

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2024

Eliška Koutná

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Zdravotnické záchranářství B0913P360032

Eliška Koutná

Studijní obor: Zdravotnické záchranářství B0913P360032

**INTOXIKACE OXIDEM UHELNATÝM V PNP A OCHRANA
VÝJEZDOVÝCH SKUPIN ZZS**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Michal Jerling

PLZEŇ 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval/a samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl/a v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 31.3.2024

.....

vlastnoruční podpis

Abstrakt

Příjmení a jméno: Koutná Eliška

Katedra: Katedra záchranářství, diagnostických oborů a veřejného zdravotnictví

Název práce: Intoxikace oxidem uhelnatým v PNP a ochrana výjezdových skupin ZZS

Vedoucí práce: Ing. Michal Jerling

Počet stran – číslované: 65

Počet stran – nečíslované: 29

Počet příloh: 7

Počet titulů použité literatury: 29

Klíčová slova: intoxikace, oxid uhelnatý, přednemocniční neodkladná péče

Souhrn:

Bakalářská práce se věnuje problematice intoxikace oxidem uhelnatým v přednemocniční neodkladné péči a ochraně výjezdových skupin ZZS. Obsah je rozdělen na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zabývá přiblížením oxidu uhelnatého, jeho vlastnostmi a jeho působením na lidský organismus. Dále jsou představeny diagnostické a terapeutické možnosti intoxikace oxidem uhelnatým. V praktické části jsou popsány výsledky kvantitativního výzkumného šetření, které je zaměřené na teoretické znalosti zdravotnických záchranářů a sester se specializací ARIP v oblasti intoxikace oxidem uhelnatým.

Abstract

Surname and name: Koutná Eliška

Department: Department of rescue services, diagnostic fields and public health

Title of thesis: Carbon monoxide intoxication in pre-hospital emergency care and protection of emergency medical services

Consultant: Ing. Michal Jerling

Number of pages – numbered: 65

Number of pages – unnumbered: 29

Number of appendices: 7

Number of literature items used: 29

Keywords: intoxication, carbon monoxide, pre-hospital emergency care

Summary:

The bachelor thesis is devoted to the problem of carbon monoxide intoxication in pre-hospital emergency care and the protection of ambulance groups. The content is divided into theoretical and practical parts. The theoretical part deals with an introduction to carbon monoxide, its properties and its effects on the human body. Furthermore, diagnostic and therapeutic possibilities of carbon monoxide intoxication are presented. In the practical part, the results of a quantitative research investigation are described, which is focused on the theoretical knowledge of paramedics and nurses with ARIP specialization in the field of carbon monoxide intoxication.

Předmluva

Důvodem pro tvorbu této bakalářské práce je aktuální problematika intoxikace oxidem uhelnatým, která zaujímá přední příčky v pořadí náhodných otrav v Evropě. Nejde o vůbec raritní případy, přesto jsou ale stále často opomíjeny a zaměňovány s jinými, mnohdy méně závažnými, diagnózami. Proto je cílem této práce představit oxid uhelnatý a patofyziologii jeho působení na lidský organismus, diagnostické možnosti a způsoby léčby této zákeřné intoxikace.

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala Ing. Michalu Jerlingovi za odbornou pomoc při vytváření této bakalářské práce, poskytování cenných rad a informací a za věnovaný čas. Rovněž bych chtěla poděkovat respondentům za ochotu a vyplnění dotazníkového šetření.

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	11
SEZNAM GRAFŮ	12
SEZNAM ZKRATEK	13
ÚVOD.....	15
TEORETICKÁ ČÁST	16
1 OXID UHELNATÝ.....	17
1.1 Vlastnosti oxidu uhelnatého	17
1.2 Historické souvislosti	18
2 INTOXIKACE OXIDEM UHELNATÝM V PNP	19
2.1 Fyziologie krve	19
2.1.1 Funkce hemoglobinu	19
2.1.2 Hypoxie	20
2.2 Intoxikace	21
2.2.1 Intoxikace plyny	21
2.3 Patofyziologie působení oxidu uhelnatého na lidský organismus.....	22
2.4 Klinický obraz intoxikace oxidem uhelnatým.....	24
2.5 Vyšetřovací metody v PNP	26
2.5.1 Anamnéza	27
2.5.2 Diferenciální diagnostika.....	27
2.5.3 Pulzní oxymetrie.....	28
2.5.4 Cooxymetrie	28
2.5.5 Laboratorní vyšetření.....	29
2.5.6 Zobrazovací metody	29
2.6 Terapie intoxikace oxidem uhelnatým	29
2.6.1 Laická první pomoc	30
2.6.2 Přednemocniční neodkladná péče	30
2.6.3 Nemocniční péče	31
2.6.4 Hyperbarická oxygenoterapie.....	32
3 OCHRANA VÝJEZDOVÝCH SKUPIN ZZS.....	36
3.1 Detekce oxidu uhelnatého	36
3.2 Spolupráce s HZS	37
PRAKTICKÁ ČÁST	39
4 CÍL A ÚKOLY PRÁCE	40
4.1 Hlavní cíl	40
4.2 Dílčí cíle	40

4.3	Výzkumné předpoklady.....	40
5	CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU	42
6	METODIKA PRÁCE	43
7	ANALÝZA A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ	44
8	DISKUZE	71
	ZÁVĚR.....	80
	SEZNAM ZDROJŮ	81
	SEZNAM PŘÍLOH	85
	PŘÍLOHY	86

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Saturace hemoglobinu kyslíkem.....	22
Obrázek 2 – Ostravská klasifikace.....	25

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - Počet respondentů jednotlivých krajských poskytovatelů ZZS	44
Graf 2 - Dosažené vzdělání respondentů	45
Graf 3 - Dostupnost CO detektoru	46
Graf 4 - Dostupnost a použití CO detektoru	47
Graf 5 - Četnost výjezdů pro intoxikaci CO – jaro 2023	48
Graf 6 - Četnost výjezdů pro intoxikaci CO – léto 2023	49
Graf 7 - Četnost výjezdů pro intoxikaci CO – podzim 2023	50
Graf 8 - Četnost výjezdů pro intoxikaci CO – zima 2023	51
Graf 9 - Četnost výjezdů pro intoxikaci CO související s požárem - 2023	52
Graf 10 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 10	53
Graf 11 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 11	55
Graf 12 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 12	57
Graf 13 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 13	59
Graf 14 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 14	61
Graf 15 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 15	63
Graf 16 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 16	65
Graf 17 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 17	67
Graf 18 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 18	69

SEZNAM ZKRATEK

a.s.	akciová společnost
apod.....	a podobně
ARIP	Anesteziologie, resuscitace a intenzivní péče
ATA	absolutní tlak
atd.....	a tak dále
cca	cirka
CO Hb	karboxylhemoglobin
CO	oxid uhelnatý
CO ₂	oxid uhličitý
CPAP	kontinuální přetlak v dýchacích cestách
CT	výpočetní tomografie
č.....	číslo
ČR	Česká republika
EKG	elektrokardiografie
FiO ₂	inspirační koncentrace kyslíku
g/mol	jednotka molární hmotnosti
GCS.....	Glasgow Coma Scale
HZS	Hasičský záchranný sbor
i.v.	intravenózní
K ₃ EDTA.....	draselná sůl kyseliny etylenfiaminotetraoctové
kPa	kilopascal
l/min.....	litr za minutu

m.n.m. nadmořská výška

mg miligram

mg/m³ miligram na metr krychlový

MR magnetická rezonance

O₂ kyslík

pH..... potenciál vodíku

PNP přednemocniční neodkladná péče

ppm parts per million

RZP Rychlá zdravotnická pomoc

Sb. sbírka

SpO₂..... saturace krve kyslíkem

tj. to jest

tzv..... takzvaný

ÚLZ..... Ústav leteckého zdravotnictví

USA Spojené státy americké

ZOS Zdravotnické operační středisko

ZZS KV..... Zdravotnická záchranná služba Kraje Vysočina

ZZS KVK..... Zdravotnická záchranná služba Karlovarského kraje

ZZS LK Zdravotnická záchranná služba Libereckého kraje

ZZS PAK Zdravotnická záchranná služba Pardubického kraje

ZZS PK Zdravotnická záchranná služba Plzeňského kraje

ZZS ÚK..... Zdravotnická záchranná služba Ústeckého kraje

ZZS Zdravotnická záchranná služba

ÚVOD

Intoxikace oxidem uhelnatým patří mezi nejčastější náhodné otravy na území Evropy. Tento plyn si díky své záludnosti vysloužil přívlastek „tichý zabiják“. Oxid uhelnatý (CO) je plyn lehčí než vzduch, bez barvy a zápachu a z toho důvodu je našimi smysly nedetekovatelný. Symptomatologie otravy tímto plynem je velmi nespecifická, a proto také často nerozpoznána a mylně zaměněna s jinými diagnózami. Přesto jde o velmi vážný stav, který ne zřídka vede až ke smrti zasažených osob.

Hlavní nebezpečí pro osoby intoxikované oxidem uhelnatým představuje vazba tohoto oxidu na hemoglobin, která je asi 200krát silnější, než jak je silná vazba kyslíku k tomuto červenému krevnímu barvivu. Po navázání se tak vytváří namísto oxyhemoglobinu karboxylhemoglobin (CO Hb), který není schopen transportovat kyslík, a tak dochází k rozvoji tkáňové hypoxie.

Součástí otravy je i široká klinická symptomatologie, která zahrnuje řadu nespecifických příznaků od nevolnosti, zvracení, bolestí hlavy či břicha až po poruchy vědomí a smrt. Vzhledem k tomu, že oxid uhelnatý představuje značné nebezpečí i pro zasahující osoby, je nutné abychom dbali ve zvýšené míře zejména na naši bezpečnost a na možnost intoxikace oxidem uhelnatým hlavně myslet.

Tato bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části si blíže představíme oxid uhelnatý, mechanismus jeho působení na lidský organismus, širokou paletu příznaků jím zapříčiněné intoxikace, diagnostické možnosti a doporučený postup léčby.

Praktická část je pak zaměřena na ověření teoretických znalostí zdravotnických záchranářů a sester se specializací ARIP v oblasti intoxikace oxidem uhelnatým. Pro praktickou část této bakalářské práce byl stanoven jeden hlavní cíl a tři vedlejší cíle.

TEORETICKÁ ČÁST

1 OXID UHELNATÝ

Oxid uhelnatý je nedráždivý plyn, který se v prostředí běžně vyskytuje ve velmi nízkých koncentracích, obvykle pod 0,001 % (tj. 10 ppm). V městských aglomeracích je však jeho koncentrace často vyšší než ve venkovských oblastech. (Hájek, 2017)

Tento plyn vzniká jako vedlejší produkt nedokonalého spalování uhlíkatých látek. Pokud je při spalování takových látek příliš nízká teplota, čas hoření je příliš krátký nebo není k dispozici dostatek kyslíku, vytváří se oxid uhelnatý. (Ševela, 2011)

Celková produkce oxidu uhelnatého je dána přírodními a antropogenními zdroji. Velké množství oxidu uhelnatého vzniká v důsledku přírodních dějů, mezi které patří například fotochemické reakce v troposféře, sopečná činnost nebo samovolné požáry. Co se týče antropogenních zdrojů, jde především o člověkem způsobené požáry a spalování fosilních paliv. (Hájek, 2017)

1.1 Vlastnosti oxidu uhelnatého

Oxid uhelnatý se řadí mezi tzv. všeobecně jedovaté látky. To jsou vysoce toxické látky, které způsobují akutní tkáňovou hypoxii s vážnou poruchou transportu kyslíku krví nebo blokádu oxidačně-redukčních pochodů ve tkáních. Tyto jedovaté látky pronikají do organismu vzhledem k jejich těkavosti zejména za pomoci dýchacích orgánů, jejich vstřebávání pokožkou je pouze omezené. Otrava má zpravidla rychlý průběh a končí zástavou dechu a selháním krevního oběhu. Po chemické stránce jde o jednoduché sloučeniny (sulfan, oxid uhelnatý, kyanovodík, arsan, chlorkyan atd.), které se často a ve velkém množství vyskytují v průmyslu. (Šín, 2017)

Jde o bezbarvý, nedráždivý plyn, bez jakékoli chuti a zápachu, který se běžně nachází i v přírodě. Za velkou část jeho produkce ale může člověk a jeho činnost. Je nepatrně lehčí než vzduch. Oxid uhelnatý vzniká jako vedlejší produkt při nedokonalém spalování látek obsahujících uhlík a zastoupen je například ve výfukových plynech, zplodinách při výbuchu trhavin, v kouřových plynech nebo ve svítíplynu. (Bartůněk, 2016; Hájek, 2017; Penney, 2000)

Oxid uhelnatý je po chemické stránce složen z jednoho atomu uhlíku a jednoho atomu kyslíku, které jsou vzájemně propojeny trojnou vazbou. Molekula oxidu uhelnatého

je nesymetrická, protože kyslík má ve srovnání s uhlíkem vyšší hustotu elektronů a lehce kladný náboj. Jde o nejjednodušší oxokarbon, také známý pod označením karbonyl. Molární hmotnost oxidu uhelnatého je 28 g/mol. Bod varu je -191,5 stupňů Celsia a bod tání je -205 stupňů Celsia. (Hájek, 2017)

1.2 Historické souvislosti

Jako první se o případech jedovatosti oxidu uhelnatého zmínil Aristoteles, řecký filozof žijící v letech 384-322 před naším letopočtem, který konstatoval, že tyto nebezpečné zplodiny způsobují silnou bolest hlavy a mají potenciál člověka dokonce až usmrtit. Tento plyn byl pro svou jedovatost také využíván pro provádění testu smrti, kdy byl odsouzený jedinec uvězněn v místnosti spolu s doutnajícími uhlíky. (Hájek, 2017)

Nicméně, z chemického hlediska byl oxid uhelnatý objeven až francouzským chemikem de Lassonem, když žíhal zinek rozžhaveným koksem, a to v roce 1776. Roku 1857 pak Claude Benard, fyziolog též francouzské národnosti, vysvětlil mechanismus intoxikace uhelnatým, když zjistil, že se tento plyn váže na hemoglobin. (Hájek, 2017)

Avšak v průběhu 20. století byly tyto poznatky zneužity k vyhlazování zajatců v koncentračních táborech nacistického režimu. Nejčastěji se takto používaly plynové vozy, ve kterých byly výfukové plyny spalovacích motorů vedeny do prostoru nákladových kabin, kde byli přepravováni lidé. (Hájek, 2017)

2 INTOXIKACE OXIDEM UHELNATÝM V PNP

V Evropě zaujímá otrava oxidem uhelnatým přední příčky v žebříčcích náhodných otrav. Nejde ale jen o otravy náhodné, oxid uhelnatý často účinkuje i v sebevražedných pokusech. Setkat se s tímto nebezpečným plynem není nic raritního. Vzniká nedokonalým spalováním například zemního plynu nebo propan-butanu. Navíc je součástí kouřových plynů či výfukových plynů automobilů. (Remeš, 2013)

Nejvíce nebezpečným se pro nás oxid uhelnatý stává v málo prostorných, uzavřených místnostech. Po vdechnutí se oxid uhelnatý velmi ochotně váže na hemoglobin, čímž tomuto krevnímu barvivu znemožní přenášet životně důležitý kyslík. Soubor klinických příznaků této intoxikace bývá velmi nespecifický, a hrozí tedy opomenutí této závažné diagnózy. U intoxikovaných osob se mohou objevit například bolesti hlavy, nevolnost a zvracení, závratě, slabost či bolest na hrudi. Progresí intoxikace může dojít až k zástavě oběhu a dýchání. (Remeš, 2013; Penney, 2000)

2.1 Fyziologie krve

Krev je tekutá, červená, vazká a neprůhledná tekutina, která je tvořena plazmou a krevními elementy. Mezi krevní elementy řadíme erytrocyty (červené krvinky), leukocyty (bílé krvinky) a trombocyty (krevní destičky). Krev zajišťuje zejména výživu všech buněk v organismu (Chottová Dvořáková, 2018)

Krev plní v organismu celou řadu funkcí, přičemž jednou z nejdůležitějších je přenos kyslíku a živin do tkání a odvod oxidu uhličitého a dalších odpadních produktů metabolismu. Transport kyslíku je umožněn díky erytrocytům, které mají ve své cytoplazmě červené krevní barvivo hemoglobin. Hlavní funkcí hemoglobinu je transport dýchacích plynů. (Chottová Dvořáková, 2018)

2.1.1 Funkce hemoglobinu

V plicích se kyslík naváže na centrální atom hemoglobinu a vznikne tak oxyhemoglobin. Tento proces se nazývá oxygenace. Jedna molekula hemoglobinu takto může vázat maximálně čtyři molekuly kyslíku. Afinitu (neboli přitažlivost) hemoglobinu ke kyslíku ovlivňuje teplota, pH a parciální tlak CO_2 v krvi. V tělesných tkáních je teplota a parciální

tlak CO_2 vyšší, což způsobuje, že je afinita hemoglobinu ke kyslíku nižší, a proto se zde kyslík z vazby uvolňuje snadněji. V plicích je naopak teplota i parciální tlak CO_2 nižší, než je tomu ve tkáních, a tak afinita hemoglobinu ke kyslíku stoupá. (Chottová Dvořáková, 2018)

Hemoglobin přenáší nejen kyslík, ale i oxid uhličitý. Hemoglobin, který nese oxid uhličitý, se nazývá karbaminohemoglobin. Pokud se oxid uhličitý naváže na hemoglobin, dojde k poklesu afinity hemoglobinu ke kyslíku, a tak se kyslík snadno uvolní v pracujících tkáních. Oxid uhelnatý se pak uvolňuje v plicích během procesu opětovné oxygenace hemoglobinu. (Chottová Dvořáková, 2018)

2.1.2 Hypoxie

Hypoxie je označení pro sníženou hladinu kyslíku v arteriální krvi, a tudíž také nedostatečný přívod kyslíku do tkání. Hypoxii můžeme podle jejich příčin rozdělit na několik typů. (Mourek, 2012)

Prvním typem je hypoxická hypoxie. Ta je způsobena nedostatkem kyslíku ve vzduchu. Příkladem hypoxické hypoxie je horská nemoc, tedy obtíže, které vznikají při výstupu do vysokých nadmořských výšek (více než 4000 m.n.m.). V takové výšce totiž vzduch řídne a klesá atmosférický a parciální tlak kyslíku. (Mourek, 2012)

Transportní neboli anemická hypoxie je druhým typem, kdy jde o nedostatečnou transportní kapacitu krve pro kyslík. K tomuto stavu může dojít například u velkých krevních ztrát, při nedostatečné koncentraci hemoglobinu v erytrocytech (anémie), při nedostatečném množství erytrocytů (červených krvinek) nebo při narušení schopnosti hemoglobinu vázat kyslík (například při intoxikaci oxidem uhelnatým, kdy místo oxyhemoglobinu vzniká karbonylhemoglobin, který není schopen transportovat kyslík). (Mourek, 2012; András, 2018)

Třetím typem je hypoxie cytotoxická (histotoxická). Hlavním mechanismem, který se uplatňuje u cytotoxické hypoxie, je neschopnost tkání využít kyslík z důvodu zablokování dýchacích enzymů. Toto zablokování dýchacích enzymů mohou zapříčinit buněčné jedy, například cyankali. (Mourek, 2012; András, 2018)

Posledním, čtvrtým typem je cirkulační (stagnační) hypoxie. Ta je zapříčiněna nedostatkem kyslíku v perifériích kvůli nedostatečné srdeční práci nebo kvůli anatomicko-

patologickým a funkčním poruchám prokrvování. Příkladem může být obstrukce krevních cév sraženinou, sklerotickými pláty nebo spazmy cév. (Mourek, 2012)

2.2 Intoxikace

Intoxikace neboli otrava je stav, k němuž dochází po průniku jedovaté látky do organismu. Jed může být organická nebo i anorganická látka, která díky svému chemickému účinku již v malém množství vyvolá otravu. Jedovatá látka může být jakéhokoli skupenství – od pevného, přes kapalné až po plynné. (Ševela, 2011)

Podle toho, jaký účinek jedovatá látka na organismus má, se tyto látky dělí do následujících skupin: dráždivé, hepatonefrotoxické, neurotoxické látky, látky s tlumivým účinkem na centrální nervový systém a krevní jedy. Dále jedy můžeme dělit na lokálně nebo systémově působící, popřípadě na jedy se smíšenou působností. Podle času, během kterého jedovaté látky pronikají do organismu, rozlišujeme otravy akutní, subakutní a chronické. (Ševela, 2011)

Věda, která studuje škodlivé účinky chemických látek na živé organismy, se nazývá toxikologie. Je nutné zmínit, že všechny chemické látky potenciálně mohou být toxické, záleží jen na jejich množství. Ovšem u některých látek existuje nelineární vztah mezi dávkou a účinkem, a i malá dávka jedovaté látky tak někdy může mít až fatální důsledky. (Pelclová, 2014)

Toxicita látek je ale závislá na více faktorech, než je jen jejich množství. Mezi tyto faktory podmiňující toxicitu patří například doba trvání expozice, vstupní cesta látky do organismu, skupenství a velikost částic chemické látky, teplota, vlhkost, atmosférický tlak a mnoho dalších. U každého jedince pak samozřejmě přicházejí v úvahu další, individuální, faktory, jako jsou genetické vlivy, věk nebo aktuální zdravotní stav. (Pelclová, 2014)

2.2.1 Intoxikace plyny

Plynné látky mohou poškodit organismus vícero mechanismy. Nejjednodušším mechanismem je prosté vytěsnění kyslíku z ovzduší, a tím způsobené dušení. Dále mohou plyny narušovat transport a využití kyslíku, dráždit nebo přímo poškodit dýchací cesty a plíce,

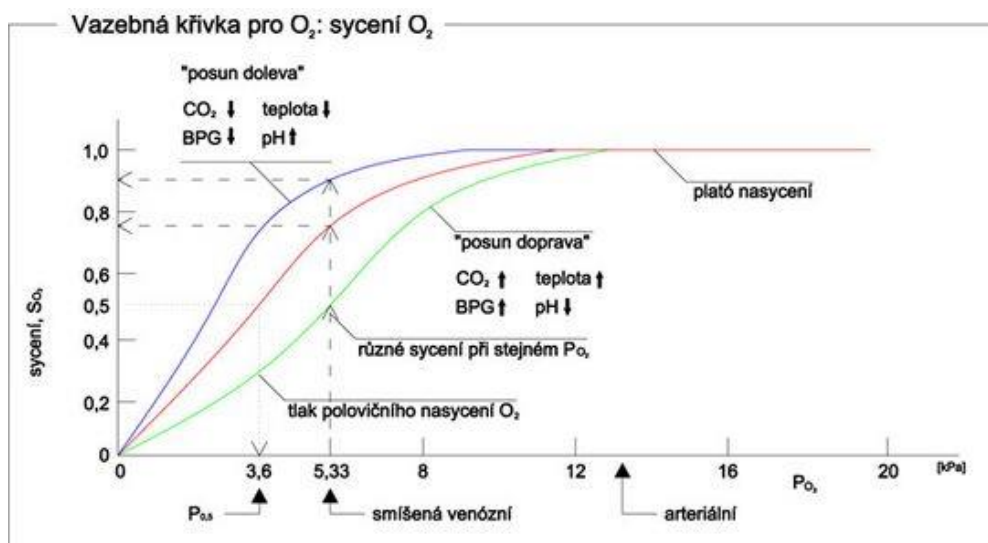
zhoršovat výměnu plynů nebo mohou působit toxicky i bez zásahu do transportu kyslíku. (Pelclová, 2014)

2.3 Patofyziologie působení oxidu uhelnatého na lidský organismus

Oxid uhelnatý patří mezi plyny, které zasahují do přenosu a využití kyslíku. Jeho vysoká toxicita je způsobena hlavně jeho vysokou afinitou k hemoglobinu, která je více než 200krát vyšší než u kyslíku. Oxid uhelnatý se tak po vniknutí do organismu váže na hemoglobin za vzniku karboxylhemoglobinu (CO Hb), což znemožňuje vazbu a přenos kyslíku. Vlivem tohoto mechanismu dochází ke tkáňové hypoxii kombinovaného původu. Jde hlavně o hypoxické a cytotoxické mechanismy, ale svojí roli zde hraje také cirkulační hypoxie, jež je způsobena nižší kontraktilitou myokardu, sníženým minutovým srdečním výdejem a nižší dodávkou kyslíku do organismu. (Bartůněk, 2016; Pelclová, 2014; Hájek, 2017)

Se zvyšující se hladinou karboxylhemoglobinu v krvi se také disociační křivka oxyhemoglobinu posouvá doleva (Obrázek 1), důsledkem je menší množství kyslíku uvolňující se do tkání. Kvůli tomu má žilní krev jasněji červenou krev, která způsobí i narůžovělou barvu kůže. Metabolickým důsledkem otravy oxidem uhelnatým je metabolická (laktátová) acidóza. Závažnost otravy je závislá na množství CO Hb v krvi. Důležitější, než koncentrace CO Hb je ale celkový klinický obraz. (Bartůněk, 2016; Pelclová, 2014)

Obrázek 1 – Saturace hemoglobinu kyslíkem



Zdroj: *Saturace hemoglobinu kyslíkem*. Online. Wikiskripta. 2011. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Soubor:Saturace_hemoglobinu_kysl%C3%ADkem.jpg. [cit. 2024-03-24].

Kvůli snížené tvorbě oxidu uhličitého ve tkáních vzniká hypokapnie, výdej oxidu uhličitého v plicích je totiž pořád stejný. Kromě již zmíněné vazby oxidu uhelnatého na hemoglobin je nutné zmínit i vazbu tohoto plynu na další buněčné enzymy, například na myoglobin (předpokladem je, že tato vazba způsobuje sníženou kontraktilitu myokardu), a pravděpodobně i zásah do metabolismu glycidů. Pro následky těžké otravy oxidem uhelnatým, která se svojí závažností odlišuje od jiných typů anoxií, se předpokládá specifický cytotoxický účinek oxidu uhelnatého. (Pelclová, 2014)

Kromě délky expozice a koncentrace oxidu uhelnatého ve vdechovaném vzduchu záleží také na aktuální fyzické zátěži, protože při vysokém minutovém srdečním výdeji se oxidu uhelnatého vstřebává více, a i hladiny CO Hb jsou tak vyšší. V tomto ohledu jsou náchylnější k vážné intoxikaci například hasiči, kteří vykonávají náročnou fyzickou aktivitu, a proto je jejich minutový srdeční výdej vyšší. (Pelclová, 2014)

Nejnáchylnější k poškození jsou zejména orgány, které mají vysoké požadavky na kyslík – tedy hlavně mozek a myokard. Srdce je na intoxikaci velmi citlivé, protože oxid uhelnatý se váže na myoglobin až 3x více než na kosterní svalovinu. V důsledku toho dochází ke zvýšení hladiny srdečních markerů značících poškození myokardu v krvi, především se jedná o troponin. Dále se mohou objevovat potíže zejména u kardiaků trpících anginou pectoris, u kterých může dojít k ischemii myokardu a k akutnímu koronárnímu syndromu. Mohou se objevit potíže ve formě kardiomyopatií. Změny mohou vykazovat i záznamy elektrokardiografie, kde můžeme označit nejčastěji deprese ST úseků, značící ischemii myokardu, prodloužení QT intervalů, arytmie, extrasystoly, fibrilaci síní, popřípadě i síňkomorové a raménkové blokády. V nejzávažnějších případech může dojít až k náhlé srdeční smrti. (Pelclová, 2014; Hájek, 2017)

Z těchto důvodů se dříve v dolech pro detekci oxidu uhelnatého používaly kanáři, protože jejich metabolismus je náročnější na kyslík, a proto se u nich otrava tímto plynem objevila podstatně dřív. (Pelclová, 2014)

Existuje ale skupina osob, kde jsou intoxikace oxidem uhelnatým ještě více nebezpečné, a to u těhotných žen. Afinita fetálního hemoglobinu k oxidu uhelnatému je totiž vyšší, než je tomu u mateřského hemoglobinu a plod má tedy běžně o 10-15 % vyšší hodnoty CO Hb než matka. Disociační křivka fetálního hemoglobinu je už za fyziologických podmínek posunuta silně doleva a při otravě oxidem uhelnatým dochází k jejímu dalšímu posunu tímto

směrem. To vede ve tkáních k menšímu uvolňování kyslíku a následně k rozvoji těžké hypoxie, často s letálním důsledkem na plod. (Ševela, 2011)

Karboxylhemoglobin se ale vyskytuje i u naprosto zdravých jedinců, kteří se oxidu uhelnatého vůbec nenadýchali. Oxid uhelnatý je totiž produkován i v lidském organismu, a to jako koncový produkt metabolismu. U osob, které žijí mimo prostředí s oxidem uhelnatým, je koncentrace karboxylhemoglobinu 0,01-0,02 (1-2 %). Zato u těžkých kuřáků může hladina CO Hb dosahovat až 10 %. (Hájek 2017; Remeš 2013)

2.4 Klinický obraz intoxikace oxidem uhelnatým

Příznaky intoxikace oxidem uhelnatým jsou často velmi nespecifické. Proto je důležité především na možnost otravy myslet, a to zejména pokud je podobnými příznaky postiženo více osob nebo pokud zdravotním problémům přecházely například potíže s karmou, kotlem nebo jiným domácím spotřebičem (riziková může být neodborná oprava spotřebiče, zápach kouře, načervenalé zabarvení plamene, opakované zhasínání plamene nebo neobvyklé hoření). (Ševela, 2011)

Mezi časté příznaky se řadí nevolnost a zvracení, bolesti hlavy, bolesti na hrudi, závratě, slabost, palpitace, popřípadě psychické příznaky. Při závažnějším stupni intoxikace se objevují neurologické příznaky – extrapyramidové a pyramidové symptomy, může docházet až k poruše vědomí. (Ševela, 2011)

Bartůněk (2016) uvádí, že první příznaky otravy se objevují asi při 20 % CO Hb a jsou jimi bolesti hlavy a závratě, při 30 % CO Hb se dostavuje nauzea a zvracení, při koncentraci CO Hb asi 50 % nastává kóma a povrchové nepravidelné dýchání a při hodnotách kolem 60 % hrozí edém mozku, křeče a smrt.

Stav pacienta navíc může být modifikován dalšími okolnostmi, které prvotně musely mít souvislost s otravou. Může jít například o podchlazení nebo popálení, tlakové nekrózy, aspirace nebo topení při pobytu ve vaně naplněné vodou. (Ševela, 2011)

Uvádět klinické příznaky intoxikace v závislosti na koncentraci karboxylhemoglobinu není vhodné, protože údaje spolu často nesouhlasí. Existuje však tzv. Ostravská klasifikace (Obrázek 2), která dělí intoxikace podle klinických příznaků a závažnosti do čtyř stadií a měla by být tedy spolehlivější. (Šín, 2019; Šeblová 2018)

V prvním stádiu je pacient při vědomí, dýchání, oběh i neurologický nálezn je u něj zatím beze změn a mohou se objevovat pouze nespecifické příznaky v podobě bolesti hlavy, nevolnosti nebo zvracení. (Šeblová, 2018)

Ve druhém stádiu se kromě nespecifických symptomů z prvního stádia mohou přidávat pozitivní extrapyramidové a pyramidové příznaky. Pacient je ale stále plně při vědomí, oběhově stabilní a dýchání fyziologické. (Šeblová, 2018)

Ve třetím stádiu už dochází k poruchám vědomí, pacient je somnolentní nebo dokonce soporózní. Přetrvávají extrapyramidové a pyramidové příznaky, dochází k hypertenzi, tachykardii a hyperventilaci. Zvracení může pokračovat, a proto musíme dát pozor na riziko aspirace zvratků. (Šeblová, 2018)

Čtvrté a nejzávažnější stádium se vyznačuje kómatem, stále pozitivními pyramidovými a extrapyramidovými příznaky, pacient může hyperventilovat nebo hypoventilovat. Dalším možným nálezem je hypertenze či hypotenze, tachykardie nebo bradykardie. (Šeblová, 2018)

Obrázek 2 – 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, bradykardie, asystolie	hyperventilace hypoventilace

Zdroj: ŠÍN, 2019, s. 119

U otrav oxidem uhelnatým se navíc mohou vyskytnout další komplikace, mezi ty akutní patří například nekardiální plicní otok, rhabdomyolýza s následným vážným

poškozením ledvin, koronární ischemie, stenokardie a infarkt myokardu, srdeční arytmie, selhání ledvin, a v nejhorších případech dokonce i smrt. (Vidunová, 2013; Ševela 2011)

Pozdní komplikací intoxikace se pak rozumí pozdní neuropsychické postižení (jinak také leukoencefalopatie), které se objevuje po uplynutí několika dnů, týdnů až měsíců od samotné intoxikace. Je možné jej rozpoznat na CT nebo MR. Za pomoci těchto zobrazovacích metod můžeme vidět hypodenzní ložiska v bílé hmotě bazálních ganglií a kalózním tělese. Takové postižení se vyskytuje zhruba u 15-40 % intoxikovaných. V klinickém obrazu dominují kognitivní dysfunkce, rozvoj demence a snížení intelektu jedince, poruchy krátkodobé paměti a parkinsonismus. (Šeblová, 2018; Ševela, 2011)

Dobrou zprávou je skutečnost, že 50-75 % takto neurologicky postižených pacientů se samovolně zcela nebo alespoň částečně uzdraví během jednoho roku od intoxikace. (Ševela, 2011)

Rizikové je také dlouhodobé chronické vystavování oxidu uhelnatému, a to například v zaměstnání v průmyslových provozech, ocelárnách nebo vysokých pecích. Taková opakovaná expozice může mít za následek chronickou únavu, bolesti hlavy, závratě, poruchy zraku, parestezie, bolesti na hrudi, bolesti břicha, průjemy a v neposlední řadě také zhoršení paměti a koncentrace. Touto problematikou vysokých koncentrací oxidu uhelnatého v zaměstnání se zabývá orgán ochrany veřejného zdraví a oddělení nemocí z povolání. Přípustný expoziční limit oxidu uhelnatého v prostředí by neměl přesáhnout mez 30 mg/m³ (tj. 24 ppm). Jako nejvyšší přípustná koncentrace je uváděna hodnota 150 mg/m³ (tj. 131 ppm). V prostředí s touto maximální přípustnou koncentrací oxidu uhelnatého sice je možné pracovat, ale mělo by být samozřejmostí adekvátní zkrácení pracovní doby. V případě překročení hodnoty 150 mg/m³ je nutné co možná nejrychleji opustit prostor nebo si nasadit dýchací přístroj. Bezpečnostní normy České republiky jsou v tomto ohledu přísnější, než normy v západní Evropě (např. Německo či Francie) nebo v USA. (Ševela, 2011)

2.5 Vyšetřovací metody v PNP

Stanovení správné diagnózy je nejdůležitějším bodem, na jehož základě pak můžeme zvolit nejvhodnější terapii. V případě oxidu uhelnatého to ale pro řadu nespecifických příznaků není vůbec jednoduché, obzvláště pak v přednemocniční neodkladné péči, kde jsou diagnostické možnosti velice omezené.

2.5.1 Anamnéza

Anamnéza neboli předchorobí, znamená získávání informací o zdravotním stavu pacienta, a to v době od jeho narození až po současnost. Jde o rozhovor zdravotníka s pacientem, kdy pacient svými slovy popisuje své zdravotní obtíže a zdravotník klade pacientovi cílené otázky. Tato výpověď pacienta má prognostický i diagnostický význam, může mít forenzní důsledky, určuje třídění pacientů na základě etiologie úrazu či pravděpodobnosti komplikací, měla by být chronologická a také diskrétní. Anamnézu můžeme podle jejího přesnějšího zaměření rozdělit na několik podskupin – a to na anamnézu osobní, rodinnou, pracovní, sociální, farmakologickou, alergologickou a u žen navíc na anamnézu gynekologickou. (Jelínková, 2020; Dobiáš, 2021)

Pro stanovení správné diagnózy je vždy nutné odebrat kvalitní anamnézu, která má nepostradatelný význam. V případě intoxikace oxidem uhelnatým je důležité zaměřit se zejména na rizikové faktory otravy. V prvních vteřinách kontaktu je třeba zhodnotit prostor, kde se postižený nachází – zda jde o uzavřený prostor s potencionálním zdrojem oxidu uhelnatého. Zejména v zimních měsících může mezi tyto rizikové faktory patřit vytápění obytných prostorů krbem, plynovým kotlem či plynovým průtokovým ohříváčem typu Karma. U osob, které byli účastníky požáru, musíme na otravu oxidem uhelnatým myslet vždy. Varovným příznakem může být také zvracení či smrt přítomných domácích zvířat, která jsou vůči oxidu uhelnatému vnímavější než člověk, a klinické příznaky se tak u nich objeví dříve. Dalším důležitým údajem je informace o době trvání a charakteru zdravotních obtíží pacienta. (Ševela, 2011)

2.5.2 Diferenciální diagnostika

Nebezpečnost oxidu uhelnatého spočívá hlavně v nemožnosti detekovat jej pouhými smysly. Intoxikovaná osoba často zůstává v nebezpečném prostředí s vysokou koncentrací oxidu uhelnatého příliš dlouho, mnohdy až do ztráty vědomí a následné smrti. Děti jsou navíc podstatně náchylnější k vážnějším otravám, a to především díky jejich rychlejšímu metabolismu, jehož součástí je i rychlejší dýchání ve srovnání s dospělými osobami. (Vidunová, 2013)

Dalším problémem v diferenciální diagnostice jsou nespecifické příznaky, které lze snadno přisoudit jinému onemocnění. Intoxikace oxidem uhelnatým bývá mnohdy

zaměňována například s běžnou slabostí či nevolností, krátkodobými poruchami vědomí kvalitativního i kvantitativního původu, potravinovými nebo alkoholovými intoxikacemi, psychiatrickými onemocněními, žaludečními obtížemi, bolestmi na hrudi, poruchami srdečního rytmu, křečemi či s cévní mozkovou příhodou. (Vidunová, 2013)

Pravá příčina obtíží – intoxikace oxidem uhelnatým – je proto často objasněna až s odstupem dnů až týdnů po manifestaci pozdních neurologických a psychiatrických obtíží. V rámci těchto obtíží se může objevovat rozsáhlá škála neurologických postižení. Mezi nejzávažnější z nich patří těžká demence, parkinsonismus, mutismus, inkontinence nebo poruchy chůze. Neurologické obtíže většinou časem sami odezní, někdy ale může být poškození centrální nervové soustavy trvalého rázu. (Vidunová, 2013)

2.5.3 Pulzní oxymetrie

Je nutné upozornit na zavádějící nepřesné údaje, které v tomto případě může přinést klasická pulzní oxymetrie. Pomocí té totiž není možné odlišit oxyhemoglobin od karboxylhemoglobinu, protože klasická pulzní oxymetrie využívá světla pouze ve dvou vlnových délkách a nedokáže tak rozlišit CO Hb od Hb O₂. Hodnota SpO₂ tak může být falešně vysoká. Některá pracoviště mají k dispozici speciální cooxymetry, které již dokáží určit koncentraci CO Hb v krvi. (Bartůněk, 2016; Ševela, 2011)

2.5.4 Cooxymetrie

Neinvasivní pulzní cooxymetrii představuje přenosný přístroj umožňující jednoduché a rychlé měření CO Hb v krvi. Tato diagnostická metoda je vhodná jak pro přednemocniční péči, tak i pro nemocniční ambulance a přináší poměrně přesné výsledky měření. Díky této rychlé a spolehlivé metodě je možné pacienta na základě výsledků okamžitě transportovat na vhodné pracoviště, které disponuje možností hyperbarické oxygenoterapie, a zamezit tak časové prodlevě při diagnostice, která by jinak proběhla až ve zdravotnickém zařízení. (Ševela, 2011)

Další možností měření hodnoty CO Hb je cooxymetrie z krve. Jedná se o velmi přesnou spektrofotometrickou analýzu využívající šesti různých vlnových délek, která je také na klinických pracovištích nejčastěji využívána. Nevýhodou je skutečnost, že bohužel není vždy dostupná. (Ševela, 2011)

Orientačně lze CO Hb změřit z výdechu za pomoci detekční trubičky. Tato metoda je jednoduchá, rychlá a levná, ale pro nemocniční prostředí není příliš vhodná. (Ševela, 2011)

2.5.5 Laboratorní vyšetření

V rámci nemocniční neodkladné péče lze využít laboratorní vyšetření. Ke zjištění hladiny karboxyhemoglobinu v krvi je nutné odebrat nesrážlivou krev, obvykle se používá draselná sůl kyseliny etylenfiaminotetraoctové – tedy K3EDTA. Krev je třeba dobře promíchat s protisrážlivým prostředkem, ale nikdy s ní netřepat, aby nedošlo k uvolnění oxidu uhelnatého a ke znehodnocení výsledků. U pacientů intoxikovaných oxidem uhelnatým je také vhodné provést analýzu krevních plynů, biochemický screening a toxikologický screening z moči. Nemělo by chybět také vyšetření ke zjištění hodnoty glykémie, myoglobinu, troponinu I a arteriálního laktátu, případně i markerů hypoxického poškození mozku – protein S 100 B či neuro specifické enolázy. (Hájek, 2017)

2.5.6 Zobrazovací metody

Co se týče zobrazovacích metod, tak ty se rutinně při intoxikaci oxidem uhelnatým nevyužívají. Je ale možné je použít v diferenciální diagnostice k potvrzení či vyloučení jiných stavů, například při podezření na patologické nitrolební procesy. Do této skupiny patologií může patřit nitrolební poškození způsobené pádem při náhlé ztrátě vědomí nebo difúzní mozkový edém u intoxikací spojených s tonutím, protražovaným bezvědomím nebo při výskytu dalších komplikací. (Hájek, 2017)

2.6 Terapie intoxikace oxidem uhelnatým

V případě intoxikace oxidem uhelnatým je potřeba zdůraznit zejména vlastní bezpečnost, na kterou je potřeba myslet už od začátku. Zachránci by zamořenému prostoru měli být vystavováni co možná nejkratší dobu, aby se sami oxidem uhelnatým neintoxikovali. Postiženého je taktéž potřeba co nejrychleji dostat pryč z nebezpečného prostředí. Ihned po dosažení bezpečného prostoru je potřeba zahájit terapii. (Šeblová, 2018; Ševela, 2011)

2.6.1 Laická první pomoc

Laik je člověk bez zdravotnického vzdělání, který nedisponuje žádnými zdravotnickými prostředky, a má tak k dispozici pouze vlastní ruce. Mnohdy jde o rodinné příslušníky postiženého nebo náhodné svědky události. Poskytnutí první pomoci má samozřejmě velký etický rozměr, ale je nutné si také uvědomit, že v případě neposkytnutí první pomoci člověku, který ji potřebuje, se dopouštíme trestného činu v souladu s trestním zákoníkem §150. Povinnost poskytnout první pomoc se na nás však nevztahuje, pokud je to nebezpečné pro nás nebo pro jiné osoby.

Podle §150 trestního zákoníku č. 40/2009 Sb. se trestního činu neposkytnutí pomoci dopouští ten, kdo „*osobě, která je v nebezpečí smrti nebo jeví známky vážné poruchy zdraví nebo jiného vážného onemocnění, neposkytne potřebnou pomoc, ač tak může učinit bez nebezpečí pro sebe nebo jiného, bude potrestán odnětím svobody až na dvě léta.*“

Hlavním bodem v případě intoxikace je bezesporu přerušení expozice oxidu uhelnatému. Je nutné co nejrychleji postiženého dostat ze zamořeného prostředí, ve kterém by i záchránci měli pobývat co možná nejkratší možnou dobu, a to z důvodu respektování osobní bezpečnosti, která je při poskytování první pomoci vždy na prvním místě. V případě, že je postižená osoba při vědomí, je ideální ji vyzvat, aby prostor sama co nejrychleji opustila, pokud je toho schopná. (Šeblová, 2018; Ševela, 2011)

Pokud je zamořeným místem prostor s možností větrání, je vhodné otevřením oken zajistit přístup venkovního čerstvého vzduchu pro snížení koncentrace oxidu uhelnatého v místnosti. (Ševela, 2011)

Samozřejmostí by mělo být kontaktování zdravotnické záchranné služby na telefonním čísle 155. Výhodou při kontaktování této linky je i možnost operátorky zdravotnického operačního střediska vyslat na místo takzvaného „first respondera“. To je člověk, laik, který prošel kurzem první pomoci a který může být na místě události mnohdy rychleji než výjezdová skupina zdravotnické záchranné služby.

2.6.2 Přednemocniční neodkladná péče

Prvotní opatření je totožné s laickou první pomocí, a to evakuovat postiženého pryč z prostoru s nebezpečnou koncentrací oxidu uhelnatého a pokud je to možné, otevřít

v místnosti okna. Z důvodu vlastní bezpečnosti není doporučováno provádět jakékoli léčebné úkony přímo v zamořeném prostředí. (Šeblová, 2018; Šín, 2019)

Po vytažení postiženého na bezpečné místo přichází na řadu vyšetření dle ABCDE postupu. Tento algoritmus je možné uplatnit u všech pacientů, neohledně na jejich aktuální zdravotní stav či věk. Důležité je nepřeskakovat jednotlivé úkony a mít na vědomí, že nelze postoupit k dalšímu bodu, pokud nejsou splněné body předcházející. V rámci prvního bodu A (airway) kontrolujeme průchodnost dýchacích cest, v bodu B (breathing) pak dýchání a jeho kvalitu a bodu C (circulation) stav krevního oběhu. Úkony zahrnuté v krocích A, B a C jsou život zachraňující výkony a nelze je odkládat. Bod D (disability) značí neurologický stav pacienta a v bodu E (exposure) pak kontrolujeme pacienta celého, od hlavy až k patě. (Remeš, 2013)

Důležitá je inhalace kyslíku s vysokým průtokem (15 l/min). U pacienta se zachovalým vědomím pro aplikaci kyslíku využijeme těsnící obličejovou masku se zásobním vakem. V případě, že má pacient poruchu vědomí s GCS pod 8, je indikováno provedení orotracheální intubace a použití umělé plicní ventilace s FiO_2 1,0 a s využitím pozitivního přetlaku na konci výdechu. (Šín, 2019; Ševela, 2011)

Další léčba se řídí především symptomatickou pacienta. Při poklesu tlaku zahájíme terapii balancovanými krystaloidními roztoky a při jejich nedostatečném efektu nasadíme vazopresory, což jsou léky způsobující vzestup krevního tlaku. V případě nebezpečné bradykardie je indikováno podání atropinu, a to v úvodní dávce 0,5 mg i.v. U pacientů trpících zvracením podáme antiemetika. (Šín, 2019; Ševela, 2011)

U pacientů s poruchou vědomí nebo s pozitivním neurologickým nálezem, popřípadě u gravidních žen, je pro úsporu času doporučené směřování přímo na pracoviště s možností hyperbarické oxygenoterapie. (Šín, 2019)

2.6.3 Nemocniční péče

Nemocniční léčba spočívá zejména v oxygenoterapii, tedy v léčbě kyslíkem. Ten může být dodáván buď za normálního atmosférického tlaku (normobarická oxygenoterapie) či za zvýšeného atmosférického tlaku (hyperbarická oxygenoterapie). (Ševela, 2011)

V případě lehčích otrav s méně závažnou symptomatologií, která odpovídá I. stupni Ostravské klasifikace, volíme většinou normobarickou oxygenoterapii. Ta obnáší aplikaci

100 % kyslíku za normálního atmosférického tlaku, což odpovídá zhruba 100 kPa. Podávání kyslíku je doporučeno alespoň po dobu 12 hodin, a to takovým způsobem, aby bylo dosaženo FiO_2 cca 1,0. Pro tyto účely se používá buď průtokový systém, kdy je pacientovi nasazována obličejová maska s rezervoárem a kyslík je pouštěn vysokým průtokem alespoň 15 l/min, nebo systém bez zpětného vdechování s nádechovou a výdechovou chlopní. Pro druhý zmíněný způsob lze užít těsnící obličejovou masku, CPAP masku nebo helmu nebo Rubenův ventil. Určitě není možné použít standartní obličejovou masku bez rezervoáru. (Ševela, 2011; Polák, 2023)

Zato hyperbarickou oxygenoterapii zvolíme u vážnějších intoxikací, kdy pacient ztratí vědomí nebo když už je na místě nalezen v bezvědomí, u pacientů s abnormálním neurologickým nálezem nebo u gravidních žen. Rozdíl oproti normobarické oxygenoterapii je v aplikaci 100 % kyslíku za vyššího tlaku, než jaký je atmosférický tlak vzduchu. Zpravidla jde o hodnoty kolem 200–300 kPa. (Ševela, 2011; Polák, 2023)

Experimentální metodou je takzvaná isokapnická hyperoxická hyperventilace. To je metoda, která je založená na hyperventilaci 100 % kyslíku s příměsí oxidu uhličitého. Pro aplikaci je používán jednoduchý dýchací okruh. Přínosem při použití této metody je 2-3 násobně rychlejší eliminace oxidu uhelnatého ve srovnání s normobarickou oxygenoterapií a navíc odstranění negativního vlivu hypokapnie. Isokapnická hyperoxická hyperventilace byla doposud zkoušena pouze na zvířecích či humánních modelech nebo na dobrovolnících s lehkým stupněm otravy, avšak v budoucnu by mohla být alternativní metodou především pro přednemocniční neodkladnou péči. Nutné je ale říci, že metoda zcela jistě nemůže nahradit oxygenoterapii hyperbarickou, protože stejně jako normobarická oxygenoterapie není schopna dosáhnout stejné úrovně hyperoxie potřebné k redukci endoteliálního poškození a snížení rizika pozdního neurologického poškození. (Hájek, 2009)

2.6.4 Hyperbarická oxygenoterapie

Hyperbarickou oxygenoterapií se rozumí aplikace vysoce koncentrovaného kyslíku v hyperbarické komoře, kde je možné dosáhnout vyššího tlaku, než je tlak atmosférický. Léčebný tlak by se měl pohybovat v rozmezí hodnot 2,0 až 2,8 ATA, což odpovídá hodnotám 200 až 280 kPa. Obvyklý léčebný cyklus v hyperbarické komoře trvá 2 hodiny a u vybraných akutních stavů může být opakován dvakrát až třikrát denně. Hyperbarická oxygenoterapie má dnes nezastupitelnou roli v léčbě několika desítek onemocnění, jelikož zlepšuje

léčebné výsledky, morbiditu i mortalitu u vážných stavů. Svou roli zaujímá nejen v léčbě intoxikací oxidem uhelnatým, ale například i v případě vzduchové či plynové embolie, dekompresní nemoci, klostridiové a nekrotizující infekce, akutní ischemie měkkých tkání, postanoxické encefalopatie či u popálenin. (Bartůněk, 2016)

Hyperbarická oxygenoterapie se aplikuje v hyperbarických komorách, což jsou tlakové nádoby vyrobené z kombinace oceli a průhledného akrylátu. Můžeme je rozdělit dle velikosti, počtu míst, druhu plynů, kterými se plní nebo podle účelu a mobility. Komory pro léčebné účely jsou nejčastěji malé a jednomístné a plněny jsou většinou kyslíkem, což pacientovi umožňuje dýchat bez masky či jiné dýchací metody. Malé komory mají oproti těm velkým řadu výhod, například jsou to minimální požadavky na prostor a technickou vybavenost, snadná obsluha a nízké provozní náklady, možnost izolace infekčních či imunodeficitních pacientů a také nemožnost postižení personálu dekompresní nemocí. (Bartůněk, 2016)

Výhoda velkých, vícemístných komor spočívá hlavně v možnosti léčit více pacientů najednou. Na rozdíl od malých komor jsou často plněny vzduchem a kyslík je tak k pacientům přiváděn pomocí masky, helmy, popřípadě pomocí endotracheální či tracheostomické kanyly. Velké komory jsou také vhodnější u kritických pacientů, neboť umožňují přítomnost ošetřujícího personálu u lůžka. (Bartůněk, 2016)

Hyperbarická oxygenoterapie je u pacientů intoxikovaných oxidem uhelnatým indikována v několika specifických případech. Jsou jimi pacienti s alterací vědomí, pozitivním neurologickým nálezem, přítomnými křečemi, přetrvávajícími známkami poškození srdce, jako jsou arytmie či ischemie myokardu, dále pacienti s přetrvávající metabolickou acidózou a pacienti, u kterých je hladina karboxylhemoglobinu vyšší než 25 %. U gravidních pacientek je tato hranice snížena na 10 %. Navíc se použití hyperbaroxie doporučuje u těžkých stupňů otravy s vysokým rizikem vzniku pozdního neurologického postižení. (Polák, 2023; Hájek, 2009)

Diagnostický a léčebný standard otravy oxidem uhelnatým doporučuje zahájit léčebnou hyperbaroxii ideálně do 6 hodin od expozice a před zahájením této léčby zajistit ORL vyšetření, pokud tím nedejde ke zdržení léčby. Doporučený režim zahrnuje aplikaci tlaku 250 kPa po dobu 90 minut. U pacienta bez komplikací je optimální aplikace jednoho až tří sezení v hyperbarické komoře. (Hájek, 2009)

Hyperbaroxie má u pacientů intoxikovaných oxidem uhelnatým několik pozitivních efektů. Zejména urychluje rozklad karboxylhemoglobinu, zrychluje dodání kyslíku do periferních tkání a ruší tak tkáňovou hypoxii. Dále také redukuje edém mozku, tlumí průběh ischemicko-reperfučního poranění, urychluje vyvázání oxidu uhelnatého z vazby na cytochromoxidázu a zvyšuje produkci antioxidantních enzymatických systémů. (Ševela, 2011; Hájek, 2009)

Bartůněk (2016) ve své knize uvádí, že hyperbaroxie má navíc efekt antibakteriální, synergický s antibiotiky, zlepšení funkce leukocytů, tlumení produkce anaerobních toxinů, snížení otoku, stimulace epitelizace, zvýšení aktivity osteoklastů, utlumení časného stádia buněčné apoptózy a mnoho dalších.

Hyperbarická léčba je považována za bezpečnou proceduru, i tak ale existují komplikace, které během aplikace hyperbarického kyslíku mohou nastat. Nejčastěji jde o barotraumata, což jsou mechanická poranění, která vznikají v důsledku rozdílných tlaků dutin vyplněných plynem a okolím. Nejčastěji bývá poškozeno středouší, ale postiženy mohou být také dutiny v lebce, zubní dutiny, zažívací trakt nebo plíce. V případě plicního barotraumatu jde o raritní, ale život ohrožující poranění. (Bartůněk, 2016)

Co se týče kontraindikací hyperbarické oxygenoterapie, patří sem všechny stavy, které by mohly vést ke zhoršení zdravotního stavu pacienta či dokonce až ke smrti. Jde například o neošetřený pneumotorax, akutní infekci horních dýchacích cest, akutní sinusitidu, kardiopulmonální selhání, těžké bronchiální astma nebo může jít o dlouhodobou léčbu některými léky, kupříkladu cytostatiky. (Bartůněk, 2016)

Současným problémem je nerovnoměrné pokrytí ČR pracovišti s možností hyperbarické oxygenoterapie. K roku 2020 je v ČR celkově provozováno 13 pracovišť, 12 z nich funguje na území Čech, zato na Moravě je pouze jedno. Důsledkem je nevyrovnaná dostupnost péče a s ní spojené komplikace delších transportů pacientů v závažném stavu. Hyperbarické zařízení zcela chybí na Vysočině, v Olomouckém, Jihomoravském, Zlínském a Karlovarském kraji. Alarmující je situace zejména na Moravě, kde je v provozu jediné pracoviště v Ostravě, což ale nemůže být dostačující pro tuto spádovou oblast čítající více než čtyři miliony obyvatel. (Hájek, 2020)

Zde je výčet pracovišť na území ČR s možností hyperbarické oxygenoterapie: Fakultní nemocnice Plzeň; Městská nemocnice Ostrava; Chrudimská nemocnice, a.s.;

Nemocnice Kladno; Pardubická krajská nemocnice, a.s.; Rehabilitační ústav v Hostinném; Krajská zdravotní a.s. – Nemocnice Most, o. z.; Sanatorium PRAJZKO Hronov; Nemocnice České Budějovice, a.s.; Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o. z.; Nemocnice Na Homolce; Ústřední vojenská nemocnice – Vojenská fakultní nemocnice Praha; Všeobecná fakultní nemocnice v Praze a ÚLZ. (Remeš, 2013)

3 OCHRANA VÝJEZDOVÝCH SKUPIN ZZS

Členové výjezdových skupin ZZS jsou povinni poskytnout přednemocniční neodkladnou péči. To ale neplatí vždy a za všech podmínek. Zákonem č. 374/2011 Sb. je vymezeno, že: „*Vedoucí výjezdové skupiny je oprávněn rozhodnout o neposkytnutí přednemocniční neodkladné péče v místě události v případě, pokud by při poskytování přednemocniční neodkladné péče byly bezprostředně ohroženy životy nebo zdraví členů výjezdové skupiny.*“ Někdy ale záchranáři vstupují do míst, kde nebezpečí sice není zcela zřejmé, ale přesto tam čeká. Řeč je právě o nebezpečných plynech, které mohou být našimi smysly zcela nerozpoznatelné. Naštěstí ale existují mechanismy, kterými mohou být záchranáři na místě zásahu před nebezpečím včas varováni.

3.1 Detekce oxidu uhelnatého

Detektory oxidu uhelnatého jsou malá zařízení, která slouží k detekci a signalizaci přítomnosti oxidu uhelnatého ve vzduchu. Mohou nám pomoci s diagnostikou intoxikace oxidem uhelnatým, ale důležité jsou zejména pro naši bezpečnost. Detektor se obvykle umísťuje do obytných prostorů či do kanceláří, kde může docházet k výskytu tohoto nebezpečného plynu z různých zdrojů, jako jsou hořáky, kotle, krby, sporáky apod. Detektor uživatele upozorní na zvýšenou koncentraci oxidu uhelnatého pomocí hlasitého zvukového signálu a některé modely mohou také zasvítit červeným světlem nebo zobrazit informace na digitálním displeji. Jde o investici v řádech několika stovek korun, která nám ale potenciálně může zachránit život.

Takový detektor CO už je možné preventivně pořídit i do vlastní domácnosti, a to zejména pokud daná domácnost využívá plynové spotřebiče, u kterých existuje potenciální riziko úniku oxidu uhelnatého. V případě nebezpečné koncentrace oxidu uhelnatého v prostoru pak detektor může osoby včas varovat a předejít tak závažné intoxikaci. Problémem však je, že detektory nejsou vždy zcela spolehlivé. Ve Spojených státech amerických je v domácnostech instalováno více než 38 milionů detektorů oxidu uhelnatého. Ryan (2011) ve své studii otestoval 30 těchto detektorů a zjistil, že více než polovina z nich nefunguje správně. Některé spouštěli alarm příliš brzy, jiné zas pozdě, a to i přes skutečnost, že detektory navenek ukazovaly, že fungují, jak mají. Proto nesmíme zapomínat, že pořízení detektoru CO je sice krok správným směrem, ale stále nemáme stoprocentní jistotu, že k úniku oxidu uhelnatého nedochází.

Byly provedeny studie, které řešily, zda doporučit instalaci detektorů oxidu uhelnatého do míst, jako jsou byty, hotely či některá pracoviště, kde existuje reálné riziko zvýšení hladin tohoto silně jedovatého plynu. Za běžnou koncentraci oxidu uhelnatého v ovzduší jsou považovány hodnoty cca 10 ppm. Naráží se zde ovšem na problém s rozdílnou tolerancí koncentrace oxidu uhelnatého u dětí a dospělých. Děti, které jsou v tomto ohledu méně odolné, v některých případech vykazují příznaky později i prokázané otravy v situacích, kdy ještě detektory nezaznamenají nebezpečně zvýšenou koncentraci oxidu uhelnatého ve vzduchu. (Vidunová, 2013)

S CO detektory se však setkáme i v přednemocniční neodkladné péči. Dnes je již téměř pravidlem, že detektor vždy nosí jeden z členů výjezdové skupiny zdravotnické záchranné služby. Tyto osobní detektory se však liší od těch domácích. Jsou menší a přenosné, ale bohužel také nepoměrně dražší. Na rozdíl od domácích detektorů CO, jejichž cena se pohybuje v řádech sto korun, zato tyto osobní se již pohybují v řádech tisíců korun.

3.2 Spolupráce s HZS

Hasičský záchranný sbor ČR je jednotný bezpečnostní sbor, jehož základním úkolem je podle zákona č. 320/2015 Sb. „*chránit životy a zdraví obyvatel, životní prostředí, zvířata a majetek před požáry a jinými mimořádnými událostmi a krizovými situacemi.*“

Na místě události hasiči zajišťují zejména technickou první pomoc, v jejichž postupech jsou řádně proškoleni. Technická první pomoc zahrnuje opatření prováděné jednotkou požární ochrany, které odstraňují zevní fyzikální jevy, jež bezprostředně ohrožují život a zdraví postiženého. Zároveň zajišťují ideální podmínky k poskytnutí první pomoci. Konkrétně může jít o uhašení požáru, o vyproštění a transport zraněných osob, o vytažení tonoucího člověka z vody nebo o zajištění prostoru zamořeného nebezpečnými látkami. (Ryba, 2013)

K aktivaci Hasičského záchranného sboru dojde už v prvních chvílích, kdy operátorka Zdravotnického operačního střediska pojme podezření na intoxikaci oxidem uhelnatým. Případně, pokud zpočátku intoxikace oxidem uhelnatým není patrná, si součinnost HZS vyžádá prostřednictvím ZOS až zasahující výjezdová skupina z místa události.

Od Hasičského záchranného sboru se v místě události požaduje hlavně poskytnutí technické první pomoci. Protože HZS disponuje mnohem sofistikovanějšími přístroji pro

detekci nebezpečných látek v ovzduší než ZZS, mohou hasiči na místě potvrdit intoxikaci oxidem uhelnatým, případně i jinými nebezpečnými plyny. Zmínit lze pulzní oxymetr Masimo Rad-57, který garantuje přesné měření pulzní oxymetrie i při pohybu a nízkém prokrvení pacienta a dále je schopen změřit koncentraci karboxylhemoglobinu či methemoglobinu. Pro stanovení koncentrace oxidu uhelnatého v ovzduší může HZS využít víceplynový detektor, který mimo měření oxidu uhelnatého v ppm dokáže rozpoznat například i sirovodík, čpavek nebo chlor a mnoho dalších.

Příslušníci HZS se při příjezdu na místo události s podezřením na únik oxidu uhelnatého vybaví izolačním dýchacím přístrojem a zmíněnou detekční technikou. Prioritou po zajištění vlastní bezpečnosti je záchrana postižených osob, které je potřeba co nejrychleji dopravit do bezpečného prostoru. Poté hasiči zjišťují příčinu a místo úniku nebezpečného plynu a provádí opatření proti dalšímu úniku, podle situace i opatření proti výbuchu.

PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL A ÚKOLY PRÁCE

V této bakalářské práci byl stanoven jeden hlavní cíl, tři dílčí cíle (dále C) a šest výzkumných předpokladů (dále P).

4.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem této bakalářské práce je zjistit připravenost zaměstnanců poskytovatelů ZZS na řešení výjezdů s problematikou intoxikace oxidem uhelnatým.

4.2 Dílčí cíle

C1 Zjistit procento výjezdových skupin RZP poskytovatelů ZZS v ČR vybavených CO detektorem pro osobní ochranu.

C2 Zjistit roční incidenci výjezdů výjezdových skupin RZP poskytovatelů ZZS v ČR souvisejících s intoxikací oxidem uhelnatým.

C3 Ověřit teoretické znalosti zdravotnických záchranářů a sester se specializací ARIP v oblasti intoxikace oxidem uhelnatým.

4.3 Výzkumné předpoklady

P1 Předpokládáme, že všechny výjezdové skupiny RZP poskytovatelů ZZS v ČR jsou vybaveny detektory CO pro osobní ochranu.

P2 Předpokládáme, že alespoň 80 % výjezdových skupin RZP poskytovatelů ZZS v ČR nosí detektor CO na každý výjezd.

P3 Předpokládáme, že během podzimu a zimy se uskuteční více výjezdů pro intoxikaci oxidem uhelnatým než během jara a léta.

P4 Předpokládáme, že alespoň 50 % výjezdových skupin RZP poskytovatelů ZZS v ČR se minimálně jednou do roka setká s případem intoxikace oxidem uhelnatým, který přímo souvisí s požárem.

P5 Předpokládáme, že zdravotničtí záchranáři a sestry se specializací ARIP budou z 80 % a více úspěšní v otázkách týkajících se rozpoznání rizikových faktorů, které mohou poukazovat na možnost intoxikace oxidem uhelnatým.

P6 Předpokládáme, že zdravotničtí záchranáři a sestry se specializací ARIP budou ze 70 % a více úspěšní v otázkách týkajících se patofyziologie a klinického obrazu intoxikací oxidem uhelnatým.

5 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU

Pro dotazníkové výzkumné šetření byli osloveni zaměstnanci poskytovatelů ZZS v ČR. Konkrétně šlo o zdravotnické záchranáře a sestry se specializací ARIP, kteří vykonávají výjezdovou činnost ve výjezdové skupině RZP. Osloveno bylo celkem 11 poskytovatelů ZZS v ČR. Souhlas s výzkumem byl získán od 6 poskytovatelů ZZS. Mezi sledované poskytovatele byla zahrnuta ZZS kraje Plzeňského, Karlovarského, Pardubického, Libereckého, Ústeckého a Vysočina.

6 METODIKA PRÁCE

Pro zpracování praktické části této bakalářské práce bylo využito kvantitativní metody sběru dat. Konkrétně šlo o šetření za pomoci dotazníku, které bylo zcela anonymní. Dotazníky byly distribuovány v elektronické formě pomocí internetové stránky [Formuláře Google](#). Sběr dat probíhal od 24.1.2024 do 11.3.2024.

V rámci kvantitativního šetření byli osloveni zdravotničtí záchranáři a sestry se specializací ARIP, kteří působí ve výjezdových skupinách RZP poskytovatelů ZZS v ČR. Konkrétně šlo o poskytovatele ZZS kraje Plzeňského, Karlovarského, Pardubického, Ústeckého, Libereckého a Vysočina. Souhlasy s provedením dotazníkového šetření jsou zařazeny v přílohách této bakalářské práce. Na rozeslané dotazníky odpovědělo celkem 144 respondentů. Dotazník je taktéž součástí příloh této bakalářské práce.

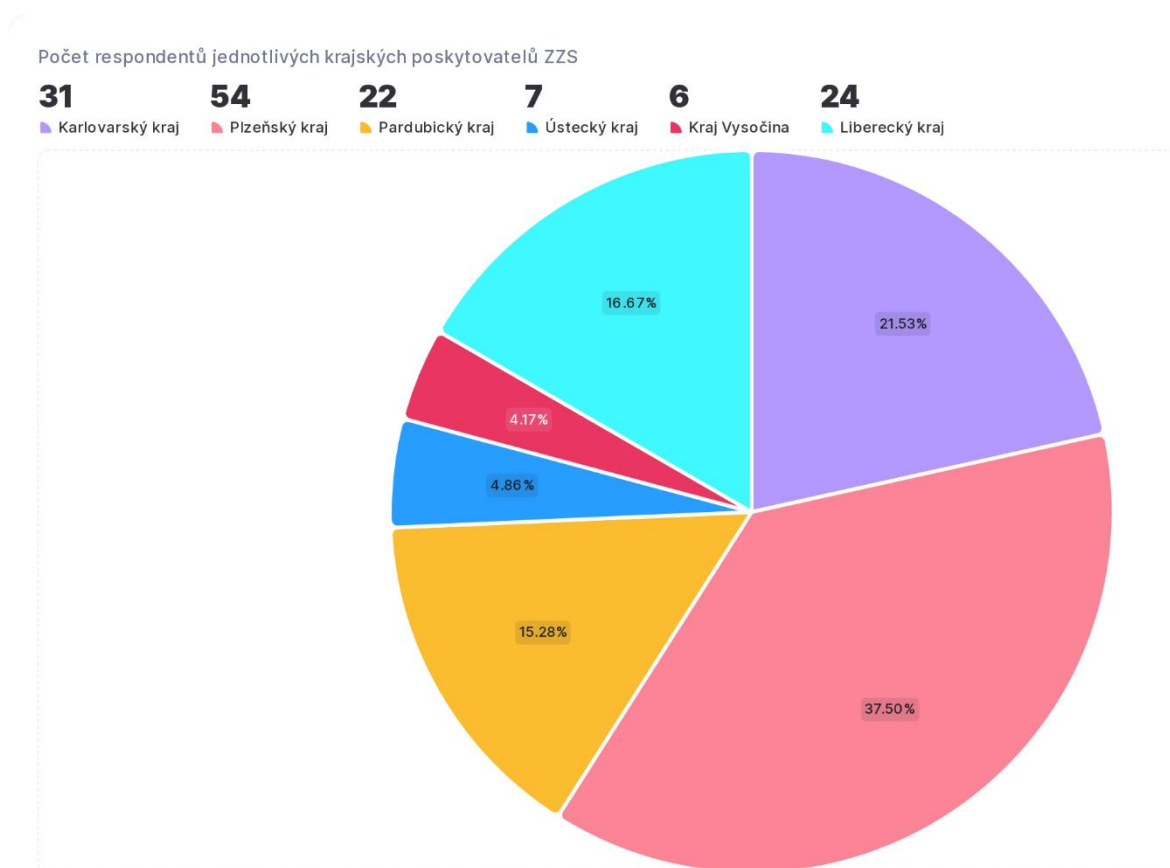
Dotazník obsahoval celkem 18 otázek, přičemž většina otázek byla uzavřená a měla jednu a více správných odpovědí. Data, která byla během dotazníkového šetření nasbírána, byla zpracována pomocí textového procesoru Microsoft Word a aplikace Graphy do grafů.

7 ANALÝZA A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

V následující části jsou zaznamenány a analyzovány výsledky získané v dotazníkovém šetření, které jsou zpracovány do grafů.

Otázka č. 1: Na které ZZS pracujete?

Graf 1 - Počet respondentů jednotlivých krajských poskytovatelů ZZS

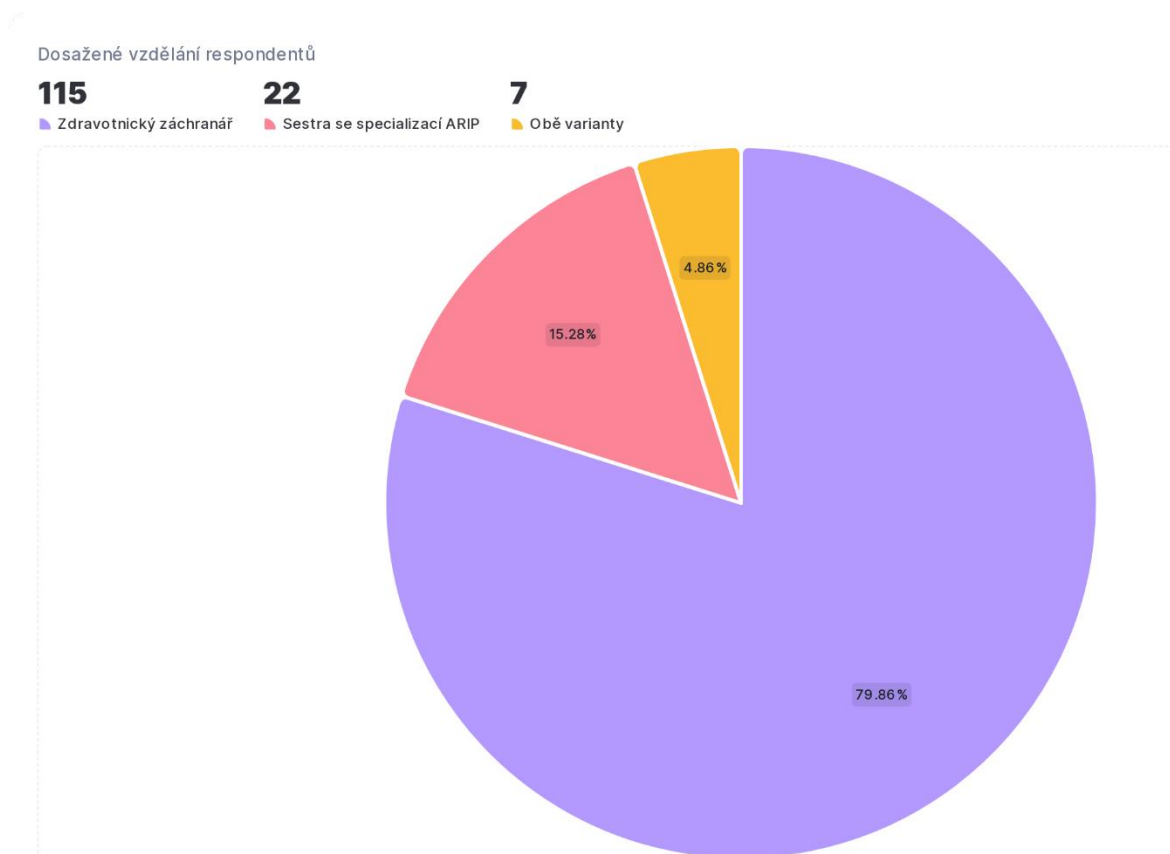


Zdroj: vlastní

V otázce č. 1 bylo zjišťováno, na území kterého kraje respondenti vykonávají svoji profesi. Odpovědi v % jsou vyjádřeny v Grafu 1. Z celkového počtu 144 (100 %) dotazovaných odpovědělo 54 (37,50 %) pro Plzeňský kraj, 31 (21,53 %) pro Karlovarský kraj, 24 (16,67 %) pro Liberecký kraj, 22 (15,28 %) pro Pardubický kraj, 7 (4,86 %) pro Ústecký kraj a 6 (4,17 %) pro Kraj Vysočina.

Otázka č. 2: Jaké je Vaše vzdělání?

Graf 2 - Dosažené vzdělání respondentů

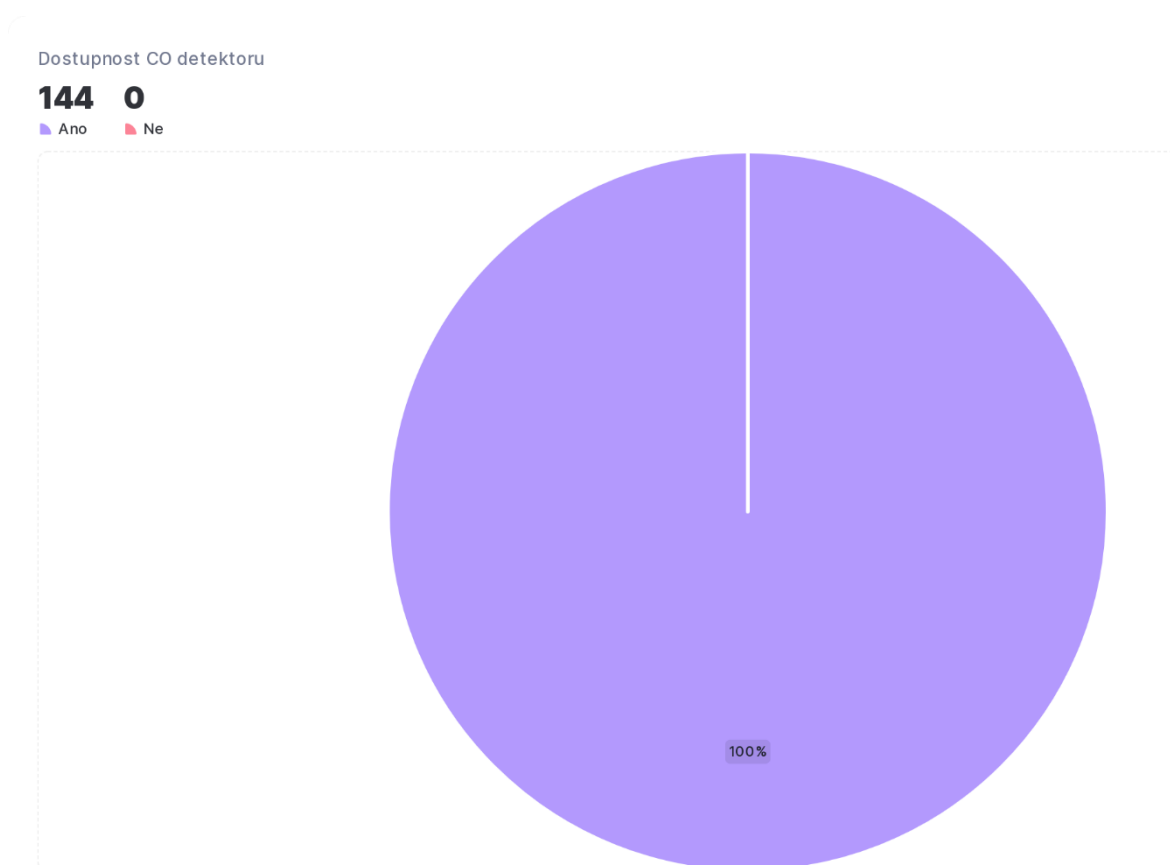


Zdroj: vlastní

V otázce č. 2 byli respondenti dotazováni na jejich doposud dosažené vzdělání. Z celkového počtu 144 (100 %) dotazovaných označilo 115 (79,86 %) odpověď zdravotnický záchranář, 22 (15,28 %) zvolilo odpověď sestra se specializací ARIP a 7 (4,86 %) zvolilo obě možné varianty zároveň, tedy odpověď zdravotnický záchranář i odpověď sestra se specializací ARIP.

Otázka č. 3: Máte k dispozici detektor CO?

Graf 3 - Dostupnost CO detektoru



Zdroj: vlastní

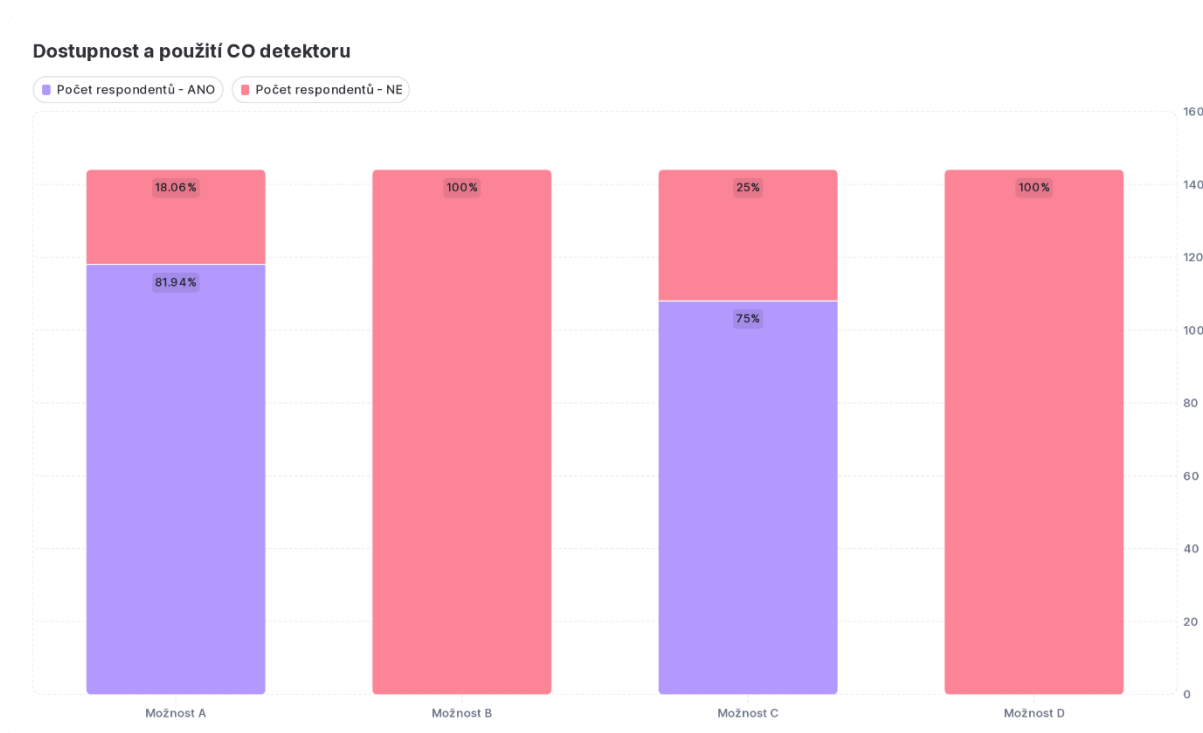
Ve 3. otázce byla zkoumána dostupnost CO detektoru. Na otázku, zda je detektor CO dostupný, odpovědělo 144 (100 %) respondentů kladně, zápornou odpověď označilo 0 (0 %) respondentů. Z toho vyplývá, že všichni dotazovaní respondenti mají k této pomůcce přístup.

Otázka č. 4: Pokud detektor CO máte k dispozici:

Odpovědi na otázku:

- a) CO detektor s sebou nosím na každý výjezd
- b) CO detektor s sebou nosím až podle indikace výjezdu (např. požár, bezvědomí více osob...)
- c) Ve výjezdové skupině RZP má CO detektor pouze jeden člen skupiny
- d) Ve výjezdové skupině RZP má každý člen skupiny svůj detektor CO

Graf 4 - Dostupnost a použití CO detektoru



Zdroj: vlastní

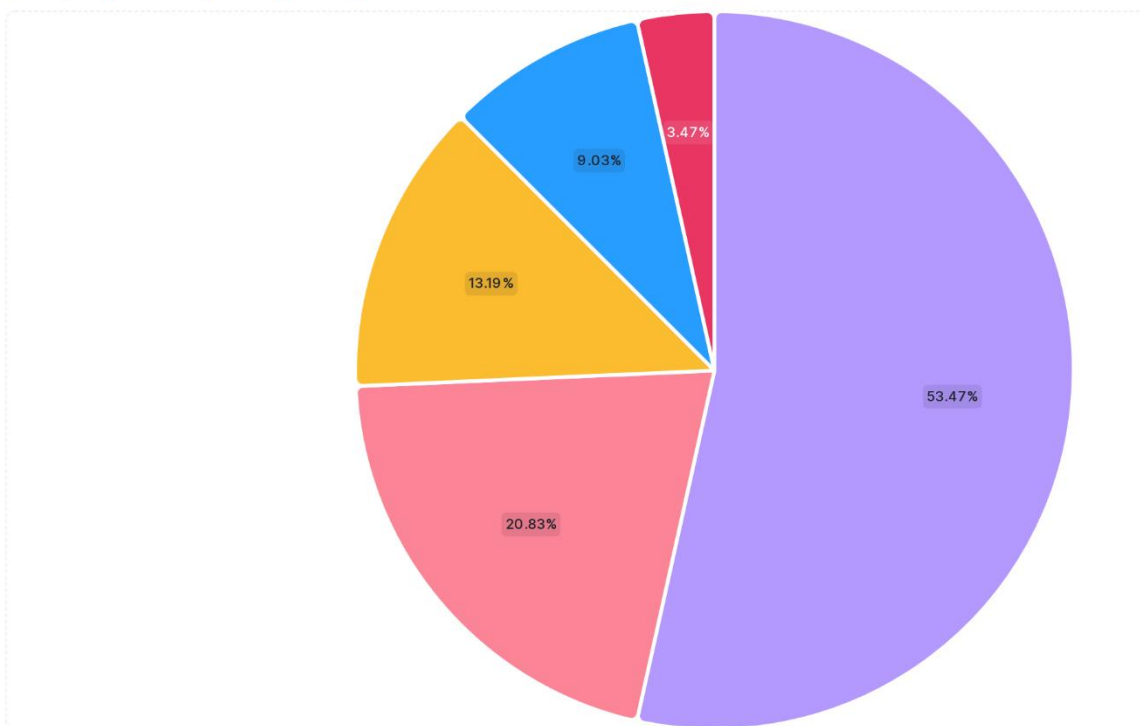
V této otázce byla zkoumána dostupnost a použití CO detektoru. Z předchozí otázky víme, že CO detektor má k dispozici všech 144 (100 %) dotazovaných respondentů. Možnost A, ze které vyplývá, že respondent s sebou CO detektor nosí na každý výjezd, označilo 118 (81,94 %) dotazovaných. Možnost C, která říká, že ve výjezdové skupině RZP má CO detektor pouze jeden člen skupiny, označilo 108 (75 %). Možnost B a D označilo 0 (0 %) dotazovaných.

Otázka č. 5: Kolik Vašich výjezdů souvisejících s intoxikací oxidem uhelnatým se uskutečnilo během jara (březen-květen) minulého roku (2023)?

Graf 5 - Četnost výjezdů pro intoxikaci CO – jaro 2023

Četnost výjezdů pro intoxikaci CO - jaro 2023

77 **30** **19** **13** **5**
Žádný Jeden Dva Tři Nevím



Zdroj: vlastní

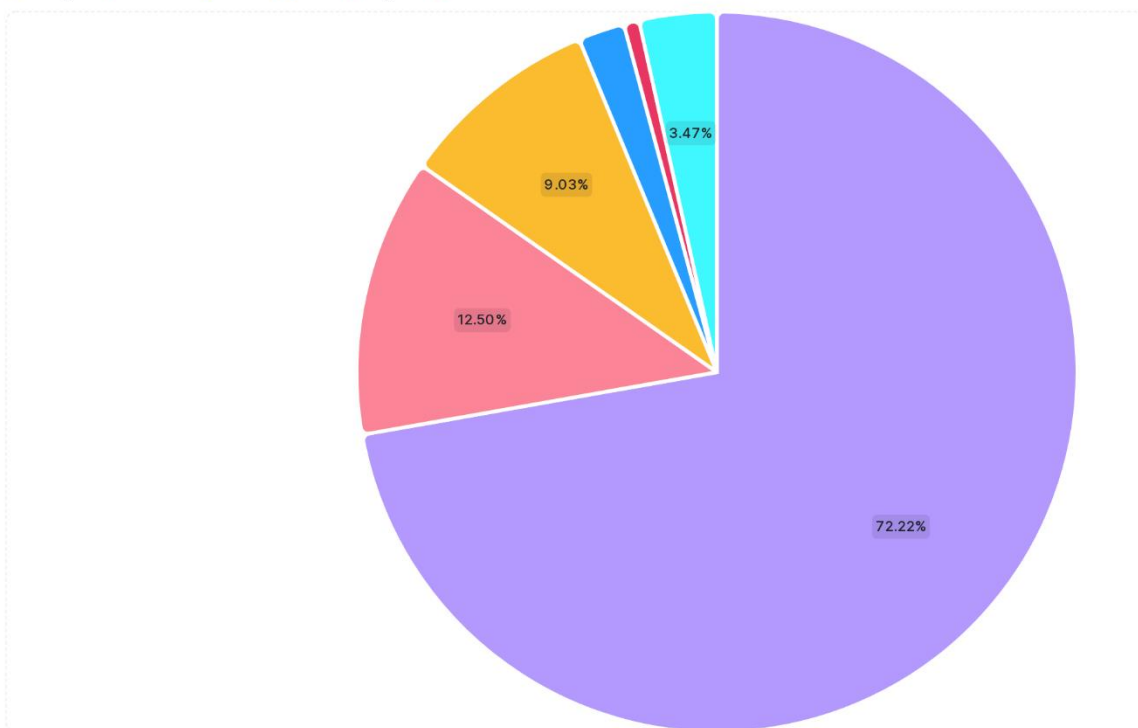
V této otázce byla zjišťována četnost výjezdů pro intoxikaci CO během jara (březen – květen) roku 2023. Na otázku odpovědělo 144 (100 %) respondentů, přičemž 77 (53,47 %) z nich nezaznamenalo žádný takový výjezd, 30 (20,83 %) mělo výjezd jeden, 19 (13,19 %) absolvovalo výjezdy dva a 13 (9,03 %) mělo výjezdy tři. 5 (3,47 %) dotazovaných odpovědělo na otázku nevím.

Otázka č. 6: Kolik Vašich výjezdů souvisejících s intoxikací oxidem uhelnatým se uskutečnilo během léta (červen-srpen) minulého roku (2023)?

Graf 6 - Četnost výjezdů pro intoxikaci CO – léto 2023

Četnost výjezdů pro intoxikaci CO - léto 2023

104 18 13 3 1 5
■ Žádný ■ Jeden ■ Dva ■ Tři ■ Čtyři ■ Nevím



Zdroj: vlastní

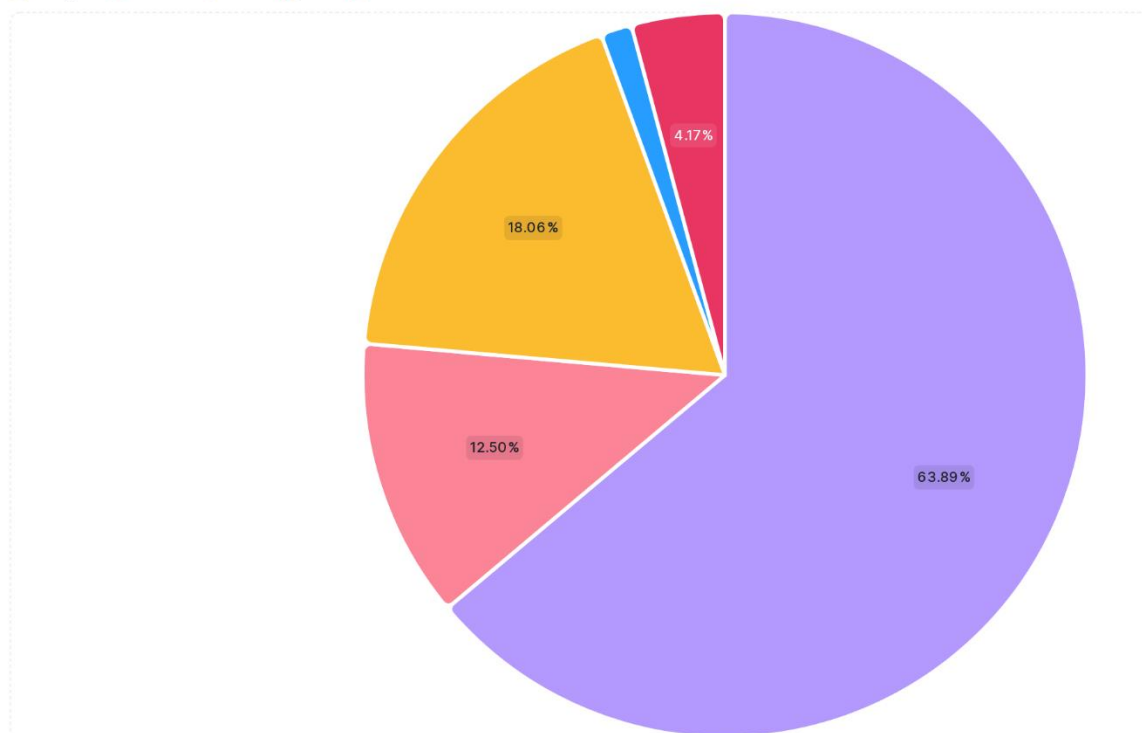
V této otázce byla opět zjišťována četnost výjezdů pro intoxikaci CO, tentokrát ale za léto (červen–srpen) roku 2023. Odpověď byla zaznamenána od 144 (100 %) dotazovaných. Žádný výjezd za toto období nemělo 104 (72,22 %) respondentů. 18 (12,50 %) respondentů bylo účastníkem jednoho výjezdu, 13 (9,03 %) mělo takové výjezdy dva, 3 (2,08 %) byli na třech výjezdech a 1 (0,69 %) z respondentů na čtyřech výjezdech. 5 (3,47 %) dotazovaných odpovědělo, že si údaj nepamatuje.

Otázka č. 7: Kolik Vašich výjezdů souvisejících s intoxikací oxidem uhelnatým se uskutečnilo během podzimu (září-listopad) minulého roku (2023)?

Graf 7 - Četnost výjezdů pro intoxikaci CO – podzim 2023

Četnost výjezdů pro intoxikaci CO - podzim 2023

92 18 26 2 6
Žádný Jeden Dva Tři Nevím



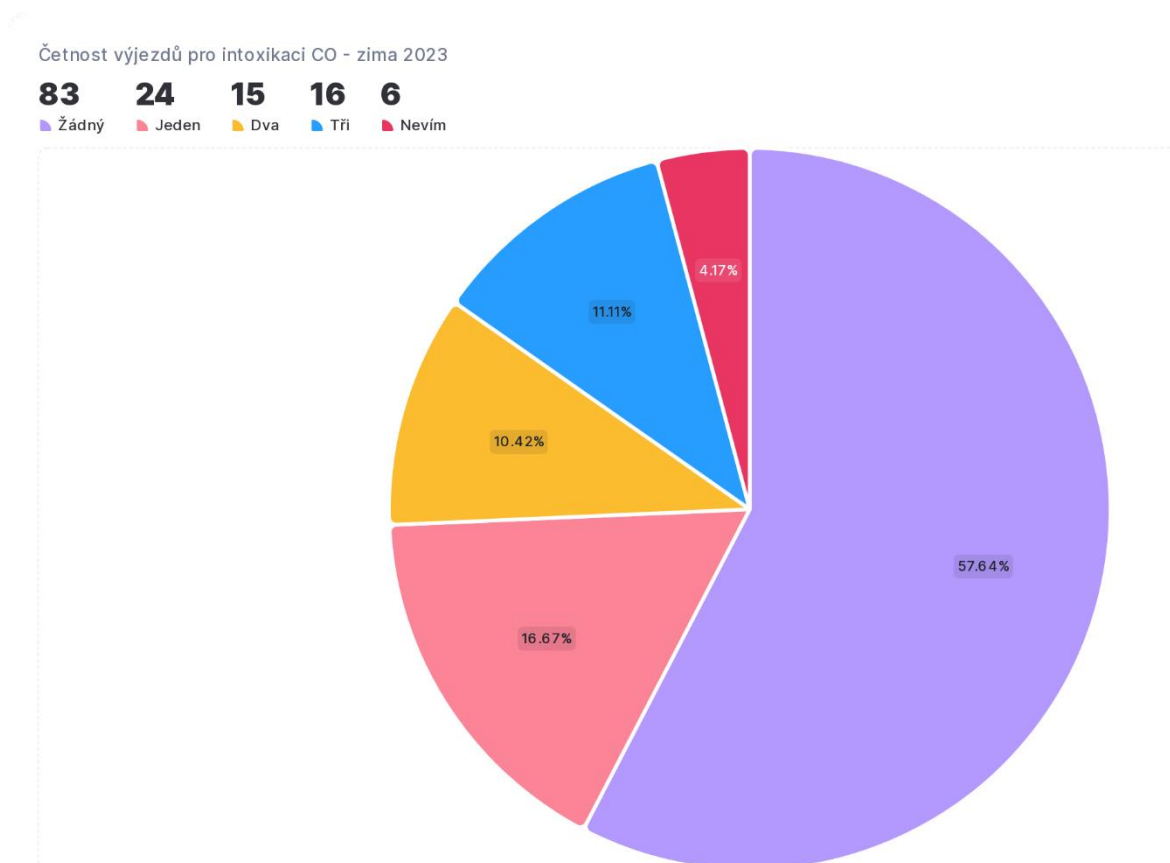
Zdroj: vlastní

V otázce č. 7 byl od dotazovaných zjišťován počet výjezdů pro intoxikaci CO během podzimu (září-listopad) roku 2023. Na otázku odpovědělo 144 (100 %) dotazovaných. Z tohoto počtu 92 (63,89 %) nemělo v daném období žádný výjezd pro intoxikaci CO, 18 (12,50 %) vyjelo na jeden výjezd, 26 (18,06 %) zaznamenalo výjezdy dva, 2 (1,39 %) mělo výjezdy tři a 6 (4,17 %) neudalo žádný číselný údaj.

Otázka č. 8: Kolik Vašich výjezdů souvisejících s intoxikací oxidem uhelnatým se uskutečnilo během zimy (prosinec-únor) minulého roku?

(při odpovídání na tuto otázku berte prosím v úvahu prosinec 2023–únor 2024)

Graf 8 - Četnost výjezdů pro intoxikaci CO – zima 2023



Zdroj: vlastní

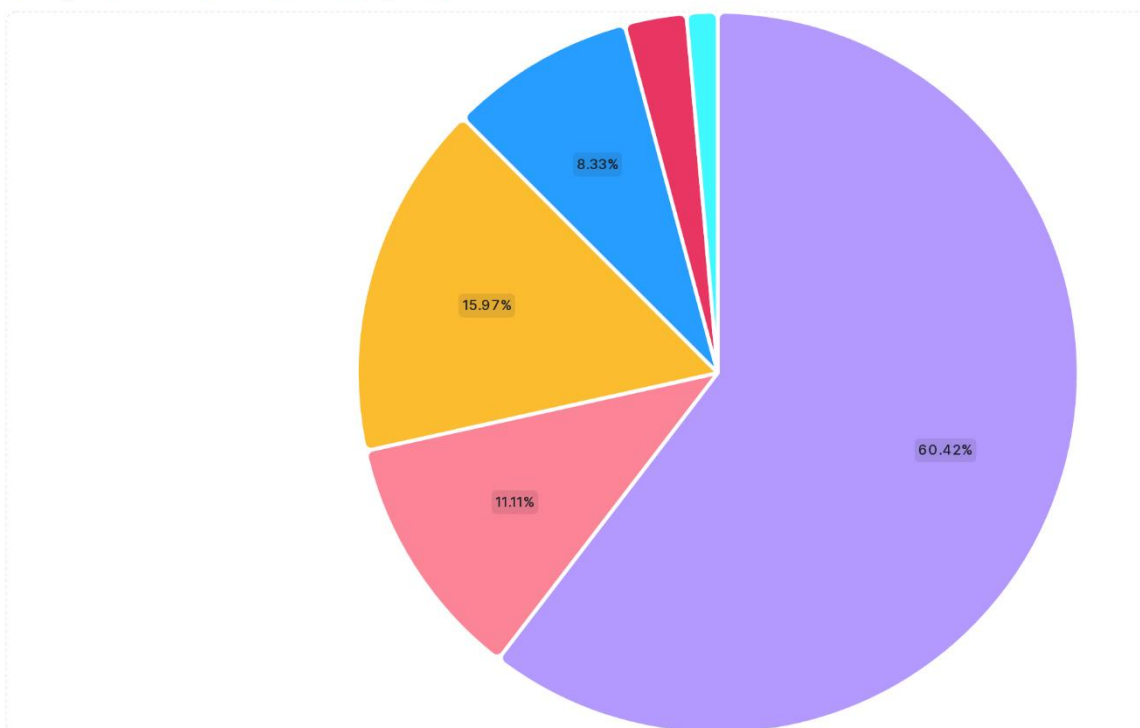
V osmé otázce bylo zjišťováno, kolik výjezdů pro intoxikaci CO se událo během posledního ročního období, tedy zimy (prosinec-únor) roku 2023. Odpověď byla získána od 144 (100 %) respondentů a z odpovědí vyplývá, že 83 (57,64 %) dotazovaných nemělo žádný zimní výjezd kvůli intoxikaci CO, 24 (16,67 %) mělo takový výjezd jeden, 15 (10,42 %) bylo účastníkem dvou výjezdů a 16 (11,11 %) mělo výjezdy tři. Zbýlých 6 (4,17 %) respondentů odpovědělo neví.

Otázka č. 9: Kolik těchto případů intoxikace oxidem uhelnatým v uplynulém roce (2023) přímo souviselo s požárem?

Graf 9 - Četnost výjezdů pro intoxikaci CO související s požárem - 2023

Četnost výjezdů pro intoxikaci CO související s požárem

87 **16** **23** **12** **4** **2**
■ Žádný ■ Jeden ■ Dva ■ Tři ■ Čtyři ■ Nevím



Zdroj: vlastní

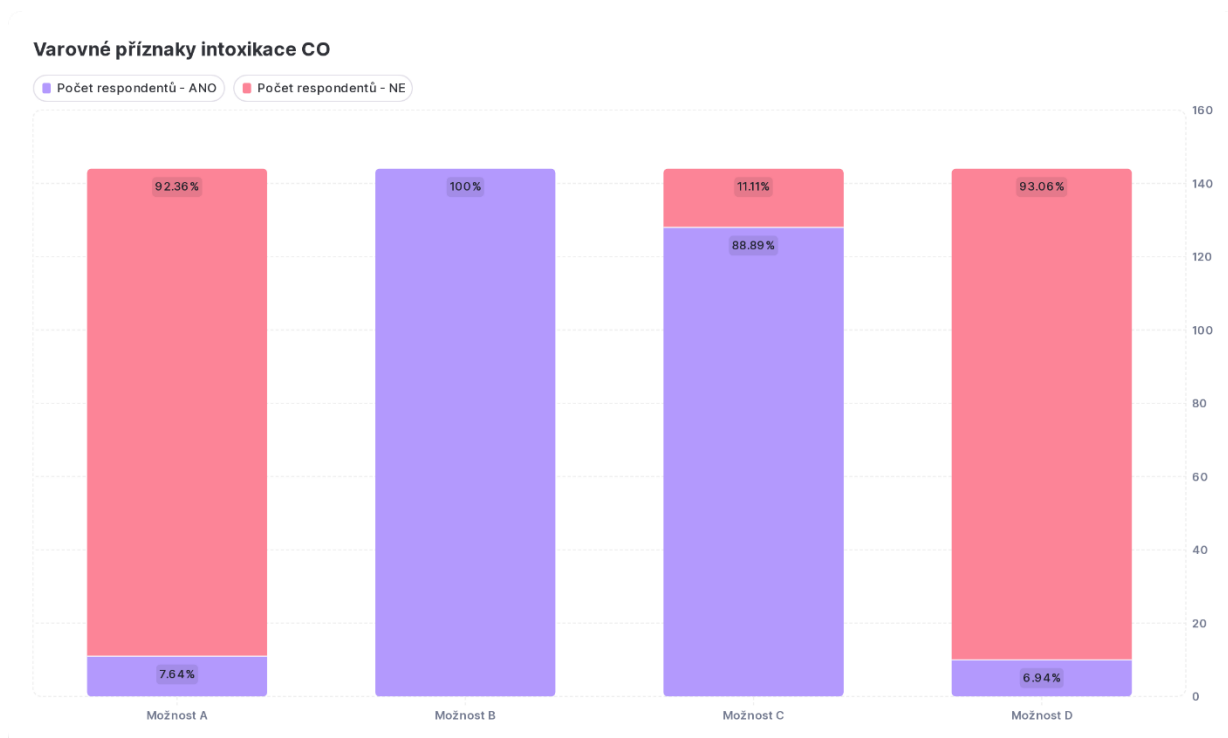
V otázce č. 9 nás zajímalo, kolik těchto případů intoxikace CO v roce 2023 přímo souviselo s požárem. Na otázku opět odpovědělo 144 (100 %) dotazovaných. 87 (60,42 %) z nich nemělo žádný případ intoxikace CO, který by byl zapříčiněn požárem. 16 (11,11 %) respondentů zažilo během roku jeden takový výjezd, 23 (15,97 %) dva výjezdy, 12 (8,33 %) tři výjezdy a 4 (2,78 %) čtyři výjezdy. 2 (1,39 %) respondenti odpověděli nevíím.

Otázka č. 10: Na možnost intoxikace oxidem uhelnatým mě může upozornit:

Odpovědi na otázku:

- a) Štiplavý zápach typický pro oxid uhelnatý
- b) Alterace vědomí u více lidí najednou**
- c) Smrt přítomných domácích zvířat**
- d) Pacient vykašlávající růžové zpěněné sputum

Graf 10 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 10



Zdroj: vlastní

V této otázce byli respondenti dotazováni na varovné příznaky, které se mohou objevit u intoxikace oxidem uhelnatým. Na výběr měli respondenti celkem ze čtyř možných odpovědí, přičemž správně byly možnosti B a C.

Na otázku odpovědělo 144 (100 %) respondentů. Ze statistiky uvedené v grafu 10 vyplývá, že všech 144 (100 %) respondentů správně označilo možnost B, tedy že na možnost intoxikace oxidem uhelnatým může upozornit alterace vědomí u více lidí najednou a naprostá většina respondentů, tedy 128 (88,89 %) z nich, správně označila možnost C, kde je za varovnou okolnost intoxikace oxidem uhelnatým uvedena smrt přítomných domácích zvířat. Možnost A, která říká, že na intoxikaci oxidem uhelnatým může upozornit jeho

typický štiplavý zápach, chybně označilo 11 (7,64 %) respondentů. Poslední možnost D, která byla rovněž chybná, označilo 10 (6,94 %) dotazovaných. Pacient vykašlávající zpěněné růžové sputum je ale typický pro levostranné srdeční selhání, nikoliv pro intoxikaci oxidem uhelnatým.

Otázka č. 11: Intoxikace oxidem uhelnatým hrozí zejména:

Odpovědi na otázku:

- a) V uzavřených prostorech vytápěných karmou
- b) V prostorech zasažených požárem
- c) V průmyslových provozech
- d) V místnosti vytápěné elektrickým přímotopem

Graf 11 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 11



Zdroj: vlastní

V otázce č. 11 byli respondenti dotazováni, ve kterých místech je zvýšené riziko intoxikace oxidem uhelnatým. Na výběr přitom měli ze čtyř možných odpovědí. Správné odpovědi v tomto případě byly možnosti A, B a C.

Odpověď A, která označovala jako rizikové pro intoxikaci oxidem uhelnatým uzavřené prostory vytápěné karmou, správně označilo 144 (100 %) respondentů. Odpověď B, která byla rovněž správná a která označovala za rizikové prostory zasažené požárem, označilo 126 (87,50 %) respondentů a poslední správnou odpověď C, jež označila za rizikové průmyslové provozy, označilo 81 (56,25 %) dotazovaných.

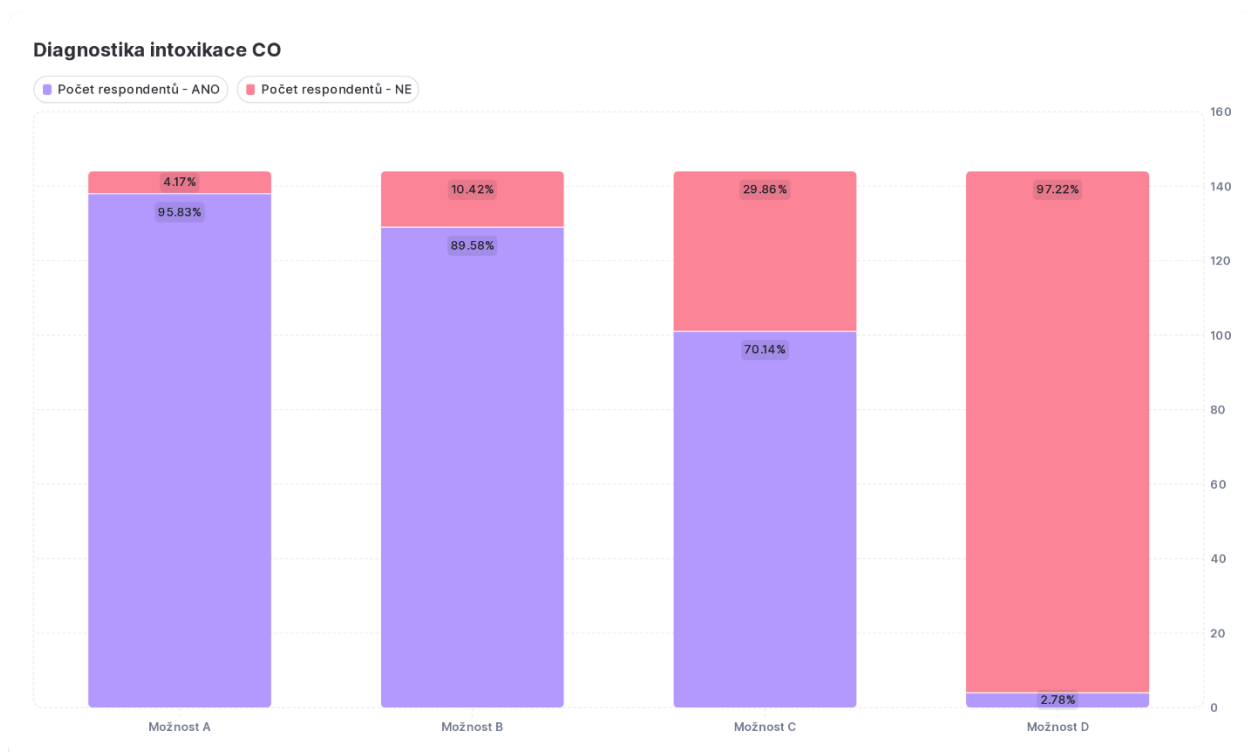
V této otázce jedinou nepravdivou odpověď D, tedy že intoxikace oxidem uhelnatým hrozí zejména v místnosti vytápěné elektrickým přímotopem, označilo 0 (0 %) respondentů.

Otázka č. 12: Na diagnózu intoxikace oxidem uhelnatým pomyslí u pacienta, který:

Odpovědi na otázku:

- a) Je v bezvědomí, u kterého neznám etiologii
- b) Opakovaně zvrací, udává bolest hlavy a bolest na hrudi
- c) Je somnolentní a vykazuje známky oběhové nestability
- d) Má na 12svodovém EKG typicky zkrácený QT interval

Graf 12 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 12



Zdroj: vlastní

V otázce č. 12 měli respondenti za úkol označit případy, u kterých by v diferenciální diagnostice pomysleli na intoxikaci oxidem uhelnatým. V otázce bylo možné označit čtyři možné odpovědi, z nichž byly správně možnosti A, B a C. Pouze možnost D byla chybná.

Na otázku odpovědělo 144 (100 %) dotazovaných. Možnost A, tedy že na diagnózu intoxikace oxidem uhelnatým pomyslí u pacienta, který je v bezvědomí, u něhož neznám jeho etiologii, správně zvolilo 138 (95,83 %) respondentů. Variantu B, kde se jednalo o pacienta, který opakovaně zvrací, udává bolest hlavy a bolest na hrudi, správně označilo 129 (89,58 %) respondentů. Pravdivou odpověď C, kde šlo o pacienta, který je somnolentní a

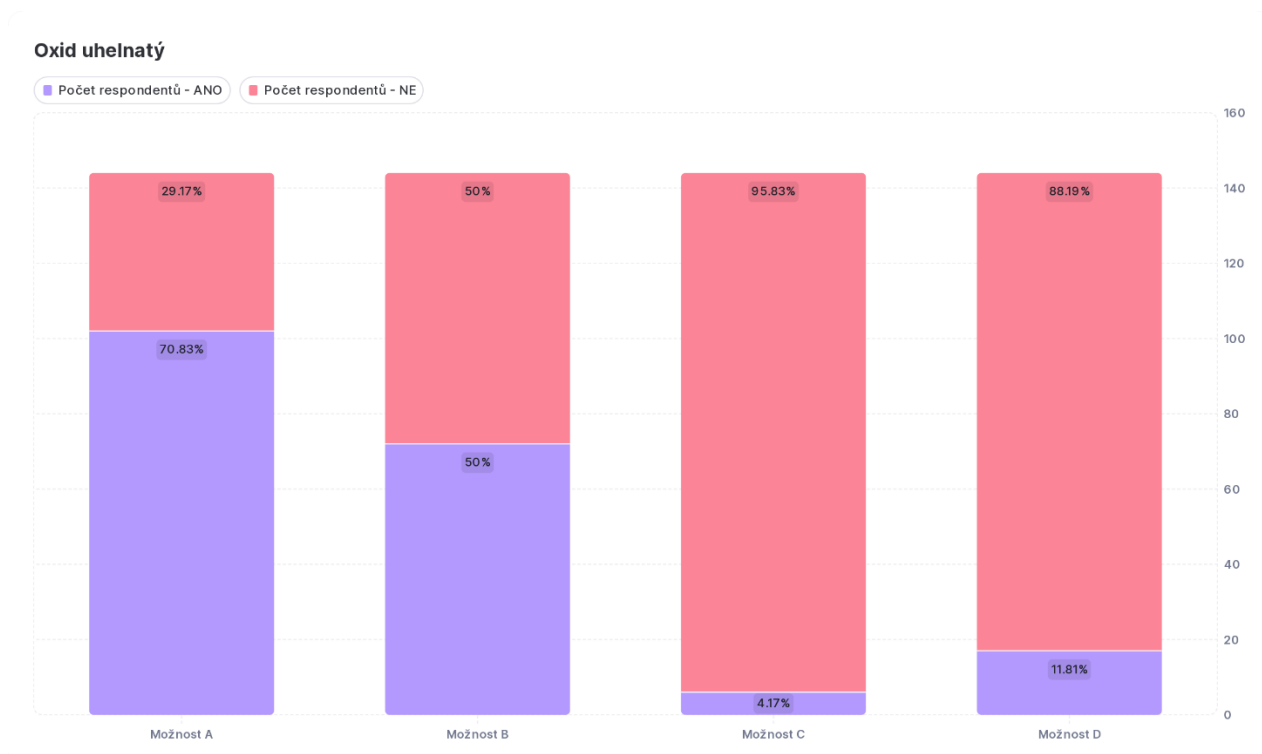
vykazuje známky oběhové nestability, zvolilo 101 (70,14 %) respondentů. Poslední a v této otázce jedinou chybnou odpověď D, tedy že na intoxikaci oxidem uhelnatým pomyslím u pacienta, který má na 12svodovém EKG typicky zkrácený QT interval, označili pouze 4 (2,78 %) respondenti.

Otázka č. 13: O oxidu uhelnatém platí:

Odpovědi na otázku:

- a) Je lehčí než vzduch
- b) Hodnota karboxylhemoglobinu (CO Hb) 5 % už je život ohrožující
- c) Hodnota SpO₂ 99 % vylučuje intoxikaci oxidem uhelnatým
- d) V ČR je dostupné specifické antidotum

Graf 13 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 13



Zdroj: vlastní

V otázce č. 13 měli respondenti za úkol označit tvrzení, která platí o oxidu uhelnatém. Na výběr měli respondenti ze čtyř možných odpovědí, přičemž pouze odpověď A byla správně.

V této otázce byly zaznamenány odpovědi od všech 144 (100 %) respondentů. Jedinou správnou odpověď A, tedy že oxid uhelnatý je lehčí než vzduch, označilo 102 (70,83 %) respondentů. Odpověď B, kde za život ohrožující hodnotu karboxylhemoglobinu u pacienta bylo označeno už 5 % této sloučeniny, chybně zvolilo 72 (50 %) dotazovaných. Varianta C tvrdila, že naměřená hodnota SpO₂ 99 % vylučuje intoxikaci oxidem uhelnatým. Tato odpověď byla rovněž chybná a označilo ji 6 (4,37 %) dotazovaných. Poslední

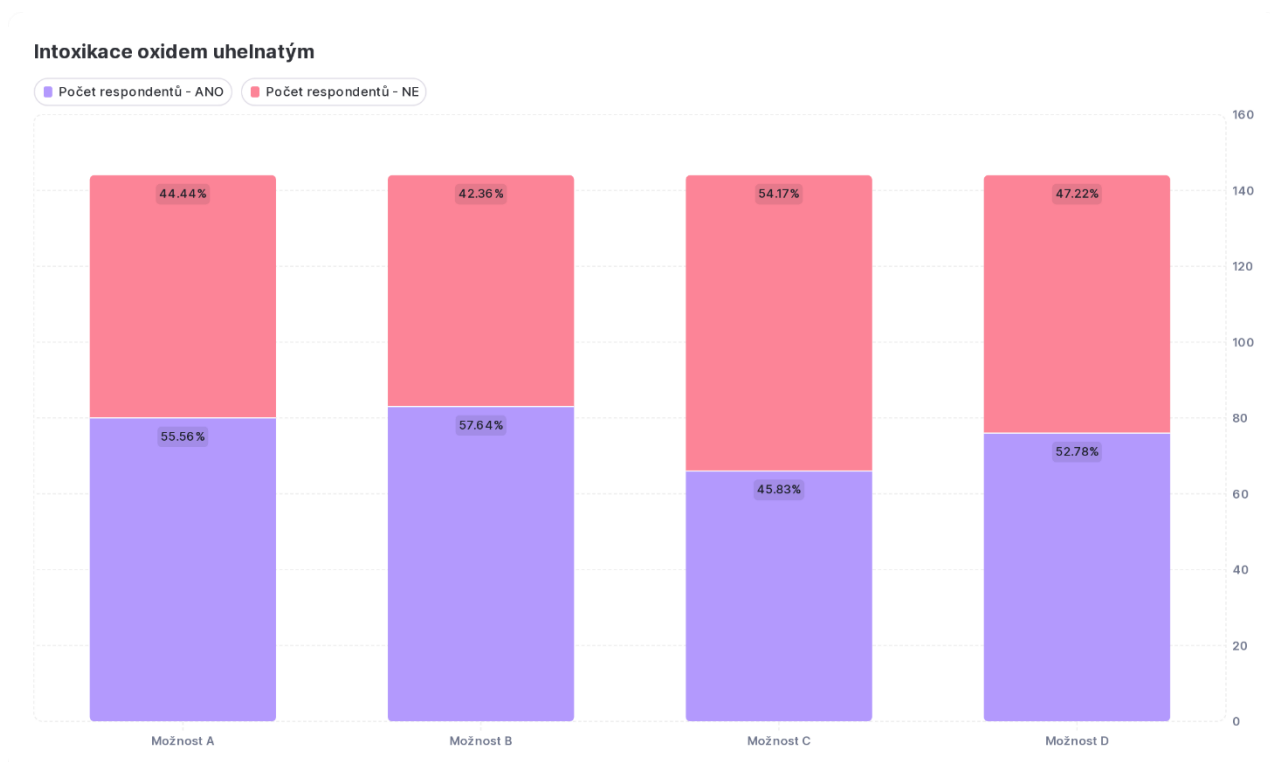
nesprávná odpověď D, tedy že v ČR je proti oxidu uhelnatému dostupné specifické antidotum, byla označena 17 (11,81 %) respondenty.

Otázka č. 14: Intoxikace oxidem uhelnatým:

Odpovědi na otázku:

- a) **Fetální hemoglobin vykazuje vyšší afinitu vůči oxidu uhelnatému než mateřský hemoglobin**
- b) **Vzniká hypokapnie a laktátová acidóza**
- c) **Extrémně zranitelný vůči oxidu uhelnatému je myokard**
- d) Afinita oxidu uhelnatému k hemoglobinu je 50x vyšší než afinita kyslíku k hemoglobinu

Graf 14 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 14



Zdroj: vlastní

V otázce č. 14 byli respondenti dotazováni na patofyziologické působení oxidu uhelnatého v lidském organismu. Na výběr měli respondenti ze čtyř možných odpovědí. Správně byly odpovědi A, B a C. Pouze odpověď D byla chybná.

Na otázku odpovědělo 144 (100 %) dotazovaných. Odpověď A, tedy že fetální hemoglobin vykazuje vyšší afinitu vůči oxidu uhelnatému než mateřský hemoglobin, správně označilo 80 (55,56 %) respondentů. Možnost B, která tvrdila, že při intoxikaci oxidem uhelnatým vzniká hypokapnie a laktátová acidóza, byla označena 83 (57,64 %)

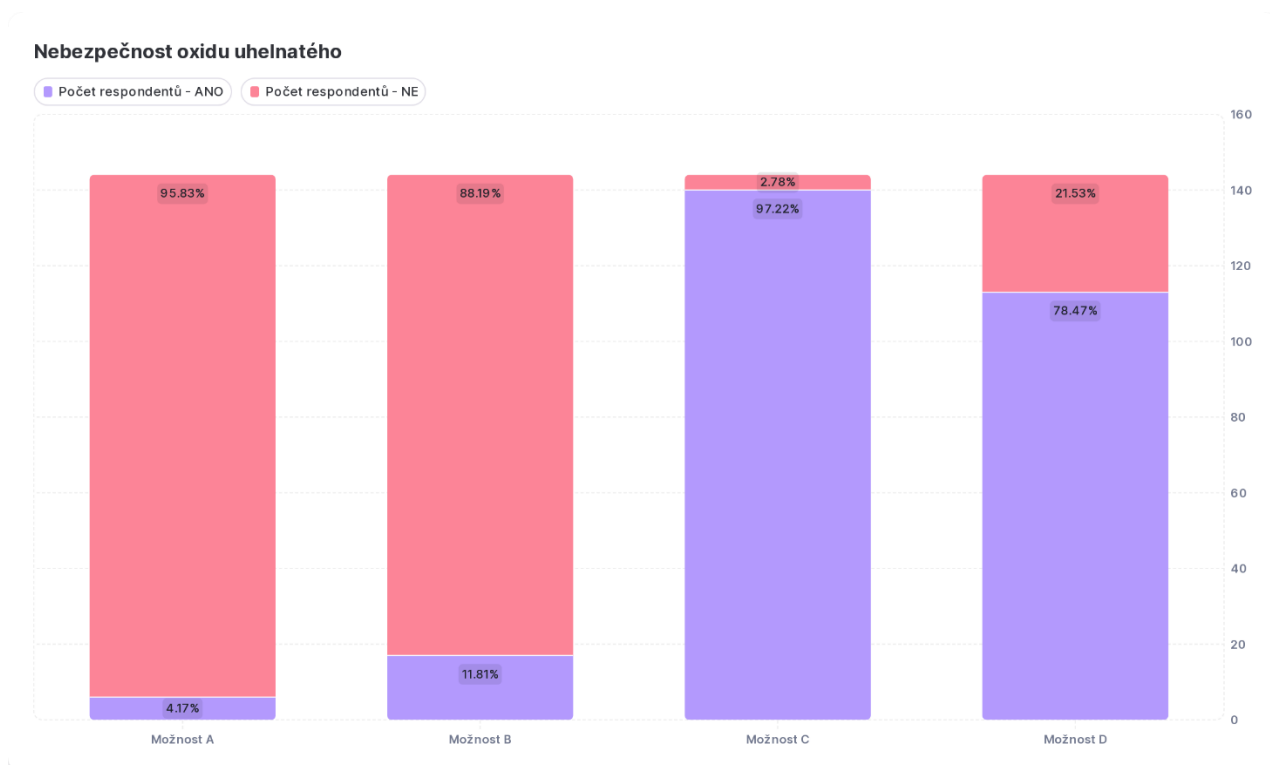
respondentů. Možnost C, která za extrémně zranitelný vůči oxidu uhelnatému označila myokard, byla zvolena 66 (45,83 %) respondentů. Chybnou odpověď D, tedy že afinita oxidu uhelnatého k hemoglobinu je 50x vyšší než afinita kyslíku k hemoglobinu, označilo 76 (52,78 %) respondentů.

Otázka č. 15: V čem spočívá nebezpečnost oxidu uhelnatého?

Odpovědi na otázku:

- a) Způsobuje těžkou hypovolémií s následnou hypotenzí
- b) Má silné excitační účinky na nervovou soustavu
- c) **Díky své vysoké afinitě k hemoglobinu znemožňuje vazbu kyslíku na hemoglobin**
- d) **Projevem jsou často nespecifické obtíže, které snadno mohou vést k mylné diagnóze**

Graf 15 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 15



Zdroj: vlastní

V této otázce respondenti odpovídali na otázku, v čem spočívá nebezpečnost oxidu uhelnatého. Na výběr měli respondenti ze čtyř možných odpovědí, přičemž odpovědi C a D byly pravdivé.

Na otázku odpovědělo 144 (100 %) respondentů. Chybnou možnost A, tedy že oxid uhelnatý způsobuje těžkou hypovolémií s následnou hypotenzí, zvolilo 6 (4,17 %) respondentů. Druhou chybnou možnost B, tedy že oxid uhelnatý je nebezpečný kvůli jeho silným excitačním účinkům na nervovou soustavu, zvolilo 17 (11,81 %) respondentů. Možnost C,

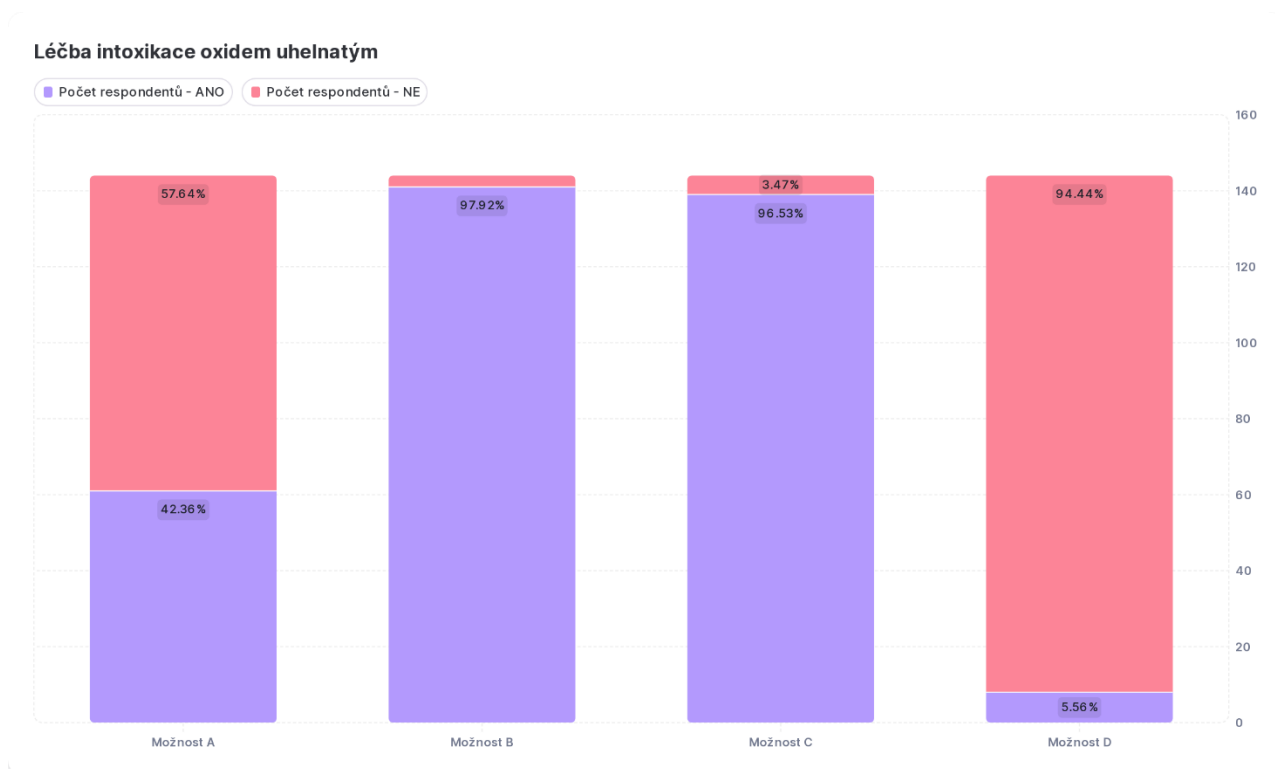
kteřá tvrdila, že oxid uhelnatý je nebezpečný, protože díky své vysoké afinitě k hemoglobinu znemožňuje vazbu kyslíku na hemoglobin, správně označilo 140 (97,22 %) respondentů. Možnost D, tedy že projevem intoxikace oxidem uhelnatým jsou často nespecifické obtíže, které snadno mohou vést k mylné diagnóze, správně označilo 113 (78,47 %) respondentů.

Otázka č. 16: Léčba intoxikace oxidem uhelnatým:

Odpovědi na otázku:

- a) Okamžitě podám kyslík obličejovou maskou s průtokem 5 l/min
- b) Nejdůležitější je okamžitě opustit zamořený prostor**
- c) Vhodné je zvážit transport pacienta na pracoviště s možností hyperbarické oxygenoterapie**
- d) Co nejrychleji zajistím intravenózní vstup a podám velké množství krystaloidních roztoků jako prevenci hypovolemického šoku

Graf 16 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 16



Zdroj: vlastní

Otázka č. 16 byla zaměřena na tvrzení týkající se léčby intoxikace oxidem uhelnatým. Respondenti měli na výběr ze čtyř možných odpovědí, přičemž odpovědi B a C byly správné.

Na otázku odpovědělo 144 (100 %) dotazovaných. Možnost A, tedy že pro léčbu oxidem uhelnatým je důležité okamžitě podat kyslík obličejovou maskou s průtokem 5 l/min, nesprávně zvolilo 61 (42,36 %) respondentů. Možnost B, která říkala, že

nejdůležitější je okamžitě opustit zamořený prostor, byla správně zvolena 141 (97,92 %) respondenty. Možnost C, tedy že je vhodné zvážit transport pacienta na pracoviště s možností hyperbarické oxygenoterapie, byla rovněž správná a zvolilo ji 139 (96,53 %) dotazovaných. Možnost D tvrdila, že pro léčbu intoxikace oxidem uhelnatým je podstatné co nejrychleji zajistit intravenózní vstup a podat velké množství krystaloidních roztoků jako prevenci hypovolemického šoku. Tato odpověď byla chybná a zvolilo ji 8 (5,56 %) dotazovaných.

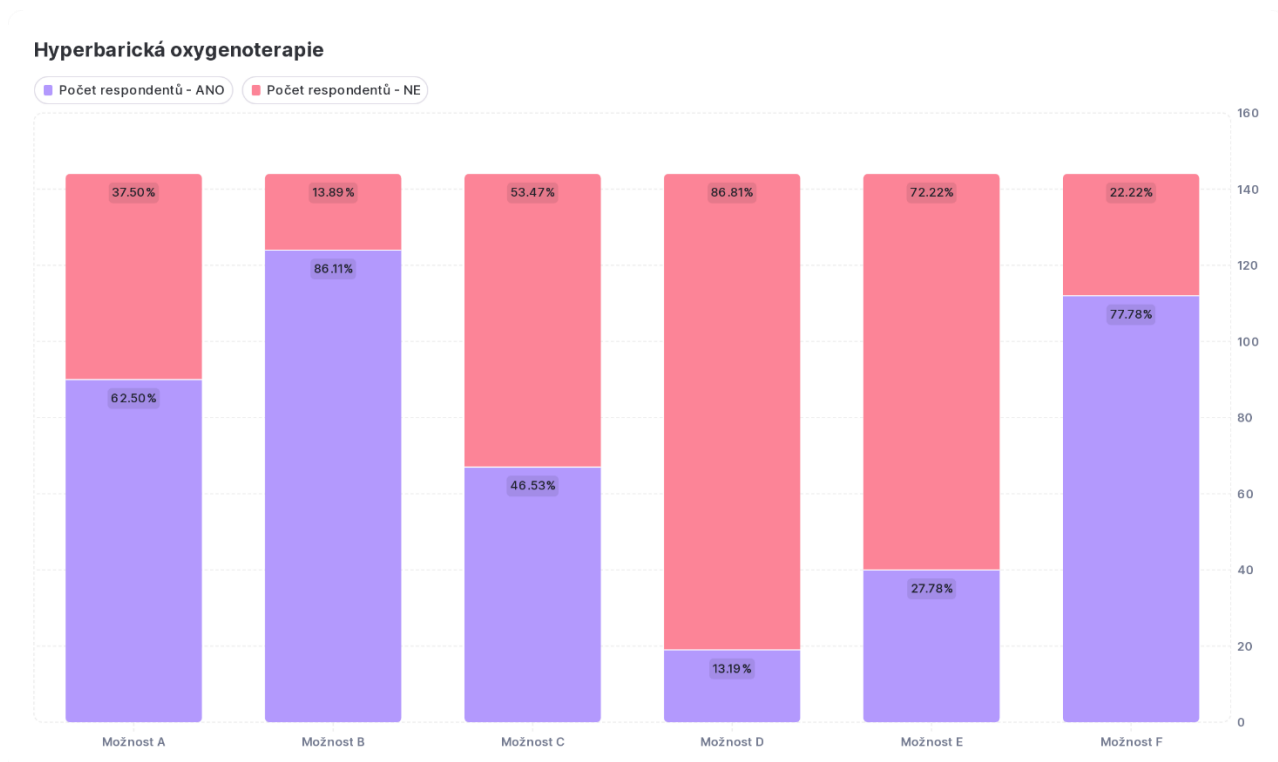
Otázka č. 17: Označte prosím indikace dle platných doporučení pro transport pacienta přímo z terénu na pracoviště s možností hyperbarické oxygenoterapie.

CO Hb více než 10 % a současně:

Odpovědi na otázku:

- a) Dětský pacient
- b) Těhotná žena**
- c) Abnormální neurologický nález**
- d) Pacient s astmatem
- e) Osoba starší 65 let
- f) Bezvědomí na místě či v nemocnici**

Graf 17 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 17



Zdroj: vlastní

V otázce č. 17 měli respondenti označit indikace dle platných doporučení pro transport pacienta přímo z terénu na pracoviště s možností hyperbarické oxygenoterapie. Na výběr měli respondenti z šesti možných odpovědí, přičemž odpovědi B, C a F byly správné.

Na otázku odpovědělo 144 (100 %) respondentů. Možnost A označila jako indikaci pro transport pacienta přímo z terénu na pracoviště s možností hyperbarické oxygenoterapie dětského pacienta. Tato odpověď byla chybná a označilo ji 90 (62,50 %) respondentů. Možnost B, která představovala těhotnou ženu, správně označilo 124 (86,11 %) respondentů. Možnost C, která byla rovněž správná, se ptala respondentů na pacienta s abnormálním neurologickým nálezem. Označilo ji 67 (46,53 %) dotazovaných. Možnost D, jež označila jako indikaci pacienta s astmatem, chybně zvolilo 19 (13,19 %) dotazovaných. Možnost E představovala pacienta staršího 65 let. Tato odpověď byla chybná a označilo ji 40 (27,78 %) dotazovaných. Poslední možnost F, která za indikační kritérium považovala bezvědomí na místě či v nemocnici, správně označilo 112 (77,78 %) dotazovaných.

Otázka č. 18: Ostravská klasifikace hodnotí:

Odpovědi na otázku:

- a) Stav dýchání
- b) Hodnotu SpO₂
- c) Neurologický nález
- d) Stav vědomí
- e) Oběhovou stabilitu
- f) Vegetativní poruchy
- g) Hodnotu CO Hb
- h) Dobu trvání příznaků

Graf 18 - Zastoupení jednotlivých odpovědí v otázce č. 18



Zdroj: vlastní

V otázce č. 18 byli respondenti dotazováni na kritéria, která hodnotí Ostravská klasifikace. Na výběr měli respondenti z osmi možných odpovědí. Správně byly odpovědi A, C, D, E a F.

Na otázku odpovědělo 144 (100 %) respondentů. Správnou možnost A, tedy že Ostravská klasifikace hodnotí u pacienta stav dýchání, zvolilo 106 (73,61 %) respondentů.

Možnost B, tedy hodnotu SpO₂, nesprávně zvolilo 32 (22,22 %) respondentů. Možnost C, která značila neurologický nález, správně zvolilo 90 (62,50 %) respondentů. Pravdivou možnost D, tedy stav vědomí, označilo 127 (88,19 %) dotazovaných. Možnost E poukázala na oběhovou stabilitu, byla správná a zvolilo ji 94 (65,28 %) dotazovaných. Možnost F, tedy vegetativní poruchy, správně označilo 78 (54,17 %) dotazovaných. Možnost G, která nebyla správná a označovala jako kritérium Ostravské klasifikace hodnotu CO Hb, zvolilo 75 (52,08 %) respondentů. Poslední možnost H, tedy doba trvání příznaků, chybně označilo 33 (22,92 %) respondentů.

8 DISKUZE

Hlavním cílem praktické části této bakalářské práce „*Intoxikace oxidem uhelnatým v PNP a ochrana výjezdových skupin ZZS*“ bylo zjistit připravenost zaměstnanců poskytovatelů ZZS na řešení výjezdů spojených s problematikou intoxikace oxidem uhelnatým. V rámci kvantitativního šetření byli osloveni zdravotničtí záchranáři a sestry se specializací ARIP, kteří působí ve výjezdových skupinách RZP poskytovatelů ZZS v ČR. Osloveno bylo celkem 11 krajských poskytovatelů ZZS, z nichž 3 neodpověděli a 2 provedení dotazníkového šetření zamítli. Do výzkumného šetření tak bylo zapojeno 6 krajských poskytovatelů ZZS, konkrétně šlo o poskytovatele ZZS kraje Plzeňského, Karlovarského, Pardubického, Libereckého, Ústeckého a Kraje Vysočina. Výzkumné šetření bylo realizováno pomocí dotazníku, který obsahoval 18 otázek. Zapojilo se celkem 144 respondentů, jejichž odpovědi byly zpracovány do grafů. Pro tuto práci byl stanoven jeden hlavní cíl, 3 dílčí cíle a 6 výzkumných předpokladů.

Respondenti byli nejprve dotazováni, na území kterého kraje vykonávají svoji profesi a jaké je jejich dosažené vzdělání. Bylo zjištěno, že z celkového počtu 144 respondentů jich 115 vystudovalo obor Zdravotnické záchranářství, méně je pak sester se specializací ARIP, kterých je 22 a 8 respondentů pak má vystudované oba obory zároveň. Nejvíce respondentů vykonává svoji profesi v Plzeňském kraji, dále pak v kraji Karlovarském, Libereckém a Pardubickém. Nejméně respondentů odpovídalo pro Ústecký kraj a Kraj Vysočina.

Prvním dílčím cílem **C1**, ke kterému se vztahují výzkumné předpoklady **P1** a **P2**, bylo zjistit procento výjezdových skupin poskytovatelů ZZS v ČR vybavených CO detektorem pro osobní ochranu. Pro tento dílčí cíl byly vytvořeny otázky č. 3 a 4, které měly za cíl zjistit dostupnost a použití CO detektoru výjezdovými skupinami ZZS.

V otázce č. 3 byli respondenti dotazováni, zda mají k dispozici CO detektor. V této otázce uvedlo 100 % respondentů, že CO detektor mají k dispozici. Otázka č. 4 se pak dotýkala, za jakých podmínek a v jakých situacích výjezdové skupiny ZZS CO detektor využívají. Z odpovědí vyplývá, že všichni zapojení respondenti CO detektor nosí s sebou na každý výjezd a nerozhodují se o jeho použití až na základě dostupných informací o výjezdu (např. požár, bezvědomí více osob neznámé etiologie...). Zároveň má ve výjezdové skupině RZP CO detektor pouze jeden člen skupiny, nikoli oba. K podobným závěrům došla i Sasová (2018), která uvádí, že zdravotničtí záchranáři v drtivé většině případů znají a užívají CO detektory, které má k dispozici většinou pouze jeden člen výjezdové skupiny, a tím bývá

spíše řidič. Podle výzkumu Vondráka (2020) pak téměř všichni řidiči ZZS umisťují CO detektory na batoh nebo bundu. Mohli bychom dále diskutovat o tom, zda toto jednání není pro zdravotníky nebezpečné, a to například při rozdělení výjezdové skupiny nebo při ponechání výjezdového batohu či bundy v autě.

Po vyhodnocení těchto otázek můžeme potvrdit **P1** „*Předpokládáme, že všechny výjezdové skupiny RZP poskytovatelů ZZS v ČR jsou vybaveny detektory CO pro osobní ochranu.*“ a stejně tak **P2** „*Předpokládáme, že alespoň 80 % výjezdových skupin RZP poskytovatelů ZZS v ČR nosí detektor CO na každý výjezd.*“ Z šetření je tak patrné, že ochrana výjezdových skupin PNP se minimálně v oblasti intoxikací oxidem uhelnatým ubírá správným směrem. Vzhledem k nebezpečným vlastnostem oxidu uhelnatého je pro výjezdové skupiny bezpečnost na prvním místě, neboť intoxikovaný záchranář už sám nikomu nepomůže, a naopak se stává dalším pacientem. Důležitost CO detektorů popisuje například Christensen (2020) ve své studii, kde uvádí, že jedinci, kteří byli vystaveni oxidu uhelnatému při absenci CO detektoru, měli větší pravděpodobnost, že budou otráveni a budou mít závažnější zdravotní následky než ti, kteří měli CO detektor, který při nebezpečných hladinách oxidu uhelnatého ve vzduchu alarmoval.

Druhým dílčím výzkumným cílem **C2**, ke kterému jsou vázány výzkumné předpoklady **P3** a **P4**, bylo zjistit roční incidenci výjezdů výjezdových skupin RZP poskytovatelů ZZS v ČR souvisejících s intoxikací oxidem uhelnatým. Pro tento dílčí cíl byly vytvořeny otázky č. 5, 6, 7, 8 a 9, které zjišťovaly jednak incidenci výjezdů k intoxikaci oxidem uhelnatým v závislosti na ročním období a jednak souvislost těchto výjezdů s požáry.

Otázky č. 5, 6, 7 a 8 sledovaly četnost výjezdů pro intoxikaci oxidem uhelnatým v jednotlivých ročních obdobích. Z odpovědí lze vyčíst, že největší množství výjezdů s touto problematikou se odehrálo během jara (březen-květen), konkrétně jich bylo 107. Druhá v pořadí co do počtu výjezdů byla zima (prosinec-únor) se 102 výjezdy. Tyto dvě roční období se poměrně významně liší od těch zbývajících. Třetí v pořadí byl podzim (září-listopad), kdy respondenti uvedli 76 výjezdů. Nejméně výjezdů pro intoxikaci oxidem uhelnatým pak bylo v létě (červen-srpen), což se dalo očekávat, protože domácnosti díky vyšším venkovním teplotám méně využívali topení. Za léto se respondenti účastnili celkem 57 výjezdů se sledovanou tematikou, což je jen o málo méně než na podzim. Předpokládali jsme, že podzim bude kvůli zahájení topné sezóny rizikovější než jaro, kdy se sice v případě chladných dní topí stále, ale bez předchozí letní pauzy.

Po vyhodnocení otázek č. 5, 6, 7 a 8 se potvrdil výzkumný předpoklad **P3** „*Předpokládáme, že během podzimu a zimy se uskuteční více výjezdů pro intoxikaci oxidem uhelnatým než během jara a léta.*“ Protože nejvíce výjezdů pro intoxikaci oxidem uhelnatým bylo evidováno během období jara, mohlo by se zdát, že by tento předpoklad neměl být potvrzen. Předmětem tohoto předpokladu byl ale počet výjezdů vždy za dvě roční období, tedy za jaro a léto a poté za podzim a zimu. Sečteme-li počty výjezdů za jaro a léto, dostaneme celkem 164 výjezdů. Součet za podzim a zimu je díky velké incidenci otrav v zimě o něco vyšší, přesné číslo je 178 výjezdů. Nicméně, nejedná se ani zdaleka o tak markantní rozdíl, jaký jsme čekali. Podle Hájka (2017) je otrav oxidem uhelnatým nejvíce zpravidla v zimních měsících. Velký nárůst počtu otrav začíná v listopadu a pokračuje během prosince, ledna a února. Na jaře pak četnost intoxikací postupně klesá. Tento trend nárustu otrav v zimních měsících potvrzuje i studie, která v roce 2013 analyzovala 133 zásahů ZZS v Plzeňském kraji týkajících se intoxikace oxidem uhelnatým. Studie dokazuje, že v listopadu počet případů intoxikace oxidem uhelnatým znatelně narůstá. Vysoká čísla se následně drží během následujících několika měsíců a s nástupem jara incidence otrav oxidem uhelnatým opět klesá. (Vidunová, 2013)

Otázka č. 9 pak řešila pouze výjezdy pro intoxikaci oxidem uhelnatým, které navíc přímo souvisely s požárem. Součtem odpovědí respondentů jsme došli k celkem 114 takovým výjezdům, které se odehrály za uplynulý rok (2023). S intoxikací oxidem uhelnatým se minimálně jednou v uplynulém roce v této souvislosti setkalo 55 (38,19 %) respondentů. Ševela (2011) uvádí, že požáry uvnitř budov patří v Evropě mezi nejčastější zdroje otravy oxidem uhelnatým. Intoxikace může být v těchto případech navíc komplikována přítomností dalších toxinů (např. fosgen, kyanidy) z hořících látek.

Po zhodnocení otázky č. 9 musíme vyvrátit výzkumný předpoklad **P4** „*Předpokládáme, že alespoň 50 % výjezdových skupin RZP poskytovatelů ZZS v ČR se minimálně jednou do roka setká s případem intoxikace oxidem uhelnatým, který přímo souvisí s požárem.*“ Předpoklad byl vyvrácen, protože kritéria pro jeho naplnění splnilo pouze 38,19 % respondentů.

Třetím a posledním dílčím výzkumným cílem **C3** bylo ověřit teoretické znalosti zdravotnických záchranářů a sester se specializací ARIP v oblasti intoxikace oxidem uhelnatým. K naplnění tohoto cíle nám poslouží analýza otázek z dotazníkového šetření č. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 a 18.

V otázce č. 10 měli respondenti za úkol označit varovné příznaky, které se mohou objevit u intoxikace oxidem uhelnatým. Respondenti zde měli na výběr z více možných odpovědí. Správnou odpovědí bylo označení *alterace vědomí u více lidí najednou* (možnost B) a *smrt přítomných domácích zvířat* (možnost C). Úspěšnost v této otázce byla poměrně vysoká, první správnou odpověď označilo 100 % respondentů a druhou správnou odpověď zvolilo 88,89 % respondentů. Podle Ševely (2011) je důležité na možnost otravy oxidem uhelnatým myslet, a to zejména pokud je podobnými příznaky postiženo více osob najednou. Varovným příznakem také může být zvracení či smrt přítomných domácích zvířat, které jsou vůči oxidu uhelnatému vnímavější než člověk, a klinické projevy se tak u nich objeví dříve.

V otázce č. 11 měli respondenti označit místa, kde je zvýšené riziko intoxikace oxidem uhelnatým. Opět bylo možné označit více odpovědí, přičemž správně bylo označení odpovědi *v uzavřených prostorech vytápěných karmou* (možnost A), *v prostorech zasažených požárem* (možnost B) a *v průmyslových provozech* (možnost C). S prvními dvěma správnými odpověďmi neměli respondenti problém, neboť je obě správně označila naprostá většina dotazovaných. Poměrně malá úspěšnost byla zaznamenána u třetí pravdivé odpovědi, kterou označilo pouze 56,25 % respondentů. Rizikové je podle Ševely (2011) dlouhodobé chronické vystavování oxidu uhelnatému, a to například v zaměstnání v průmyslových provozech, ocelárnách nebo vysokých pecích. Taková opakovaná expozice může mít za následek chronickou únavu, bolesti hlavy, závratě, poruchy zraku, parestezie, bolesti na hrudi, bolesti břicha, průjmy a v neposlední řadě také zhoršení paměti a koncentrace.

V otázce č. 12 měli respondenti za úkol označit případy, u kterých by v diferenciální diagnostice pomysleli na intoxikaci oxidem uhelnatým. Respondenti mohli označit až tři pravdivé odpovědi. Správné je pomyslet na otravu oxidem uhelnatým v případě, kdy je *pacient v bezvědomí, u kterého neznám etiologii* (možnost A), pokud *opakovaně zvrací, udává bolest hlavy a bolest na hrudi* (možnost B) a pokud *je somnolentní a vykazuje známky oběhové nestability* (možnost C). Podle četnosti jednotlivých odpovědí respondenti neměli s touto otázkou problém. První dvě možnosti opět vykazují vysokou míru úspěšnosti. O něco méně úspěšní byli respondenti u varianty C, kterou správně označilo jen 70,14 % respondentů. Přitom podle Ostravské klasifikace je právě zhoršená kvalita vědomí a oběhová nestabilita známkou vyššího stádia intoxikace CO. Pacient ve čtvrtém a nejzávažnějším stádiu intoxikace upadá do kómatu, může hypoventilovat nebo hyperventilovat, objevit u něj můžeme hypotenzi či hypertenzi, tachykardii či bradykardii. (Hájek, 2009)

Po zhodnocení otázek č. 10, 11 a 12 musíme vyvrátit výzkumný předpoklad **P5** „*Předpokládáme, že zdravotničtí záchranáři a sestry se specializací ARIP budou z 80 % a více úspěšní v otázkách týkajících se rozpoznání rizikových faktorů, které mohou poukazovat na možnost intoxikace oxidem uhelnatým.*“ Aby mohl být tento výzkumný předpoklad naplněn, museli by být respondenti ve všech otázkách úspěšní z 80 % a více. To se téměř u všech otázek podařilo, nicméně u jedné z otázek byla úspěšnost pouze 56,25 % a u druhé 70,14 %.

V následujících otázkách jsme zjišťovali, jak se respondenti orientují v problematice patofyziologického působení oxidu uhelnatého na lidský organismus. Otázka č. 13 zahrnovala tvrzení týkající se některých vlastností oxidu uhelnatého. Respondenti měli na výběr z několika možných odpovědí, přičemž správné zde bylo pouze tvrzení, že *oxid uhelnatý je lehčí než vzduch* (možnost A). Toto správnou odpověď zvolilo 70,83 % respondentů. Přesně polovina respondentů navíc zvolila ještě možnost B, tedy že *hodnota karboxylhemoglobinu 5 % už je život ohrožující*. Toto tvrzení je ale mylné. Karboxylhemoglobin se totiž objevuje i u jedinců, kteří jsou naprosto zdraví a oxidu uhelnatého se nenadýchali. Oxid uhelnatý je produkován jako koncový produkt metabolismu i v lidském organismu. U osob, které nejsou exponovány oxidu uhelnatému, je koncentrace karboxylhemoglobinu cca 1-2 %, zato u těžkých kuřáků běžně nalezneme hodnoty až 10 % CO Hb. (Hájek, 2017; Remeš, 2013) Za letální hladinu CO Hb je pak považována koncentrace karboxylhemoglobinu nad 80 %, a to bez ohledu na individuální odolnost a vnímavost jedince. (Vorel, 1999)

V otázce č. 14 respondenti vybírali z několika tvrzení o vlastnostech oxidu uhelnatého. V této otázce respondenti často chybovali. Správné bylo označení odpovědi *fetální hemoglobin vykazuje vyšší afinitu vůči oxidu uhelnatému než mateřský hemoglobin* (možnost A). Z tohoto důvodu je oxid uhelnatý nebezpečný zejména v těhotenství. Těhotné ženy totiž mívají naměřenou hodnotu karboxylhemoglobinu o 10-15 % nižší než plod, což je způsobeno silnější afinitou fetálního hemoglobinu k oxidu uhelnatému. U plodu se následkem intoxikace rozvíjí těžká tkáňová hypoxie, která ne zřídka končí fatálně. (Švela, 2011) Další správnou odpovědí bylo tvrzení, že při intoxikaci oxidem uhelnatým *vzniká hypokapnie a laktátová acidóza* (možnost B). Kvůli snížené tvorbě oxidu uhličitého ve tkáních vzniká hypokapnie, výdej oxidu uhličitého v plicích je totiž pořád stejný. Metabolickým důsledkem otravy oxidem uhelnatým je metabolická (laktátová) acidóza. (Bartůněk, 2016, Pelclová, 2014) Třetí a poslední správnou odpovědí byla možnost C *extrémně zranitelný vůči oxidu uhelnatému je myokard*. Nejnáchylnější k poškození jsou zejména ty orgány, které mají vysoké požadavky na přísun kyslíku, což je hlavně mozek a myokard. Oxid uhelnatý

se na myoglobin váže až 3x více než na kosterní svalovinu, v důsledku čehož dochází ke zvýšení srdečních markerů značících poškození myokardu v krvi. (Pelclová, 2014, Hájek, 2017) Procento respondentů, kteří označili správné odpovědi, se pohybuje okolo 50 %, stejný počet respondentů, ale označil i poslední, nesprávnou možnost D *afinita oxidu uhelnatého k hemoglobinu je 50x vyšší než afinita kyslíku*. Vysoká toxicita oxidu uhelnatého je způsobena hlavně jeho vysokou afinitou k hemoglobinu, která je více než 200x vyšší než u kyslíku. (Bartůněk, 2016; Hájek, 2017)

Otázka č. 15 pojednávala o důvodech, kvůli kterým je oxid uhelnatý tak nebezpečný. Respondenti měli opět na výběr z více možných odpovědí, přičemž správná byla možnost C *díky své vysoké afinitě k hemoglobinu znemožňuje oxid uhelnatý vazbu kyslíku na hemoglobin* a možnost D *projevem intoxikace oxidem uhelnatým jsou často nespecifické obtíže, které snadno mohou vést k mylné diagnóze*. Mezi časté příznaky intoxikace oxidem uhelnatým patří například nevolnost, zvracení, bolesti hlavy, bolesti na hrudi, závratě, slabost nebo palpitace. Jde o řadu nespecifických příznaků, a diagnóza intoxikace oxidem uhelnatým je tak často opomenuta. (Ševela, 2011) Téměř všichni respondenti označili první ze správných odpovědí, u druhé bylo úspěšných 78,47 %. Špatné odpovědi v této otázce označilo jen několik málo respondentů.

Otázka č. 16 byla zaměřena na terapeutický postup u pacientů otrávených oxidem uhelnatým. V této otázce byly opět dvě správné odpovědi, byly jimi možnosti B *nejdůležitější je okamžitě opustit zamořený prostor* a možnost C *vhodné je zvážít transport pacienta na pracoviště s možností hyperbarické oxygenoterapie*. Tyto odpovědi správně zvolili téměř všichni dotazovaní. Často nesprávně volenou odpovědí, kterou označilo 42,36 % respondentů, pak byla možnost A *okamžitě podám kyslík obličejovou maskou s průtokem 5 l/min*. Okamžité podání kyslíku je sice v případě intoxikace oxidem uhelnatým správná volba, je ale nutné myslet na to, že kyslík má být podáván s co největším možným průtokem. Musíme myslet i na samotnou obličejovou masku, která musí těsnit a měla by být s rezervoárem. (Ševela, 2011) Považuji za důležité upozornit na nutnost použití masky s rezervoárem, jelikož tento malý detail dokáže výrazně zvýšit podíl kyslíku ve vdechované směsi. (Dobiáš, 2007) V případě, že je pacient v bezvědomí, je indikována orotracheální intubace a použití umělé plicní ventilace s FiO₂ 1,0 a s využitím pozitivního přetlaku na konci výdechu. (Šín, 2019; Ševela, 2011) Při porovnání s prací Formanky (2018) pak můžeme pozorovat opakující se chybné odpovědi v oxygenoterapii u pacientů intoxikovaných oxidem uhelnatým. Respondenti se shodují v nutnosti podávat kyslík obličejovou maskou, později se ale názorově

rozcházejí v informacích týkajících se zvoleného průtoku kyslíku. V kvalitativním výzkumu Formanky (2018) pouze tři respondenti uvedli správný průtok podávaného kyslíku, tedy 15 l/min. Ostatní respondenti uvedli menší průtok kyslíku, nebo ho neuvedli vůbec. Jen málo respondentů si navíc vzpomíná na důležitost rezervoáru na obličejové masce.

V otázce č. 17 respondenti vybírali platné indikace pro transport pacienta přímo z terénu na pracoviště s možností hyperbarické oxygenoterapie. Dle platných doporučení, která jsou uvedena v Diagnostickém a léčebném standardu otravy oxidem uhelnatým (Hájek, 2009), je indikací pro transport pacienta na takové pracoviště koncentrace CO Hb více než 10 % a současně: možnost B *těhotná žena*, možnost C *abnormální neurologický nález* a možnost F *bezvědomí na místě či v nemocnici*. Respondenti v této otázce neměli problém s možností B, kterou správně označilo 86,11 % a s možností F, kterou označilo 77,78 % z nich. Pouze 46,53 % dotazovaných ale označilo správnou možnost C. Abnormální neurologický nález je popsán od druhého až do čtvrtého stádia podle Ostravské klasifikace, kde jsou zmíněny pozitivní extrapyramidové a pyramidové příznaky. (Šeblová, 2018) Zato špatnou možnost A *dětský pacient*, zvolilo 62,50 % respondentů. Častou volbu této možnosti připisujeme faktu, že vůči dětským pacientům máme vždy tendenci být choulostivější a citlivější.

V poslední otázce č. 18 respondenti vybírali kritéria, která podle nich hodnotí Ostravská klasifikace. Dle Ostravské klasifikace rozdělujeme klinické projevy intoxikace oxidem uhelnatým do čtyř skupin bez ohledu na konkrétní naměřenou hodnotu CO Hb. (Šeblová, 2018) Ostravská klasifikace hodnotí *stav dýchání* (možnost A), *neurologický nález* (možnost C), *stav vědomí* (možnost D), *oběhovou stabilitu* (možnost E) a *vegetativní poruchy* (možnost F). Respondenti označili správnou možnost A v 73,61 % případů, možnost C v 62,50 %, možnost D v 88,19 %, možnost E v 65,28 % a možnost F pouze v 54,17 %, nejčastěji tak zapomínali na hodnocení neurologického nálezu, oběhové stability a vegetativních poruch. Respondenti se v 52,08 % chybně domnívali, že Ostravská klasifikace bere v potaz naměřenou hodnotu karboxylhemoglobinu. Podle Šína (2019) však není vhodné uvádět klinické příznaky v závislosti na koncentraci karboxylhemoglobinu, protože údaje spolu velmi často nekorelují.

Po zhodnocení otázek č. 13, 14, 15, 16, 17 a 18 tak musíme vyvrátit výzkumný předpoklad **P6** „*Předpokládáme, že zdravotničtí záchranáři a sestry se specializací ARIP budou ze 70 % a více úspěšní v otázkách týkajících se patofyziologie a klinického obrazu intoxikací*“

oxidem uhelnatým. “ Aby mohl být předpoklad naplněn, museli by respondenti dosahovat 70 % a vyšší úspěšnosti, což se ale v některých otázkách nestalo.

V praktické části této bakalářské práce jsme zjišťovali dostupnost a použití CO detektorů výjezdovými skupinami RZP poskytovatelů ZZS v ČR, dále jsme pozorovali roční incidenci výjezdů pro intoxikaci oxidem uhelnatým v závislosti na ročním období, a nakonec jsme ověřili znalosti zdravotnických záchranářů a sester se specializací ARIP v oblasti rozpoznávání varovných příznaků, patofyziologického působení a klinického obrazu intoxikace oxidem uhelnatým.

Za pomoci kvantitativního dotazníkového šetření jsme došli k závěru, že dostupnost CO detektorů pro výjezdové skupiny RZP poskytovatelů ZZS v ČR je více než dobrá, jelikož všichni dotazovaní respondenti uváděli, že detektory CO mají k dispozici a používají je. Vybavování výjezdových skupin detektory CO považujeme za krok správným směrem, a to zejména z důvodu zajištění větší bezpečnosti pro členy výjezdových skupin. V této oblasti byl splněn dílčí cíl **C1**, ke kterému byly přiřazeny výzkumné předpoklady **P1** a **P2**, jež byly oba naplněny.

Druhým dílčím cílem **C2** bylo zjistit roční incidenci výjezdů výjezdových skupin RZP poskytovatelů ZZS v ČR souvisejících s intoxikací oxidem uhelnatým. K tomuto výzkumnému cíli byly vytvořeny výzkumné předpoklady **P3** a **P4**, přičemž výzkumný cíl **P3** byl potvrzen a výzkumný cíl **P4** byl vyvrácen. Potvrdili jsme tak častější výskyt intoxikací oxidem uhelnatým v zimních měsících, ale zaskočil nás rovněž vysoký počet výjezdů k otrávám CO v jarních měsících, který dostupné zdroje neuvádějí. (Hájek, 2017, Vidunová, 2013) Zato k intoxikacím oxidem uhelnatým, jež přímo souviseli s požárem, vyjíždělo méně výjezdových skupin, než jsme očekávali. Ukázalo se, že za uplynulý rok (2023) se takového výjezdu nezúčastnila ani polovina respondentů.

Posledním výzkumným cílem **C3** bylo ověřit teoretické znalosti zdravotnických záchranářů a sester se specializací ARIP v oblasti intoxikace oxidem uhelnatým. K tomuto dílčímu cíli byly přiřazeny výzkumné předpoklady **P5** a **P6**, které byly analýzou výsledků vyvráceny. Dozvěděli jsme se, že úspěšnost respondentů v teoretických otázkách byla nižší, než jsme předpokládali. Příčinou slabších výsledků mohla být například nesoustředěnost během vyplňování dotazníku nebo nedostatečné vzdělání v oblasti intoxikace oxidem uhelnatým. Pokud porovnáme výsledky, kterých dosáhli respondenti v oblasti teoretických znalostí, s tvrzeními, jež uvádí Vondrák (2020), který respondentům, rovněž členům

výjezdových skupin ZZS, v některých případech pokládal podobné otázky, zjistíme, že ve sledovaných otázkách dosáhli respondenti obou studií podobného stupně úspěšnosti. Výjimkou je pak otázka, ve které se Vondrák ptá, zda saturační čidlo udává pravdivé hodnoty SpO₂ i u případů otrav CO. V této otázce byli respondenti úspěšní pouze v 65,5 %, což je podstatně méně než u naší otázky, která tvrdila, že hodnota SpO₂ 99 % vylučuje intoxikaci oxidem uhelnatým. Tuto nepravdivou odpověď zvolilo v dotazníku pouze 4,17 % respondentů. Šeblová (2018) a Ševela (2011) přitom upozorňují na falešně vysoké hodnoty saturace, které se u otrav oxidem uhelnatým při použití klasické pulzní oxymetrie mohou objevit.

Dle našeho názoru jsou znalosti v této problematice velmi důležité. Případů intoxikací oxidem uhelnatým v posledních letech neubývá, jde tedy o stále velice aktuální problematiku. Proto je podle nás podstatné, aby se zdravotničtí záchranáři a sestry se specializací ARIP, kteří vykonávají výjezdovou činnost ve výjezdových skupinách RZP poskytovatelů ZZS v ČR, dostatečně orientovali ve varovných příznacích a léčebných přístupech k intoxikaci CO, se kterou se právě oni setkávají v první linii.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývala problematikou intoxikace oxidem uhelnatým v přednemocniční neodkladné péči a ochranou výjezdových skupin ZZS. Cílem práce bylo zjistit dostupnost a použití CO detektorů výjezdovými skupinami RZP poskytovatelů ZZS v ČR, zjistit roční incidenci výjezdů pro intoxikaci oxidem uhelnatým v závislosti na ročním období a ověřit znalosti zdravotnických záchranářů a sester se specializací ARIP v oblasti rozpoznávání varovných příznaků, patofyziologického působení a klinického obrazu intoxikace oxidem uhelnatým.

Teoretická část práce byla věnována vlastnostem a patofyziologickému působení oxidu uhelnatého na lidský organismus, klinickému obrazu této intoxikace, dostupným vyšetřovacím metodám, terapii otravy oxidem uhelnatým, a nakonec ochraně výjezdových skupin ZZS, kam spadá detekce oxidu uhelnatého v ovzduší a spolupráce s HZS.

Pro realizaci praktické části byla zvolena kvantitativní metoda výzkumu a pro sběr dat byla využita elektronická forma dotazníkového šetření. Do výzkumu bylo zapojeno celkem 6 krajských poskytovatelů ZZS. Díky získaným datům jsme mohli splnit hlavní cíl této bakalářské práce, kterým bylo zjistit připravenost zdravotnických záchranářů a sester se specializací ARIP poskytovatelů ZZS na řešení výjezdů s problematikou intoxikace oxidem uhelnatým. Byly stanoveny tři dílčí cíle, ke kterým bylo vytvořeno šest výzkumných předpokladů. Z těchto předpokladů se tři předpoklady podařilo potvrdit, zatímco tři byly vyvráceny.

Po vyhodnocení nasbíraných dat bychom doporučili, aby zdravotnické školy kladly velký důraz na výuku v oblasti intoxikací nebezpečnými látkami a aby zdravotničtí pracovníci, kteří přichází do styku s těmito případy, byli pravidelně proškolení v této aktuální problematice.

Tato bakalářská práce může sloužit jako studijní podklad pro studenty zdravotnických oborů či zdravotnické pracovníky, kteří si chtějí rozšířit či připomenout informace týkající se oxidu uhelnatého.

SEZNAM ZDROJŮ

1. ANDRÁSI, Imrich, Oto MASÁR, Karel PITR a Hana BELEJOVÁ. *Fyziologie a patologická fyziologie pro záchranáře*. 3., doplněné vydání. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2018. ISBN 978-80-261-0801-6.
2. BARTŮŇEK, Petr, Dana JURÁSKOVÁ, Jana HECZKOVÁ a Daniel NALOS. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. Grada, 2016. ISBN 978-80-247-4343-1.
3. ČESKO. *Zákon č. 40/2009 Sb., trestní zákoník*. Online. *Zákony pro lidi.cz*. 2009. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-40>. [cit. 2024-03-24].
4. ČESKO. *Zákon č. 374/2011 Sb., o zdravotnické záchranné službě*. Online. *Zákony pro lidi.cz*. 2011. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-374>. [cit. 2024-03-24].
5. ČESKO. *Zákon č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů*. Online. *Zákony pro lidi.cz*. 2015. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-320>. [cit. 2024-03-24].
6. DOBIÁŠ, Viliam. *Prednemocničná urgentná medicína*. Osveta, 2007. ISBN 978-80-8063-255-7.
7. DOBIÁŠ, Viliam a Táňa BULÍKOVÁ. *Klinická propedeutika v urgentní medicíně*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-3020-7.
8. FORMANKA, Matěj. *Péče o pacienty intoxikované oxidem uhelnatým* [online]. České Budějovice, 2018. Bakalářská práce (Bc.). [cit. 2024-03-29]. Dostupné z: [Péče o pacienty intoxikované oxidem uhelnatým Matěj Formanka \(theses.cz\)](#). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta.

9. HÁJEK, Michal. *Diagnostický a léčebný standard otravy oxidem uhelnatým* [online]. 2009, 9[cit.2024-01-14]. Dostupné z: https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2009_co.pdf
10. HÁJEK, Michal, Petr ŠTOURACĚ a Jana VIDUNOVÁ. *Hyperbarická medicína*. Praha: Mladá fronta, 2017. Aeskulap. ISBN ISBN978-80-204-4235-2.
11. HÁJEK, Michal, Miloslav KLUGAR a Dittmar CHMELARĚ. Význam hyperbarické medicíny a současná doporučení u vybraných akutních indikací v urgentní medicíně a intenzivní péči. *Anesteziologie a intenzivní medicína*. 2020, 31(3), 106-113.
12. CHOTTOVÁ-DVOŘÁKOVÁ, Magdalena a Eliška MISTROVÁ. *Fyziologie krve a základy imunity*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3833-1.
13. CHRISTENSEN, Grace M.; CRESWELL, Paul D.; THEOBALD, Jillian a ME-IMAN, Jon G. Carbon monoxide detector effectiveness in reducing poisoning, Wisconsin 2014–2016, *Clinical Toxicology*. Online. In: 2020. ISSN 1335-1341. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/15563650.2020.1733592>. [cit. 2024-03-28].
14. JELÍNKOVÁ, Ilona. *Klinická propedeutika pro střední zdravotnické školy*. 2., doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2020. Sestra (Grada). ISBN 978-80-271-1052-0.
15. PELCLOVÁ, Daniela a Eliška MISTROVÁ. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2597-3.
16. PENNEY, David George. *Carbon monoxide toxicity*. Las Vegas: CRP Press, 2000. ISBN 9780367398552.
17. POLÁK, Martin. *Urgentní příjem: nejčastější znaky, příznaky a nemoci na oddělení urgentního příjmu*. 3., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2023. ISBN 978-80-271-3506-6.

18. REMEŠ, Roman a Silvia TRNOVSKÁ. *Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny*. 3., doplněné vydání. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4530-5.
19. RYAN, Timothy J. a Katherine J. ARNOLD. *Residential Carbon Monoxide Detector Failure Rates in the United States*. *American Journal of Public Health* [online]. 2011, 101(10), e15-e17 [cit. 2024-03-02]. DOI: 10.2105/AJPH.2011.300274. ISSN 0090-0036. Dostupné z: <http://ajph.aphapublications.org/doi/10.2105/AJPH.2011.300274>.
20. RYBA, Drahošlav, 2013. *SlAŘ - částka 11/2013, Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR k činnosti jednotek požární ochrany při poskytování první pomoci na místě zásahu*. MV-GŘHZS ČR, 2013.
21. SASOVÁ, Kamila. *Intoxikace oxidem uhelnatým v přednemocniční neodkladné péči* [online]. Liberec, 2018. bakalářská práce (Bc.). [cit. 2024-03-29]. Dostupné z: [content \(tul.cz\)](http://content.tul.cz). Technická univerzita v Liberci. Fakulta zdravotnických studií.
22. *Saturace hemoglobinu kyslíkem*. Online. Wikiskripta. 2011. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Soubor:Saturace_hemoglobinu_kysl%C3%ADkem.jpg. [cit. 2024-03-24].
23. ŠEBLOVÁ, Jana, Jiří KNOR, Karel PÍTR a Hana BELEJOVÁ. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře*. 2., doplněné a aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0596-0.
24. 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.
25. ŠÍN, Robin. *Medicína katastrof*. Praha: Galén, [2017]. ISBN 978-80-7492-295-4.
26. ŠÍN, Robin, Petr ŠTOURÁČ a Jana VIDUNOVÁ. *Lékařská první pomoc*. Praha: Galén, [2019]. ISBN 978-80-7492-433-0.

27. VIDUNOVÁ, Jana; ŠÍN, Robin; HON, Zdeněk a KRUBA, Karel. Otrava oxidem uhelnatým – stále aktuální problém. Online. *Prevence úrazů, otrav a násilí*. 2013, roč. 2013, č. 1, s. 7. ISSN 1804-7858. Dostupné z: <http://casopis-zsfju.zsf.jcu.cz/prevence-urazu-otrav-a-nasili/clanky/1~2013/215-otrava-oxidem-uhelnatym-%E2%80%93-stale-aktualni-problem>. [cit. 2024-01-11].
28. VONDRÁK, Karel. *Otrava oxidem uhelnatým v přednemocniční péči* [online]. Praha, 2020. bakalářská práce (Bc.). [cit. 2024-03-29]. Dostupné z: [Závěrečná práce: Karel Vondrák: Otrava oxidem uhelnatým v přednemocniční péči \(vszdrav.cz\)](#). Vysoká škola zdravotnická, o.p.s., Praha 5.
29. VOREL, František. *Soudní lékařství*. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-7169-728-1.

SEZNAM PŘÍLOH


Příloha 1 - Souhlas s výzkumným šetřením ZZS PK	86
Příloha 2 - Souhlas s výzkumným šetřením ZZS KVK	87
Příloha 3 - Souhlas s výzkumným šetřením ZZS ÚK	88
Příloha 4 - Souhlas s výzkumným šetřením ZZS KV	89
Příloha 5 - Souhlas s výzkumným šetřením ZZS PAK	90
Příloha 6 - Souhlas s výzkumným šetřením ZZS LK.....	91
Příloha 7 - Dotazníkové šetření	92

PŘÍLOHY

Příloha 1 - Souhlas s výzkumným šetřením ZZS PK

MUDr. Jiří Růžička jiri.ruzicka@zzspk.cz ▾

Komu: koutna.e@email.cz

 Re: Žádost o povolení sběru dat na ZZS PK

dobrý den
rozesláno

JR

MUDr. Jiří Růžička, PhD.
Zdravotnická záchranná služba Plzeňského kraje
Klatovská 2960/200i
Plzeň
tel. 377 672 111
www.zzspk.cz

Příloha 2 - Souhlas s výzkumným šetřením ZZS KVK

ŽÁDOST O PROVEDENÍ PRŮZKUMU/ŠETŘENÍ

Žadatel:
Příjmení a jméno: Kaštaník Eliška

Adresa trvalého bydliště: Chodov 36, 345 32 Trhovec

Telefon: 345 495 111 email: kastrna.e@emul.cz

Název školy: Fakulta zdravotnických studií Karlovarské univerzity v Plzni

Adresa: Husova 604/II, 301 00 Plzeň

Název absolventské práce: Integrované vedení ubytování v P12 a ochrana výjezdových skupin ZZS

Vedoucí práce: Ing. Michal Jerling Kontakt: michal.jerling@zzskv.cz

Žádám tímto Zdravotnickou záchrannou službu Karlovarského kraje, příspěvkovou organizaci o možnost provedení průzkumu/šetření za účelem:

Problematika šetření: o umístění zdravotnického středního rodu při záchraně záchranných služeb v Karlovarském kraji. V rámci
šetření uvedení šetření uvedení údaje poskytnuté ZZS KVK. Tato data budou využita při zpracování pověstí šetření ve své
absolventské práci na téma „Integrované vedení ubytování v P12 a ochrana výjezdových skupin ZZS“

Tímto čestně prohlašuji, že získané informace budou využity pouze k výše uvedenému účelu, zachovám mlčenlivost vůči třetím osobám a mým jednáním nedojde k porušení zákona č. 110/2019 Sb., o zpracování osobních údajů, ve znění pozdějších předpisů.

Po ukončení studia se žadatel zavazuje, že na požádání poskytne jeden výtisk své práce VVS ZZS KVK, která jej bude používat ke studijním účelům.

V Plzni dne 22. 1. 2024

Kaštaník
podpis žadatele

Schvaluji

Neschvaluji (důvod):

V Karlových Varech, dne 24. 1. 24

Zdravotnická záchranná služba
Karlovarského kraje, příspěvková organizace
PhDr. Nikola Brizgalov, DiS., MBA
Vedoucí vzdělávacího a výjezdového střediska
Závodní 390/98C, 360 01 Karlovy Vary
Tel.: +420 393 262 547, mobil: +420 725 057 011

razítko podpis

Příloha 3 - Souhlas s výzkumným šetřením ZZS ÚK

Zdravotnická záchranná služba Ústeckého kraje
Sociální péče 799/7a, Severní terasa
400 11 Ústí nad Labem

V Plzni dne 20.1.2024

Věc: Žádost o povolení sběru dat na ZZS ÚK

Vážená paní, vážený pane,

jmenuji se Eliška Koutná, jsem studentkou 3. ročníku oboru Zdravotnický záchranář na Fakultě zdravotnických studií, Západočeské univerzity v Plzni.

Tímto bych Vás ráda požádala o umožnění dotazníkového šetření mezi zdravotnickými záchranáři působícími v Ústeckém kraji. V práci nebudou uvedeny, vzhledem k problematice GDPR, žádné osobní údaje pracovníků ZZS ÚK. Tato data bych ráda využila při zpracování praktické části ve své bakalářské práci na téma „Intoxikace oxidem uhelnatým v PNP a ochrana výjezdových skupin ZZS“.

Tuto závěrečnou práci zpracovávám pod vedením Ing. Michala Jerlinga z Fakulty zdravotnických studií, Západočeské univerzity v Plzni.

Tímto Vás prosím o sdělení Vašeho rozhodnutí. Děkuji.

S pozdravem

Eliška Koutná
studentka 3. ročníku oboru Zdravotnický záchranář
FZS ZČU v Plzni

Vedoucí práce:
Ing. Michal Jerling
E-mail: michal.jerling@zzspk.cz

Kontaktní údaje:
Eliška Koutná
Chodov 36
345 33 Trhanov
Tel. Číslo: +420 775 473 131
E-mail: koutna.e@email.cz

Vyjádření k žádosti: a) žádost schválena b) ~~žádost zamítnuta~~

Odůvodnění:

Datum, podpis, razítko:

25. 1. 2024 
ZDRAVOTNICKÁ ZÁCHRANNÁ SLUŽBA
Ústeckého kraje, příspěvková organizace
Sociální péče 799/7a, Severní Terasa
400 11 Ústí nad Labem
IČO: 00 82 90 13

Příloha 4 - Souhlas s výzkumným šetřením ZZS KV

Zdravotnická záchraná služba Kraje Vysočina
Vrchlického 4843/61
586 01 Jihlava 1

V Plzni dne 20.1.2024

Věc: Žádost o povolení sběru dat na ZZS KV

Vážená paní, vážený pane,

Jmenuji se Eliška Koutná, jsem studentkou 3. ročníku oboru Zdravotnický záchranář na Fakultě zdravotnických studií, Západočeské univerzity v Plzni.

Tímto bych Vás ráda požádala o umožnění dotazníkového šetření mezi zdravotnickými záchranáři působícími v Kraji Vysočina. V práci nebudou uvedeny, vzhledem k problematice GDPR, žádné osobní údaje pracovníků ZZS KV. Tato data bych ráda využila při zpracování praktické části ve své bakalářské práci na téma „Intoxikace oxidem uhelnatým v PNP a ochrana výjezdových skupin ZZS“.

Tuto závěrečnou práci zpracovávám pod vedením Ing. Michala Jerlinga z Fakulty zdravotnických studií, Západočeské univerzity v Plzni.

Tímto Vás prosím o sdělení Vašeho rozhodnutí. Děkuji.

S pozdravem

Eliška Koutná
studentka 3. ročníku oboru Zdravotnický záchranář
FZS ZČU v Plzni

Vedoucí práce:
Ing. Michal Jerling
E-mail: michal.jerling@zzspk.cz

Kontaktní údaje:
Eliška Koutná
Chodov 36
345 33 Trhanov
Tel. číslo: +420 775 473 131
E-mail: koutna.e@email.cz

Vyjádření k žádosti:

a) žádost schválena

b) ~~žádost zamítnuta~~

Odůvodnění:

Datum, podpis, razítko:

25.1.2024

Zdravotnická záchraná služba
Kraje Vysočina, (9)
příspěvková organizace
Vrchlického 61, 586 01 Jihlava

Příloha 5 - Souhlas s výzkumným šetřením ZZS PAK

Zdravotnická záchraná služba Pardubického kraje
Průmyslová 450
530 03 Pardubice

V Plzni dne 20.1.2024

Věc: Žádost o povolení sběru dat na ZZS PAK

Vážená paní, vážený pane,

jmenuji se Eliška Koutná, jsem studentkou 3. ročníku oboru Zdravotnický záchranář na Fakultě zdravotnických studií, Západočeské univerzity v Plzni.

Tímto bych Vás ráda požádala o umožnění dotazníkového šetření mezi zdravotnickými záchranáři působícími v Pardubickém kraji. V práci nebudou uvedeny, vzhledem k problematice GDPR, žádné osobní údaje pracovníků ZZS PAK. Tato data bych ráda využila při zpracování praktické části ve své bakalářské práci na téma „Intoxikace oxidem uhelnatým v PNP a ochrana výjezdových skupin ZZS“.

Tuto závěrečnou práci zpracovávám pod vedením Ing. Michala Jerlinga z Fakulty zdravotnických studií, Západočeské univerzity v Plzni.

Tímto Vás prosím o sdělení Vašeho rozhodnutí. Děkuji.

S pozdravem

Eliška Koutná
studentka 3. ročníku oboru Zdravotnický záchranář
FZS ZČU v Plzni

Vedoucí práce:
Ing. Michal Jerling
E-mail: michal.jerling@zzspk.cz

Kontaktní údaje:
Eliška Koutná
Chodov 36
345 33 Trhanov
Tel. Číslo: +420 775 473 131
E-mail: koutna.e@email.cz

Vyjádření k žádosti:

a) žádost schválena

b) žádost zamítnuta

Odůvodnění:

Datum, podpis, razítko:

29-01-2024



Zdravotnická záchraná služba
Pardubického kraje
Průmyslová 450, Pardubice 530 03
IČ: 69172196

-13-

Příloha 6 - Souhlas s výzkumným šetřením ZZS LK

Zdravotnická záchranná služba Libereckého kraje
Klášteří 954/5
460 01 Liberec 1 – Staré město

V Plzni dne 20.1.2024

Věc: Žádost o povolení sběru dat na ZZS LK

Vážená paní, vážený pane,

jmenuji se Eliška Koutná, jsem studentkou 3. ročníku oboru Zdravotnický záchranář na Fakultě zdravotnických studií, Západočeské univerzity v Plzni.

Tímto bych Vás ráda požádala o umožnění dotazníkového šetření mezi zdravotnickými záchranáři působícími v Libereckém kraji. V práci nebudou uvedeny, vzhledem k problematice GDPR, žádné osobní údaje pracovníků ZZS LK. Tato data bych ráda využila při zpracování praktické části ve své bakalářské práci na téma „Intoxikace oxidem uhelnatým v PNP a ochrana výjezdových skupin ZZS“.

Tuto závěrečnou práci zpracovávám pod vedením Ing. Michala Jerlinga z Fakulty zdravotnických studií, Západočeské univerzity v Plzni.

Tímto Vás prosím o sdělení Vašeho rozhodnutí. Děkuji.

S pozdravem

Eliška Koutná
studentka 3. ročníku oboru Zdravotnický záchranář
FZS ZČU v Plzni

Vedoucí práce:
Ing. Michal Jerling
E-mail: michal.jerling@zzspk.cz

Kontaktní údaje:
Eliška Koutná
Chodov 36
345 33 Trhanov
Tel. Číslo: +420 775 473 131
E-mail: koutna.e@email.cz

Vyjádření k žádosti:

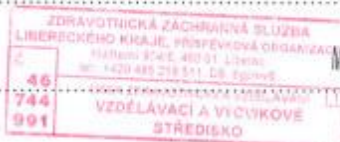
a) žádost schválena

b) žádost zamítnuta

Odůvodnění:

Datum, podpis, razítko:

24.1.2024



Mgr. Jana Kučerová

Příloha 7 - Dotazníkové šetření

Dobrý den,

jmenuji se Eliška Koutná a jsem studentkou 3. ročníku oboru Zdravotnické záchranářství na Fakultě zdravotnických studií Západočeské univerzity v Plzni. Téma mé bakalářské práce je *"Intoxikace oxidem uhelnatým v PNP a ochrana výjezdových skupin ZZS"*.

Chtěla bych Vás touto cestou požádat o vyplnění dotazníku, který je určen pro zdravotnické záchranáře a sestry se specializací ARIP působící na ZZS. Dotazník je zaměřen především na znalosti v oblasti intoxikace oxidem uhelnatým. Vyplňování dotazníku zabere zhruba 10 minut.

Dotazník je zcela anonymní. Odpovědi mohou mít jednu a více správných odpovědí.

Předem Vám moc děkuji za Váš čas a vyplnění dotazníku.

1. Na které ZZS pracujete?

- a. Plzeňský kraj
- b. Karlovarský kraj
- c. Ústecký kraj
- d. Liberecký kraj
- e. Pardubický kraj
- f. Kraj Vysočina
- g. Olomoucký kraj
- h. Zlínský kraj
- i. Moravskoslezský kraj
- j. Středočeský kraj
- k. Hlavní město Praha

2. Jaké je Vaše vzdělání? (možno označit více odpovědí)

- a. Zdravotnický záchranář
- b. Sestra se specializací ARIP

3. Máte k dispozici detektor CO*?

- a. Ano
- b. Ne

**CO detektor = zařízení pro zjištění přítomnosti oxidu uhelnatého*

4. Pokud detektor CO máte k dispozici: (možno označit více odpovědí)

- a. CO detektor s sebou nosím na každý výjezd
- b. CO detektor s sebou nosím až podle indikace výjezdu (např. požár, bezvědomí více osob...)
- c. Ve výjezdové skupině RZP má CO detektor pouze jeden člen skupiny
- d. Ve výjezdové skupině RZP má každý člen skupiny svůj detektor CO

5. Kolik výjezdů souvisejících s intoxikací oxidem uhelnatým se uskutečnilo během jara (březen–květen) minulého roku (2023)?

- a. *Otevřená odpověď*

6. Kolik výjezdů souvisejících s intoxikací oxidem uhelnatým se uskutečnilo během léta (červen-srpen) minulého roku (2023)?

- a. *Otevřená odpověď*

7. Kolik výjezdů souvisejících s intoxikací oxidem uhelnatým se uskutečnilo během podzimu (září-listopad) minulého roku (2023)?

- a. *Otevřená odpověď*

8. Kolik výjezdů souvisejících s intoxikací oxidem uhelnatým se uskutečnilo během zimy prosinec-únor* minulého roku?

- a. *Otevřená odpověď*

**při odpovídání na tuto otázku berte prosím v úvahu prosinec 2023 – únor 2024*

9. Kolik těchto případů intoxikace oxidem uhelnatým v uplynulém roce (2023) přímo souviselo s požárem?

- a. *Otevřená odpověď*

10. Na možnost intoxikace oxidem uhelnatým mě může upozornit: (1 a více správných odpovědí)

- a. Štiplavý zápach typický pro oxid uhelnatý
- b. Alterace vědomí u více lidí najednou
- c. Smrt přítomných domácích zvířat
- d. Pacient vykašlávající zpeněné růžové sputum

11. Intoxikace oxidem uhelnatým hrozí zejména: (1 a více správných odpovědí)

- a. V uzavřených prostorech vytápěných karmou
- b. V prostorech zasažených požárem
- c. V průmyslových provozech
- d. V místnosti vytápěné elektrickým přímotopem

12. Na diagnózu intoxikace oxidem uhelnatým pomyslím, u pacienta který: (1 a více správných odpovědí)

- a. Je v bezvědomí, u kterého neznám etiologii
- b. Opakovaně zvrací, udává bolest hlavy a bolest na hrudi
- c. Je somnolentní a vykazuje známky oběhové nestability
- d. Má na 12svodovém EKG typicky zkrácený QT interval

13. O oxidu uhelnatém platí: (1 a více správných odpovědí)

- a. Je lehčí než vzduch
- b. Hodnota karboxylhemoglobinu 5 % už je život ohrožující
- c. Hodnota SpO₂ 99 % vylučuje intoxikaci oxidem uhelnatým
- d. V ČR je dostupné specifické antidotum

14. Intoxikace oxidem uhelnatým: (1 a více správných odpovědí)

- a. Fetální hemoglobin vykazuje vyšší afinitu vůči oxidu uhelnatému než mateřský hemoglobin
- b. Vzniká hypokapnie a laktátová acidóza
- c. Extrémně zranitelný vůči oxidu uhelnatému je myokard
- d. Afinita oxidu uhelnatého k hemoglobinu je 50x vyšší než afinita kyslíku

15. V čem spočívá nebezpečnost oxidu uhelnatého? (1 a více správných odpovědí)

- a. Způsobuje těžkou hypovolémií s následnou hypotenzí
- b. Má silné excitační účinky na nervovou soustavu
- c. Díky své vysoké afinitě k hemoglobinu znemožňuje vazbu kyslíku na hemoglobin
- d. Projevem jsou často nespecifické obtíže, které snadno mohou vést k mylné diagnóze

16. Léčba intoxikace oxidem uhelnatým: (1 a více správných odpovědí)

- a. Okamžitě podám kyslík obličejovou maskou s průtokem 5 l/min
- b. Nejdůležitější je okamžitě opustit zamořený prostor
- c. Vhodné je zvážit transport pacienta na pracoviště s možností hyperbarické oxygenoterapie
- d. Co nejrychleji zajistím i.v. vstup a podám velké množství krystaloidních roztoků jako prevenci hypovolemického šoku

17. Označte prosím indikace dle platných doporučení pro transport pacienta přímo z terénu na pracoviště s možností hyperbarické oxygenoterapie:

CO Hb více než 10 % a současně: (1 a více správných odpovědí)

- a. Dětský pacient
- b. Těhotná žena
- c. Abnormální neurologický nález
- d. Pacient s astmatem
- e. Osoba starší 65 let
- f. Bezvědomí na místě či v nemocnici

18. Ostravská klasifikace hodnotí: (1 a více správných odpovědí)

- a. Stav dýchání
- b. Hodnotu SpO₂
- c. Neurologický nález
- d. Stav vědomí
- e. Oběhovou stabilitu
- f. Vegetativní poruchy
- g. Hodnotu CO Hb (karbonylhemoglobin)
- h. Dobu trvání příznaků