatým stanovena pro 140-150 osob ročně (Hájek, 2009a).

Je třeba si však uvědomit, že skutečná incidence otrav oxidem uhelnatým je pravděpodobně mnohem vyšší, než se uvádí. Některé epidemiologické studie tvrdí, že asi 30 % případů otrav oxidem uhelnatým je chybně diagnostikováno. Často jsou zaměňovány za otravy jídlem, mozkovou mrtvici, deprese, gastroenteritidu, chřipková onemocnění, migrény nebo intoxikaci alkoholem (Linhart, 2012).

1.2 Anatomie dýchacích cest

Zevní nos má tvar trojboké pyramidy. Místo přechodu nosu a čela se označuje jako kořen nosu, radix nasi. Od kořene k apexu vede hřbet nosní, dorsum nasi. Boční stěny nosu tvoří tzv. křídla nosní, alae nasi, která dolním okrajem obkružují nosní dírky. Nos uvnitř dělí sagitálně orientovaná přepážka, septum nasi. Podkladem zevního nosu je chrupavčitý a kostěný skelet. Kůže na nosu tvoří tenkou, dobře prokrvenou vrstvu, která má na apexu vyústění mazových kanálků (Naňka, 2015).

Dutina nosní se dělí na předsíň nosní, vestibulum nasi, a vlastní dutinu nosní. Vestibulum nasi je vystláno mnohvrstevným dlaždicovým epitelem, na okraji vyrůstají v dospělosti tuhé chloupky. Vlastní dutinu nosní dělí nosní přepážka, septum nasi, která se skládá z chrupavčité a kostěné části. S pharyngem je pak vlastní dutina nosní propojena otvory nazývanými choanae (Čihák, 2013).

Hrtan je tvořen tubicí, která navazuje na hrtanovou část hltanu a dále přechází do trachey. Podkladem této trubice ve tvaru přesýpacích hodin jsou chrupavky doplněné svaly a vazy. Slouží k dýchání a také tvorbě hlasu.

Tracheu tvoří trubice dlouhá 12 až 13 cm. Její začátek je zavěšen na prstencové chrupavce hrtanu a končí rozvětvením na levý a pravý bronchus. Trachea sestupuje ve střední čáře krku do mezihrudí. Rozlišujeme krční a hrudní část trachey. Krční část zahrnuje úsek, který sahá od prstencové chrupavky k hornímu okraji sternu. Hrudní část pak prostupuje horní částí mezihrudí. Základem stěny trachey jsou podkovovité chrupavky, které spojují vazivo. Tyto chrupavky vyztužují dýchací cesty, a pomáhají je tak udržet průchozí. Sliznice je pokryta epitelem, který je vybaven řasinkami. Ty, společně s hlenem produkovaným seromucinózními žlázkami, slouží k zachycení a odstranění nečistot (Čihák, 2013).

Průdušky (bronchy principales) jsou krátké trubice, které vznikají rozvětvením trachey a dále se postupně dělí na stále drobnější bronchy až bronchioly. Pravá průduška je kratší, širší a probíhá strměji než ta levá. Stěny bronchů mají podobnou stavbu jako stěna trachey. Do plic průdušky vstupují plicní brankou.

Plíce jsou párový orgán, který je uložen v dutině hrudní. Pravá plíce je tvořena ze tří laloků a je větší než levá, kterou tvoří laloky dva. Plíce pokrývá vazivová blána nazývaná poplicnice, dutinu hrudní pak zevnitř vystýlá blána pohrudnice. Mezi pohrudnicí a poplicnicí se v mezihrudním prostoru nachází asi 10 ml tekutiny, která usnadňuje dýchací pohyby. Plíce tvoří síť bronchů, bronchiolů, plicních váčků, plicních sklípků, kde dochází k výměně plynů, a jejich cév, které plíce vyživují a také přivádí neokysličenou krev do plic a naopak. Povrch plic je pokryt sítí vlásečnic a tvoří ho jednovrstvý plicní epitel (Naňka, 2015).

1.3 Fyziologie dýchání

Jako pojem dýchání si v nejzákladnější rovině můžeme představit proces, při kterém dochází k výměně dýchacích plynů, tedy kyslíku a oxidu uhličitého. Tuto výměnu plynů pak můžeme rozdělit na ventilaci (tzv. vnější dýchání), kdy probíhá výměna plynů mezi plicními sklípkami a atmosférou, a dále respiraci (tzv. vnitřní dýchání), při kterém dochází k výměně plynů mezi alveoly a krví a také mezi krví a jednotlivými tkáněmi těla (Mourek, 2012).

1.3.1 Dýchací cesty

Dýchací cesty (tedy dutiny nosní a ústní, nosohltan, hrtan, průdušnici, bronchy a bronchioly) nelze vnímat pouze jako jakési „přívodní a odvodní plynovody“, které vzduch přivedou do plic a nazpět. Již v průběhu jeho transportu prochází vzduch některými důležitými procesy (Silbernagl, 2004).

Vzduch se v průběhu ventilace čistí, zvlhčuje a ohřívá. V oblasti bronchů a bronchiolů, tedy dolních cest dýchacích, je povrch pokryt řasinkovým epitelem. Tento epitel kmitá směrem k dutině ústní, zároveň produkuje hlen, který slouží k zachycení jemných prachových částic, které jsou následně vykašlávány a polykány. Dále se ve v dýchacích cestách také uplatňuje lymfatická tkáň, která působí jako bariéra proti vniknutí infekce do organismu (Trojan, 2003).

Dýchací cesty tvoří tzv. mrtvý dýchací prostor. Jedná se o část vzduchu, u které při dýchání nedojde k výměně plynů na alveolo-kapilární membráně. Tento objem tvoří u dospělého člověka asi 150 ml (Mourek, 2012).

1.3.2 Ventilace (vnější dýchání)

Jedná se o děj, který probíhá v cyklech, při nichž se střídá vdech a výdech. Vdech neboli inspirium nastává na podkladě práce dýchacích svalů. Jedná se tedy o děj aktivní.

Nejdůležitějším svalem, který se během inspiria zapojuje, je bránice, dalšími svaly, které jsou při vdechu aktivní, jsou svaly vnější mezižeberní. Při klidném dýchání se objem dutiny hrudní zvětší asi o 350 ml, to současně odpovídá objemu vzduchu, který se s vdechnutím dostává do plic (Trojan, 2003).

Výdech neboli expirium je naopak za klidných a fyziologických okolností děj pasivní. Orgány dutiny břišní totiž svojí pružností vytlačují bránici zpět nahoru, stejně tak pružná žebra se vracejí nazpět do své původní polohy (Mourek, 2012).

Distribuce plicní ventilace je ovlivňována také hladkou svalovinou dýchacích cest. Tuto svalovinu řídí jednak autonomní nervový systém a dále je řízena také humorálně (Trojan, 2003).

1.3.3 Plicní objemy

Celkové množství vzduchu, které nám za jednu minutu projde plícemi, nazýváme minutová ventilace. Toto množství spočítáme tak, že vynásobíme dechový objem počtem vdechů za minutu. Tento objem činí u dospělého v klidu asi 7,5-8 litrů/min. Je však značně variabilní a při velké zátěži se může dostat až ke 170 l/min.

V klidovém režimu se během jednoho dechového cyklu u dospělého člověka proventiluje asi 500 ml vzduchu. Jedná se o tzv. klidový dechový objem. Ten dále můžeme rozdělit na vzduch v mrtvém prostoru dýchacích cest, který tvoří asi 150 ml, a dále vzduch v alveolech o objemu cca 350 ml (Silbernagl, 2004).

I na konci klidového výdechu můžeme stále ještě vydechnout určitý objem vzduchu o objemu asi 1,1 litru u dospělého člověka. Tento objem vzduchu se nazývá expirační rezervní objem neboli ERV. Zrovna tak lze i na konci klidového nádechu dále pokračovat v inspiriu, kdy při maximálním nádechu můžeme do plic dostat další 2-3 litry vzduchu. Tento objem se nazývá inspirační rezervní objem neboli IRV.

Klidový dechový objem, expirační rezervní objem a inspirační rezervní objem dohromady tvoří takzvanou vitální kapacitu plic (VKP). VKP se pohybuje v rozmezí 3 až 5 litrů, záleží na

pohlaví, výšce a hmotnosti, věku i životním stylu. Hodnotu VKP lze zvýšit trénováním (Mourek, 2012).

I po maximálním výdechovém úsilí nezůstanou plíce zcela prázdné. V plicích se stále bude nacházet tzv. reziduální objem (RV) o velikosti asi 1,2 litrů. Tento objem získává s věkem na kapacitě, protože plíce ztrácí postupem života na elasticitě. Jedinou možností jak reziduální objem z plic uvolnit je zrušení negativního intrapleurálního tlaku poraněním, při kterém dojde k pneumothoraxu. Dojde přitom ke svinutí plic směrem k hilu. I po tomto kolapsu plic stále zůstává v plicích tzv. minimální objem (Čihák, 2013).

1.3.4 Difuze

Jakmile se atmosférický vzduch dostane až k alveolům, je kyslík pomocí difuze dopraven k alveolo-kapilární membráně, kde touto membránou opět pomocí difuze prostupuje a dostává se do krevního řečiště. Ve stejnou chvíli putuje stejnou cestou, ale opačným směrem také oxid uhličitý.

Ačkoliv se vzduch do alveolů dostává pouze při inspiriu, je nutno si uvědomit, že složení vzduchu v alveolech je poměrně stabilní a střídání inspiria s expiriem na něj nemá příliš velký vliv. Toto platí samozřejmě pouze u klidového dýchání. Po skončení klidového expiria zůstává v alveolách stále asi 2500 ml vzduchu, 350 ml atmosférického vzduchu, který přináší nové inspirium, tak nemění složení alveolárního vzduchu nijak dramaticky. Při běžném atmosférickém tlaku a klidovém dýchání jsou tedy hodnoty parciálního tlaku kyslíku v alveolách asi 100 mmHg a hodnoty oxidu uhličitého pak asi 40 mmHg.

Toto složení alveolárního vzduchu závisí především na velikosti alveolární ventilace a pak na spotřebě kyslíku a produkci oxidu uhličitého v organismu na straně druhé (nyní nebereme v potaz jiný než atmosférický tlak, ani jiné složení vdechované směsi, než má atmosférický vzduch). Změní-li se poměr mezi alveolární ventilací a metabolickou spotřebou kyslíku, dochází potom i ke změnám parciálních tlaků plynů v alveolech. Například při prohloubeném a zrychleném dýchání v klidu dochází k zvýšení parciálního tlaku kyslíku a naopak ke snížení této hodnoty u oxidu uhličitého. Ke snížení parciálního tlaku kyslíku pak dochází například při pobytu ve vyšších nadmořských výškách, kde je nižší podíl kyslíku v atmosféře (Trojan, 2003).

1.3.5 Výměna plynů mezi alveolárním vzduchem a krví

K výměně plynů mezi krví a vzduchem v alveolách dochází skrze alveolo-kapilární membránu. Účinnost této výměny závisí na několika faktorech, ovlivňuje ji např. síla membrány, její plocha nebo také rozdíl parciálních tlaků a difuzních koeficientů plynů (Mourek, 2012).

Krev v plicních kapilárách, která je čerpána ze systémových žil a přes srdce a pulmonální artérie je dopravována až k alveolám, má nízký parciální tlak kyslíku, asi 40 mmHg, a naopak vysoký parciální tlak oxidu uhličitého, asi 46 mmHg. Přes alveolo-kapilární membránu, která je běžně silná asi jeden mikrometr, probíhá difuze krevních plynů na ploše cca 100 m². Tato difuze probíhá obousměrně. Kyslík difunduje z alveolů do plicních kapilár, a to až do

vyrovnání parciálních tlaků na obou stranách bariéry a oxid uhličitý zrovna tak v opačném směru. Za normálních podmínek probíhá difuze natolik rychle a průtok krve v kapilárách je natolik pomalý, že parciální tlak v kapilárách se ustálí ještě před jejich koncem a krev v plicních žilách má tak již prakticky stejný parciální tlak kyslíku a oxidu uhličitého jako alveolární vzduch (Trojan, 2003).

Důležitým faktorem, který ovlivňuje rychlost difuze, je plocha, na které difuze probíhá. Ve většině plicních kapilár krev v klidném stavu neprotéká. Začínají se prokrvovat až po zvýšení tlaku, při větším srdečním výdeji, ke kterému dochází při zátěži. K patologickým jevům, které negativně ovlivňují difuzní kapacitu plic, řadíme např. emfyzém, při kterém dochází k destrukci alveolárních sept. Celkový počet alveolů se zmenšuje, a tím klesá i plocha, na které dochází k difuzi. Difuzní kapacita plic však může klesat i při normálně zachované ploše alveolů. Příčinou může být např. patologické zesílení alveolo-kapilární membrány a snížení její permeability (Mourek, 2012).

Vůbec nejčastější příčinou poruchy difuze je však nepoměr mezi ventilací alveolů a krevní perfuzí jejich kapilár. Ventilace a perfuze nebývá v plicích rovnoměrná ani za fyziologických podmínek. Patologické prohloubení tohoto nepoměru pak bývá nejčastější příčinou arteriální hypoxemie. Tento poměr ventilace/perfuze je závislý na centrálním řízení ventilace a dále se také uplatňují důležité lokální regulační vlivy.

Krevní tlak stoupá v plicním řečišti při zvýšení průtoku pouze minimálně, zvýšení průtoku tedy závisí především na pasivní dilataci cév. K zajištění dobrého poměru mezi ventilací a perfuzí však tento mechanismus nemusí stačit, musí se tedy uplatňovat i mechanismy, které aktivně ovlivňují průtok jednotlivými částmi plicního řečiště. Nevýznamnějším faktorem, který má vliv na průtok krve plicním řečištěm, je parciální tlak kyslíku v alveolárním vzduchu. Efekt, který má parciální tlak kyslíku na tonus hladké svaloviny cév, je v plicním řečišti opačný, než je tomu u cév v systémovém řečišti. Pokles parciálního tlaku kyslíku v alveolárním vzduchu vede ke zvýšení tonu u hladké svaloviny cév, a tím omezuje průtok krve kolem daných plicních sklípků. V systémové cirkulaci naopak snížený parciální tlak kyslíku ve tkáních vede ke snížení tonu hladké svaloviny cév, a tím ke zvýšení průtoku krve. Při zvyšování poměru ventilace - perfuze dochází na lokální úrovni k poklesu parciálního tlaku oxidu uhličitého a zároveň k zvyšování pH. Zvyšováním pH dojde ke zvětšení napětí hladké svaloviny dýchacích cest, a tím k přesměrování ventilace do oblastí, kde poměr ventilace - perfuze je nižší (Trojan, 2003, Silbernagl, 2004).

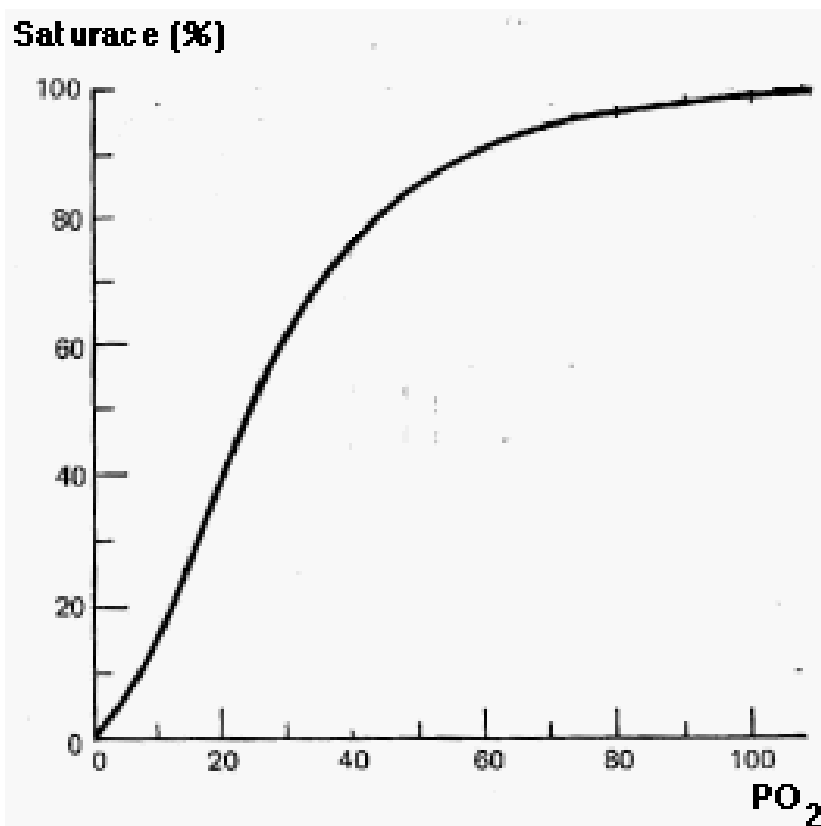
1.3.6 Transport plynů v krvi

Spotřeba dospělého člověka v klidném stavu dělá 0,25 l kyslíku za minutu, přitom současně vyprodukuje asi 0,2 litru oxidu uhelnatého. Při fyzické námaze se tyto objemy zvětšují, při maximální zátěži i více než patnáctkrát. Toto množství obou plynů musí být schopno tělo přes plíce a krev transportovat. V jednom litru krve lze přitom, za atmosférického tlaku a při fyziologické tělesné teplotě, rozpustit jen asi 3 ml kyslíku. Srdce by tím pádem muselo v klidu přečerpávat asi 80 litrů krve za minutu a při velké námaze až 1500 litrů. V klidu však srdce přečerpá jen asi 5 litrů a při zátěži asi 40 litrů. Transportní mechanismus krve je proto posílen dalšími mechanismy (Naňka, 2015).

Zvýšení transportní kapacity krve pro kyslík zajišťuje hemoglobin v červených krvinkách. Jeden gram hemoglobinu je schopný v krvi navázat asi 1,34 ml kyslíku. Při koncentraci 150 gramů hemoglobinu na litr krve je tak její transportní kapacita navýšena asi na 200 ml kyslíku na litr krve. Přecherpal-li tedy srdce 5 litrů krve za minutu, znamená to, že dopraví k tkáním za stejný čas asi 1 litr kyslíku (Trojan, 2003).

Množství kyslíku, které je přímo fyzikálně rozpuštěné v krvi, je pak závislé na parciálním tlaku kyslíku v alveolech. Podíl v krvi rozpuštěného kyslíku tak lze zvýšit dýcháním stoprocentního kyslíku nebo ještě více dýcháním kyslíku za vyššího než atmosférického tlaku.

Množství kyslíku transportovaného v krvi tedy záleží jak na parciálním tlaku kyslíku, tak i na koncentraci hemoglobinu v krvi. Pro transport kyslíku do tkání je důležitá tzv. disociační křivka hemoglobinu pro kyslík (Herget, 2009).



Zdroj: http://fyziologie.lf2.cuni.cz/uceni/lecture_notes/transport_plynu/#obr1

Množství kyslíku v krvi, které se váže na hemoglobin, není na parciálním tlaku kyslíku v krvi závislé lineárně, křivka má esovitý tvar. Molekula hemoglobinu se skládá ze 4 podjednotek. Každá podjednotka obsahuje jednu hemovou skupinu, která má vazebné místo pro navázání jedné molekuly kyslíku. Hemoglobin bez navázaného kyslíku, nazývaný deoxyhemoglobin, má nejnižší afinitu neboli schopnost se chemicky navázat na kyslík. S každou navázanou molekulou kyslíku se afinita hemoglobinu ke kyslíku zvětšuje. Tím se usnadňuje vazba

kyslíku na hemoglobin v plicních kapilárách, kde pokud již jsou navázány některé molekuly kyslíku, tak k navázání dalších dochází rychleji. Zároveň pokud dojde ke snížení parciálního tlaku kyslíku, tak také dojde ke snížení afinity a kyslík se do tkání uvolňuje snadněji, a tímto mechanismem tak jsou tkáně dostatečně zásobeny kyslíkem i při jeho menším parciálním tlaku. Na konci periferních kapilár obsahuje hemoglobin za normálních podmínek ještě stále asi 75 % navázaného kyslíku. Pokud se tkáňová potřeba kyslíku zvýší, se snižující se afinitou se z hemoglobinu začne uvolňovat i zbývající kyslík (Herget, 2009).

1.4 Patofyziologie intoxikace CO

1.4.1 Porušení transportní funkce krve

Transportní kapacita krve pro kyslík je dána schopností kyslíku se v krvi volně rozpustit, především pak ale jeho schopností vázat se na hemoglobin (Trojan, 2003). Trojan uvádí, že ve 200 ml arteriální krve jsou pouze 3 ml kyslíku rozpuštěny volně v krvi a 197 ml kyslíku je navázáno na hemoglobin.

Hemoglobin slouží v červených krvinkách jako transportní bílkovina pro kyslík, ale i oxid uhličitý. Hemoglobin je pak tvořen podjednotkami, kde každá obsahuje jeden hem (komplex porfyrinu a Fe^{2+}) (Silbernagl, 2004).

Oxid uhelnatý se patologicky váže na hemové proteiny červenýchrvinek a vzniká karboxyhemoglobin (Remeš, 2013). Afinita hemoglobinu k oxidu uhelnatému může být až třístokrát vyšší než ta, kterou vykazuje ke kyslíku. Hemoglobin pak ztrácí schopnost kyslík ve tkáních uvolňovat a také ho na sebe v plicích navazovat (Mourek, 2012). Zároveň disociace karboxyhemoglobinu je pomalejší než disociace oxyhemoglobinu (Trojan, 2003).

1.4.2 Kardiální poškození při intoxikaci

Oxid uhelnatý je znám svým negativním působením především na nervový systém, jeho vliv na funkčnost srdce bývá často opomíjen. Oxid uhelnatý se v krvi váže na hemoglobin a vytváří karboxyhemoglobin. Tato vazba je pak až o 220 % silnější než vazba, kterou se hemoglobin pojí s kyslíkem (Hanley, 2017).

Vazba, kterou se oxid uhelnatý váže s myoglobinem srdečního svalu, je ještě silnější než jeho vazba s hemoglobinem v krvi (Jankowska, Palabindala, 2017). Jankowska dále ve svém článku uvádí, že tato vazba může vést ke kardiomyopatii a hypotenzi, která může způsobit až tkáňovou hypoxii a následně může dojít až k tkáňovému poškození v oblasti myokardu.

1.4.3 Těhotenství

Otrava oxidem uhelnatým je jednou z nejčastějších příčin úmrtí při intoxikacích u těhotných žen. Endogenní hladina oxidu uhelnatého je v průběhu těhotenství zvýšená, těhotné ženy jsou pak náchylnější k otravě oxidem uhelnatým. Na tomto jevu se podílí i skutečnost, že minutová ventilace je v těhotenství vyšší. Při otravě matky oxid uhelnatý rychle přechází placentou do

fetálního oběhu. Fetální hemoglobin má vyšší afinitu než ten běžný, takže plod je k otravě náchylnější než matka. Jsou zdokumentovány případy, kdy při otravě matka přežila, a plod zemřel. Oxid uhelnatý může působit teratogenně. Jaký vliv na plod může mít, závisí na stupni vývoje plodu. V embryonální fázi může způsobit neurologické a skeletární deformity, ve fázi plodu může vzniknout anoxická encefalopatie, může rovněž dojít k poruchám růstu. Ve třetím trimestru může působením oxidu uhelnatého dojít k předčasnému porodu, ke kardiomegalii, poruchám imunity nebo myelinovým deficitům (Ševela, 2014).

Dle Ševely (2011) je klinický obraz matky lepším ukazatelem závažnosti otravy plodu než změřená hladina karboxyhemoglobinu v krvi. Naopak Ševčík (2014) tvrdí, že podle klinického stavu matky nelze určovat míru závažnosti otravy plodu.

1.5 Péče o pacienta

1.5.1 Diagnostika otravy CO

Prvním důležitým bodem ke správnému určení diagnózy při otravě oxidem uhelnatým je správný a důkladný odběr anamnézy. Zdravotníci by měli mít intoxikaci oxidem uhelnatým na mysli.

Pokud je toho pacient schopen, je třeba se ho důkladně zeptat na možné typické znaky, které otravu většinou provázejí. Pokud toho pacient sám není schopen z důvodu bezvědomí nebo zmatenosti, je nutno se obrátit na svědky incidentu, popřípadě pátrat po možných indiciích v okolí, které by nám mohly pomoci objasnit nastalou situaci (Dobiáš, 2007).

Vždy je nutno zjistit, co vzniklé situaci předcházelo. Je třeba zjistit, jestli nebylo manipulováno se spotřebiči na propan-butan nebo zemní plyn, kotlem na plyn nebo tuhá paliva. Dále je třeba vyzvědět, jestli nebyl na místě rozděláván oheň, např. v krbu nebo kamnech, jestli nebyl na místě cítit kouř, popřípadě zdali nebyl pacient v uzavřené místnosti, kde bylo manipulováno se stroji se spalovacím motorem (Zadák, 2017).

Při získávání anamnézy pacienta klademe důraz na typické příznaky, jako jsou například poruchy vědomí, výskyt křečí, nevolnost nebo bolest hlavy. Dále je nutno při vyplňování osobní anamnézy pacienta upozornit na možné onemocnění a stavy, které mohou případnou otravu komplikovat. Sem řadíme zejména těhotenství, dále pak například kouření cigaret.

Stanovení špatné diagnózy může mít na stav pacienta velmi negativní dopad. V takovém případě se v ohrožení mohou ocitnout rovněž další osoby zdržující se na místě incidentu (Dobiáš, 2013).

Na možnost intoxikace CO mohou upozornit hlásicí přístroje, kterými jsou v současné době vybaveni jak HZS, tak i posádky ZZS. Nelze se však na ně vždy bezpodmínečně spoléhat, neboť je možné, že prostory, kde se pacient nachází, byly již vyvětrány, popřípadě se pacient nachází na jiném místě, než kde byl působení oxidu uhelnatého vystaven (HZS Plzeňského kraje, 2017).

Klinický stav pacienta závisí na vícero faktorech, jako jsou délka expozice, koncentrace oxidu uhelnatého ve vdechované směsi, alveolární ventilace, individuální vnímavost a tělesná aktivita. Celkový klinický obraz je proto velmi nespecifický a příznaky, které se u otravy oxidem uhelnatým vyskytují, se objevují také u dalších onemocnění. K záměně při určování diagnózy proto může dojít poměrně snadno. Kratší expozice oxidu uhelnatého o vyšší koncentraci má obecně mírnější průběh než delší expozice o nižší koncentraci (Ševčík, 2014).

Mezi obvyklé příznaky, které provázejí mírnější formu otravy, řadíme bolesti hlavy nebo na hrudi, nevolnost, závratě, palpitace, pocit slabosti, ale i psychické potíže. Při závažnějším stupni otravy nastupují dále neurologické symptomy pyramidového i extrapyramidového charakteru, dále dochází v různých stupních k poruše vědomí (somnia, sopor, kóma) (Berlit, 2007).

Klinický obraz může být modifikován různými přidruženými okolnostmi, které otravu oxidem uhelnatým doprovází. Může jít například o popáleniny nebo naopak podchlazení (často u pacientů nalezených ve vaně, kteří se otrávil při poruše průtokového ohřívače), inhalační trauma u požárů, tlakové nekrózy, aspirace u poruch vědomí. Typická sytě růžová barva kůže, často popisovaná v literatuře, se nemusí vyskytovat u všech případů otravy oxidem uhelnatým. Část pacientů mívá kůži spíše bledou (Ševela, 2011).

Hodnota karboxyhemoglobinu v krvi nemusí přesně korelovat s klinickým stavem pacienta a ne vždy odráží skutečnou závažnost intoxikace. Pro zvolení následné léčby a stanovení prognózy je proto daleko více důležitý klinický obraz a zhodnocení jednotlivých orgánových systémů než samotná hodnota karboxyhemoglobinu. Určit míru závažnosti intoxikace oxidem uhelnatým na podkladě klinického obrazu pacienta nám umožňuje například takzvaná Ostravská klasifikace (Příloha 1). Příznaky otravy oxidem uhelnatým jsou spojeny s citlivostí orgánů, které jsou metabolicky velmi aktivní a mají vysokou perfuzi. Sem řadíme především srdeční svalovinu a mozek (Hájek, 2009a).

Příznaky otravy oxidem uhelnatým můžeme rozdělit na subjektivní a objektivní. Samotnou otravu pak na chronickou a akutní. Mezi prvními reaguje na zvýšenou koncentraci oxidu uhelnatého kardiiovaskulární systém. Proto se možné příznaky jako jsou hypotenze, palpitace, bolesti na hrudi, dysritmie, akutní plicní edém, koronární ischémie a diseminovaná intravaskulární koagulopatie objevují jako jedny z prvních. Pacienti, kteří prošli poškozením myokardu v rámci otravy oxidem uhelnatým, mají téměř trojnásobně vyšší dlouhodobou kardiiovaskulární mortalitu než pacienti, kteří toto poškození neprodělali. Významnými prediktory, které ovlivňují možnost, že myokard bude poškozen, jsou diabetes mellitus, hypertenze a ICHS. V případě závažné otravy může dojít k rhabdomyolýze, která může vést až k akutnímu renálnímu selhání (Marinella, 2007).

Při nižších koncentracích oxidu uhelnatého může pacient pociťovat bolesti hlavy, otupělé myšlení, závratě, šeroslepost, hučení v uších, agitovanost nebo naopak deprese. Při vyšších koncentracích již může pacient pociťovat silnou migrénu a může docházet k poruchám vědomí, až ke kómatu. Na zornicích očí lze pozorovat fixní mydriázu. U velmi vysokých koncentrací nastává zpravidla kóma, doprovázené tonicko-klonickými křečemi a edémem mozku. Bezvědomí způsobené takto silnou koncentrací oxidu uhelnatého může nastoupit náhle, i bez manifestace dříve popsaných příznaků. K příznakům silné otravy lze dále přidat také hypoventilaci, dušnost a hypertermii (Ševčík, 2014).

Jednou z dlouhodobých komplikací intoxikací oxidem uhelnatým jsou také pozdní neuropsychická postižení. Asi u 15-40 % pacientů dochází v rámci dnů až měsíců od expozice k nástupu neurologických příznaků, jakými jsou poruchy paměti (častěji je postižená krátkodobá paměť), kognitivní dysfunkce, zmatenost, demence, snížení intelektu a parkinsonská symptomatologie. V současné době nejsou známa žádná laboratorní vyšetření, která by dokázala markery těchto příznaků odhalit. Jako nezávislý rizikový faktor můžeme uvést přítomnost bezvědomí a věk nad 60 let. Těmto postižením pak odpovídají také změny na zobrazovacích metodách (CT, MRI) v bílé i šedé hmotě. V lepších případech (asi 50-70 % pacientů) dochází během jednoho roku od expozice k výraznému neurologickému zlepšení, až k úplnému vymizení těchto příznaků (Mumenthaler, 2008, Hirt, 2016).

Jedním ze základních laboratorních vyšetření je stanovení hladiny karboxyhemoglobinu v krvi pomocí CO-oxymetrie, která funguje na principu spektrofotometrie. Využívá se přítom světlo, které je absorbováno v šesti různých vlnových délkách. Tato metoda je poměrně rychlá a přesná. Přesto téměř třetina nemocnic v České republice nemá možnost tohoto laboratorního vyšetření. Musí proto své vzorky posílat na vzdálenější pracoviště, která tuto metodu mají k dispozici, čímž dochází k prodlevě v určení diagnózy, a tím pádem i zahájení léčby. Další možností, jak v krvi COHb zjistit, je metoda plynové chromatografie (Hirt, 2016, Zadák, 2017).

Dalším možným způsobem, jak hladinu karboxyhemoglobinu v krvi měřit, je využití neinvazivní pulzní CO-oxymetrie. Tato metoda využívá jednoduchý, přenosný přístroj, který pracuje na principu spektrofotometrie. Využívá k tomu senzor, který se podobá běžnému oxymetru, avšak místo dvou vlnových délek pracuje až s osmi. Tato metoda je vhodná zejména pro využití v přednemocniční neodkladné péči, pro ambulance, či urgentní příjmy nemocnic. Její přesnost je poměrně uspokojivá. Odchylka tvoří jen asi 5-10 % oproti laboratornímu vyšetření (Remeš, 2013, Ševela, 2011).

Dalším velmi orientačním způsobem, jak zjistit přítomnost oxidu uhelnatého u pacienta, je použití detekční trubičky. Výhoda této metody spočívá především v její jednoduchosti a levnosti, je však opravdu jen orientační. Navíc vyžaduje spolupracujícího pacienta (Ševčík, 2014).

Využití běžného pulzního oxymetru není v případě otravy oxidem uhelnatým vhodné. Přístroj pracuje na principu pohlcení světla ve dvou vlnových délkách a vzhledem k tomu, že oxyhemoglobin a karboxyhemoglobin mají tyto vlnové délky stejné, přístroj ukazuje falešně vysoké hodnoty saturace kyslíkem (Polák, 2014).

1.5.2 Terapie

První pomoc

Základem první pomoci u náhle vzniklých případů je včasné vyhodnocení a případně i odstranění jakéhokoli rizika, které by mohlo bezprostředně ohrozit dýchání a krevní oběh. První pomoc lze rozdělit na několik různých typů. Základní první pomoc prováděná laiky spočívá především v přivolání zdravotnické záchranné služby, přerušování působení příčiny, která způsobila poškození zdraví, popřípadě zahájení KPR, vyžaduje-li to situace. Dalším

typem je odborná první pomoc, která je již prováděna vyškoleným zdravotnickým personálem za použití odborných znalostí, léků a přístrojů (Hasík, 2008, Remeš, 2013).

Prioritou první pomoci v případě otravy oxidem uhelnatým by mělo být co nejčasnější přemístění pacienta mimo oblast, kde oxid uhelnatý uniká. Jejím cílem je tedy dostat pacienta na čerstvý vzduch a zajistit mu tím dostatek kyslíku. Pokud není z nějakého důvodu možné dostat pacienta mimo oblast výskytu oxidu uhelnatého, je nutno alespoň zajistit, aby se do tohoto místa dostalo co nejvíc kyslíku. Můžeme například otevřít okna a dveře, aby do místnosti proudil čerstvý vzduch (Buchta, 2014).

Při poskytování jakékoliv pomoci musíme vždy dbát v první řadě na bezpečnost záchránce. Proto pokud se nám jeví situace nebezpečná a nejsme schopni zajistit první pomoc sami, je nutné přivolat na místo události HZS, který má k poskytnutí technické první pomoci náležité vybavení a výcvik (Ševela, 2011).

U pacientů, u kterých se neprojeví známky života, je nutné zahájit kardiopulmonální resuscitaci. V případě bezvědomí a bezdeší (popřípadě gaspingu) zahájíme srdeční masáž. Vzhledem k tomu, že při intoxikaci oxidem uhelnatým dochází k snížení hladiny kyslíku v krvi, je vhodné, aby společně se srdeční masáží byly prováděny také umělé vdechy (Hasík, 2008).

Technickou první pomoc obstarává především HZS. Spočívá především ve vyproštění pacienta ze zamořeného prostředí. Na tuto úlohu jsou vybaveni izolačními dýchacími přístroji. Ty jim dovolují provádět záchranné práce i v prostředí, kde se nachází toxické látky a dým (HZS Plzeňského kraje, 2017).

Přednemocniční neodkladná péče

Hlavním úkolem posádek ZZS je co nejdříve rozpoznat stav, v jakém se pacient nachází, a určit správně diagnózu. Je důležité podotknout, že zdravotníci se musí vždy ujistit, že sami sebe nevystavují riziku. Pokud toto riziko existuje, čekají, až HZS evakuje pacienta na bezpečné místo (Ševela, 2011).

Samotná péče o pacienta se pak odvíjí od jeho klinického stavu. Pacientovi musí být zhodnocen stav vědomí, dechová aktivita a stav krevního oběhu. Tyto základní vitální funkce musí být pravidelně monitorovány. Pacientovi je tedy nutné změřit krevní tlak, zajistit záznam 12svodového EKG, neboť až v 37 % vážné otravy oxidem uhelnatým dochází k poškození myokardu. Pacientovi je dále třeba určit GCS, pokud je k dispozici přístroj k měření pulzní CO-oxymetrie, je vhodné ho využít. Další důležitou částí zajištění pacienta je jeho neurologické vyšetření, zhodnotit případná vnější poranění, zjistit, zda pacient nemá některá chronická onemocnění, která by mohla daný stav více komplikovat (diabetes mellitus, ICHS), v případě žen ve fertilním věku zjistit, zda nejsou těhotné (Ševčík, 2014).

Důležité je zajistit pacientovi periferní žilní vstup a zahájit co nejdříve oxygenoterapii. Tu podáváme buď kyslíkovou maskou s rezervoárem (užití masky bez rezervoáru není vhodné), kterou nastavíme na vysoký průtok (15 l/min), nebo v případě pacientů s GCS pod 8 zajistíme dýchací cesty orotracheální intubací a napojíme pacienta na UPV s FiO₂ 1,0 za užití přetlaku na konci výdechu - PEEP (Ševela, 2011).

Další léčba je pak symptomatologická a odvíjí se od klinického stavu daného pacienta. Řadíme sem například tekutinovou resuscitaci a orgánovou podporu. Pokud pacient trpí

nauzeou a zvrací, je na místě zvážit podání dostupných antiemetik. U agitovaných, agresivních pacientů nebo u pacientů trpících křečemi je možné využít benzodiazepiny. Pokud máme podezření, že pacient je postižen edémem mozku (trpí hyperventilací, hypertenzí spojenou s bradykardií, má poruchu vědomí, zornice jsou mydriatické, trpí bolestí hlavy a nauzeou), zahajujeme u něj antiedematózní léčbu manitolem a diuretiky. U pacientů, u kterých dojde k zástavě oběhu, zahajujeme neprodleně KPR (Remeš, 2013, Zadák, 2017).

Pacient při vědomí by měl být transportován v poloze, kterou si sám zvolí. Pokud je pacient v bezvědomí, transportní poloha je vleže, hlava může být elevována a fixována, čímž předcházíme možné nežádoucí extubaci či možnému iatrogenímu poškození. V případě závažnější otravy by pro transport mělo být zvoleno zařízení, které disponuje možností hyperbarické oxygenoterapie. Možnou komplikací je v tomto případě dojezdová vzdálenost (Češka, 2015).

Nemocniční péče

V nemocničním prostředí pacient prodělá další sérií testů a vyšetření. Je nutno provést odběry krve, a to nejen pro CO-oxymetrii na určení hladiny karboxyhemoglobinu v krvi, je také nutné zajistit vyšetření krevních plynů, krevní obraz, provádí se také kompletní toxikologický screening moči a biochemický screening včetně určení hodnot glykémie a myoglobinu. Dále se provádí vyšetření na arteriální laktát (laktátová acidóza se spojuje s horší prognózou a delší expozicí), troponin a měření EKG z důvodu možného poškození myokardu (Češka, 2015, Kapounová, 2007).

CT, MRI nepatří mezi rutinně prováděná vyšetření, neboť může dojít k prodlevě v samotné léčbě otravy. Zpravidla se využívají v případech, kdy se u pacienta vyvine dlouhodobé bezvědomí a existuje podezření, že dojde k rozvoji pozdních neuropsychických postižení, nebo je u pacienta předpoklad, že trpí mozkovým edémem. Pacient by naopak měl absolvovat neurologické vyšetření, a to včetně neuropsychologických testů (např. CONSB), tato vyšetření však nesmí vést k oddalování definitivní léčby. Po propuštění z nemocničního zařízení je vhodné, aby pacient absolvoval s odstupem 2-3 týdnů kontrolní neurologické vyšetření, které má odhalit případné rozvíjející se pozdní neuropsychické postižení (Ševela, 2011, Mumenthaler, 2008).

Samotná léčba spočívá v terapii kyslíkem. Ta je zajišťována buď za normálního atmosférického tlaku (normobarická oxygenoterapie), nebo za tlaku zvýšeného (hyperbarická oxygenoterapie (Hájek, 2009a).

Normobarická oxygenoterapie se využívá u méně závažných případů, kde je symptomatologie nevýrazná a příznaky jsou především subjektivní. Tento stav bychom na stupnici Ostravské klasifikace řadili do prvního stádia otrav. Kyslík je doporučeno podávat po dobu alespoň 12 hodin, a to způsobem, kterým lze dosáhnout FiO_2 blížící se 1,0. Toho lze dosáhnout buď pomocí obličejové masky s rezervoárem a vysokým průtokem kyslíku (15 l/min), nebo pomocí systému bez zpětného vdechování s výdechovými ventily, kam řadíme například CPAP masku, CPAP helmu nebo Rubenův ventil (Češka, 2015, Ševčík, 2014).

Hyperbarická oxygenoterapie neboli HBO je taková léčba kyslíkem, kdy je kyslík podáván při tlaku, který je vyšší než atmosférický. Zpravidla to je 200-300 kPa. Při užití HBO dochází k rychlejší disociaci karboxyhemoglobinu, a to z 90 minut na pouhých 22. Dále dochází

k rychlejšímu dodávání kyslíku do periferních tkání a mizí tkáňová hypoxie a ustupuje mozkový otok (Ševela, 2011).

Jako hraniční hodnota karboxyhemoglobinu v krvi pro zahájení HBO je udáváno 25 %. Dalšími kritérii pro využití HBO jsou ztráta vědomí na místě události nebo v nemocnici, abnormální neurologický nálezn, kardiální dysfunkce nebo těhotenství. Pro snadnější třídění pacientů, kteří jsou indikováni k HBO, existuje algoritmus užití HBO a HBO dle O'Briena a Manakera (Příloha 2).

Hyperbarická oxygenoterapie se doporučuje zahájit co nejčasněji, ideálně do 6 hodin od expozice oxidu uhelnatého. Při využití HBO se používá takzvaný Weaverův protokol. Ten spočívá v absolvování 3 expozií HBO během 24 hodin, kdy jedna expozice trvá zpravidla 90 minut, pokud nedojde k možným komplikacím. Mezi tyto komplikace patří například ušní barotrauma, dekompresní nemoc nebo vzduchová embolie (Ševčík, 2014).

Doporučený tlak, který se využívá u hyperbarické oxygenoterapie, je 250-300 kPa. V případě, že je pacient asymptomatický a od expozice oxidu uhelnatého uplynulo více jak 24 hodin, se doporučuje již léčbu nezahajovat.

Studii zabývajících se výhodami HBO v léčbě intoxikace oxidem uhelnatým je mnoho. Existuje 6 randomizovaných a kontrolovaných studií, které se zabývají souvislostí mezi užitím HBO, mortalitou a výskytem pozdních neuropsychických postižení při otravě oxidem uhelnatým. Čtyři z nich prokázaly pozitivní efekt HBO ve zlepšení neurologických výsledků a snížení mortality, další dvě nikoliv (Ševela, 2011).

Na základě těchto nejednoznačných výsledků není HBO vždy nutně upřednostňována před normobarickou oxygenoterapií, zůstává však vyhrazena pro otravy oxidem uhelnatým s vážnějším průběhem. Ze zasedání sedmé Evropské konsensuální konference hyperbarické medicíny konané v roce 2004 vyvstala doporučení pro užití HBO u intoxikace oxidem uhelnatým u těchto případů: ztráta vědomí na místě, abnormální neurologický nálezn a těhotná žena (Hájek, 2009a).

V České republice je v současné době 12 pracovišť, která disponují možností hyperbarické oxygenoterapie. K dispozici je cca 55-60 míst, na jedno místo tedy připadá asi 170 000 obyvatel. Dle názoru České společnosti hyperbarické a letecké medicíny by v optimálním stavu mělo připadat jedno místo na 100 000 obyvatel. V ideálním případě by tedy mělo být v České republice k dispozici cca 100 míst, tedy téměř dvojnásobný počet.

Dalším problémem využití HBO v České republice je nerovnoměrné rozmístění hyperbarických center napříč územím státu. Zatímco v Čechách se nachází 11 pracovišť s možností HBO, na Moravě je pouze jedno, a to v Ostravě. Spádovou oblastí ostravského hyperbarického centra je tedy celá Morava, což může vést k časovým prodlevám u akutních stavů kvůli vzdálenosti. Některá hyperbarická centra rovněž nedisponují technickým zázemím k příjmu nestabilních pacientů a neumožňují například přijmout pacienta na UPV (České Budějovice) (Hájek 2009b, Přehled léčebných center hyperbarické oxygenoterapie na území ČR 2015).

2. Cíle práce a výzkumné otázky

2.1 Cíle práce

Cíl 1: Zmapovat současné povědomí a znalosti nelékařských zdravotnických pracovníků o problematice intoxikace CO.

Cíl 2: Zjistit, zda zdravotníci vědí, jak se o pacienta intoxikovaného CO postarat a jaká péče je pacientům poskytována v současné době.

2.2 Výzkumné otázky

Výzkumná otázka 1: Jaké povědomí mají o otravě oxidem uhelnatým NLZP?

Výzkumná otázka 2: Dovedou NLZP poskytnout pacientovi intoxikovanému CO adekvátní péči?

Výzkumná otázka 3: Jaká péče je pacientům otráveným CO poskytována v současné době?

3. Metodika

3.1 Metodika práce

Pro potřeby výzkumné části této práce bylo využito metody kvalitativního výzkumu. Data pro výzkum byla získávána prostřednictvím semistrukturovaných rozhovorů s nelékařskými pracovníky pracujícími buď na pozici zdravotnický záchranář v přednemocniční neodkladné péči, nebo jako zdravotní sestry na jednotce intenzivní péče v nemocnici.

Rozhovor byl veden celkem s 13 respondenty, z toho 8 bylo zdravotnických záchranářů pracujících u ZZS a 5 zdravotních sester pracujících na jednotce intenzivní péče. Rozhovor se skládal z předem připravených otázek. Tento rozhovor měl dopředu připravené dvě verze. Jedna byla určena pro pracovníky ZZS (příloha č.3) a druhá pro pracovníky v rámci nemocniční intenzivní péče (příloha č.3). Větší část otázek je identická, liší se v dotazech týkajících se současně poskytované péče, kde bylo třeba rozlišit mezi přednemocniční neodkladnou péčí a nemocniční intenzivní péčí.

Respondenti byli před rozhovorem obeznámeni se skutečností, že data získaná z rozhovorů budou využita a zpracována pro účel této bakalářské práce. Rozhovory byly poskytnuty dobrovolně a respondenti souhlasili s tím, že bude zachována jejich anonymita. Všichni respondenti souhlasili s tím, že při rozhovorech může být pořízen audiozáznam na diktafon, popřípadě budou rozhovory zaznamenány písemným záznamem. Rozhovory byly realizovány na konci měsíce července a začátku měsíce srpna roku 2018.

Data byla po jejich získání analyzována a utříděna do několika kategorií. Tyto kategorie byly pro větší přehlednost uspořádány do tabulek.

3.2 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor se skládá ze dvou částí: osmi zdravotnických záchranářů, kteří pracují pro ZZS JmK na různých výjezdových základnách a 5 zdravotních sester, které pracují na metabolické jednotce intenzivní péče Nemocnice Břeclav.

Jako problém se ukázala ochota zdravotníků poskytnout rozhovor, a to jak u zaměstnanců ZZS JmK, tak u zaměstnanců nemocnice. Toto je také důvodem, proč je podíl zdravotnických záchranářů a zdravotních sester nerovnoměrný, více sester nebylo ochotných rozhovor poskytnout.

4. Výsledky

4.1 Kategorizace dat

Výsledně získaná data z rozhovorů jsou pro větší přehlednost rozdělena do 12 kategorií. Tyto kategorie jsou pro lepší přehlednost uspořádány do tabulky 1. Kategorie byly rovněž zapsány do tabulky a následně byly výsledky podrobněji rozepsány. Prvních sedm kategorií je společných pro respondenty obou pracovišť, kategorie 7 až 12 jsou pak rozděleny podle pracovišť, na kterých jsou respondenti zaměstnáni.

Tabulka 1- kategorie dat

Kategorie 1	Identifikace respondentů
Kategorie 2	Teoretické znalosti o CO
Kategorie 3	Patologie otravy CO
Kategorie 4	Diagnostika otravy CO
Kategorie 5	Způsoby podání NBO
Kategorie 6	Indikace HBO
Kategorie 7 (ZZS)	Prováděná vyšetření u pacientů intoxikovaných CO
Kategorie 8 (ZZS)	Využití pulzní CO-oxymetrie v přednemocniční neodkladné péči
Kategorie 9 (ZZS)	Používané možnosti podání oxygenoterapie v přednemocniční neodkladné péči
Kategorie 10 (JIP)	Prováděná laboratorní vyšetření
Kategorie 11 (JIP)	Používané metody měření COHb v krvi
Kategorie 12 (JIP)	Péče o pacienta indikovaného k HBO

Zdroj: Vlastní výzkum

4.2 Výsledky výzkumu

Kategorie 1 – identifikace respondentů

Tabulka 2 – identifikace respondentů

Respondent	Vzdělání	Místo zaměstnání a délka praxe
R1	Vysokoškolské (Mgr.)	ZZS JmK, 5 let
R2	Vysokoškolské (Bc.)	ZZS JmK, 4 roky
R3	Vysokoškolské (Bc.)	ZZS JmK, 4 roky
R4	Vysokoškolské (Bc.)	ZZS JmK, 2 roky
R5	Vysokoškolské (Bc.)	ZZS JmK, 5 let
R6	Vyšší odborné (DiS.)	ZZS JmK, 4 roky
R7	Vyšší odborné (DiS.)	ZZS JmK, 1 rok
R8	Vyšší odborné (DiS.)	ZZS JmK, 3 roky
R9	Vysokoškolské (Mgr.)	Metabolická JIP, 8 let
R10	Vysokoškolské (Bc.)	Metabolická JIP, 5 let
R11	Vyšší odborné (DiS.)	Metabolická JIP, 4 roky
R12	Vyšší odborné (Dis.)	Metabolická JIP, 2 roky
R13	Středoškolské	Metabolická JIP, 8 let

Zdroj: Vlastní výzkum

Tabulka zobrazuje identifikační údaje respondentů. Otázky byly cíleny na dosažené vzdělání a délku praxe na stávajícím pracovišti. Respondenti R1 až R8 představují zaměstnance ZZS JmK a respondenti R9 až R13 zaměstnance metabolické jednotky intenzivní péče Nemocnice Břeclav.

Respondenti R1 a R9 dosáhli magisterského vzdělání, respondenti R2, R3, R4, R5 a R10 jsou absolventi bakalářských oborů vysokých škol. Respondenti R6, R7, R8, R11 a R12 absolvovali vyšší odborné školy. Respondent R13 dosáhl středoškolského vzdělání a je absolventem střední zdravotnické školy.

Délka praxe u respondentů R1, R5 a R10 je pět let. Čtyřletou praxi na pracovišti mají respondenti R2, R3, R6 a R11. Dva roky praxe měli respondenti R4 a R12. Nejdelší praxi měli respondenti R9 a R13, u obou byla délka praxe osm let. Respondent R7 měl jeden rok praxe a respondent R8 tři roky.

Kategorie 2 – Teoretické znalosti o CO

Tabulka 3 – teoretické znalosti o CO

Respondent	Jde CO nějak cítit a vidět?	Možné zdroje otravy CO
R1	Nejde cítit, ani vidět	Karma, výfukové plyny
R2	Je bezbarvý a bez zápachu	Plynové kotle, spalovací motory, karma
R3	Nejde	Výfukové plyny, kotle, netěsnící kamna, požáry
R4	Nelze ho vidět, ani cítit	Karma, výfukové zplodiny, důlní šachty
R5	Ne, to nejde	Průtokové ohřívače, kotle, neudržované kamna a krby, výfukové plyny
R6	Nejde	Karmy, výfukové plyny, kotle na plyn i tuhá paliva, plynové spotřebiče
R7	Ne, je bez zápachu a vidět to také nelze	Průtokové ohřívače, zplodiny z aut
R8	Nejde	Výfukové plyny, dým z požárů, plynová kamna a sporáky
R9	Nelze ho spatřit, ani vidět	Karma, kotle na plyn, krby, kamna na tuhá paliva
R10	Jde o bezbarvý plyn, bez zápachu	Plynové spotřebiče, výfukové plyny
R11	Vidět to nelze, zápachem si nejsem jistá	Karmy, dým z požárů
R12	Nevím	Výfukové plyny, průtokové ohřívače
R13	Nejde	Karma, plynová kamna, kotle na plyn

Zdroj: Vlastní výzkum

Tato kategorie měla za úkol zmapovat znalosti respondentů o základní charakteristice oxidu uhelnatého a také nejčastějších zdrojích otrav tímto plynem. Pro zjištění znalostí základní charakteristiky oxidu uhelnatého byl položen dotaz na jeho barvu a pach. Zaměstnanci ZZS JmK (respondenti R1 až R8) všichni správně odpověděli, že CO je plyn bezbarvý a bez zápachu. Mezi zdravotními sestrami z metabolické JIP byli tři respondenti (R9, R10 a R13), kteří rovněž odpověděli na tuto otázku správně. Respondent R11 odpověděl částečně správně,

neboť si nebyl jist, zda nemá oxidu uhelnatý nějaký zápach. Respondent R 12 pak nedokázal na tuto otázku odpovědět vůbec.

Druhá otázka se týkala zdrojů otravy oxidem uhelnatým. Všichni respondenti dokázali vymyslet alespoň dva možné zdroje otravy. Zároveň byly všechny uvedené odpovědi správné. Nejčastěji udávaným zdrojem otravy CO byl průtokový ohřívač, který část respondentů označovala jako karmu. Tuto odpověď uvedlo celkem 10 respondentů. Další častou odpovědí byly výfukové plyny, které jako potencionální zdroj otravy uvedlo celkem 8 respondentů. Ostatní odpovědi byly méně časté, některé možné zdroje jako například důlní šachty zaznely pouze jednou (respondent R4).

Kategorie 3 – Patologie otravy CO

Tabulka 4 – Patologie otravy CO

Respondenti	Patologické procesy	Stavy a nemoci komplikující otravu CO	Akutní komplikace	Pozdní komplikace
R1	Váže se na Hb a zamezuje tak transportu O ₂	Těhotenství, ICHS	Poškození myokardu	Trvalý neurologický deficit
R2	Zamezuje transportu kyslíku, poškozuje srdce	Těhotenství	Srdeční poškození	Pozdní neurologické postižení
R3	Snižuje transportní kapacitu krve, vede k poškození myokardu	Kardiomyopatie	Plicní edém, infarkt myokardu	Poškození mozku
R4	Způsobuje hypoxii, může vést k poškození srdce a ledvin	Těhotenství, hypertenze	Akutní selhání ledvin, kardiální poškození	Poruchy paměti, demence
R5	Vzniká COHb, který nepřenáší kyslík	Těhotenství	Kardiomyopatie	Neurologický deficit
R6	Dochází k hypoxii	Těhotenství	Poškození funkce srdce, může dojít k srdečnímu infarktu	Psychické problémy jako únava, zmatenost
R7	Váže se na Hb a myoglobin, což vede k poškození mozku a srdce	Nevím	Poškození srdce	Vyšší riziko srdečního poškození v budoucnosti
R8	Způsobuje hypoxii	Těhotenství	Nevím	Neurologické poruchy
R9	Dojde ke vzniku COHb, který nepřenáší kyslík,	ICHS, hypertenze, těhotenství, DM	Infarkt myokardu,	Poruchy paměti, demence, zmatenost

	zároveň může poškodit srdce		ischémie srdečního svalu	
R10	Dochází k hypoxii na podkladě snížené transportní kapacity krve	Těhotenství	Poškození srdce	Pozdní neurologické příznaky- zmatenost, demence
R11	Hemoglobin přestane plnit svou funkci a dochází k hypoxii tkání	ICHS	Nevím	Neurologický deficit
R12	Snižuje se podíl okysličené krve, a to může vést k poškození mozku	Žádný mě nenapadá	Srdeční selhání	Zmatenost
R13	Váže se na hemoglobin a myoglobin v srdci, to vede k hypoxii a poškození srdce	Těhotenství, hypertenze, ICHS	Může dojít k selhání ledvin, nebo ischémii myokardu	Poruchy paměti, únava, demence

Zdroj: Vlastní výzkum

Tato kategorie se zabývá znalostmi patologických procesů, které se v těle odehrávají při intoxikaci oxidem uhelnatým. Skládá se ze čtyř otázek. První otázka se ptá, jaké patologické procesy v těle CO způsobuje. Druhá se ptá na nemoci a stavy, které mohou otravu CO komplikovat. Třetí otázka se zabývá akutními komplikacemi otravy CO. Poslední čtvrtá se pak ptá na pozdní komplikace. Odpovědi jednotlivých respondentů jsou heslovitě zapsány v tabulce číslo čtyři.

Kategorie 4 – Diagnostika otravy CO

Tato kategorie se zaměřila na způsoby, jakými je možné odhalit potenciální otravu oxidem uhelnatým. K této kategorii se pojí dvě otázky. První otázka se zabývá odběrem anamnézy a tím, na co se při jejím odběru zaměřit. Druhá otázka se týká klinických projevů, se kterými se můžeme v rámci intoxikace oxidem uhelnatým setkat a které jsou pro ni typické. Odpovědi respondentů jsou zaneseny do tabulky číslo pět heslovitě.

Tabulka 5 – Diagnostika otravy CO

Respondent	Anamnéza	Typické klinické příznaky
R1	Manipulace s plynovými spotřebiči, přítomnost výfukových plynů, další lidé se stejnými příznaky, těhotenství	Bolest hlavy, nevolnost, poruchy vědomí, dušnost
R2	Přítomnost kouře, manipulace s ohněm, těhotenství	Zmatenost, nevolnost, dušnost, sytě růžová barva
R3	Přítomnost výfukových zplodin, spotřebičů na plyn, karmy, srdečního onemocnění	Nauzea, porucha vědomí, bolesti hlavy a na hrudi, agitovanost, zmatenost
R4	Rozdělávání ohně v krbu nebo kamnech, přítomnost zapnutých spotřebičů na plyn, karmy, těhotenství	Migréna, nevolnost, sytě růžová barva pokožky, poruchy vědomí, agitace, agresivita
R5	Zápach kouře nebo výfukových zplodin, rizikové místo události: koupelna s karmou, kotelna; těhotenství, srdeční onemocnění	Poruchy vědomí, zmatenost, závratě, nevolnost, tiky, křeče
R6	Rizikové prostředí: koupelna s karmou, garáž, průmyslová hala, místnosti s krbem a kamny; těhotenství	Červená barva pokožky, bolesti hlavy a na hrudi, zvracení, agresivita
R7	Přítomnost karmy nebo výfukových zplodin, více postižených osob,	Porucha nebo ztráta vědomí, bolesti hlavy
R8	Zápach kouře, přítomnost ohně, těhotenství	Porucha vědomí, zmatenost, nevolnost
R9	Plynové spotřebiče v domácnosti, zápach kouře a výfukových zplodin, těhotenství, ICHS	Migréna, bolesti na hrudi, porucha vědomí, nauzea, zvracení, růžová barva pokožky, křeče
R10	Těhotenství, výfukové zplodiny	Zmatenost, nevolnost, bolest hlavy
R11	Zápach dýmu, přítomnost karmy	Porucha vědomí, zvracení, bolesti na hrudi, bolesti hlavy
R12	Rizikové prostředí: koupelna s karmou, garáž, kotelna	Nevolnost, zvracení, porucha vědomí
R13	Těhotenství, srdeční onemocnění, přítomnost karmy, zápach kouře	Porucha vědomí, migréna, nauzea, bolesti na hrudi, křeče, zmatenost

Zdroj: Vlastní výzkum

Kategorie 5 – Způsoby podání NBO

Tabulka 6 – Způsoby podání NBO

Respondent	Způsoby podání NBO
R1	Kyslíková maska s rezervoárem (15 l/min), UPV s FiO ₂ 1,0, CPAP maska
R2	Kyslíková maska s vysokým průtokem, UPV s čistým kyslíkem
R3	Kyslíková maska nebo UPV
R4	Kyslíková maska s rezervoárem a vysokým průtokem, UPV s čistým kyslíkem
R5	Kyslíková maska (15 l/min), UPV s FiO ₂ 1,0, CPAP maska
R6	Kyslíková maska s rezervoárem (minimálně 10 l/min), UPV s FiO ₂ 1,0
R7	UPV s čistým kyslíkem, kyslíkovou maskou s vysokým průtokem
R8	Kyslíková maska s rezervoárem, UPV
R9	Kyslíková maska s rezervoárem a vysokým průtokem (13 l/min), UPV s FiO ₂ 1,0, CPAP maska, CPAP helma
R10	Kyslíková maska s vysokým průtokem (10 l/min), UPV
R11	Kyslíková maska s rezervoárem (10 l/min a více), UPV s FiO ₂ 1,0
R12	Kyslíkové brýle, kyslíková maska, UPV
R13	Kyslíková maska s vysokým průtokem (15 l/min), UPV s čistým kyslíkem, CPAP maska

Zdroj: Vlastní výzkum

Tato kategorie se týká podání kyslíkové terapie za běžného atmosférického tlaku. Respondentům byla podána otázka, jakým způsobem je možné podat kyslíkovou léčbu za atmosférického tlaku. Dotaz měl ověřit, zda respondenti mají přehled o možnostech podání kyslíkové terapie a zda vědí, jaké možnosti jsou vhodné pro léčbu otravy oxidem uhelnatým. Odpovědi jednotlivých respondentů jsou uspořádány do tabulky číslo šest.

Kategorie 6 – Indikace HBO

Tabulka 7 – Indikace HBO

Respondent	Indikace k HBO
R1	Těhotenství, bezvědomí, neurologický nález
R2	Bezvědomí na místě nebo v nemocnici, těhotenství, neurologický deficit
R3	Bezvědomí, abnormální neurologický nález
R4	Těhotenství, bezvědomí
R5	Těhotenství, bezvědomí, neurologický nález
R6	Těhotenství, bezvědomí, neurologický nález
R7	Bezvědomí, CoHb v krvi nad 10 %
R8	Těhotenství, bezvědomí, nenormální nález při neurologickém vyšetření
R9	Bezvědomí, těhotenství, nestandardní neurologický nález
R10	Bezvědomí, těhotenství
R11	Bezvědomí, vysoká hladina CoHb v krvi
R12	Bezvědomí, abnormální nález při neurologickém vyšetření
R13	Těhotenství, bezvědomí, nestandardní nález při neurologickém vyšetření

Zdroj: Vlastní výzkum

Šestá kategorie se zabývá hyperbarickou oxygenoterapií. Konkrétně se po respondentech žádalo, aby uvedli indikace k zahájení přetlakové kyslíkové léčby.

Všichni respondenti uvedli, že jednou z indikací k zahájení hyperbarické oxygenoterapie je bezvědomí pacienta. Respondent R2 pak ještě upřesnil, že se bezvědomí může u pacienta objevit na místě nebo až v nemocničním zařízení.

Další odpovědi, na které se shodla většina respondentů kromě respondentů R3, R7, R11 a R12, bylo těhotenství.

Nestandardní neurologický nález nebo obdoby této odpovědi se pak vyskytovaly také u většiny respondentů s výjimkou respondentů R4, R7, R10 a R11.

Respondenti R7 a R11 pak uvedli jako jednu z indikací k zahájení HBO přítomnost CoHb v krvi, kdy R7 mluví o překročení konkrétního procenta, R11 mluví pouze obecně o vysoké hladině.

Kategorie 7 – Prováděná vyšetření u pacientů intoxikovaných CO

Tabulka 8 – Prováděná vyšetření u pacientů intoxikovaných CO

Respondent	Vyšetření
R1	Neurologické vyšetření, EKG, měření TK, TT, glykémie, anamnéza, fyzikální vyšetření, GCS
R2	Měření TK, EKG, neurologické vyšetření, GCS, glykémie, anamnéza, fyzikální vyšetření
R3	EKG, TK, TT, neurologické vyšetření, anamnéza, GCS, fyzikální vyšetření
R4	Anamnéza, fyzikální vyšetření, EKG, GCS, TK, neurologické vyšetření, glykémie
R5	GCS, anamnéza, neurologické vyšetření, TK, GCS, EKG, glykémie, fyzikální vyšetření
R6	Anamnéza, fyzikální vyšetření, GCS, TK, TT, EKG, neurologické vyšetření
R7	Neurologické vyšetření, GCS, anamnéza, glykémie, fyzikální vyšetření, EKG, TK
R8	GCS, glykémie, anamnéza, fyzikální vyšetření, neurologické vyšetření

Zdroj: Vlastní výzkum

Sedmá kategorie je první částí rozhovoru, která se týká pouze zaměstnanců zdravotnické záchranné služby Jihomoravského kraje. Snaží se objasnit, jaká vyšetření absolvuje pacient již v rámci přednemocniční neodkladné péče.

Na některých vyšetřeních se shodují všichni respondenti. Patří sem neurologické vyšetření, odběr anamnézy, fyzikální vyšetření a GCS k hodnocení vědomí.

Všichni respondenti kromě R8 také zahrnuli mezi svá vyšetření EKG a měření TK. Kromě respondentů R3 a R6 také všichni ostatní respondenti odpověděli, že by vyšetřili hladinu glykémie v krvi. Respondenti R1, R3 a R6 se dále shodli na změření tělesné teploty.

Kategorie 8 – využití pulzní CO-oxymetrie v přednemocniční neodkladné péči

Tabulka 9 - využití pulzní CO-oxymetrie v přednemocniční neodkladné péči

Respondent	Využití pulzní CO-oxymetrie
R1	Nevyužívám, není k dispozici
R2	Na pracovišti tuto možnost nemáme
R3	Nelze využít, není součástí našeho vybavení
R4	Tato možnost není k dispozici
R5	Nevyužívám, protože ve výbavě posádek není
R6	Přístroj není k dispozici
R7	Ve výbavě tento přístroj není, takže ho nelze využívat
R8	Přístroj nevyužívám, na pracovišti to nemáme

Zdroj: Vlastní výzkum

Tato kategorie se zabývá využitím neinvazivní pulzní CO-oxymetrie v prostředí přednemocniční neodkladné péče. Tato metoda může být velmi nápomocná jak při diagnostikování otravy oxidem uhelnatým, tak i při určování závažnosti otravy.

Všichni respondenti, tedy R1 až R8, uvedli, že tuto metodu stanovení COHb v krvi nevyužívají, a to z důvodu, že přístroj, který umožňuje využití této metody, není součástí jejich vybavení.

Kategorie 9 – používané možnosti podání oxygenoterapie v přednemocniční neodkladné péči

Tabulka 10 - používané možnosti podání oxygenoterapie v přednemocniční neodkladné péči

Respondent	Používané možnosti podání oxygenoterapie
R1	Kyslíkovou maskou s rezervoárem, UPV
R2	Kyslíková maska, UPV
R3	Kyslíková maska s rezervoárem
R4	UPV, kyslíková maska
R5	Kyslíková maska s rezervoárem, UPV
R6	Kyslíková maska s rezervoárem
R7	Kyslíková maska a UPV
R8	UPV, kyslíková maska s rezervoárem

Zdroj: Vlastní výzkum

Kategorie číslo devět se zabývá používanými způsoby podání kyslíkové terapie v podmínkách přednemocniční neodkladné péče. V kategorii číslo 5 byli respondenti tázáni na existující způsoby podání kyslíku při běžném atmosférickém tlaku. V této kategorii jsou respondenti pracující na úseku přednemocniční neodkladné péče dotazováni, jaké způsoby podání oxygenoterapie reálně využívají ve své praxi.

Všichni respondenti uvedli jako možnost podání kyslíkové léčby kyslíkovou masku. Respondenti R1, R3, R5, R6 a R8 dále upřesnili, že by mělo jít o kyslíkovou masku s rezervoárem. Respondenti R2, R4 a R7 druh masky nijak nespecifikovali.

Všichni respondenti kromě R3 a R6 uvedli jako možnost podání kyslíkové léčby i UPV.

Kategorie 10 – prováděné laboratorní vyšetření

Tabulka 11 – prováděná laboratorní vyšetření

Respondent	Laboratorní vyšetření
R9	CO-oxymetrie, krevní plyny, krevní obraz, biochemie včetně glykémie, troponinu a myoglobinu, screening močového sedimentu
R10	Krevní plyny, troponin, myoglobin, CO-oxymetrie, krevní obraz, laktát
R11	CO-oxymetrie, krevní plyny, krevní obraz, biochemie
R12	CO-oxymetrie, krevní obraz, biochemie, glykémie, screening moče
R13	Co-oxymetrie, ASTRUP, biochemie: glykémie, troponin, myoglobin, krevní obraz, moč na sediment

Zdroj: Vlastní výzkum

Dotaz v této kategorii měl za cíl zmapovat, která laboratorní vyšetření absolvují pacienti intoxikovaní oxidem uhelnatým. Vzhledem k tomu, že možnosti laboratorního vyšetření v přednemocniční neodkladné péči jsou velmi omezené, odpovídali na tento dotaz respondenti, kteří jsou zaměstnanci metabolické jednotky intenzivní péče Nemocnice Břeclav.

Všichni dotazovaní respondenti se shodli na vyšetření CO-oxymetrie jako na jednom z laboratorních vyšetření. Další odpovědí, na které se shodli všichni respondenti, byl krevní obraz. Vyšetření krevních plynů uvedla jako svou odpověď většina respondentů, pouze R12 tak neučinil.

Vyšetření biochemie ve svých odpovědích uvedli respondenti R9, R11, R12 a R13. Respondenti R9 a R13 pak uvedli i některé konkrétní parametry, které v biochemickém vyšetření chtěli znát.

Troponin a myoglobin byly mezi odpověďmi respondentů R9, R10 a R13. U respondentů R9 a R13 byla jako podjednotka odpovědi biochemické vyšetření, R10 je uvedl jako samostatnou odpověď. Rovněž glykémie byla u respondentů R9 a R13 uvedena jako část odpovědi biochemického vyšetření. U R12 pak byla glykémie uvedena jako samostatná odpověď. Respondenti R9, R12 a R13 pak ještě uvedli vyšetření moči ve svých odpovědích.

Kategorie 11 - Používané metody měření COHb v krvi

Tabulka 12 – Používané metody měření COHb v krvi

Respondent	Používané metody měření COHb v krvi
R9	CO-oxymetrie laboratorní spektrofotometrické vyšetření, neinvazivní pulzní CO-oxymetrie
R10	Laboratorní vyšetření CO-oxymetrie
R11	CO-oxymetrie laboratoř, pulzní CO-oxymetrie
R12	Laboratorní vyšetření CO-oxymetrie pomocí spektrofotometrie
R13	CO-oxymetrie spektrofotometrické vyšetření v laboratoři, pulzní CO-oxymetrie

Zdroj: Vlastní výzkum

Tato kategorie znázorňuje odpovědi respondentů na otázku, jaké způsoby měření karboxyhemoglobinu v krvi používají na svém pracovišti.

Všichni respondenti uvedli laboratorní vyšetření CO-oxymetrie, respondenti R10 a R11 však nebyli schopni svoji odpověď specifikovat. Respondenti R9, R12 a R13 pak upřesnili, že jde o vyšetření pomocí spektrofotometrie.

Respondenti R9, R11 a R13 dále uvedli jako druhou možnost, která je na jejich pracovišti používaná, neinvazivní pulzní oxymetrii.

Kategorie 12 – péče o pacienta indikovaného k HBO

Tabulka 13 – péče o pacienta indikovaného k HBO

Respondenti	Péče o pacienta
R9	Oxygenoterapie (UPV nebo kyslíková maska), monitorace EKG, GCS, laboratorní vyšetření, neurologická vyšetření, zajištění PŽK, symptomatická léčba, co nejrychlejší transport do zařízení s možností HBO (Městská nemocnice Ostrava nebo Praha fakultní nemocnice)
R10	Neurologické vyšetření, laboratorní vyšetření, NBO, symptomatická léčba, monitorace EKG, TK, GCS, transport do zařízení s hyperbarickou komorou (Městská nemocnice Ostrava)
R11	Oxygenoterapie za atmosférického tlaku, monitorace EKG, zajištění žilního vstupu, neurologické vyšetření, laboratorní testy, transport do nemocnice vybavené hyperbarickou komorou
R12	Monitorace EKG, TK, GCS, laboratorní vyšetření, podání kyslíku, zajištění žíly, neurologické vyšetření, transport do zařízení s možností HBO
R13	Kyslíková terapie za atmosférického tlaku zajištěná pomocí UPV nebo kyslíkové masky s rezervoárem a vysokým průtokem kyslíku, neurologické vyšetření, laboratorní testy, monitorace EKG, symptomatická léčba, transport do zařízení, které je vybaveno hyperbarickou komorou (Městská nemocnice Ostrava)

Kategorie číslo 12 se zabývá péčí o pacienta o pacienta, který je indikován k hyperbarické oxygenoterapii. Zařízení, kde respondenti pracují, nemá k dispozici hyperbarickou komoru, a tak na pracovišti není možné HBO provádět.

Odpovědi většiny respondentů byly podobné a mnohé se opakovalo. Všichni respondenti se shodli na tom, že pacientovi je třeba podávat kyslík, provést neurologické vyšetření, a také na tom, že pacient by měl být transportován do zařízení, které je vybaveno hyperbarickou komorou a je tam možné provádět hyperbarickou oxygenoterapii. Respondenti R10 a R13 uvedli jako místo, kam se pacienti transportují, Ostravou městskou nemocnici, R9 kromě Ostravské nemocnice jmenuje také Všeobecnou fakultní nemocnici v Praze.

Laboratorní testy a monitoraci EKG ve svých odpovědích uvedli rovněž všichni respondenti. Zajištění žilního vstupu uvedli jako jednu ze svých odpovědí respondenti R9, R11 a R12. Symptomatická léčba byla v odpovědích respondentů R9, R10 a R13. Monitoraci TK by prováděli respondenti R10 a R12, hodnocení GCS pak respondenti R9, R10 a R12.

5 Diskuze

Předmětem této bakalářské práce bylo zjistit, jak vypadá péče o pacienty intoxikované oxidem uhelnatým, a to jak na poli přednemocniční neodkladné péče, tak i v rámci intenzivní péče v nemocnici.

Data byla získána metodou semistrukturovaných rozhovorů. Tyto rozhovory byly vedeny s nelékařskými zdravotnickými pracovníky, kteří působili buď jako zdravotničtí záchranáři u Zdravotnické záchranné služby Jihomoravského kraje, nebo jako zdravotní sestry na metabolické jednotce intenzivní péče Nemocnice Břeclav. Rozhovor měl dvě podoby, lišil se podle toho, zda respondent byl zaměstnancem ZZS, nebo JIP. Rozhovory měly za cíl zjistit, jaké znalosti mají zdravotníci o samotné otravě oxidem uhelnatým, jestli dokáží poskytnout pacientům adekvátní péči a také jaká péče je pacientům poskytována na pracovištích jednotlivých respondentů. Výsledky těchto rozhovorů byly uspořádány do jednotlivých kategorií ve formě tabulek.

První kategorie sloužila k identifikaci jednotlivých respondentů. Rozdělila respondenty podle jejich pracoviště. Zobrazuje jejich dosažené vzdělání a délku jejich praxe na pracovišti.

Druhá kategorie se zaměřuje na obecné vědomosti o oxidu uhelnatém. Oxid uhelnatý je bezbarvý plyn, který nevydává žádný zápach. Na tom se shodují jak Racek (2012), tak i Ševčík (2014). Respondenti R1 až R8, kteří pracují za ZZS, odpověděli všichni správně, mezi respondenty pracujícími na JIP (R9 až R13) se našli dva, kteří nedokázali podat zcela správnou odpověď. R12 odpověď vůbec neznal a R11 si nebyl jistý, zda CO nemůže mít nějaký zápach. Druhou otázkou kategorie byly možné zdroje CO. Na tuto otázku dokázali odpovědět všichni respondenti. Nejčastější odpovědí byl průtokový ohřívač a výfukové plyny. To dle mého názoru odpovídá skutečnosti, že průtokové ohřívače a výfukové zplodiny bývají nejčastějšími zdroji otravy. Tuto skutečnost popisuje např. Ševela (2011). Mnohé z dalších zdrojů, které Ševela uvádí, v rozhovorech vůbec nezazněly, například vysoké pece nebo stroje na výrobu ledu na zimních stadionech. Je to pravděpodobně z toho důvodu, že tyto příčiny bývají méně časté, a proto na ně lidé příliš nemyslí.

Třetí kategorie se zabývala patofyziologií otravy oxidem uhelnatým. Skládá se celkem ze čtyř otázek. V první otázce byli respondenti tázáni na to, jaké patologické procesy v těle CO způsobuje. Všichni dotázaní dokázali odpovědět alespoň částečně, byť některé odpovědi byly značně obecné. Například R6 a R8 pouze uvedli, že způsobuje hypoxii, ale odpověď dále nerozváděli. Ostatní respondenti dokázali uvést, že CO snižuje transportní kapacitu krve pro kyslík, jak také uvádí Mourek (2012). To, že CO může také vážně poškodit srdce kvůli své vazbě na srdeční myoglobin, jak uvádí Jankowska a Palabindala (2017), věděli respondenti R2, R3, R4, R7, R9 a R13. Ve druhé otázce byli respondenti tázáni na stavy, které mohou otravu CO zkomplikovat. Všichni respondenti kromě R7 a R12 dokázali uvést některé stavy. Celkem 9 respondentů mělo ve své odpovědi těhotenství, dalších 5 pak některá srdeční onemocnění. O těchto komplikacích se zmiňuje i Ševela (2011) a jsou pravdivé. Těhotné ženy jsou velmi rizikovou skupinou a zdravotníci by o tomto riziku měli vědět. Ve třetí otázce respondenti odpovídali na to, jaké akutní komplikace mohou doprovázet otravu CO. Hirt (2016) uvádí jako možné komplikace především poškození myokardu, případně akutní selhání

ledvin kvůli rhabdomyolýze. O možnosti srdečního poškození věděli kromě R8 a R11 všichni respondenti. Respondenti R4 a R13 uvedli i možnost akutního ledvinového selhání. R3 navíc uvedl možnost vzniku plicního edému, o kterém píše Ševela (2011). V poslední otázce této kategorie jsem se ptal na pozdní komplikace. Ševčík (2014) je nazývá pozdní neuropsychické postižení. Tuto odpověď uvedli R2 a R10. R7 uvedl možné poškození srdce, které sem však autor neřadí. R4, R6, R9, R10, R11 a R13 uváděli konkrétní problémy, které mohou pod PNP spadat. Zbytek respondentů odpověděl obecněji ve smyslu neurologických příznaků.

Čtvrtá kategorie se týká diagnostiky otravy CO. Respondentům byly položeny dvě otázky. První otázka se týkala anamnézy a toho, na co se při jejím odběru zaměřit. Všichni respondenti uvedli, že by vzali v potaz prostředí, v jakém se pacient nachází. Respondenti uváděli, že by pátrali po zapnutých plynových spotřebičích, průtokových ohřívačích, zdrojích kouře a výfukových plynů. V případě, že by pacientem byla žena, tak by je také zajímalo, zda není těhotná. Tuto odpověď uvedli všichni respondenti kromě R3, R7, R11 a R12. Na přítomnost případného srdečního onemocnění by se zaměřili R3, R5, R9 a R13. Respondenti R1 a R7 by se také zaměřili na situace, kdy je postiženo více lidí na jednom místě. Toto riziko zmiňuje ve své publikaci i Buchta (2014). Celkem mě překvapilo, že na tuto skutečnost pomysleli pouze dva respondenti. Druhá otázka kategorie se ptala na typické příznaky, které intoxikaci oxidem uhelnatým provázejí. Polák (2014) uvádí mezi příznaky poruchy vědomí, a to především u závažnějších otrav. Tuto možnost uvedli téměř všichni respondenti s výjimkou R2 a R6 a R10. Stejný autor zmiňuje také přítomnost nevolnosti a zvracení. Mezi odpověďmi se tato možnost objevila u téměř všech respondentů kromě R7. Dobiáš (2013) se zmiňuje o typicky sytě růžové barvě kůže při otravách CO. Tento příznak ve svých odpovědích uvedli R2, R4, R6 a R8. Ševela (2011) však upozorňuje, že tento jev není příliš obvyklý. Mezi další typické příznaky, o kterých se zmiňuje například Mumenthaler (2008), patří bolesti hlavy a migrény. Ty zmiňují ve svých odpovědích všichni kromě R2, R5, R8 a R12. Stejný autor pak hovoří i o možném výskytu křečí. Ty ve svých odpovědích mají R5, R9 a R13.

Pátá kategorie se zabývá možnostmi podání NBO. Všichni respondenti uvedli jako možnost podání NBO kyslíkovou masku. Pouze respondenti R1, R4, R5, R8, R9 a R11 uvedli, že použitá maska by měla mít rezervoár. Dle mého názoru je toto důležitý detail, protože rezervoár výrazně zvyšuje podíl kyslíku ve vdechované směsi, což uvádí také Dobiáš (2007). Podle Ševčíka (2014) i Ševely (2011) by průtok kyslíku přes masku měl být aspoň 15 l/min. Tuto skutečnost měli ve svých odpovědích R1, R5 a R13. Ostatní respondenti uvedli průtok kyslíku menší, nebo neuvedli vůbec. Další možností, jak podat NBO, je dle Kapounové (2007) UPV. Tuto možnost uvedli opět všichni respondenti. R3, R8, R10 a R12 více odpověď nerozváděli, ostatní uvedli, že by u UPV měl být podáván čistý kyslík. Využití CPAP masky uvedli v odpovědích R1, R5, R9 a R13. Ševela (2011) zmiňuje výhody využití CPAP masky, díky které lze dosáhnout většího FiO₂ než za použití klasické kyslíkové masky s rezervoárem. Je však nutno, aby při jejím používání pacient spolupracoval. R9 přidává jako další možnost CPAP helmu. R12 zmiňuje použití kyslíkových brýlí. Ty se mi však zdají nevhodným řešením, neboť nezajišťují dostatečnou oxygenaci.

V šesté kategorii se řeší problém indikace pacienta k hyperbarické oxygenoterapii. Jak uvádí Hájek (2009): *Ze zasedání sedmé Evropské konsensuální konference hyperbarické medicíny konané v roce 2004 vyvstala doporučení pro užití HBO u intoxikace oxidem uhelnatým u těchto případů: ztráta vědomí na místě, abnormální neurologický nález a těhotná žena.* Bezvědomí uvedli jako svoji odpověď všichni respondenti, těhotenství ve svých odpovědích

neuedli R3, R7, R11 a R12. Na abnormální neurologický nález si nevzpomněli R4, R7, R10 a R11. Respondenti R7 a R11 uvedli, že by se řídili také podle hladiny karboxyhemoglobinu v krvi. Hájek (2009) však uvádí, že lepším ukazatelem závažnosti otravy oxidem uhelnatým je klinický stav pacienta než naměřená hladina COHb. Odpovědi šesti respondentů byly neúplné, jejich neznalost se pak může v praxi projevit a některý pacient může na jejich neznalost i doplatit.

Šestá kategorie se týká pouze zaměstnanců ZZS JmK. Vzhledem k tomu, že bývají často prvními zdravotníky, se kterými se pacient při otravě CO setká, zajímalo mě, jak si v omezených podmínkách přednemocniční neodkladné péče poradí s vyšetřením pacienta. Všichni respondenti se shodují na tom, že odběr anamnézy, fyzikální vyšetření, neurologické vyšetření a zhodnocení GCS provádí. Zároveň však žádný z respondentů nevedl, na co se například u fyzikálního vyšetření soustředí a jak probíhá. Odpovědi byly spíše obecné. Taktéž všichni kromě R8 by provedli měření EKG a TK, R8 zřejmě nepomyslel na možné poškození myokardu při otravě, o kterém hovoří např. Češka (2015). Většina respondentů se shodla také na změření glykémie v krvi, nezmínili ho R3 a R6. Hlavně u pacientů, u kterých došlo k poruše vědomí, je to přitom jedno ze základních vyšetření, jak také zmiňuje Remeš (2013). Respondenti R1, R3 a R6 by dále ještě změřili tělesnou teplotu. Podle mého názoru tak činí, aby vyloučili například chřipková onemocnění, se kterými se intoxikace CO často plete, jak také uvádí Marinella (2007).

Šestá kategorie se zabývá využitím neinvazivní pulzní CO-oxymetrie v prostředí přednemocniční neodkladné péče. Tato metoda může být velmi nápomocná jak při diagnostikování otravy oxidem uhelnatým, tak i při určování závažnosti otravy. Všechny osm respondentů však uvedlo, že tuto metodu nevyužívají, a to z důvodu, že nemají přístroj k dispozici. Přijde mi to jako velká škoda, neboť například Zadák (2017) zmiňuje, že jde o rychlou a přesnou metodu a v podmínkách přednemocniční neodkladné péče by jistě našla dobré uplatnění.

V deváté kategorii byli respondenti tázáni, jakým způsobem podávají kyslíkovou léčbu. Zatímco v páté kategorii respondenti uváděli, jaké způsoby podání kyslíku za atmosférického tlaku znají, v této kategorii jsou již dotazováni, jaké způsoby podání oxygenoterapie reálně využívají ve své praxi v přednemocniční neodkladné péči. Všichni respondenti se shodli na využití kyslíkové masky, respondenti R2, R4 a R7 nespecifikovali druh masky, ostatní uvedli masku s rezervoárem. Většina respondentů ve svých odpovědích také uvedla UPV jako jednu z možností. Neučinili tak R3 a R6. To, že UPV nezmínili, považuji za chybu, Švela (2011) přitom zdůrazňuje zajištění dýchacích cest a připojení pacienta na UPV, pokud má GCS nižší než 8. Využití CPAP masky nevedl ve své odpovědi ani jeden z respondentů, a to přesto, že CPAP maska může zajistit lepší oxygenaci. Respondenti ji zřejmě nevyužívají, neboť vyžaduje spolupracujícího pacienta, kterému je nutné použití masky vysvětlit, což může být u agitovaných nebo zmatených pacientů problém.

Kategorie číslo deset měla za cíl zmapovat, která laboratorní vyšetření absolvují pacienti intoxikovaní oxidem uhelnatým. Vzhledem ke skutečnosti, že možnosti laboratorního vyšetření v přednemocniční neodkladné péči jsou velmi omezené, odpovídali na tento dotaz zaměstnanci metabolické jednotky intenzivní péče Nemocnice Břeclav. Všichni respondenti ve svých odpovědích uvedli laboratorní vyšetření CO-oxymetrie a krevního obrazu. Krevní plyny uvedli ve svých odpovědích všichni respondenti kromě R12. Troponin a myoglobin

jako důležité markery poškození myokardu uvedli ve svých odpovědích R9, R10 a R13. Glykémii ve svých odpovědích uvedli R9, R12 a R13. Respondenti R9, R12 a R13 pak uvedli jako další vyšetření screening moče.

V kategorii číslo jedenáct respondenti zodpovídali na otázku, jakou metodou je zjišťována hladina karboxyhemoglobinu v krvi na jejich pracovišti. Hirt (2016) uvádí, že základní metody stanovení karboxyhemoglobinu v těle se provádějí pomocí spektrofotometrie nebo plynové chromatografie. Dále zmiňuje i některé analyzátory acidobazické rovnováhy. Všichni respondenti uvedli v odpovědích možnost laboratorní CO-oxymetrie, R10 a R11 nedovedli upřesnit, o jaký typ vyšetření jde. R9, R12 a R13 pak uvedli, že na jejich pracovišti se používá metoda spektrofotometrie. Respondenti R9, R11 a R13 dále uvedli, že mají k dispozici rovněž možnost neinvazivní pulzní CO-oxymetrie. Tato metoda má podle mě své místo i rámci nemocniční péče, neboť jde stále o nejrychlejší metodu.

Kategorie číslo dvanáct se zabývá péčí o pacienty, u kterých je indikována hyperbarická oxygenoterapie. Nemocnice Břeclav, kde respondenti pracují, nemá k dispozici hyperbarickou komoru, a tak na pracovišti nelze HBO provádět. Odpovědi většiny respondentů byly podobné a mnohé se i opakovaly. Všichni respondenti se shodli na tom, že pacientovi je třeba podávat kyslík jiným možným způsobem, provést neurologické vyšetření, a také na tom, že pacient by měl být transportován do zařízení, které je vybaveno hyperbarickou komorou a je tam možné provádět hyperbarickou oxygenoterapii. Respondenti R10 a R13 uvedli jako místo, kam se pacienti transportují, Ostravou městskou nemocnici, R9 kromě Ostravské nemocnice jmenuje také Všeobecnou fakultní nemocnici v Praze. Jak zmiňuje Hájek (2009b), Ostravské centrum hyperbarické medicíny má velkou spádovou oblast, pokrývá území celé Moravy. Tuto skutečnost na svém webu zmiňuje i Městská nemocnice Ostrava (Centrum hyperbarické medicíny). Transport podle respondentů zajišťuje ZZS, nejhroženější pacienty transportuje vrtulník letecké záchranné služby. Laboratorní testy a monitoraci EKG ve svých odpovědích uvedli rovněž všichni respondenti. Zajištění žilního vstupu uvedli jako jednu ze svých odpovědí respondenti R9, R11 a R12. Symptomatická léčba byla v odpovědích respondentů R9, R10 a R13. Respondenti však nezmínili žádnou konkrétní léčbu. Monitoraci TK by prováděli respondenti R10 a R12, hodnocení GCS pak respondenti R9, R10 a R12.

Závěr

Cílem práce bylo zmapovat problematiku péče o pacienty, kteří se intoxikovali oxidem uhelnatým, a to v rámci přednemocniční neodkladné péče a intenzivní nemocniční péče. Ve výzkumné části práce jsem se zabýval jak vědomostmi, které dotazovaní respondenti mají o oxidu uhelnatém, tak i tím, jaká péče má být zajištěna intoxikovaným pacientům a jaká péče je jim reálně poskytována.

Prvním cílem bylo poukázat na to, jaké znalosti mají zdravotníci o samotném oxidu uhelnatém a jeho působení na lidský organismus. Ukázalo se, že většina dotazovaných má vcelku dobrý přehled, pokud jde o možné zdroje oxidu uhelnatého, všechny nejčastější zdroje v odpovědích zazněly. Pokud jde o patofyziologii, výsledky byly poněkud horší. Odpovědi části respondentů byly velmi obecné. R6 a R8 pouze uvedli, že způsobuje hypoxii, což mi jako odpověď přišlo nedostatečné, někteří jako například R1 a R5 také neuvedli skutečnost, že oxid uhelnatý se váže na myoglobin a může způsobit poškození myokardu. Druhým cílem bylo zjistit, zda zdravotníci dovedou poskytnout pacientům intoxikovaným oxidem uhelnatým adekvátní péči, a také zmapovat, jaká péče je jim poskytována v současné době. V otázkách diagnostiky si respondenti vedli poměrně dobře, uvedené odpovědi dávaly smysl, byly správné. V otázkách indikace HBO a způsobu podání NBO měli někteří z respondentů nedostatky. Často odpovídali v obecné rovině a konkrétní hodnoty například průtoku kyslíku při NBO nebyli schopni zodpovědět správně. Rovněž u indikací k HBO čtyři respondenti nevěděli, že jednou z indikací je těhotenství a stejný počet respondentů nevezal v potaz ani možný abnormální neurologický nálezn.

Část rozhovoru byla poté rozdělena podle zaměstnání respondentů. Zaměstnanců ZZS jsem se ptal na prováděná vyšetření u pacientů otrávených CO, možnosti využití pulzní CO-oxymetrie a používané způsoby podání NBO. V těchto dotazech se respondenti na většině věcí shodli a ukázalo se, jaká péče je pacientům v přednemocniční neodkladné péči věnována a kde je prostor pro její zlepšení. Výjezdové posádky by například mohly mít ve výbavě pulzní CO-oxymetr. Rovněž odpovědi respondentů z jednotky intenzivní péče si byly navzájem podobné. Při zjišťování, jaká nemocniční péče je pacientům věnována, mě osobně v otázce HBO dosti překvapilo, že spádově patří Nemocnice Břeclav až pod Ostravu. Ukazuje to na značně nerovnoměrné rozmístění hyperbarických center v České republice a dovedu si představit, že v mnoha případech to může způsobovat komplikace.

Dle mého názoru ukazuje práce, že zdravotníci mají o intoxikaci oxidem uhelnatým poměrně slušný přehled, s péčí o pacienta si dovedou poradit a poskytují ji na dobré úrovni. Samozřejmě v péči i vědomostech respondentů je prostor pro zlepšení. Poměrně velké mezery měli někteří dotazovaní ve znalostech patofyziologie otravy oxidem uhelnatým a z tohoto problému pak vyplývaly další neznalosti spojené například s léčbou nebo indikací HBO. Možností, jak situaci zlepšit, by dle mého názoru mohlo být povinné školení zaměřené na otravu CO, které by zaměstnanci museli v rámci svého zaměstnání absolvovat.

Tato práce by do budoucna mohla sloužit například jako edukační materiál pro studenty nelékařských zdravotnických oborů, popřípadě jako základ pro další výzkum zaměřený například na možnosti zlepšení péče o pacienty intoxikované oxidem uhelnatým. Největším přínosem byla práce především pro mě, při jejím zpracování jsem se dozvěděl spoustu nových a konkrétních informací o oxidu uhelnatém.

Seznam literatury

1. BERLIT, Peter. Memorix neurologie. Praha. Grada Publishing, 2007. 1. české vydání. ISBN 978-80-247-1915-3.
2. BUCHTA, Jiří. Bezpečnost při provozu plynových spotřebičů a otravy oxidem uhelnatým. In: BOZPinfo [online]. 2014 [cit. 2018-07-17]. Dostupné z: 72 <http://www.bozpinfo.cz/bezpecnost-pri-provozu-plynovych-spotrebicu-otravy-oxidemuhelnatym>
3. Carbon monoxide. In: Science Clarified [online]. c2017 [cit. 2018-07-05]. Dostupné z: <http://www.scienceclarified.com/Ca-Ch/Carbon-Monoxide.html>
4. Carbon Monoxide Poisoning. In: Johns Hopkins Medicine [online] 2010. Baltimore, Maryland [cit. 2018-07-10]. Dostupné z: http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/conditions/environmental_medicine/carbon_monoxide_poisoning_85,P00820/
5. Centrum hyperbarické medicíny. In: Městská nemocnice Ostrava [online]. [cit. 2018-07-09]. Dostupné z: <http://www.mnof.cz/klinicka-oddeleni/centrum-hyperbaricke-mediciny/>
6. ČEŠKA, Richard, ŠTULC, Tomáš, Vladimír TESAŘ a Milan LUKÁŠ, ed., 2015. *Interna*. 2., aktualizované vydání. V Praze: Stanislav Juhaňák - Triton. ISBN 978-80-7387-885-6.
7. ČIHÁK, Radomír, Miloš GRIM a Oldřich FEJFAR. *Anatomie*. 3., upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4788-0.
8. DOBIÁŠ, Viliam. *Prednemocničná urgentná medicína*. Martin: Osveta, c2007. ISBN 978-80-8063-255-7
9. DOBIÁŠ, Viliam. *Klinická propedeutika v urgentní medicíně*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4571-8.
10. HÁJEK, Michal, *Diagnostický a léčebný standard otravy oxidem uhelnatým* [online]. In: Česká společnost hyperbarické a letecké medicíny 2009a. [cit. 2018-06-30]. Dostupné z: https://www.urgmed.cz/postupy/cizi/2009_co.pdf
11. HÁJEK, Michal. Potřebuje Brno a další města hyperbarické centrum. In: Medical Tribune CZ [online]. Medical Tribune, 2009b [cit. 2018-08-07]. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/clanek/13425>

12. Hanley ME, Patel PH. Toxicity, Carbon Monoxide. [Updated 2017 Feb 7]. In: StatPearls [internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2017 Jun-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430740/>
13. HASÍK, Juljo. *Kardiopulmonální resuscitace v první pomoci*. 2., rozš. vyd. Praha: Český červený kříž, 2008. ISBN 978-80-254-3162-7
14. HERGET, Jan, TRANSPORT O₂ A CO₂ KRVÍ. *ÚSTAV FYZIOLOGIE: Druhá lékařská fakulta Univerzity Karlovy*[online] 2009. Praha [cit. 2018-08-09]. Dostupné z: http://fyziologie.lf2.cuni.cz/uceni/lecture_notes/transport_plynu/#obr1
15. HIRT, Miroslav a František VOREL, 2016. *Soudní lékařství II. díl*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-9468-1.
16. JABOR, Antonín, et al. *Vnitřní prostředí*. 1. vydání. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-1221-5.
17. Jankowska, D., Palabindala, V., & Salim, S. A. (2017). *Non-ST elevation myocardial infarction secondary to carbon monoxide intoxication*. *Journal of Community Hospital Internal Medicine Perspectives*, 7(2), 130–133. <http://doi.org/10.1080/20009666.2017.1324236>
18. KAPOUNOVÁ, Gabriela. *Ošetrovatelství v intenzivní péči*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1830-9.
19. LINHART, Igor. *Toxikologie: interakce škodlivých látek s živými organismy, jejich mechanismy, projevy a důsledky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2012. ISBN 978-80-7080-806-1.
20. MARINELLA, Mark A. *Často přehlédnuté diagnózy v akutní péči*. Přeložil Jarmila VAŇÁSKOVÁ. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1735-7.
21. MOUREK, Jindřich. *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. 2., dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. *Sestra*. ISBN 978-80-247-3918-2.
22. MUMENTHALER, Marco, Claudio BASSETTI, Christof DAETWYLER. *Neurologická diferenciální diagnostika*. Praha: Grada Publishing, 2008. ISBN 978-80-247-2298-6
23. NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELIŠKOVÁ. *Přehled anatomie*. Třetí, doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén, [2015]. ISBN 978-80-7492-206-0.
24. 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-oxidemuhelnatym.aspx>

25. 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.
26. Přehled léčebných center hyperbarické oxygenoterapie na území ČR, stav k 1. červnu 2015 [online] c2019 [cit. 2019-04-26] Dostupné z:http://www.cshlm.cz/dokumenty/pracoviste_HBO_2015.pdf
27. Sein Anand, J., Schetz, D., Waldman, W., & Wiśniewski, M. (2017). *Hyperventilation with Maintenance of Isocapnia. An “Old New” Method in Carbon Monoxide Intoxication. PLoS ONE, 12(1), e0170621.*
<http://doi.org/10.1371/journal.pone.0170621>
28. ŠEVČÍK, Pavel. *Intenzivní medicína*. 3., přeprac. a rozšíř. vyd. Praha: Galén, 2014. ISBN 978-80-7492-066-0.
29. ŠEVELA, 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
30. TROJAN, Stanislav. *Lékařská fyziologie*. 4. přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. Avicenum [Grada]. ISBN 80-247-0512-5
31. ZADÁK, Zdeněk a Eduart HAVEL, *Intenzivní medicína na principech vnitřního lékařství*: 2., doplněné a přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, 2017 a.s. ISBN 978-80-271-0922-7

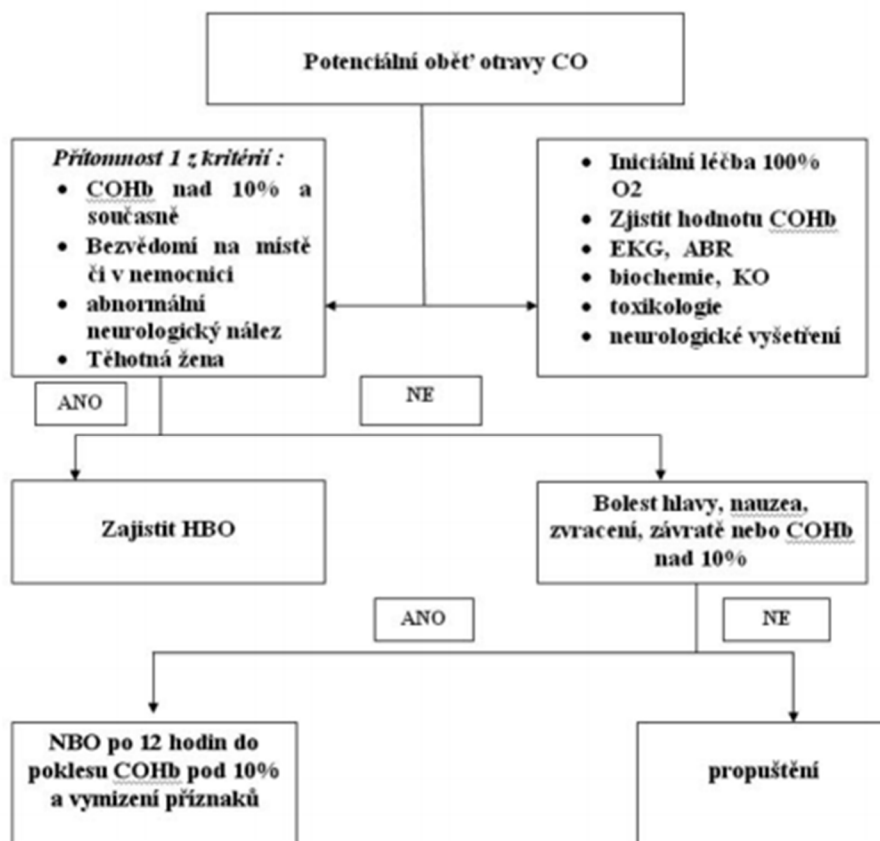
Seznam příloh

Příloha 1 – Ostravská klasifikace

Stádium	Vědomí	Neurologický nálezn	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, brady kardie, asystolie	hyperventilace hypoventilace

Zdroj: <http://www.toxicology.cz/soubory/prezentace/stanek.pdf>

Příloha 2 - Algoritmus užití NBO a HBO dle O'Brien a Manakera



Zdroj: <http://www.bulletinfons.cz/22010/varia2.pdf>

Příloha 3 – Otázky k rozhovoru

Otázka 1: Jaké je vaše nejvyšší dosažené vzdělání?

Otázka 2: Kde pracujete a jak dlouho tu pracujete?

Otázka 3: Jde oxid uhelnatý vidět nebo cítit?

Otázka 4: Co může být možným zdrojem oxidu uhelnatého?

Otázka 5: Jaké patologické procesy oxid uhelnatý v těle způsobuje?

Otázka 6: Které stavy mohou otravu oxidem uhelnatým komplikovat?

Otázka 7: Jaké akutní komplikace mohou při otravě oxidem uhelnatým nastat?

Otázka 8: Jaké pozdní komplikace mohou při otravě oxidem uhelnatým nastat?

Otázka 9: Na co se zaměříte při odebrání anamnézy, když máte podezření, že může jít o otravu oxidem uhelnatým?

Otázka 10: Jaké jsou typické klinické příznaky otravy oxidem uhelnatým?

Otázka 11: Jakými způsoby lze podat pacientovi kyslík při normobarické oxygenoterapii?

Otázka 12: Jaké jsou indikace k zahájení HBO?

Otázka 13: (pouze ZZ): Jaká vyšetření provádíte u pacientů intoxikovaných oxidem uhelnatým

Otázka 14: (pouze ZZ): Využíváte v praxi neinvazivní pulzní CO- oxymetrii?

Otázka 15: (pouze ZZ): Jakým způsobem v praxi podáváte kyslík pacientům intoxikovaným oxidem uhelnatým?

Otázka 16: (pouze sestry): Jaká laboratorní vyšetření provádíte u pacientů otrávených oxidem uhelnatým?

Otázka 17: (pouze sestry): Jaké metody měření karboxyhemoglobinu v praxi využíváte?

Otázka 18: (pouze sestry): Jakou péči poskytujete pacientům intoxikovaným oxidem uhelnatým?

Zdroj: Vlastní výzkum