



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

# Léčba bolesti v nepřístupném terénu

## Treatment of Pain in Inaccessible Terrain

Bakalářská práce

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Zdravotnický záchranář

Autor bakalářské práce: Jakub Roubíček

Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Lucie Langová

---

Kladno 2020



# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Roubíček** Jméno: **Jakub** Osobní číslo: **465752**  
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**  
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**  
Studijní program: **Specializace ve zdravotnictví**  
Studijní obor: **Zdravotnický záchranář**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Léčba bolesti v nepřístupném terénu**

Název bakalářské práce anglicky:

**Treatment of Pain in Inaccessible Terrain**

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude komparace účinnosti inhalačního analgetika - methoxyfluranu, vycházejících z výsledků ze zahraniční studie v porovnání s kazuistikami dostupnými z Horské služby ČR, p.o. V teoretické části se bude student zabývat bolestí a její patofyziologií, vymezením pojmu nepřístupného terénu se současně využívány vstřebávání a možnostmi jeho využití v rámci české legislativy. V praktické části bude student porovnávat míru účinnosti a snížení bolestivosti před a po podání inhalačního analgetika - methoxyfluranu. K porovnání míry bolestivosti využije data dostupná z kazuistik z Horské služby ČR, p.o. společně s výsledky zahraniční studie a ty následně porovná. Student bude mít k dispozici data subjektivně hodnocené bolestivosti pacienta před a po podání analgetika. Míra bolestivosti pacientů bude porovnáována pomocí stupnice VAS.

Seznam doporučené literatury:

- [1] DOBIÁŠ, Viliam, Táňa BULÍKOVÁ a Peter HERMAN, Prednemocničná urgentná medicína, ed. 2., dopl. a preprac., Martin: Osveta, 2012, 740 s., ISBN 978-80-8063-387-5
- [2] MERVADANTE S., VOZA, A., SERRA, S. et al., Analgesic Efficacy, Practicality and Safety of Inhaled Methoxyflurane Versus Standard Analgesic Treatment for Acute Trauma Pain in the Emergency Setting: A Randomised, Open-Label, Active-Controlled, Multicentre Trial in Italy, Adv Ther, ročník 36, 2019, Leden, 3030-3046 s., doi:10.1007/s12325-019-01055-9
- [3] ROKYTA, Richard a kol., Léčba bolesti v primární péči, ed. 1., Praha: Grada, 2017, 167 s., ROKYTA, Richard. Léčba bolesti v primární péči. Grada, 2018. ISBN ., ISBN 978-80-271-0312-6
- [4] ŠTĚTKÁŘOVÁ, Ivana, Farmakoterapie bolesti, ed. 1., Praha: Maxdorf, 2016, 12 s., ISBN 978-80-7345-466-1

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

**MUDr. Lucie Langová**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **18.02.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **19.09.2021**

  
prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.  
podpis vedoucí(ho) katedry

  
prof. MUDr. Iván Dylevský, DrSc.  
podpis děkana(ky)

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student(ka) bere na vědomí, že je povinnen(a) vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

17.2.2020

Datum převzetí zadání



Podpis studenta(ky)

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Léčba bolesti v nepřístupném terénu vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

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

V Jablonci nad Nisou dne 25.05.2020



Jakub Roubíček

## PODĚKOVÁNÍ

Velice děkuji své vedoucí práce MUDr. Lucii Langové za trpělivost, ochotu, cenné rady, optimismus a pomoc při tvorbě této práce.

Mé poděkování směřuje také k Horské Službě ČR o. p. s. za množství konzultací s jednotlivci a za poskytnuté podklady, které mi pomohly při zpracování práce.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá tématem analgetik v nepřístupném terénu. Jejím cílem je vytvořit ucelený přehled možností používání analgetik v těžko přístupném terénu a seznámit odbornou i laickou veřejnost s možnostmi využívání analgetik aplikovaných inhalační cestou Horskou službou ČR o. p. s.

V teoretické části jsem vymezil kompetence záchranáře horské služby, vytvořil stručný popis bolesti, uvedl možné cesty aplikace léčiv do organismu a nejpoužívanější analgetika v přednemocniční neodkladné péči a samotné léčbě akutní bolesti v neodkladné péči. Dále jsem se v práci zabýval riziky vyplývajícími z prodlení při záchranné akci v náročném terénu. Poslední kapitola je věnována inhalačnímu analgetiku – methoxyfluranu.

V praktické části jsou rozebrány kazuistiky poskytnuté Horskou službou ČR o. p. s., ve kterých byl pacientům aplikován inhalační methoxyfluran z důvodu silné bolesti. Dále byla použita data z Italské studie o účinnosti methoxyfluranu. Výsledky jsou porovnány s čísly vycházejícími z kazuistik z horské služby. Zkoumaná data účinnosti methoxyfluranu podávaným Horskou službou ČR o. p. s. jsou srovnatelná s výsledky účinnosti z dat italské studie.

### **Klíčová slova**

Léčba; bolest; nepřístupný terén; methoxyfluran; Horská služba ČR o. p. s.; inhalační analgetika

## **ABSTRACT**

The bachelor's thesis deals with the topic of analgesics in inaccessible terrain. Its aim is to create a comprehensive overview of the possibilities of using analgesics in terrain which is difficult to access and to introduce to the professional and laic public with the possibility of using analgesics applied by inhalation by the Mountain service of the Czech Republic.

In the theoretical part, I defined the competencies of a mountain rescuer, I created a brief description of pain, listed possible methods of application of drugs to the body, afterwards I mentioned the most commonly used analgesics in prehospital emergency care and the treatment of acute pain in emergency care. I also dealt with the risks arising from delays in rescue operations in difficult terrain. The last chapter is devoted to the inhaled analgesic – methoxyflurane.

In the practical part, case reports provided by the Mountain service of the Czech Republic in which inhaled methoxyflurane was administered to patients due to severe pain are analyzed. Also data from the Italian study on the efficacy of methoxyflurane were used. The results are compared with numbers based on case reports from the mountain service. The investigated efficacy data of methoxyflurane administered by the Mountain service of the Czech Republic are comparable with the efficacy results from the data of the Italian study.

### **Keywords**

Therapy; pain; inaccessible terrain; methoxyflurane; Mountain service of the Czech Republic o. p. s.; inhalational analgesics

# OBSAH

1	Úvod.....	12
2	Cíl práce.....	14
3	Současný stav.....	15
3.1	Nepřístupný terén.....	15
3.2	Kompetence zdravotnického záchranáře v ČR.....	16
3.3	Kompetence záchranáře horské služby .....	17
3.3.1	První pomoc.....	18
3.3.2	Kompetence .....	18
3.4	Přednemocniční neodkladná péče (PNP).....	19
3.5	Bolest.....	20
3.5.1	Akutní bolest .....	20
3.5.1.1	Reakce sympatiku na akutní bolest .....	21
3.5.2	Bolest nociceptivní.....	22
3.5.3	Bolest neuropatická .....	24
3.5.4	Analgezie.....	24
3.6	Léčivo – léčivý přípravek.....	25
3.7	Farmakokinetika .....	25
3.8	Farmakodynamika.....	26
3.9	Léčba akutní bolesti v primární péči.....	26
3.9.1.1	Anamnéza bolesti .....	27
3.10	Vizuální analogová škála.....	28
3.11	Celkové vyšetření pacienta.....	29



3.11.1	Primární vyšetření .....	32
3.11.2	Sekundární vyšetření .....	34
3.11.3	Farmakoterapie bolesti v dnešní době.....	35
3.11.3.1	Skupiny analgetik.....	36
3.11.3.1.1	Neopioidní analgetika .....	36
3.11.3.1.2	Analgetika – antipyretika.....	36
3.11.3.1.3	Opioidy .....	38
3.11.3.2	Antidota opioidů .....	40
3.11.3.3	Adjuvantní analgetika .....	41
3.11.3.4	Ketamin.....	41
3.12	Možné cesty aplikace analgetik .....	42
3.12.1	Perorální aplikace léčiv .....	42
3.12.2	Rektální podání léčiv .....	43
3.12.3	Intravenózní aplikace léčiv.....	43
3.12.4	Intranazální podání .....	44
3.12.5	Inhalační podání léčiv .....	44
3.12.5.1	First Pass efekt.....	45
3.13	Rizika hrozící z prodlení během vyprošťování z nepřístupného terénu	45
3.13.1	Hypotermie – Podchlazení .....	46
3.13.2	Delší doba krvácení .....	47
3.13.3	Dlouhodobé patologické postavení končetiny při zlomenině nebo luxaci	47
3.13.4	Crush syndrom.....	48

3.14	Methoxyflurane – Pentrox.....	48
3.14.1	Kontraindikace Pentroxu.....	50
3.14.2	Účinky na CNS.....	51
3.14.3	Farmakodynamické účinky .....	51
3.14.4	Farmakokinetické účinky .....	51
3.14.5	Dávkování.....	52
3.14.6	Toxické účinky methoxyfluranu.....	53
3.15	Podávání inhalačního analgetika HS ČR.....	54
4	Metodika.....	58
5	Výsledky.....	59
5.1	Kazuistika č. 1.....	59
5.2	Kazuistika č. 2.....	60
5.3	Kazuistika č. 3.....	62
5.4	Kazuistika č. 4.....	63
5.5	Kazuistika č. 5.....	64
5.6	Kazuistika č. 6.....	66
5.7	Kazuistika č. 7.....	67
5.8	Tabulka účinnosti inhalačního analgetika podaného HS ČR u jednotlivých pacientů .....	68
5.9	Graf účinnosti inhalačního analgetika při podávání Horskou službou ČR o.p.s u jednotlivých kazuistik.....	69
5.10	Graf průměrné účinnosti inhalačního analgetika při podávání Horskou službou ČR o.p.s.....	70
5.10.1	Doba nástupu účinku inhalačního methoxyfluranu z kazuistik HS ČR	71

5.10.2	Doba nástupu účinku v minutách u jednotlivých pacientů a celková průměrná doba nástupu účinku.....	71
5.10.3	Studie efektivity léčby bolesti inhalačním methoxyfluranem prováděné v Itálii společností MEDITA.....	72
5.10.4	Graf účinnosti inhalačního analgetika z výsledků italské studie ...	75
5.10.5	Porovnání výsledků účinnosti inhalačního methoxyfluranu z kazuistik HS ČR s výsledky italské studie.....	76
5.10.6	Nežádoucí účinky .....	76
6	Diskuze .....	77
7	Závěr .....	82
8	Seznam použitých zkratk.....	83
9	Seznam použité literatury.....	85
10	Seznam použitých obrázků .....	91
11	Seznam použitých tabulek.....	92
12	Seznam příloh.....	93

## 1 ÚVOD

Pro zpracování bakalářské práce jsem si zvolil téma Léčba bolesti v nepřístupném terénu. V současné době jsem členem Horské služby ČR o. p. s. a oblast, které jsem součástí, je první oblastí v republice, která pro léčbu akutní bolesti v primární péči využívá inhalační analgetikum, kterému se v této práci budu věnovat nejvíce. Vzhledem ke zvyšování návštěvnosti českých hor a zvyšující se oblibě trávit volný čas jejich poznáváním nebo adrenalinovými sporty, které jsou v nich provozovány, je myslím toto téma velice aktuální.

Přestože horští záchranáři zasahují i u pacientů s nejrůznějšími interními či neurologickými chorobami, je toto procento výjezdů velmi nízké, tvoří 1 % veškerých výjezdů. Naprostá většina jejich výjezdů je k lidem, kteří si způsobí více či méně závažný úraz, a to mnohdy ve velmi obtížně přístupném terénu až nepřístupném terénu pro záchrannou službu. Inhalační analgetikum, ke kterému se bude ubírat tato bakalářská práce, přispívá ke zvýšení komfortu pacienta při jeho transportu, usnadňuje vyproštění, následnou manipulaci a může pozitivně ovlivnit průběh léčby [1].

Práci chci směřovat k hlavnímu cíli a tím je porovnání účinnosti methoxyfluranu podávaného horskou službou v České republice oproti jiným horským službám v Evropě. V rámci toho, že Horská služba o. p. s. oblast Jizerské hory byla první oblastí v republice, kde bylo inhalační analgetikum – methoxyfluran, obchodním názvem Pentrox, zavedeno do praxe, budu v této práci využívat data vycházející z kazuistik právě z této oblasti. Horská služba se u většiny pacientů řídí známým heslem “Scoop and run”, oproti druhé variantě “Stay and Play”. Aby mohli horští záchranáři provést šetrné vyproštění a následný transport v co nejkratším čase a s co největším komfortem pro pacienta, mohou k tomuto cíli pomáhat i inhalační analgetika.

Jelikož na toto téma v minulosti nevznikla žádná odborná práce, byl bych rád, aby sloužila jako jeden z prvotních ucelených zdrojů informací a sbírka prvních zkušeností při používání inhalačního methoxyfluranu v rámci přednemocniční neodkladné péče.

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem práce je porovnání účinnosti inhalačního methoxyfluranu z výsledků vycházejících ze zahraniční studie v porovnání s účinností z kazuistik a dat, které máme k dispozici z Horské služby ČR o. p. s., oblasti Jizerské hory.

## 3 SOUČASNÝ STAV

### 3.1 Nepřístupný terén

Specifikovat, co je konkrétně nepřístupný terén, není tak jednoduché, protože pod tímto pojmem je možné si představit množství různých míst, kam by se dostupnými prostředky záchranná služba nedostala.

Záchrana v nepřístupném terénu může představovat pěší zdolávání terénu kvůli nemožnosti dostat se na místo jiným způsobem a následný transport raněného zpět k vozidlu nebo pohyb v exponovaných stráních či skalních stěnách, kde je zvýšené riziko pádu. Při těchto záchranných akcích se zvyšuje riziko jak pro samotné záchranáře, tak i zachraňovaného.

Možností, jak se dostat do těchto nepřístupných míst, je více – horská služba využívá buďto techniku v podobě aut, čtyřkolek či sněžných skútrů, dále pak využívají lyže, skialpy, nebo speciální lanové techniky. Další možností je využití letecké záchranné služby. Jedno mají společné – záchrana v nepřístupném terénu klade vysoké nároky na fyzickou i psychickou zdatnost záchranářů [2].

Vyproštění pacienta z nejrůznějších míst, aplikace fixačních pomůcek, vakuových dlah, příprava k transportu i samotný transport vystavuje pacienty často intenzivní bolesti. Pacient s bolestí se často nezbytným manipulacím brání a tím tak prodlužuje a stěžuje zásah, což může mít za následek řadu patologických důsledků na další průběh jeho léčby [2].

## 3.2 Kompetence zdravotnického záchranáře v ČR

### § 17 Zdravotnický záchranář

*“(1) Zdravotnický záchranář vykonává činnosti podle § 3 odst. 1 a dále bez odborného dohledu a bez indikace vykonává činnosti v rámci specifické ošetrovatelské péče při poskytování přednemocniční neodkladné péče, a dále při poskytování akutní lůžkové péče” [3].*

Práce se zabývá aplikací analgetik, tudíž níže uvádím výňatek ze zákona vztahující se právě na podávání léčiv a k tomu často nutnému zavedení periferního žilního vstupu.

*„c) zajišťovat periferní žilní nebo intraoseální vstup, aplikovat krystaloidní roztoky a provádět nitrožilní aplikaci roztoků glukózy u pacienta s ověřenou hypoglykemií,*

*(2) Zdravotnický záchranář při poskytování přednemocniční neodkladné péče, a dále při poskytování akutní lůžkové péče intenzivní, včetně péče na urgentním příjmu může bez odborného dohledu na základě indikace lékaře vykonávat činnosti při poskytování diagnostické a léčebné péče. Přitom zejména může*

*b) podávat léčivé přípravky, včetně krevních derivátů“ [4].*

Tato vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků nám udává jasný rámec a kompetence, kterých zdravotnický záchranář nabývá po splnění náležitých podmínek. Pokud chce vykonávat práci zdravotnického záchranáře, musí splnit následující: úspěšné dokončení studia a splnění povinné praxe o délce 1 roku na oddělení intenzivní péče nebo operačním středisku zdravotnické záchranné služby (ZZS) [4].



### 3.3 Kompetence záchranáře horské služby

Abychom se mohli podívat na samotné kompetence horských záchranářů, je dle mého nutné vysvětlit samotné fungování Horské služby ČR o. p. s. (HS ČR). HS ČR je speciální výběrovou záchranářskou organizací spadající pod Ministerstvo pro místní rozvoj jako obecně prospěšná společnost, která je součástí integrovaného záchranného systému (IZS) [5].

Obsah činnosti horské služby je specifikován v novele zákoně č. 159/1999 Sb. o některých podmínkách podnikání a o výkonu některých činností v oblasti cestovního ruchu. HS ČR je organizací, která při výkonu své činnosti zajišťuje především služby jako organizace a provádění záchranných a pátracích akcí v horských oblastech, poskytování první pomoci raněným a zajištění jejich bezpečného transportu, dále vytváří bezpečné podmínky pro návštěvníky hor, provozuje záchranné a ohlašovací stanice Horské služby, podílí se na údržbě informačních a výstražných zařízení, informuje veřejnost o hydrometeorologických podmínkách v horských oblastech a vydává preventivně – bezpečnostní materiály. Dále pak vede statistiky úrazovosti, které zpětně rozebírá a navrhuje opatření pro jejich zlepšení. Mimo jiné provádí hlídkovou činnost ve ski areálech a na hřebenech hor. Přípravuje a školí své členy a čekatele. Zajišťuje kooperaci s ostatními záchrannými složkami IZS [5, 6].

Z dnešního pohledu je horská služba (HS) brána jako ostatní složka IZS a je chápána jako záchranná složka, která je schopná plně profesionálního zásahu. HS ČR nese plnou právní odpovědnost za následky a případné škody, které budou způsobeny její činností nebo i nečinností [7].

### 3.3.1 První pomoc

Členové HS nejsou zdravotnickými pracovníky, a tak poskytují pouze laickou první pomoc, vyjma podání O<sub>2</sub> kyslíkovou maskou nebo brýlemi, dále mohou provádět resuscitaci pomocí automatického externího defibrilátoru (AED). AED je v dnešní době společně s kyslíkovou lahví standartním vybavením vozidel HS [6, 7].

### 3.3.2 Kompetence

Zdravotnické kompetence členů HS jsou jednoznačně omezeny tím, že HS není zdravotnickou organizací a ani její členové nejsou zdravotnickými pracovníky s výjimkou lékařů. Jejich kompetence jsou vymezeny v rámci zákona č. 159/1999 Sb. I přesto členové HS nějaké zdravotnické kompetence mají a v případě neposkytnutí první pomoci, může být tento čin považován jako trestný, což je ukotveno v ustanovení trestního zákona č. 140/61 Sb., ve kterém § 207 uvádí:

*„1. Kdo osobě, která je v nebezpečí smrti nebo její známky vážné poruchy zdraví, neposkytne potřebnou pomoc, ač tak může učinit bez nebezpečí pro sebe nebo jiného, bude potrestán odnětím svobody až na jeden rok.“*

*„2. Kdo osobě, která je v nebezpečí smrti nebo její známky vážné poruchy zdraví, neposkytne potřebnou pomoc, ač je podle povahy svého zaměstnání povinen takovou pomoc poskytnout, bude potrestán odnětím svobody až na dvě léta nebo zákazem činnosti“ [8].*

Český právní řád neposkytnutí pomoci považuje za trestný čin a výklad formulace “dle povahy svého zaměstnání” je už poté na rozhodnutí soudu, zejména u dobrovolných členů horské služby. V podmínkách horské služby je velmi složitou otázkou posouzení rozsahu a kvality poskytnuté péče [8].

Hlavním tématem práce je užití analgetik, pokud přihlédneme právě k nim, horský záchranář do minulého roku neměl možnost, jakkoliv efektivně tišit pacientovi bolest. V průběhu roku 2019 se změnila vnitřní předpisy zaměstnanců HS a byly rozšířeny právě o možnost podávat inhalační analgetikum – Pentrox – po předešlé konzultaci s lékařem HS.

Zdravotníci záchranáři, kteří jsou zaměstnaní ve zdravotnické organizaci, ale v podmínkách HS ČR slouží na dobrovolné bázi, mohou uplatňovat své kompetence v rámci HS [4].

### **3.4 Přednemocniční neodkladná péče (PNP)**

PNP je termín definovaný vyhláškou MZ ČR č. 434/ 1992 Sb. v § 1.

*“Přednemocniční neodkladná péče je péče o postižené na místě vzniku jejich úrazu nebo náhlého onemocnění a během jejich dopravy k dalšímu odbornému ošetření a při jejich předání do zdravotnického zařízení poskytovaná při stavech, které bezprostředně ohrožují život postiženého, mohou vést prohlubováním chorobných změn k náhlé smrti, způsobí bez rychlého poskytnutí odborné první pomoci trvalé chorobné změny, působí náhlé utrpení a náhlou bolest nebo působí změny chování a jednání postiženého, ohrožují jeho samotného nebo jeho okolí” [9].*

Tato služba je poskytována zdravotnickou záchrannou službou. Odborná péče společně s laickou první pomocí je základem přednemocniční neodkladné péče [2].

## 3.5 Bolest

Definice bolesti podle světové organizace WHO (World Health Organization): “Bolest je nepříjemná sensorická a emocionální zkušenost spojená s akutním nebo potenciálním poškozením tkání anebo je popisovaná výrazy takového poškození” [10].

Všeobecně akceptovanou definicí bolesti je definice IASP (International Association for the Study of Pain) neboli Světová organizace pro studium bolesti. “Bolest je nepříjemný smyslový a emocionální zážitek spojený s aktuálním nebo potenciálním poškozením anebo se jako takový popisuje. Bolest je vždy subjektivní [10].

Bolestivý podnět, který způsobí akutní, intenzivně vnímanou bolest, u pacientů vyvolává změny na úrovni mnoha systémů. V kardiovaskulárním systému dochází k tachykardii, vzestupu krevního tlaku, zvýšení vaskulární rezistence a zvýšení spotřeby kyslíku myokardem. V dýchacím systému se snižuje ventilace reflexními svalovými spazmy. U muskuloskeletálního systému dochází ke svalovým křečím, potlačení hybnosti. Imunitní systém potlačuje svou funkci. Urogenitální systém spustí mechanismus retence moči a sníží tvorbu moči. Endokrinní systém změní sekreci u řady hormonů, například katecholaminů, inzulinu, ACTH, ADH [10, 11].

### 3.5.1 Akutní bolest

Z pohledu horské služby je majorita výjezdů z důvodu úrazu, horští záchranáři se tedy setkávají nejčastěji s akutně vzniklou bolestí. Akutní bolest lze definovat jako bolest, která nedávno začala a pravděpodobně má ohraničené trvání. Bolest přichází náhle a její trvání je několik dní až týdnů, ne déle jak

3 měsíce, potom už mluvíme o bolesti chronické. Běžně je následkem nemoci či traumatu, nicméně ji lze někdy považovat za “dobrou bolest”, protože skrze somatosenzorický systém funguje jako ochranný mechanismus, který zahrnuje jak periferní, tak centrální mechanismy [1, 12, 13].

Jakmile bolest přetrvává, ztrácí svoji původní pozitivní funkci, a naopak pacientovi přivodí škodlivé metabolické a biochemické změny. Předtím, než zahájíme léčbu bolesti, nás zajímá “algeziologická” anamnéza – neboli anamnéza bolesti. Zjišťujeme místo primární lokalizace a následného šíření – radiace/vyzařování a okolnosti za jakých bolest vznikla. Dále nás zajímá samotný charakter bolesti, může být ostrá, pulzující, bodavá [12, 13].

U pacientů s akutní bolestí musíme při jejich péči dbát na včasnou a dostatečnou analgesii, protože tato bolest může přejít do chronicity, dle mnoha studií ovlivňuje délku a další průběh léčby a hojení [12, 13].

#### 3.5.1.1 Reakce sympatiku na akutní bolest

Při akutní bolesti se často objevují mimovolní, autonomní reflexy. Bolest způsobí, že sympatická část autonomního nervového systému nastartuje procesy, ve kterých uvolní epinefrin a další katecholaminy, které v dalším procesu způsobí fyziologické reakce typu “Fight or Flight” neboli “boj nebo útěk”. Další navazující reakce organismu na bolest jsou zvýšení krevního tlaku, zrychlení pulzu, zvýšení spotřeby kyslíku myokardem, snížení motility GIT, zrychlení dýchání nebo naopak zadržetí dechu, a flexe svalů postižené části těla, přirozeně se snažíme vzdálit od místa, které nám způsobuje bolest. Dále kromě aktivace sympatiku se aktivuje neuroendokrinní, imunitní a zánětlivé reakce, katabolismus, imunosuprese [12].

### 3.5.2 Bolest nociceptivní

Tento druh bolesti je vnímán skrze nociceptory nebo také nazývané nocisenzory. Obecně tuto bolest pocítujeme na perifériích těla, tudíž v kůži nebo stěnách vnitřních orgánů [11, 12, 14, 15].

Vyskytují se tři různé druhy nociceptorů:

- První z nociceptorů nich jsou vysokoprahové mechanoreceptory, vnímají dotyk, ať už je příjemný jako hlazení nebo nepříjemný při větším stlačení kůže. Mluvíme o nám známých Vater-Paciniho tělíscích, Merkelových discích a dalších. Při zesílení podnětu se z nich stávají vysokoprahové mechanoreceptory, tudíž když nás někdo udeří, řízne, vnímáme bolest [11, 12, 14, 15].
- Dalším druhem nociceptorů jsou polymodální nocisenzory, kterými vnímáme především bolest způsobenou chladem a teplem. Teplotu za normálních okolností vnímáme Ruffiniho tělísky, přičemž když se teplota zvýší a dojde k popálení, vnímáme podnět bolestivě. Stejně tak to funguje u Krauseho tělísek reagujících na chlad [11, 12, 14, 15].
- Třetí typ jsou vlastní nociceptory vnímající pouze bolest. Jde o volná nervová zakončení na primárních aferentních vláknech vedoucích informace z kůže a sliznic do míchy. Zafungují jen v případě, že bolest je dostatečně silná na to, aby je podráždila [11, 12, 15].

Zjednodušeně řečeno nocicepce znamená vjem bolesti. Jejím výsledkem je, že pocítujeme bolest. Abychom ji pocítili, nociceptory musí skrze nervový impulz vyslat zprávu k jiným nervům, které informaci o bolesti přepraví dále do míchy a do mozku. Tento proces následně aktivuje mimovolní reakce [11, 12, 14, 15].

Nocicepce se skládá ze 4 fází:

- Transdukce – Transdukce je první fází nocicepce při které dochází k přeměně mechanického, chemického a nebo tepelného vnějšího podnětu organismu na elektrickou aktivitu nervového systému – nervový impuls. Pokud sensorický aferentní (dostředivý) neuron, běžně nazývaný také jako “volné nervové zakončení” obdrží nociceptivní podnět, jeho výběžek neboli axon vede elektrickou informaci k míše nebo do buněk vedoucích ke kraniálním nervům. Ve speciálních nervových zakončení v kůži, hlubokých tkáních a v měkkých vnitřních orgánech změny mechanickou, termální a chemickou energii na elektrickou. K excitaci těchto sensorických receptorů dochází pouze v oblastech s jejich inervací v takzvaném “receptivním poli” [12, 14].
- Transmise – Ve druhé fázi převedou depolarizované neurony elektrické impulzy do centrální nervové soustavy (CNS). Dojde k vybrání důležitých informací z nociceptivních signálů. Mezi mediátory bolesti a zánětu patří histamin, serotonin, bradykinin a další. Zjednodušeně transmisi chápeme jako soubor biochemických a elektrických dějů, kterými je informace vedena do centrálních struktur mozku [12, 14].
- Percepce – V této fázi dochází k odpovědi z CNS na nociceptivní podnět. Jaká bude reakce je ovlivněno mnoha faktory. Záleží na vyspělosti jedince, pohlaví, prostředí a typu poranění [12, 14, 16].
- Modulace – Modulace je poměrně složitý soubor dějů, při kterém se mění vlastnosti a charakteristiky jak periferních aferentních neuronů, tak i transmisních neuronů specializovaných drah. Dochází ke zvýšení či snížení bolestivých signálů. Jedním z možných vnějších možností, jak bolest zmírnit je užití analgetik [12, 14, 16].

### 3.5.3 Bolest neuropatická

Pro neuropatickou bolest je typické, že nedochází k devastaci tkáně. Liší se tím, že nezačíná na nociceptorech, ale až v průběhu vedení vlákny C a A $\delta$ , které přenášejí bolest z periferie do míchy anebo potom i výše. Samotný rozsah této bolesti je velký [14, 15, 16].

Bolest neuropatická vzniká jiným způsobem než nociceptivní, jedná se o poškození na nervových strukturách a vzniká na podkladě poškození periferní nebo centrální nervové soustavy [14, 15, 16].

Často se tento typ bolesti projevuje u onkologických pacientů po chemoterapiích nebo v návaznosti na útlak nervových vláken nádorem. Intenzita a způsob jakým se bolest projevuje je různá, je popisována jako píchání, pálení nebo jako bolest vystřelující. Součástí tohoto typu bolesti jsou i bolesti fantomové [14, 15, 16].

S touto bolestí se v podmínkách horské služby nesetkáváme, ale jako jeden ze zmíněných pojmů mi připadalo adekvátní tento pojem zmínit a osvětlit.

### 3.5.4 Analgezie

Z řeckého jazyka “algós” bolest s alfa negací “žádná bolest”. Analgezie znamená potlačení bolestivých podnětů, a tudíž potlačuje bolest při zachovaném vědomí. V urgentní medicíně se skoro pokaždé jedná o bolest akutní, při které je stimulován sympatikus [2, 11].

Mezi základní povinnosti zdravotníka je bolest tišit, ač z počátku má bolest pro člověka významnou signální roli. Terapeutickým cílem analgezie v podmínkách urgentní medicíny je eliminace bolesti jako jednoho z faktorů ohrožujících vitální funkce. Nedílnou součástí bolesti jsou i provázející změny na úrovni mnoha systémů [2].



Za analgetika považujeme léky, které tlumí bolest. Základní rozdělení na neopioidní analgetika a opioidní. Analgetika mají svoji působnost nejvyšší na bolest akutní, jejíž síla souvisí s nadměrnou stimulací nociceptorů [17].

### **3.6 Léčivo – léčivý přípravek**

Samotný pojem zahrnuje léčivé látky i jejich směsi a také léčivé přípravky, které jsou určeny k podání lidem nebo zvířatům. Léčivé přípravky jsou látky nebo jejich kombinace určené k léčení nebo předcházení nemocem, ke stanovení diagnózy nebo k obnově, úpravě či ovlivnění fyziologických funkcí, a to u lidí nebo zvířat [17].

### **3.7 Farmakokinetika**

Zabývá se matematickým popisem osudu léčiv v organismu v čase po jeho podání. Vychází z časového průběhu koncentrací léčiva jejich metabolitů v biologických tekutinách. Farmakokinetika popisuje jak kvantitativní, tak kvalitativní farmakologické děje, těmi jsou absorpce, distribuce, metabolismus a exkrece léčiv a vzájemný vztah zmíněných dějů k farmakologické reakci na léčivý přípravek.

Pokud účinnou látku nepodáváme přímo do krve, tzn. intravenózně nebo intraarteriálně, musí nejdříve dojít k absorpci z místa podání do krve – nejčastěji z trávicího traktu, svalů, podkoží.

Po absorpci je léčivo transportováno krví ve volné nebo vázané formě na plazmatické proteiny či krevní buňky a vstupuje do cílového orgánu a tkáně – tento proces nazýváme distribuce.

Následně dochází k metabolismu léčiva, část léčivého přípravku je přeměněna biotransformací na neúčinné produkty. Tato část je eliminována a vyloučena – dochází k exkreci léčiva [17, 18].

### **3.8 Farmakodynamika**

Soustředí se na změny, které vyvolává účinná látka v organismu na několika úrovních – molekulární, buněčné, tkáňové a systémové. Sleduje závislost účinku léčiva na jeho množství.

Na molekulární úrovni látka po podání do organismu může na základě svých chemicko-fyzikálních vlastností vyvolat účinek, který je ve většině případů závislý na přítomnosti selektivní cílové molekuly nazývané receptor neboli přijímač.

K odpovědi na úrovni tkání a systémů dochází skrze aktivaci nebo blokádu receptoru, což se vzápětí projeví stimulací nebo excitací, které jsou měřitelné změnami funkcí. U stimulace dochází ke zvýšení dané funkce ve fyziologických mezích. Excitace znamená, že se funkce zvýšila nad fyziologickou mez s možnými nevratnými změnami. V opačném případě dochází ke snížení funkce neboli inhibici nebo paralýze. Při inhibici se snižuje funkce ve fyziologických mezích, při paralýze dochází k potlačení funkce pod fyziologickou mez. Faktorů ovlivňujících reakci, na kterékoliv úrovni na podaný léčivý přípravek, je celá řada, tím se více zabývá farmakokinetika [17].

### **3.9 Léčba akutní bolesti v primární péči**

Abychom mohli bolest začít léčit, je nutné nejdříve důkladně zhodnotit pacientův stav vitálních funkcí a poté zhodnotit míru akutní bolesti. Jelikož je akutní bolest vjemem subjektivním, musíme pacientovi míru bolestivosti, kterou nám udává věřit [19].

Vyšetření pacienta by mělo proběhnout dle zavedených vyšetřovacích metod dle algoritmu ABCDE a následné vyšetření bolesti by mělo zahrnovat anamnézu, fyzikální a specifické vyšetření [2, 19, 20].

Bolest často nebývá ovlivněna pouze tělesnou patologií, mají na ni vliv další aspekty, vztaženo k této práci, bych řekl, že jedním z důležitých aspektů je pocit kontroly a orientace v dané situaci [19].

Dalším faktorem, který ovlivňuje vnímání intenzity bolesti je samotný práh a tolerance na bolest. Práh bolesti si vysvětlují jako potřebnou intenzitu podnětů, kterou jsou třeba k tomu, aby daný jedinec pociťoval bolest. Pojem tolerance bolesti je trvání a intenzita bolesti, kterou člověk snese, než si na ni začne stěžovat. Tolerance a práh bolesti je u každého rozdílný [19, 20].

#### 3.9.1.1 Anamnéza bolesti

Anamnéza je z mého pohledu alfou a omegou celkového vyšetření pacienta. Standardně stanovujeme celkovou anamnézu a k ní se pojí i anamnéza bolesti. V anamnéze bolesti se zaměřujeme na několik důležitých aspektů, které nám mohou pomoci začít bolest správně léčit [12].

Zaměřujeme se na nástup a trvání, příčinu, okolnosti vzniku a lokalizaci bolesti, intenzitu a doprovodné symptomy. U některých pacientů může silná akutní bolest způsobit nauzeu, třes, zvracení, mdloby. U akutních bolestí podrobnost a délku anamnézy přizpůsobujeme intenzitě bolesti a s přibývajícím bolestivostí se snažíme rozhovor co nejvíce zkrátit. Jedním z velmi důležitých aspektů samotné anamnézy je stav vědomí pacienta, popisované metody jsou využitelné u pacientů s plným vědomím [12].

Pro lepší zjištění bolestivosti lze využít takzvanou "abecedu bolesti", jedná se o mnemotechnickou pomůcku PQRST. Písmeno P představuje

“provokuje/ pomáhá”, písmeno Q - “kvalita, kvantita”, R – Radiace/ Region – zjištění kde to bolí. „S“ zastupuje sílu bolesti, zjistit od pacienta intenzitu bolesti pomocí analogové stupnice VAS a písmeno T – trvání bolesti, u bolesti akutní, která je důsledkem traumatu očekáváme, že je pouze v řádu minut od události [12].

### 3.10 Vizuální analogová škála

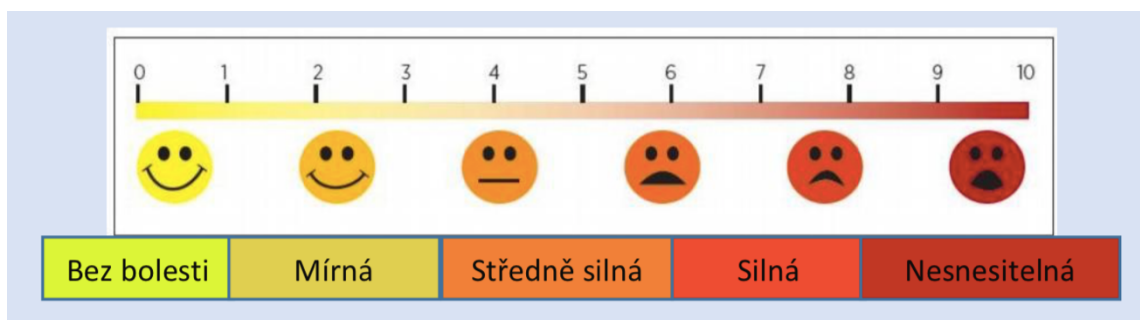
Správné určení míry bolesti napomáhá ke správnému výběru analgezie. Stupnice VAS se řadí se mezi nejpoužívanější škály hodnotící intenzitu bolesti. Tato stupnice je používána kromě ZZS i u horské služby a je součástí formuláře, který je vyplněn horským záchranářem před každým podáním inhalačního analgetika – Pentroxu. Následně je míra bolesti hodnocena po podání analgetika [11, 19].

Běžná stupnice VAS je znázorněna jako horizontální, ale může být i vertikální úsečka o délce 10 cm. Levý krajní bod znázorňuje stav zcela bez bolesti, pravý krajní bod pak představuje nejvyšší představitelnou bolest. Pacient udává intenzitu bolesti naznačením místa na škále. Následně se měří v milimetrech od levého okraje k bodu, který naznačil pacient. Takto je z mého pohledu škála nepřehledná a těžko představitelná [12, 15, 19].

Pro lepší představivost existují modifikace a sloučení různých typů hodnotících stupnic. Jednou z nich je numerická škála bolesti, známá pod zkratkou NMR. Číslo 0 představuje vždy žádnou bolest a číslo 10 nejhorší možnou bolest [14, 19].

Další z možností je doplnění stupnice o obličej, FPS neboli Face Pain Scale (Obličejová škála bolesti). Intenzita bolesti se promítá ve výrazu mimiky obličej. Číslo 0 představuje se usmívá až po poslední plačící obličej [14].

Horská služba používá kombinaci všech výše zmíněných, a to hned z několika důvodů. Jednak častými pacienty horské služby jsou děti, a právě pro děti je těžko představitelné přirovnat bolest k bodu na úsečce, použitím obličejů zjištění bolesti zjednodušuje. Čím dál častějšími návštěvníky hor, ale i měst se kterými se potýká nejen horská služba, ale i ZZS jsou cizinci, další z příkladů, proč je dobré kombinovat stupnici VAS s FPS a NMR. Třetím příkladem může být komunikace s pacientem s demencí, v jeho případě také zjištění intenzity bolesti mohou usnadnit obličejové a jejich přidružené výrazy [1].



Obrázek 1 – Obličejová škála bolesti v kombinaci s numerickou škálou bolesti [22]

### 3.11 Celkové vyšetření pacienta

Celkové vyšetření v přednemocniční péči je základním pilířem ke správnému stanovení pracovní diagnózy, zaléčení stavu a následného směřování pacienta. Vyšetření dělíme na dvě části – primární a sekundární [2, 23].

Vzhledem k tomu, že práce se zabývá léčbou bolesti v primární péči, příkládám důležitost i celkovému vyšetření, bez kterého bychom nemohli léčit. Celkové vyšetření u horské služby probíhá standardně dle algoritmu ABCDE jako je tomu u zdravotnické záchranné služby. Stejně tak tomu je i před podáním inhalačních analgetik kdy záchranář mimo standardní vyšetření vyplní zaškrťovací formulář pro vyloučení kontraindikace podání methoxyfluranu.

## POUŽITÍ PENTHROXU



Jméno a příjmení pacienta: \_\_\_\_\_

Datum narození pacienta: \_\_\_\_\_

Lék podal/a: \_\_\_\_\_ Organizace: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

### PENTHROX MŮŽEŠ PODAT:

dospělému pacientovi při vědomí s traumatem k úlevě od středně silné až silné bolesti  
(vhodné pro končetinová traumata X nevhodné u kraniotraumat a dutinových zranění!)

Jak silná je bolest před léčbou? Zeptej se nebo odhadni a zakroužkuj

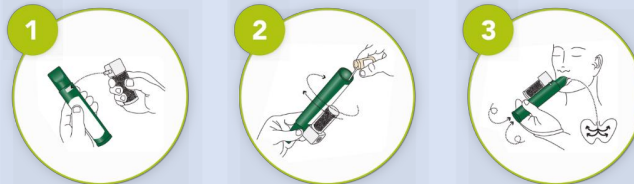


PENTHROX je vhodný na  
bolest v rozsahu 4 - 8

### PENTHROX NEPODÁVEJ když:

- Pacient je oběhově nestabilní, má poruchu vědomí nebo dýchání (*vidíš*)
- Pacient je pod vlivem alkoholu nebo jiné omamné látky (*vidíš, cítíš, zeptej se*)
- Pacient se léčí s onemocněním jater a/nebo ledvin (*zeptej se*)
- Pacient měl v minulosti problémy při narkóze u operace (*zeptej se*)

### Použití:



Ujistí se, že zásobník s aktivním uhlím je vložen do otvoru v horní části inhalátoru

Otevři lahvičku a nalej její obsah do spodní části inhalátoru, zatímco s ním budeš otáčet

Zápětní smyčku umístí přes pacientovo zápěstí a vyzví pacienta k inhalaci léku přes náustek

### Dávkování:

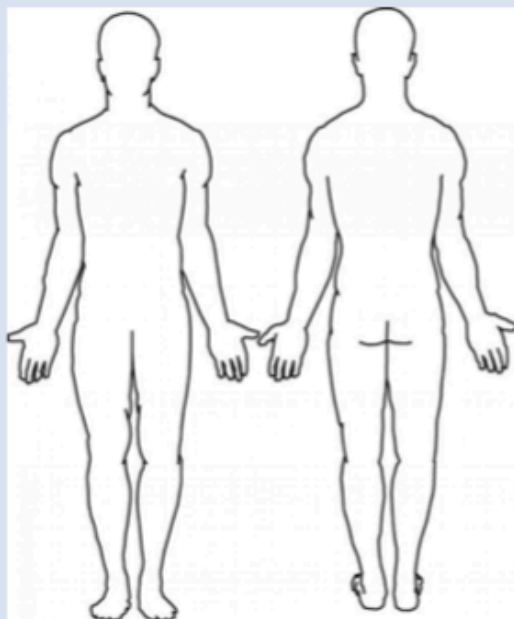
Inhalace 5 minut do nástupu účinku  
Jakmile analgesie nastoupí, není třeba dále inhalovat  
Při návratu bolesti lze pokračovat v inhalaci dalšími 3-4 vdechy

### Upozornění:

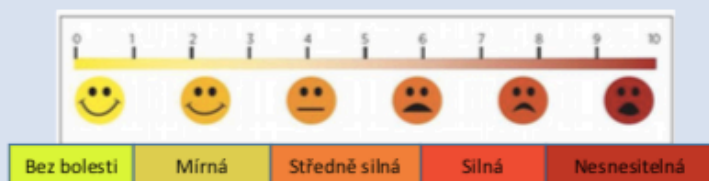
Při motání hlavy, nevolnosti, mdlobě nebo neschopnosti komunikace **ihned přerušit inhalaci!**

Obrázek 2 – Přední strana Pentrox karty určená pro HS ČR před podáním Pentroxu  
[22]

**Lokalizace poranění:**



**Jak silná je bolest při předání pacienta ZZS/LZS ?**



MUDr. Lucie Langová ZZS LK, HS ČR

Obrázek 3 – Zadní strana Pentrox karty určená pro HS ČR před podáním Pentroxu [22]

### 3.11.1 Primární vyšetření

Primární vyšetření by nemělo zabrat více jak dvě minuty, je neodkladné a známe ho pod písmennou zkratkou ABCDE. Je to rychlé, systematické vyšetření pacienta se zaměřením na protekci základních životních funkcí. Pokud nemáme splněny úkony z bodu A, B a C, nemůžeme pokračovat dále. Primární vyšetření pacienta jde souběžně s primárním ošetřením pacienta [2, 23].

Bod A + c – Airway + cervical spine – dýchací cesty a imobilizace páteře. V tomto bodě oslovujeme pacienta, zhodnocujeme průchodnost dýchacích cest a fixujeme páteř v případě, že mechanismus úrazu nasvědčuje tomu, že by krční páteř mohla být poraněna [2, 23].

V bodu B z anglického Breathing, neboli dýchání kontrolujeme frekvenci a hloubku dýchání, na první pohled viditelné patologie v oblasti krku a dýchacích cest jako je například emfyzém, nebo kompresní hematom, postavení trachey ve střední čáře. Provádíme vyšetření hrudníku pohledem, poslechem, pohmatem, poklek. Pohledem kontroluji symetričnost nádechů. viditelné známky traumatu. Poslechem zjišťuji, zda jsou přítomny oboustranně dechové fenomény. Pohmatem ověřuji stabilitu hrudníku, deformity, bolestivost, přítomnost krepitací. Poklep je v primární péči doporučené vynechat. Během tohoto vyšetření měřím SpO<sub>2</sub> pomocí oxymetru. Na konci bodu B v případě, že je třeba podáváme kyslík obličejovou polomaskou, provádí se dekomprese tenzního pneumotoraxu jako život zachraňující úkon [2, 23].

Bod C neboli circulation – oběh. Prvotně kontroluji viditelná zevní krvácení a případně tato krvácení stavím tlakovým obvazem. Dále pak u pacienta kontroluji pacientovu hemodynamiku pomocí možných měření. Ověřuji přítomnost a kvalitu pulzu na a. radialis nebo na a. carotis, pravidelnost, sílu a frekvenci. Zkouším kapilární návrat, zda je v normě nebo prodloužený nad 2 vteřiny. V tomto případě musím brát v potaz okolní prostředí,



při vystavení pacienta chladu nemůžu očekávat, že bude kapilární návrat na periferii v normě, standardně u ZZS bych pacienta měl možnost vyšetřovat ,v sanitním voze, kde mohu kapilární návrat prověřit stlačením sternu, i během tohoto vyšetření udržují pacienta v teple, toto vyšetření u horské služby často probíhá přímo na místě v nepříznivých teplotních podmínkách a tudíž odhalovat pacientovu hrud' by bylo při nejmenším nerozumné a tudíž pacientovu hemodynamiku musíme vyšetřit jinými již zmíněnými způsoby. Dále je možné změřit krevní tlak pomocí tonometru. U pacienta vyšetřujeme barvu, teplotu a vlhkost kůže, přítomnost cyanózy, bledosti. Na konci tohoto vyšetření se u ZZS zavádí i. v. linka nebo intraoseální vstup vyžaduje-li si to stav pacienta. V podmínkách horské služby se až na výjimečné případy i. v. linka nezavádí ani v případě přítomnosti zdravotníka/ lékaře z důvodu zdržování transportu do bezpečnějších/ příznivějších klimatických a jiných podmínek [2, 23].

Bod D – disability neboli stav vědomí. Pro rychlé zhodnocení pacientova stavu vědomí můžeme použít armádně využívaný systém AVPU. Pod písmeny se skrývají slova Alert Voice Pain Unresponsive. Každý z bodů má své bodové ohodnocení na běžně používané škále Glasgow Coma Scale (GCS). Celkový stav vědomí můžeme postupně vyhodnocovat od prvního kontaktu s pacientem podle toho, zda s námi komunikuje, jeho odpovědi jsou přiléhavé, smysluplné. Dále v tomto bodě vyšetřujeme zornice, jejich velikost, symetričnost a reakci na osvit. Poslední věcí je vyšetření, zda pacienta nemá amnézii na okolnosti před, během nebo po úrazu nebo onemocněním [2, 23].

Bod E – Exposure/Environment, někdy také nazývané jako vyšetření od hlavy k patě. Snažíme se přijít na veškeré skryté poranění. Pacienta vyšetřujeme vysvlečeného, přičemž musíme dbát na pacientovo soukromí a jeho tepelný komfort. Toto vyšetření plynule navazuje na sekundární vyšetření. V podmínkách horské služby je tohle vyšetření běžně prováděno po transportu

na ošetrovnu na stanici horské služby, kde je zajištěn jak tepelný komfort, tak i soukromí pacienta [2, 23].

### 3.11.2 Sekundární vyšetření

Vyšetřujeme pacientovo celé tělo, od hlavy až k patě, včetně zad. Na základě okolností a místu poranění lze toto vyšetření v podmínkách ZZS provádět přímo na místě nebo v sanitních voze [2, 23].

V podmínkách horské služby je toto vyšetření prováděno nejčastěji v prostorách ošetroven na stanicích horské služby. Během sekundárního vyšetření začínáme od hlavy, palpujeme skelet lebky a obličej, viditelné hematomy, zevní krvácení, likvor v uších, nose, ústech. Hodnotíme symetričnost zornic, reakci na osvit a jejich velikost. Pohledem kontrolujeme barvu kůže v obličej, cyanózu, bledost, opocenosť [2, 23].

Vyšetření přesouváme na krk, vidíme, zda trachea a hrtan jsou ve střední čáře, jaká je náplň krčních žil. U neúrazových stavů vyzkoušíme, zda pacient je schopen dát šíji do opozice. U hrudníku používáme fyzikální metody pohled, poslech, pohmat, poklep. Pátráme po známkách traumatu, deformit. Znovu hodnotíme pravidelnost a dostatečnost dýchání [2, 23].

Další částí těla, kterou vyšetřujeme je břicho. Stejně jako u jiných částí využíváme fyzikálních metod, hledáme známky traumatu, hematomy. Palpujeme postupně čtyři kvadranty, palpaci nezačínáme v bolestivém místě. Poslechem zjišťujeme přítomnost peristaltiky [2, 23].

Dalším místem, kterému se věnujeme je pánev. Nejdříve pohledem, dále pak kompresí os illiacum a os pubis vyšetřujeme, zda je stabilní pánevní kruh. Na dolní končetině pohledem kontrolujeme deformity, otoky, nefyziologické úhly, zkrácené končetiny, barvu kůže. Je zde možná kontrola pulzu na a. femoralis v třísle nebo a. tibialis posterior za vnitřním kotníkem [2, 23].

Následuje neurologické vyšetření citlivosti a pohyblivosti končetin a prstů. Stejně tak postupujeme u horních končetin. Důraz pak dáváme zádům, která nebylo možné vyšetřit v předešlých krocích. Palpujeme kosti, měkké tkáně, provádíme vyšetření tapottementem a pohledem hledáme známky traumatu. Celé toto vyšetření přizpůsobujeme stavu a důvodu, kvůli kterému byla HS nebo ZZS přivolána [2, 23].

### **3.11.3 Farmakoterapie bolesti v dnešní době**

Základem pro farmakologickou léčbu bolesti je třístupňový analgetický žebříček SZO sestavený Světovou zdravotnickou organizací (WHO), který byl původně určen pro léčbu nádorové bolesti. Pro svoji funkčnost a přehlednost byl poté převzat i pro léčbu neonkologické bolesti. Platí v něm několik zásad: volba a způsob vedení analgezie se odvíjí od pacientova údaje o intenzitě bolesti, jejího charakteru a konkrétního klinického stavu. U intenzivní bolesti je vhodné využít parenterální cestu podání, v jiných případech je pak neinvazivní podání jasnou volbou, ať už volíme cestu perorální, transdermální, rektální [2, 24].

Dávkovací interval se stanovuje podle hodin, ne podle intenzity bolesti, aby se dodržel pravidelný dávkovací interval. Síla analgetika volena metodou step up neboli od slabšího analgetika k silnějšímu. Metoda step up se využívá při léčbě chronické bolesti. U akutních bolestí využíváme opačnou metodu step down, tudíž aplikujeme nejdříve silnější analgetika a poté ubíráme. Kombinací neopioidních a opioidních analgetik má aditivní účinek a v kombinaci s paracetamolem až synergní. U některých typů bolesti má aditivní účinek kombinace analgetik a adjuvantních analgetik (antidepresiva, antiepileptika) Taktéž kombinace paracetamolu s nesteroidními antiflogistiky (NSA). Zásadně nekombinujeme jednotlivá NSA, mohlo by dojít k vedlejším nežádoucím účinkům [2, 19, 24].

Současný trend farmakologické analgezie méně rozlišuje mezi příčinami bolesti a klade mnohem větší důraz na intenzitu bolesti a její odezvu na zavedenou terapii. Pro léčbu akutní bolesti je v urgentní medicíně s výhodou používat speciální analgetický žebříček, který je přímo určený pro léčbu akutní bolesti. Analgetický žebříček používá dvě základní skupiny analgetik - 1. stupeň neopioidní analgetika a 2. a 3. stupeň opioidní analgetika. Pokud vycházíme z třístupňového analgetického žebříčku dle WHO je bolest s udávanou intenzitou 0-3 dle stupnice VAS léčena neopioidními analgetiky 1. stupně. U bolesti řazené dle stupnice VAS mezi 4 a 6 stupeň – středně silná bolest, terapií jsou slabá opioidní analgetika z 2. stupně. Posledním stupněm je bolest řazená mezi 7 a 10 stupeň VAS, aplikujeme silná opioidní analgetika [2, 19, 24].

U akutní bolesti si často stačí volit analgetickou monoterapii, kdy volíme spíše silnější analgetika dle povahy i invazivně aplikované. Kombinací slabého opioidu a slabého neopioidního analgetika získáme lepší efekt než u invazivně aplikovaného silného opioidu. V takovém případě jako slabé neopioidní analgetikum se využívá paracetamol [2, 19, 24].

### 3.11.3.1 Skupiny analgetik

#### 3.11.3.1.1 Neopioidní analgetika

Tato skupina léků je tvořena různorodým chemickým složením zahrnující paracetamol s metamizolem a nesteroidní antiflogistika, ve zkratce NSA [19].

#### 3.11.3.1.2 Analgetika – antipyretika

Analgetika využívaná pro léčbu mírné až středně silné bolesti nebo v kombinaci s opioidními analgetiky u silných bolestí. Přidruženými vlastnostmi této skupiny léků je jejich protizánětlivý a antipyretický účinek [2, 19, 24, 25].

Mezi antipyretika řadíme:

- Kyselina Acetylsalicylová – Lék známý pod obchodními názvy jako Aspirin, Aspergic, Godasal, Anopyrin, Acylpyrin. Má dobrý analgetický účinek a antipyretický účinek, ale disponuje velkým rizikem krvácivosti do gastrointestinálního traktu nebo vznikem peptických vředů při dlouhodobém užívání. V urgentní medicíně se využíván jako součást terapie u infarktu myokardu. Dávkování 0,5 – 1 g s maximální denní dávkou 4 g [2, 19, 24, 25].
- Paracetamol – Analgetikum bez protizánětlivého účinku. Doporučené dávkování pro dospělého je 650–1000 mg po 4–6 hodinách v maximální denní dávce 4000mg. Analgetické dávky docílíme po podání od 625 mg v jednotlivé dávce, v nižší dávce jde spíše o antipyretický účinek. Intravenózní dávka je 1 g v infuzi. Dostupný je i ve formě čípků. Nástup účinku asi po 30 minutách. Paracetamol je lékem první volby pro své minimální nežádoucí účinky u seniorů a u těhotných. Je jedním z léků, který se běžně využívá i v PNP [2, 19, 24, 25].
- Metamizol – Pod obchodními názvy známý jako Novalgin, Algifen, Analgin. Metamizol má velmi dobrou analgetickou účinnost bez závažných rizik pro GIT. S výhodou je spasmolytický účinek. Lze podávat p. o., i. v. nebo rektálně jako čípek. Je potřeba počítat s rizikem hypotenze u i. v. Nástup účinku do 30 minut s dávkováním 0,5–1 g v maximální denní dávce 4 g [2, 19, 24, 25].
- **Nesteroidní antiflogistika**

Principem účinku nesteroidních antiflogistik je převážně blokáda enzymů cyklooxygenázy (COX), která následně mění kyselinu arachidonovou na prostaglandiny. V těle jsou přítomny dva izoenzymy COX-1 a COX-2. COX-1

je syntetizován v řadě orgánů jako jsou játra, ledviny, žaludeční sliznice, krevní destičky a svou přítomností se podílí na jejich fyziologické funkci. COX-2 je ve sníženém množství přítomná v buňkách macula densa a mozku. Při traumatu nebo zánětu jejich hladina výrazně stoupá. Na podkladě metaanalýz je možné je pokládat za velmi účinná analgetika při akutní bolesti, ale účinnost závisí na velikosti dávky. Výhodou je žádná fyzická závislost [2, 19, 24, 25].

NSA mají ale i řadu podstatných nevýhod, mohou narušit hemokoagulaci nebo mít nežádoucí gastrointestinální účinky jako je způsobení ulcerací dlouhodobým užíváním a následným krvácením v zažívacím traktu. Toto riziko je u seniorů 4x vyšší. Dále může působit i hepatotoxicky a nefrotoxicky anebo působit negativně na kardiovaskulární systém. Pro účely urgentní medicíny je využíván lék s obchodním názvem Diklofenak neboli salicylát sodný užívaný v jednorázové dávce 40mg a maximální denní dávce 80 mg, tlumí zánět, působí antipyreticky a analgeticky [2, 19, 24, 25].

#### 3.11.3.1.3 Opioidy

Opioidy stimulují účinek endogenních opioidů – endorfinů vazbou na opioidní receptory, které se v lidském těle nachází ve většině tkání. Největší počet těchto receptorů nalezneme v CNS. Vazba opioidu na receptor v CNS vede k tlumení bolesti. Podobně jako je tomu u paracetamolu, opioidy patří k nejbezpečnějším analgetikům, nejsou toxické, neovlivňují hematopoézu. Kontraindikací u silné bolesti není ani gravidita. Pro plod jsou rizikové v prenatálním období kvůli možnému útlumu dýchacího centra. Další z rizik pro plod je dlouhodobé užívání, novorozenec se poté rodí se syndromem závislosti. Opioidy jsou základními analgetiky pro léčbu silné akutní i nádorové bolesti [2, 19, 24, 25].

Opioidy dělíme na slabé a silné. Do skupiny slabých opioidů řadíme léky jako kodein, dihydrokodein, tramadol, nalbufin. Řadí se na druhý stupeň

analgetického žebříčku SZO. Z tohoto výčtu léků se v přednemocniční péči na akutní bolest využívá jen tramadol. U slabých opioidních analgetik je typický stropový efekt, kdy po jeho dosažení už nedochází ke zvyšování analgetického účinku [2, 19, 24, 25].

- Tramadol – Předností tramadolu je dobrá biologická dostupnost při každém způsobu aplikace a množství aplikačních cest. Jako jednu z dalších výhod můžeme vnímat i fakt, že nepodléhá evidenci návykových látek, a tak manipulace s ním je jednodušší v rámci agendy léčiv. Díky jeho duálnímu účinku jako u-agonista a inhibitor znovu vstřebávání serotoninu a noradrenalinu nezpůsobuje závislost a obstipaci, která je u opioidů poměrně častá. Negativum Tramadolu je velmi silný emetogenní účinek [2, 19, 24, 25].
- Kodein – Lék využívaný spíše na středně silnou bolest. Výhodou je nízký stupeň vzniku lékové závislosti. Paracetamol potencuje jeho analgetický účinek. U kodeinu se využívá jeho antitusický účinek. Dávkování 30–60 mg á 4 hodiny. Jako negativum vnímám, že v ČR nejsou dostupné parenterální formy [2, 19, 24, 25].

Druhou skupinou opioidů jsou silné opioidy. Léky využívané na léčbu silné a velmi silné bolesti, která nelze tišit neopioindními a slabými opioindními analgetiky. V urgentní medicíně využívané morfin, fentanyl, dolsin, sufentanyl, buprenorfin, alfentanil, remifentanil a oxykodón. U silných opioidů nejsou stanoveny maximální denní dávky a nedochází u nich ke stropovému efektu [2, 17, 19, 24, 25].

- Morfin – běžným standardem léčby silné bolesti. Aplikace i. v. je vhodná pro akutní bolest v podmínkách PNP. Nástup analgetického účinku mezi 5 a 10 minutami, s ním nastupují i vedlejší účinky jako je sedace, nauzea, zvracení, deprese dechového centra, spasmus Oddiho svěrače a může se způsobit

retenci moči. Nesmíme opomenout ani rozvoj psychické a fyzické závislosti. Běžně je morfin skladován v 1 ml nebo 2 ml ampulích kdy 1 ml roztoku obsahuje 10 mg účinné látky. Obvyklá terapeutická dávka je 10–20 mg intramuskulárně [2, 17, 19, 24, 25].

- Fentanyl – Přípravek se silným analgetickým účinkem, stejně tak silný má i respiračně depresivní účinek. Je indikován na silnou krátkodobou analgezií. Při podání je nutné myslet na možnost kontroly dýchacích cest. Jednorázová dávka je 0,05– 0,15 mg [2, 17, 19, 24, 25]. V posledních letech se fentanyl používá v různých formách – intranasálně, sublinguálně, bukálně v podobě fentanylových lízátek. Použití léku v bukální formě vidím pro užití v nepřístupném terénu jako řešení na místo intravenózní aplikace, ale musíme brát v potaz nežádoucí účinky léku a také delší trvání nástupu účinku. Bukální tableta se 100 mg fentanylu se rozpadá 16–25 minut od jejího vložení do horní části dutiny ústní a jejího rozpuštění ve vlhké sliznici [26].
- Sufentanyl – Jeden z nejčastěji používaných opioidních analgetik v PNP. Využívá se jeho vysoká účinnost a krátká doba působení. Krátkodobě tlumí silnou bolest a nástup účinku po i. v. aplikaci můžeme očekávat do 3 minut. Přípravek je v lůžkové péči využíván jako analgetický doplněk k celkové anestezii nebo samostatně jako anestetikum u ventilovaných pacientů. V PNP se aplikuje 5 mikrogramů/kg, tato dávka zajistí přibližně 50 minut trvající analgézi [25].
- Remifentanil, alfentanil – Tyto přípravky jsou velmi blízké fentanylu, mají velmi rychlý a krátkodobý účinek. Též způsobují společně se silnou analgezií i silný útlum dechu [25].

### 3.11.3.2 Antidota opioidů

Standardně využívaným antidotem pro opioidy je naloxon s účinnou látkou Intrenon, který ruší veškeré účinky opioidů jako je analgezie, útlum



dechového centra, účinky psychotropní, účink na GIT na dolní cesty močové a další. Naloxon účinek opioidů blokuje kompetitivní vazbou na opioidních receptorech. Doporučená úvodní dávka je 0,4–2 mg i. v., i. m., s. c. [27].

### 3.11.3.3 Adjuvantní analgetika

Skupina označovaná jako koanalgetika nebo také neanalgetická analgetika. Jsou to léčiva, která v určitých případech snižují bolest anebo snižují nežádoucí účinky analgetik. Patří mezi ně antidepressiva, anxiolytika, neuroleptika, antiepileptika, myorelaxancia nebo antihistaminika. Jejich využití je vhodné spíše u neuropatické a chronické bolesti, proto se v primární péči při léčbě bolesti nevyužívají [2, 17, 19, 24, 25].

### 3.11.3.4 Ketamin

Přípravek řadící se mezi disociační anestetika, který působí analgeticky prostřednictvím blokády NMDA – receptorů. Analgeticky působí v podstatně nižších dávkách oproti anestetické dávce. V přednemocniční péči lze použít jako analgetikum při traumatické bolesti. Iniciální dávka aplikovaná i. v. je 0,4 mg/kg s následnou infuzí 3–4 mg/kg/h [2].

Celkové anestezie dosáhneme dávkou 5–10 mg/kg i. m. nebo 1–2 mg/kg i. v. Působí během několika minut a lze jej podávat jak intravenózně, muskulárně tak intranasálně. Právě intranasální aplikace se řadí mezi jednu z nejčastějších cest aplikace ketaminu v podmínkách horské služby. Podání tohoto léčiva je možné pouze za přítomnosti lékaře HS. Aplikace ketaminu intravenózně zůstává jako nejpoužívanější v PNP. Intranasální aplikace se s výhodou využívá u dětí např. při analgosedaci podáním kombinace ketaminu a midazolamu [2].

Vedlejší účinky jsou stimulace kardiovaskulárního, dechového centra, zvýšená salivace a bronchiální sekrece, dále pak halucinace, které potlačíme

benzodiazepiny. Z důvodů mnoha vedlejších účinků je doporučeno aplikovat pouze krátkodobě. Při podání ketaminu jako analgetika je nutná trvalá monitorace [2].

### **3.12 Možné cesty aplikace analgetik**

Možných forem aplikace a následného vstřebávání léčiv máme více, ale vzhledem k tomu, že práce se zaměřuje na primární péči, zmíním pouze několik nejpoužívanějších forem.

Před tím, než léčivo vstoupí do krevního řečiště, musí překonat bariéry oddělující organismus od jeho okolí, tudíž oddělují prostředí vnější od vnitřního. Tuto bariéru tvoří kůže a sliznice. Po překonání bariéry léčiva zpravidla dosahují konečného orgánu pomocí krevní cesty, proto je důležité, aby se aplikované látky dostaly do krevního řečiště – zpravidla do venózního [12, 17, 18].

#### **3.12.1 Perorální aplikace léčiv**

Jednou z možných, nejpřirozenějších a ač zdlouhavých a málo používaných cest v urgentní medicíně máme aplikaci perorální. Léčivo se do krevního oběhu dostává asi po 20 minutách po jeho podání. Rychlost vstřebávání do cévního řečiště je ovlivněna mnoha faktory, ať už složením samotného léčiva, rozdílnými hodnotami pH jednotlivých pasáží GIT. Dalším faktorem je velikost povrchu sliznice GIT ve vztahu k luminálnímu objemu a také prokrvení střevní stěny. Dále pak rychlost střevní pasáže a samotná peristaltika. Například při šoku nebo zvýšeném stresu se výrazně snižuje perfuze, a tím i absorpce léčiva z GIT. Stejně tak se snižuje rychlost vstřebávání, pokud je organismus vystaven stresové situaci, která může být vyvolána právě bolestí [18].

### 3.12.2 Rektální podání léčiv

Rektální podání léčiv se zařazuje mezi aplikace enterální. Aplikací touto cestou omezíme efekt prvního průchodu játry, a však jde o hloubku zavedení. Mezi další výhody řadíme možnost podávat vyšší dávky léčiva oproti jedné perorální tabletě [12, 18].

Nejobvyklejší skupiny pro tento způsob aplikace jsou děti, nespolupracující nebo geriatričtí pacienti. Nejčastěji podávanými léčivy jsou antiemetika, analgetika, antipyretika, benzodiazepiny a některé barbituráty [2, 18].

Rektální podání se někdy volí jako alternativa k intravenóznímu podání díky rychlosti vstřebání, účinek se obvykle dostavuje po 15 minutách po aplikaci, nicméně mezi nevýhody se uvádí proměnlivé a neúplné absorbování látky, a proto pak i dávky bývají proměnlivé. Další z nevýhod vztaženo k nepřístupnému terénu je stále poměrně dlouhá doba nástupu účinku, nutnost pacienta částečně vysvléci a tím způsobit nežádoucí únik tepla. Navíc čípkové základy tají při normální tělesné teplotě do patnácti minut. V podmínkách horské služby bývají často pacienti podchlazení, čímž by se doba uvolňování a následné absorpce léčiva mohla prodlužovat [18].

### 3.12.3 Intravenózní aplikace léčiv

Výjimečnost tohoto způsobu aplikace léčiv je nesporná, na léčivo aplikované do organismu nemá žádný vliv absorpce, která je nutná pro dosažení systémového řečiště jako je tomu u ostatních aplikačních cest. Jeho nespornou výhodou je rychlost nástupu účinku, což oceníme především u pacientů v akutních stavech. Tato metoda má i své nevýhody. Jedná se o invazivní přístup, který musí být prováděn kvalifikovanou osobou. Dalším problémem může být samotné nalezení vhodné cévy a její následná kanylace. Riziko představuje

i nesnášenlivost na lék v podobě alergické reakce, která může mít velmi rychlý rozvoj. Důležitost také příkládám nutnost sterility [2, 18, 21].

#### **3.12.4 Intranazální podání**

Stále častěji používanou formou podání léčiva i v urgentních stavech. Cílíme na systémovou absorpci, nikoli na lokální. Díky velké ploše nazální sliznice – asi 150 cm<sup>2</sup>, která je dobře prokrvená a zvlhčená je pro systémovou absorpci velmi vhodná.

Co je z mého pohledu zajímavé, spekuluje se o možném přenosu transportu látek skrze lamina cribriformis do mozkomíšního moku a cestou nervi olfactorii přímo intracerebrálně.

Pohledem farmakokinetiky je nástup účinku velmi rychlý, asi 5 minut a stejně tak jako u aplikace inhalační cestou obchází first pass efekt jaterního metabolismu. Další výhodou je, že podávané látky nemusí být sterilní. Nejčastěji se touto cestou podávají opioidy jako léčba krátkodobé intenzivní bolesti u onkologických pacientů. V zahraničí se používání intranazálně aplikovaný fentanyl pro samoléčbu intenzivní akutní bolesti. Touto cestou lze také aplikovat antidota flumazenil a naloxon [18, 28].

Tento způsob aplikace může být s výhodou používán u dětí, u kterých díky anxiety není možné aplikovat i. v. Z intranasálně často aplikovaných léků v PNP je to ketamin a midazolam [28].

#### **3.12.5 Inhalační podání léčiv**

Oproti intravenózní aplikaci je inhalační podání léčiv určeno pro přípravky, jež mají být absorbována skrze epitel plic a slizniční membrány dolní části dýchacích cest. Touto cestou lze aplikovat léčiva v podobě plynů, aerodisperzí a léčiva, jež mají povahu těkavých látek. Velkou výhodou

inhalačního podání je obrovská absorpční plocha – uváděno je okolo 100 m<sup>2</sup> u dospělého jedince a vysoké prokrvení tkáně, což zajistí rychlou absorpci a následný nástup účinku. Jako je rychlý nástup účinku je také rychlá i eliminace léčiva přes alveoly po ukončení inhalace. U většiny léků aplikovaných inhalačně je doba nástupu účinku do 3 minut. Další z výhod je, že obchází takzvaný “first pass” efekt jaterního metabolismu. Pro zdravotníky je tudíž poměrně jednoduché ovlivnit koncentraci a tím i samotný účinek léčiva [18].

#### 3.12.5.1 First Pass efekt

Metabolismus prvního průchodu – jev známý u metabolismu léčiv při kterém se podstatně snižuje koncentrace léčiva ještě předtím, než vstoupí do systémového oběhu. Použité léčivo je vstřebáno v trávicím traktu a vstupuje do jaterního portálního systému. Ještě předtím, než se dostane do systémového oběhu putuje portální žilou do jater, kde dochází k metabolizaci, a tím je podstatně snížena biodostupnost léčiva. Z toho důvodu jsou používány alternativní cesty podání – například per rektálně, intravenózně či inhalací aerosolu kdy se léčivo dostává přímou cestou do systémového oběhu [30].

### **3.13 Rizika hrozící z prodlení během vyprošťování z nepřístupného terénu**

Rizik z prodlení u zraněných pacientů je více, čemu příkládám velkou důležitost jsou samotné podmínky, ve kterých se pacient a záchranná akce nachází a jaký typ či kombinaci zranění má. Nicméně pokud budou na místě nehody panovat nepříznivé meteorologické podmínky, musíme brát riziko podchlazení v potaz.

Další z rizikových faktorů vnímám krvácivé stavy a prolongace nemožnosti zástavy krvácení, delší dobu patologického postavení končetiny při zlomenině

nebo luxaci a na to navázanou možnou poruchu inervace nebo prokrvení. Další z rizikových faktorů je crush syndrom, ke kterému dochází dlouhodobým stlačením nebo masivním zhmožděním měkkých tkání, následné ischemii a poškození tkáně, především svalové [2].

### 3.13.1 Hypotermie – Podchlazení

Podchlazení je úraz způsobený vlivem chladného vnějšího prostředí, při kterém klesá teplota tělesného jádra pod 35 °C. Frekvence výskytu návštěvníků ve sportovních střediscích a horách celkově vzrůstá, stejně tak roste zájem o otužování a tím se i zvyšuje frekvence výjezdů pro podchlazené pacienty [2, 31].

Podchlazení může být následkem jiného zranění, které osobě s úrazem znemožní pohyb a donutí ji setrvat v nehybném stavu do příjezdu záchranných složek, ať už horské služby, letecké záchranné služby nebo pozemní jednotky záchranné služby. Typickým příkladem jsou výjezdy běžkařů jejichž oblečení je přizpůsobeno vysoké frekvenci pohybu a v případě pádu a znemožnění dalšího pohybu je tento pacient vystaven vnějším teplotním vlivům a jeho tělesná teplota rychle klesá [2, 31].

Z pohledu patofyziologie je teplota jádra striktně udržována mezi 36,5 a 37,5 °C. Hypothalamus reguluje termoregulaci snižováním ztrát tepla vazokonstrikcí a skrze zvyšování/snižování produkce adrenalinu a tyroxinu. Hypotermie ovlivňuje téměř všechny tělesné systémy, nejvíce však kardiovaskulární a centrální nervovou soustavu. Nízká teplota jádra způsobuje snížení depolarizace buněk sinoatriálního uzle a vyvolává bradykardii. Tím, že tato bradykardie není vyvolaná skrze n. vagus, nereaguje na atropin [2, 31].

### **3.13.2 Delší doba krvácení**

Pokud mluvíme o krvácení v PNP, mluvíme hlavně o krvácení úrazovém zevním, které si můžeme v terénu snadno ověřit. Na vnitřní krvácení můžeme mít podezření skrze faktory, které tomu napovídají, ale je těžko zjištělné. Velká krvácení z ran nebo tělesných otvorů, tak i vnitřní krvácení jsou život ohrožující stavy. U pacientů s krvácením je důležité rychlé rozpoznání zdroje krvácení a jeho včasné ošetření, což právě nepřístupný terén může komplikovat. Při nemožnosti včasného ošetření se u pacientů s krvácením může dostavit hemoragický šok. Tento stav se může prohlubovat až k ireverzibilním změnám [2].

### **3.13.3 Dlouhodobé patologické postavení končetiny při zlomenině nebo luxaci**

Další riziko vyprošťování pacienta z nepřístupného terénu a časová náročnost takovýchto akcí může mít za následek patologické postavení končetiny, která je zlomená či luxovaná a může dojít k poruše inervace nebo prokrvení. Vykloubené, zlomené kosti a klouby v přednemocniční péči mají společné znaky – úrazový děj, náhle vzniklou bolest a poruchu funkce postižené končetiny. Diagnostika a léčba těchto poranění je v terénu limitována, ale léčebný postup je u většiny těchto zranění podobný, dostatečná analgezie, imobilizace postižené končetiny a protišoková léčba. Za předpokladu, že je pacient v těžko dostupném terénu a záchranná akce trvá delší dobu, mohou nastat patologické děje, které pramení z patologické pozice postižené končetiny a může tak docházet k sekundárnímu poškození nervových a cévních svazků s trvalými následky [2].

### 3.13.4 Crush syndrom

K pojmu crush syndrom se pojí další pojmy jako traumatická ischemie, rabdomyolýza nebo kompartment syndrom. Tyto stavy jsou často spojeny s těžkými úrazy a mohou pacienta ohrožovat na životě. Důležitá je včasná pomoc [2, 32].

Principem crush syndromu je dlouhodobé mechanické stlačení a ischemizace měkkých tkání, zejména svalů. Poranění může být pouze lokální například stlačením prstů ruky anebo většího rozsahu při zasypání těla, tomuto se říká "crush injury", poté se přidává celková reakce organismu, tzv. crush syndrom [2, 32].

Jakmile by bylo zhmoždění vyvolané neúrazovým dějem nazývá se rabdomyolýza. ATI neboli akutní traumatická ischemie, jinak řečeno crush syndrom je delším stlačením svalové hmoty a následnou ischemizací a mechanickým poškozením tkání rizikový z toho důvodu, že po stlačení buněk uniká jejich potenciálně toxický obsah do systémové cirkulace a následují další patofyziologické procesy. Selže sodíková, draslíková, ATP pumpa a transport vápníku, čímž se zvýší koncentrace vápníku v buňkách a vzniká nekróza svalových buněk. V poškozených svalových buňkách se hromadí plazma a vzniká edém, dochází k metabolické acidóze. Oteklé tkáně následně utlačí cévy, které přivádí živiny a kyslík do postižených tkání, tento proces se nazývá kompartment syndrom [2, 32].

### 3.14 Methoxyflurane – Pentrox

Pentrox s účinnou látkou methoxyfluranum je přípravek určený k inhalaci parou. Čirá, téměř bezbarvá, těkavá kapalina s charakteristickou ovocnou vůní určená k rychlé úlevě od středně silné až silné bolesti u dospělých pacientů s traumatem a související bolesti.



Methoxyfluran (Penthrox) je halogenovaný uhlovodík 2,2-dichlor-1,1-difluor-1-methoxyetan, jehož mechanismus účinku je velmi složitý. Principem je snížení juncční vodivosti skrze snížení času, kdy jsou otevřeny kanály spojů, tím se zvýší doba zavírání kanálů a v aktivaci ATPázy v sarkoplazmatickém retikulu. Váže se na D ATP syntézu a NADH dehydrogenázu, receptory GABA, K+kanál, glutamátový a glycinový receptor [33].

U methoxyfluranu dochází k rychlé resorbci v plicích odkud je distribuován do krevního oběhu. Vyznačuje se svojí vysokou rozpustností v tucích. Metabolizace probíhá v játrech a jeho metabolity MFAA, DCAA, anorganický fluorid jsou eliminovány ledvinami [33, 34].

Nespornou výhodou tohoto léku je jeho dávkování a způsob podání, protože Penthrox si každý pacient podává sám pod dohledem proškolené osoby. Tato skutečnost umožňuje, že přípravek může být po konzultaci s lékařem horské služby využíván proškolenými členy horské služby a usnadnit jim manipulaci a práci s pacientem, který má silné bolesti a není nucen čekat až na ošetření posádkou ZZS po jejím příjezdu [35].

Pokud se úraz stane v odlehlých místech v horách nebo v nepřístupném terénu, může transport pacienta k posádkám záchranné služby trvat několik desítek minut. Podáním methoxyfluranu můžeme rychle ulevit pacientovi od bolesti a zároveň usnadnit manipulaci s ním a následný transport terénem [35].

Účinek přípravku v podobě analgezie se projevuje již po 6–10 inhalacích. Při kontinuálním inhalování obsahu jedné 3 ml lahvičky poskytuje úlevu od bolesti na dobu 25–30 minut. Pacienti jsou před podáním poučeni, aby po dosažení analgetického efektu inhalovali přerušovaně, čímž se prodlouží možná doba účinnosti. Pacient si vyhodnocuje sám míru bolesti a dle toho si lék

inhaluje buďto intermitentně nebo kontinuálně, tak aby docházelo k jejímu potlačení [35, 36].

### **3.14.1 Kontraindikace Pentroxu**

Kontraindikováno je použití jako anestetikum. Přípravek je kontraindikován v případě, že pacient potvrdí hypersenzitivitu na methoxyfluran nebo jakékoliv fluorované anestetikum nebo butylhydroxytoluen, jež je součástí přípravku jako pomocná látka s obsahem 0,01 % [35].

Dále je kontraindikováno podání u pacientů, kteří trpí maligní hypertermií nebo k ní mají genetické predispozice. Další kontraindikací je známá rodinná anamnéza, kde se projeví závažné negativní reakce na podání inhalovaných anestetik [35].

Pacient s anamnézou, která vykazuje příznaky poškození jater po předešlém podání methoxyfluranu nebo anestezii halogenovými uhlovodíky. Kontraindikované podání je též u pacientů, kteří mají klinicky významnou poruchu funkci ledvin. Tento výčet je možný udělat za předpokladu, že je pacient při vědomí a tyto informace jsme schopni získat rozhovorem s ním [35].

Důležité kontraindikace, na které můžeme přijít během vyšetření pacienta jsou stav vědomí, kardiovaskulární nestabilita a respirační deprese. Není možné podat inhalační methoxyfluran pacientovi, který jeví známky změněné úrovně vědomí z jakékoliv příčiny včetně traumatu hlavy, drog anebo alkoholu, dále pak pacientovi, který vykazuje kardiovaskulární nestabilitu nebo klinicky evidentní depresi dechu. Poslední čtyři zmíněné jsou dle mého velice důležité, a proto je více rozeberu v dalších kapitolách [35].

### 3.14.2 Účinky na CNS

Působení inhalačního methoxyfluranu na CNS se projevuje příznaky jako je euforie, amnézie, snížená schopnost koncentrace, změna v senzomotorické koordinaci, změnou nálady, somnolencí, závratěmi, ospalostí. Dle provedené studie nejčastějším projevem vlivu methoxyfluranu na CNS je závrať, euforická nálada, amnézie, dysartrie a somnolence. Zmíněné nežádoucí účinky na CNS jsou snadno reverzibilní [35, 36].

### 3.14.3 Farmakodynamické účinky

Methoxyfluran je součástí skupiny fluorovaných uhlovodíků jako těkavá anestetická látka, která poskytuje analgezií za předpokladu, že pacient, který je při vědomí dodrží inhalování nízkých koncentrací. Při analgetických terapeutických dávkách za účelem úlevy od bolesti může dojít k určitým vedlejším účinkům jako je pokles krevního tlaku, což může být doprovázeno bradykardií, srdeční rytmus obvykle zůstává pravidelný. V některých případech se může objevovat ospalost. Senzibilizace myokardu na epinefrin po podání inhalačního methoxyfluranu je minimální [35].

### 3.14.4 Farmakokinetické účinky

- Absorpce – Methoxyfluran je vdechován pomocí inhalátoru a do plic vstupuje v podobě páry a je přes alveoly rychle transportován do krve, což je důvodem, proč je nástup analgetického účinku tak rychlý. Rychlost závisí na několika faktorech. Přímo úměrně na alveolární ventilaci, tudíž čím větší alveolární ventilace je, tím dochází k vzestupu tlaku na alveolech a tím je vstřebávání rychlejší. Nepřímo úměrně závisí na srdečním výdeji, čím je vyšší srdeční výdej, tím vyšší je přechod inhalačního analgetika z alveolů do krve a současně se zvýší distribuce do organismu. Dále závisí na rozpustnosti analgetika v krvi [35].

- Distribuce – Methoxyfluran je vysoce lipofilní, díky vysokému koeficientu olej/plyn. Methoxyfluran má velké tendence k difuzi do tukových tkání, kde vytvoří rezervoár, ze kterého se poté uvolňuje v rámci několika dní. Rychlost distribuce analgetika do tkáně závisí na prokrvení tkáně a rozpustnosti léčiva mezi tkání a krví [33, 35].
- Biotransformace – Methoxyfluran je člověkem biotransformován. Metabolizace pomocí dechlorace a o-demethylace probíhá v játrech pomocí specifických enzymů. Díky tendenci tvořit k difuzi do tukových tkání a tvorbě rezervoárů se methoxyfluran uvolňuje pomalu a biotransformace probíhá po mnoho dní. Je biotransformován na volné fluoridové ionty, kyselinu šřavelovou, kys. difluormethoxyoctovou a kys. dichloroctovou [33, 35]. Při dosažení vyšší koncentrace, než je koncentrace, které je možné dosáhnout jednorázovou analgetickou dávkou, mohou právě volné fluoridové ionty a kys. šřavelová způsobit poškození ledvin. Oproti ostatním halogenovým methyleylesterům je methoxyfluran náchylnější na metabolizaci [35].
- Eliminace – Přibližně 60 % inhalovaného a následně vstřebaného methoxyfluranu opouští organismus močí jako organický fluor, florid a kys. šřavelová. Část je vydechnuta v nezměněné podobě, při inhalaci je směs vydechnuta do filtru s aktivním uhlím. Další část je vydechnuta v podobě oxidu uhličitého [35].

### 3.14.5 Dávkování

Jak již bylo psáno v předešlých kapitolách, lék Pentrox může být podán pouze dospělým osobám. Jedna lahvička přípravku Pentrox obsahuje 3 ml tekutiny, která má být použita jako jednorázová dávka společně s přiloženým inhalátorem s filtrem s aktivním uhlím. Maximální denní dávka je 6 ml za 24 hodin. Opakované podávání v po sobě jdoucích dnech není doporučeno a týdenní dávka by neměla překročit 15 ml. Při kontinuální inhalaci jedné 3 ml

lahvičky by měla být zajištěna analgezie na 25–30 minut. Přerušovaná inhalace prodlužuje dobu analgetického účinku [35].

#### **3.14.6 Toxické účinky methoxyfluranu**

Methoxyfluran podobně jako jiné přípravky ze skupiny fluorovaných uhlovodíků má hepatotoxické a nefrotoxické účinky. Nefrotoxicita je pravděpodobně spojena s přítomností anorganických fluoridových iontů, které jsou produktem metabolického rozpadu methoxyfluranu. Při správném podání analgetické dávky 3 ml, hladina anorganických fluoridových iontů přítomných v séru bude pod 10 mikromolů/l [35].

V minulosti se přípravek používal jako anestetikum, při takovém podání a násobně vyšších dávkách oproti dávce inhalační byly měřené hodnoty anorganických fluoridových iontů vyšší jak 40 mikromolů/l a působily nefrotoxicky. Nefrotoxicky může methoxyfluran působit taktéž při poruše rychlosti metabolismu díky genetické vadě nebo lékům, které podporují rychlost metabolismu [33, 35].

Metabolizace methoxyfluranu probíhá v játrech, právě proto musíme v podávání Pentroxu pacientům s onemocněním jater dbát zvýšené opatrnosti. Jednou ze skupin kontraindikovaných pro podání inhalačního methoxyfluranu jsou tací, kteří mají v anamnéze příznaky předchozího poškození jater na podkladě předešlého podání methoxyfluranu nebo anestezie halogenovanými uhlovodíky. Zvýšené pozornosti musíme dbát i u pacientů, kterým byl v posledních 3 měsících podán methoxyfluran, tato skutečnost může zvýšit riziko poškození jater [35].

### 3.15 Podávání inhalačního analgetika HS ČR

Členové horské služby se během výkonu své činnosti zahrnující vyproštění, základní ošetření a transport často setkávají s bolestí u svých pacientů, bez možnosti jim od ní rychle a efektivně pomoci. Právě nemožnost zraněného zbavit bolesti, se v některých případech stává velkou komplikací výjezdu, protože silná bolest znemožňuje horským záchranářům jakoukoliv manipulaci s ním, což může mít negativní dopad na aktuální zdravotní stav vyprošťovaného anebo transportovaného pacienta.

Na lék, který by mohl být využíván při péči o zraněné pacienty horskými záchranáři je kladeno díky specifitě těchto zásahů mnoho požadavků. Léčivý přípravek musí být bezpečný, snadno aplikovatelný, s rychlým a dostatečně efektivním nástupem účinku. Inspirace přišla ze zahraničí, kde se u těchto pacientů využívá methoxyfluran již několik let a po dlouhých přípravách se pomalu začíná využívat v rámci přednemocniční péče i v České republice [33, 36].

Methoxyfluran byl objeven v roce 1948 a od šedesátých let se používal jako inhalační anestetikum. Aby bylo navozeno anestezie, bylo nutné inhalovat velké dávky, které jak se ukázalo působily nefrotoxicky a hepatotoxicky, proto se od anestetického využití upustilo [33, 36].

Analgetického efektu methoxyfluranu se začalo v sedmdesátých letech využívat v mimoevropských zemích, konkrétně v Austrálii a na Novém Zélandu. Uplatnění našel jak v přednemocniční péči, tak i ve zdravotnických zařízeních. Do přednemocniční péče v EU se dostal v roce 2010 [33, 36].

K registraci methoxyfluranu v České republice došlo začátkem roku 2018, posléze začátkem roku 2019 bylo pod vedením lékařské komise HS ČR ve spolupráci se Zdravotnickou záchrannou službou Libereckého kraje zahájeno

jeho používání Horskou službou v oblasti Jizerské hory. Léčivý přípravek se zde užívá u dospělých pacientů s končetinovým traumatem k tišení středně silné až silné bolesti. Po krátké instruktáži si jej podává pacient sám pod dohledem proškolených členů HS a zdravotníků.



*Obrázek 4 – Podání Pentroxu lékařkou HS ČR v terénu [37]*

Samotnému podání léku předchází rychlé, ale důkladné zhodnocení klinického stavu pacienta dle systému ABCDE, vyloučení všech kontraindikací k podání methoxyfluranu, poté záchranář provede konzultaci s lékařem HS, buďto je lékař přítomen v místě zásahu nebo je konzultace provedena formou telemedicíny.

1 balení přípravku se skládá z 3 ml lahvičky obsahující methoxyfluranum 99.9 %, což je čirá, téměř bezbarvá, těkavá kapalina a speciálního inhalátoru se zásobníkem s aktivním uhlím. Záchranář nalije obsah lahvičky s léčivým přípravkem do spodní části inhalátoru a několikrát s ním otáčí, poté umístí zápěstní smyčku přes zápěstí pacienta a podá jej pacientovi k inhalaci. Pacient je

poté vyzván, aby inhaloval a vydechoval přes náustek k dosažení příslušné analgezie. Po nástupu analgezie je inhalace přerušena a může se v ní intermitentně pokračovat při opětovném nástupu bolesti. Kontinuální inhalace zkracuje dobu použití [35].

Nástup úlevy od bolesti je rychlý a nastává po cca 6–10 inhalacích. Při kontinuálním inhalování obsahu jedné 3 ml lahvičky poskytuje úlevu od bolesti na dobu 25–30 minut. Inhaler se předává společně s pacientem záchranné službě nebo zdravotnickému zařízení [35].

Při každém podání léčiva, vyplňují členové HS speciální kartu, která sestává ze základních osobních údajů o pacientovi, vstupní (před aplikací) a výstupní (při předání ZZS/zdravotnickému zařízení) analogovou škálou bolesti se stupnicí 1–10, souhrnu indikací a kontraindikací podání a stručným návodem k použití a dávkování.



*Obrázek 5 – Podání Penthroxu pacientovi v teréru a vyplnění Penthrox karty [37]*



Cílem podání léku je zmírnit utrpení zraněného a usnadnit nebo vůbec umožnit manipulaci s pacientem a jeho transport mnohdy členitým terénem.

Možnost podání léku ihned na místě zkracuje nejen dobu čekání na úlevu od bolesti ale i čas do předání pacienta zdravotníkům. Pokud musel být zdravotník za tímto účelem transportován k pacientovi nacházejícímu se v obtížně přístupném terénu v odlehlých koutech hor, prodlužoval se čas jeho předání do zdravotnického zařízení až o dlouhé desítky minut [38].

## 4 METODIKA

Práce slouží jako první ucelený soubor informací o podávání inhalačního methoxyfluranu v podmínkách Horské služby ČR o.p.s. Pro dosažení svého cíle práce jsem si vybral komparační metodu. Porovnávám účinnost inhalačního analgetika, methoxyfluranu, dle výsledků ze 7 popsaných kazuistik poskytnutých Horskou službou ČR o.p.s. s výsledky vycházejícími z italské studie. Jednotlivé kazuistiky jsem analyzoval, popsal a zaznamenal výchozí hodnotu bolesti, následně hodnotu bolesti po užití methoxyfluranu.

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Kazuistika č. 1

Muž, 46 let, po pádu na lyžích na sjezdové trati nalezen svědky pádu v poloze vleže, stěžoval si na bolest v oblasti bérce, po telefonickém hovoru svědka s dispečinkem HS na telefonním čísle +420 1210 došlo k vyhodnocení situace a byla na místo vyslána výjezdová skupina horských záchranářů z oblasti Jizerské hory na sněžném skútru.

#### **Vyšetření pacienta:**

Po příjezdu záchranářů muž ležel čelem ke sjezdovce. Záchranáři provedli základní vyšetření pacienta dle algoritmu ABCDE a po důkladném ohmatání možných deformit na končetinách během sekundárního vyšetření stanovili jako pracovní diagnózu možnou zlomeninu bérce. Pacient byl při vědomí, spolupracující, komunikující, oběhově stabilní, bez dechových depresí. Nejevil známky intoxikace alkoholem nebo jinou omamnou látkou. Po doptání pacient negoval předešlou léčbu onemocnění jater nebo ledvin, stejně tak negoval předešlé problémy při narkóze u operace.

#### **Vstupní hodnocení bolesti:**

Pacient udával na stupnici VAS bolest hodnocenou číslem 7, tudíž silnou bolest. Pro svoz ke spodní stanici lanovky byla nutná manipulace s pacientem, která přes silnou bolest byla problematická.

#### **Léčba:**

Pacientovi před naložením do vakuové matrace a umístěním do saní byl po telefonické konzultaci s lékařkou HS podán inhalační methoxyfluran k úlevě

od bolesti. Nástup účinku inhalačního analgetika byl po cca 8 minutách. Prodloužená doba nástupu účinku byla zřejmě díky konstituci pacienta s udanou váhou 115 kg. Pacientovi z důvodu prodlouženého nástupu účinku bylo doporučeno uzavření dilučního otvoru jedné z nasávacích komor ke zvýšení účinnosti.

### **Transport:**

Po nástupu účinku již bylo možné pacienta naložit do transportních saní a možný svoz ze sjezdové trati ke spodní části lanovky kde došlo k předání pacienta.

### **Bolest při předání do následné péče:**

Při předání posádce ZZS LK pacient udával bolest VAS 4.

## **5.2 Kazuistika č. 2**

Muž, 70 let, Horská Služba ČR o. p. s. přivolána na základě telefonátu na dispečink horské služby. Pomoc si sám přivolal 70letý muž po pádu z kola na lesní pěšině v oblasti Jizerských hor.

### **Vyšetření pacienta:**

Po příjezdu záchranáři pacienta vyšetřili dle algoritmu ABCDE, při němž si pacient stěžoval na silnou bolest ramene na pravé paži. Pacient měl během primárního vyšetření lehkou tachykardii a zrychlené dýchání, nejspíše v důsledku silné bolesti. Pacient byl na místě orientovaný, spolupracující, oběhově stabilní. Nevykazoval známky intoxikace alkoholem nebo jinou omamnou látkou. Splňoval všechny podmínky k podání inhalačního analgetika. Po dotázání neudával léčbu s onemocněním jater anebo ledvin ani u něj nikdy

nenastaly komplikace při narkóze u operace. Jako pracovní diagnóza byla stanovena luxace pravého ramenního kloubu s možností ruptury šlachy m. supraspinatus.

#### **Vstupní hodnocení bolesti:**

Pacient udával bolest VAS 9. Jakákoliv manipulaci byla znemožněna díky silné bolesti pacienta.

#### **Léčba:**

Po konzultaci s lékařem HS zdravotnický záchranář podal pacientovi pro zmírnění bolesti inhalační Pentrox. Pacient během inhalace methoxyfluranu v době ošetřování horskými záchranáři byl doptán na účinnost analgetika, kdy pacient sdělil, že snížení samotné intenzity bolesti nepocituje v takové míře jako pocit, dle slov pacienta, že "je mu to jedno", následně se pacient přestal bránit potřebným manipulacím a transportu. Tento projev poukazuje na kombinaci nežádoucích účinků jako je euforie a změna nálady.

#### **Transport:**

Po 2 minutách po podání inhalačního analgetika bylo možné pacienta transportovat k domluvenému místu předání ZZS LK. Pacient se nacházel v obtížně přístupném terénu pro vozidlo HS, záchranáři byli nuceni pacienta pro transport fixovat do celotělové vakuové matrace.

#### **Bolest při předání do následné péče:**

Pacient při předání výjezdové posádce ZZS LK udával bolest VAS 7, následně mu byl podán sufentanyl i. v. z důvodu přetrvávající silné bolesti.

### 5.3 Kazuistika č. 3

Horská služba přivolána na vyžádání lyžařského střediska Paseky nad Jizerou po pádu lyžaře na dětském vleku. Pomoc byla přivolána z důvodu silné bolesti pacienta v oblasti ramenního kloubu.

#### **Vyšetření pacienta:**

Od počátku si pacient stěžoval na silnou bolest levého ramenního kloubu. V anamnéze uvedl, že rameno bylo v době před úrazem operováno. Během primárního vyšetření byl pacient při vědomí, ale díky silné bolesti hysterický, od toho se dále odvíjeli i další patofyziologické jevy jako tachykardie a tachypnoe s frekvencí 20–22 dechů za minutu. Pacient jinak nevykazoval známky oběhové nestability. Pacient negoval léčbu onemocnění jater nebo ledvin. Stejně tak negativní odpověď byla i při dotázání na v minulosti proběhlé problémy s narkózou u operace. Pacient těmito doplňující dotazy splnil podmínky pro podání inhalačního analgetika. Pracovní diagnóza horských záchranářů byla stanovena jako luxace levého ramenního kloubu.

#### **Vstupní hodnocení bolesti:**

Udávaná hodnota bolesti na stupnici VAS byla 9. S pacientem přes silnou bolest nebylo možné manipulovat.

#### **Léčba:**

Horský záchranář se z důvodu ztížené manipulace s pacientem rozhodl podat analgetikum inhalační cestou–Penthrox. Tyto kroky byli před aplikací telefonicky konzultovány s lékařem HS. Po 4 minutách po podání Pentroxu se pacient uklidnil, pociťoval úlevu od bolesti.

**Transport:**

Pacient byl transportován v saních za sněžným skútrek k dolní stanici vleku, kde došlo k předání posádce ZZS.

**Bolest při předání do následné péče:**

Při předání pacienta posádce ZZS LK uváděl intenzitu bolesti VAS 4. Posádka ZZS pokračovala v následné analgezi.

**5.4 Kazuistika č. 4**

Žena, 29 let, úraz při snowtubingu ve skiareálu Bedřichov v Jizerských horách. Žena při volnočasové aktivitě, snowtubingu, vyjela mimo vyznačenou trať a narazila do stromu. Na místo byla přivolána posádka horských záchranářů.

**Vyšetření pacienta:**

Pacientka si od počátku stěžovala na silnou bolest v oblasti ramenního kloubu. Po kompletním vyšetření dle algoritmu ABCDE a sekundárním vyšetření, kdy pacientka splňovala kritéria pro podání Pentroxu se záchranáři po telefonické konzultaci s lékařem HS rozhodli aplikovat inhalační methoxyfluran. Pentrox se rozhodli aplikovat z důvodu nemožnosti manipulace s pacientkou z důvodu luxace ramene a silné bolestivosti. Záchranáři uvedli, že nebylo možné umístění končetiny do trojcípého šátku přes silnou bolest. Pacientka si na průběh úrazu a dobu po něm pamatovala, byla oběhově stabilní, nevykazovala známky respirační nedostatečnosti. Splňovala veškerá kritéria pro aplikaci inhalačního analgetika.

### **Vstupní hodnocení bolesti:**

Počáteční bolest pacientka hodnotila na stupnici VAS 8.

### **Léčba:**

Po telefonické konzultaci s lékařem HS aplikovali ženě inhalační methoxyfluran. Nástup účinku Penthroxu záchranáři zaznamenali po 2 minutách, při dostavení úlevy od bolesti umístili končetinu do trojcípého šátku a byli schopni ji transportovat na místo předání posádce ZZS LK.

### **Transport:**

Během transportu záchranáři zaznamenali, že je pacientka spavá, nicméně okamžitě a přiléhavě reagovala na oslovení. Výše popsany příznak spavosti byl jedním z nežádoucích účinků methoxyfluranu, kdy přípravek může způsobovat lehkou somnolenci. Při zjištění této zkušenosti záchranáři na nějakou dobu přerušili inhalaci z inhalátoru, čímž eliminovali účinek methoxyfluranu, který byl následně částečně eliminován ve vydechované směsi společně s oxidem uhličitým.

### **Bolest při předání do následné péče:**

Při předání do zdravotnické péče hodnotila bolest VAS 2.

## **5.5 Kazuistika č. 5**

Žena, 32 let, po pádu z kola na Singltreku pod Smrkem. Horští záchranáři z okrsku Libverda byli přivoláni na pomoc ženě po pádu na lesní cyklistickou stezku Singltreku pod Smrkem.



**Vyšetření pacienta:**

Pacientka byla záchranáři vyšetřena dle algoritmu ABCDE, při kterém zjistili, že je žena kardiopulmonálně stabilní, při vědomí, na pád a okolnosti po pádu si pamatovala. Během vyšetření si stěžovala na silnou bolest pravého loketního kloubu. Přemístění pacientky přes silnou bolest bylo pro záchranáře nemožné, stejně tak uložení paže s podezřením na frakturu v oblasti loketního kloubu do vakuové dlahy.

**Vstupní hodnocení bolesti:**

Pacientka uváděla bolestivost na stupnici VAS 7.

**Léčba:**

Po telefonické konzultaci lékařky HS byl podán inhalační methoxyfluran. Po asi 3 minutách inhalace bylo možné paži zafixovat vakuovou dlahou. S pacientkou bylo třeba za doprovodu záchranářů dojít cca 200 metrů ze stezky k vozidlu horské služby pro další transport.

**Transport:**

Pacientka byla převezena od chaty Hubertka k domluvenému místu, kde už čekala posádka ZZS LK.

**Bolest při předání do následné péče:**

Při předání k následnému ošetření pacientka uváděla bolest intenzity VAS 3

## 5.6 Kazuistika č. 6

Muž, 48 let, po pádu z kola při sjezdu ze Štolpichu do Ferdinandova. Dalšími členy skupiny byla přivolána pomoc muži, který po pádu z kola pociťoval silnou bolest zad, šíje a ramene.

### **Vyšetření pacienta:**

Po příjezdu HS ležel zraněný na boku, záchranáři provedli primární vyšetření, muž kromě viditelných odřenin nevykazoval známky kardiovaskulární nestability, byl bez dechových obtíží, na pád a okolnosti po pádu si pamatoval. Záchranáři na místě potřebovali stabilizovat krční obratle nasazením krčního límce a kvůli bolesti zad umístit pacienta do celotělové matrace a umístit pacienta na záda, což přes silnou bolest pacient nebyl schopen tolerovat.

### **Vstupní hodnocení bolesti:**

Pacient uváděl bolest na stupnici VAS 6.

### **Léčba:**

Po telefonické konzultaci s lékařem HS byl pacientovi podán inhalační methoxyfluran. Po 3 minutách od aplikace bylo možné pacienta přetočit na záda, nasadit krční límec a umístit do vakuové matrace a transportovat k vozidlu ZZS LK.

### **Transport:**

Pacient byl transportován v celotělové vakuové matraci s nasazeným krčním límcem ve vozíku za čtyřkolkou.

## **Bolest při předání do následné péče:**

Při předání pacient uvedl bolest intenzity VAS 3.

## **5.7 Kazuistika č. 7**

Muž, 75 let, 23. 2. 2019 po pádu na zledovatělé sjezdovce. Na místo vyslána posádka složená z horského záchranáře a lékařky HS na čtyřkolce s vlečnými saněmi. Muž upadl na zledovatělé sjezdovce se sklonem cca 45°.

### **Vyšetření pacienta:**

Po příjezdu HS si muž stěžoval na silnou bolest v horní části pravé stehenní kosti a boku. Pacient byl lékařem HS vyšetřen dle algoritmu ABCDE. Muž byl při plném vědomí, GCS 15, komunikující, oběhově stabilní, bez známek respirační deprese se suspekci na zlomeninu krčku pravé stehenní kosti. Muže bylo potřeba naložit do vakuové matrace a zajistit šetrný transport k místu předání posádce ZZS LK. Z důvodu nemožnosti s pacientem manipulovat v takto náročném terénu, byl na místo přivolán třetí horský záchranář.

### **Vstupní hodnocení bolesti:**

Jako výchozí bolest před podáním analgezie uváděl 8 cm na stupnici VAS.

### **Léčba:**

Kvůli silné bolestivosti byl pacientovi podán Pentrox. Nástup účinku analgetika nastal po 5 minutách, během této doby záchranáři připravili nezbytný materiál a techniku pro transport. S pacientem po 5 minutách od aplikace bylo možné manipulovat, umístit do celotělové vakuové matrace a umístit na transportní saně.

## Transport:

Muž byl transportován cca 500 metrů po zledovatělé sjezdovce v saních za čtyřkolkou. Jednalo se o velmi rizikový transport z náročného terénu.

## Bolest při předání do následné péče

Při předání ZZS pacient uvedl bolestivost 2 cm na stupnici VAS. Muž byl komunikativní, v dobré náladě, bez vedlejších nežádoucích účinků methoxyfluranu. Posádka ZZS LK pokračovala v analgezii Pentroxem a transportovali pacienta do zdravotnického zařízení.

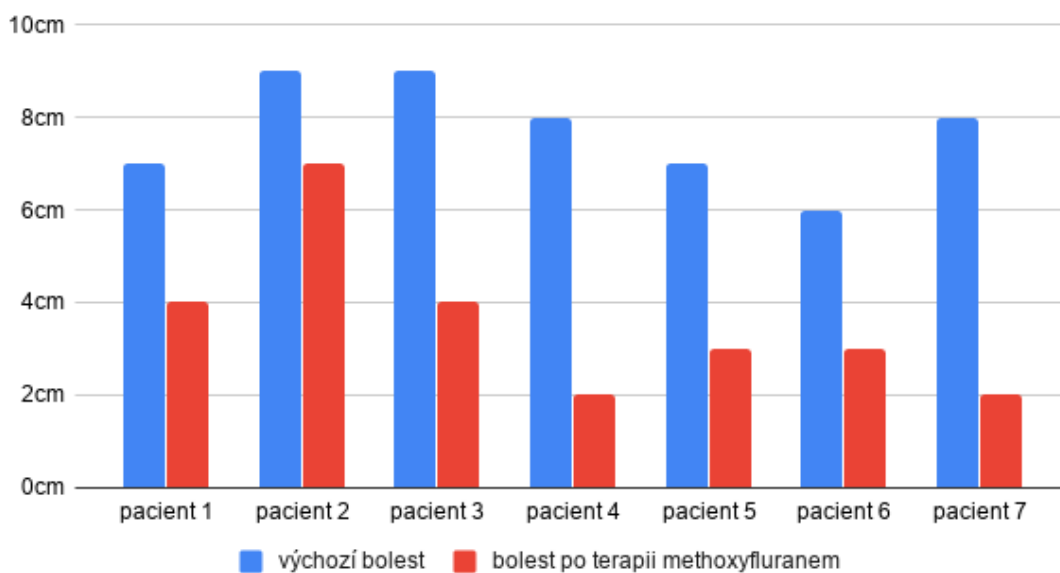
## 5.8 Tabulka účinnosti inhalačního analgetika podaného HS ČR u jednotlivých pacientů

*Tabulka 1: účinnosti inhalačního analgetika podaného HS ČR u jednotlivých pacientů*

Účinnost inhalačního analgetika u jednotlivých pacientů HS ČR							
Pacient	pacient 1	pacient 2	pacient 3	pacient 4	pacient 5	pacient 6	pacient 7
výchozí bolest	7	9	9	8	7	6	8
bolest po terapii methoxyfluranem	4	7	4	2	3	3	2

## 5.9 Graf účinnosti inhalačního analgetika při podávání Horskou službou ČR o.p.s u jednotlivých kazuistik

Účinnost inhalačního analgetika u jednotlivých pacientů HS ČR



Graf 1 – Graf účinnosti inhalačního analgetika při podání Horskou službou ČR o. p. s. u jednotlivých kazuistik

## 5.10 Graf průměrné účinnosti inhalačního analgetika při podávání Horskou službou ČR o.p.s

Průměrná účinnost inhalačního analgetika



Graf 2 Graf průměrné účinnosti inhalačního analgetika při podávání Horskou službou ČR o. p. s.

Jak je patrné z grafu, v případě podávání inhalačního analgetika horskou službou byla průměrná výchozí bolest před podáním analgetika 7,7 na stupnici VAS, po podání Penthroxu došlo k ústupu bolesti, pacient byl na intenzitu bolesti doptán při předání do následné péče posádce ZZS LK, průměrnou koncovou hodnotou byla bolest VAS 3,6. Pokud zhodnotíme celkový průměrný rozdíl mezi výchozí a koncovou hodnotou, odpovídá hodnotě 3,6 VAS.

Nejčastějším traumatem, u kterého horští záchranáři využili možnost podat inhalační analgetikum byla luxace ramene, výsledek vychází z poskytnutých kazuistik kde 3 ze 6 pacientů byli suspektní na luxaci ramenního kloubu. Jeden z pacientů byl ošetřen a transportován záchranáři s podezřením na zlomeninu bérce. Další pacient byl ošetřen s podezřením na zlomeninu

loketního kloubu. Poslední pacient byl pro transportován pro silnou bolest zad, šíje a ramenního kloubu. Ze 7 pacientů bylo 5 mužů, 2 ženy.

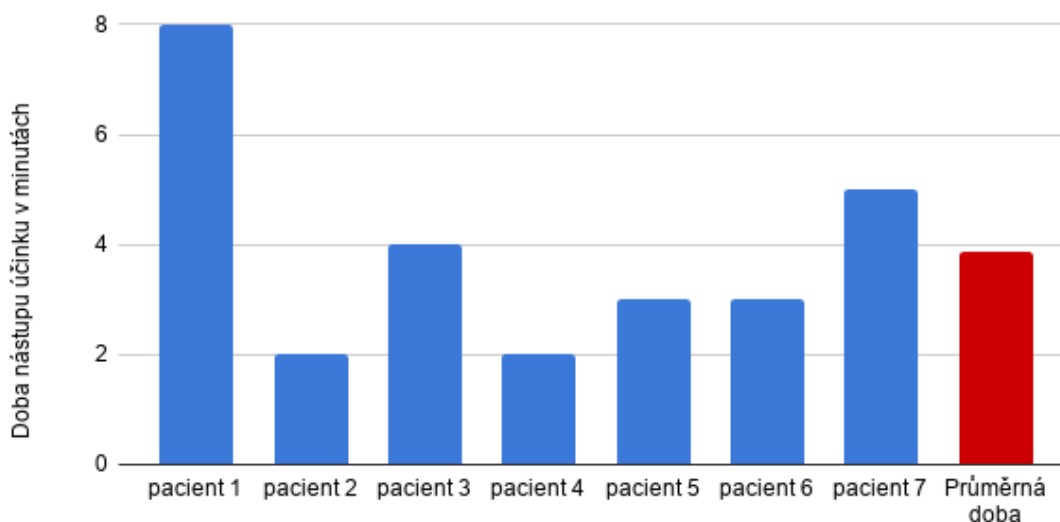
### 5.10.1 Doba nástupu účinku inhalačního methoxyfluranu z kazuistik HS ČR

Tabulka 2 – Doba nástupu účinku inhalačního methoxyfluranu z kazuistik HS ČR

Doba nástupu účinku v minutách u jednotlivých pacientů a celková průměrná doba								
Pacient	pacient 1	pacient 2	pacient 3	pacient 4	pacient 5	pacient 6	pacient 7	Průměrná doba
Doba nástupu účinku v minutách	8	2	4	2	3	3	5	3,9

### 5.10.2 Doba nástupu účinku v minutách u jednotlivých pacientů a celková průměrná doba nástupu účinku

Doba nástupu účinku v minutách u jednotlivých pacientů a celková průměrná doba



Graf 3 – Doba nástupu účinku v minutách u jednotlivých pacientů a celková průměrná doba

Další ze sledovaných hodnot byla doba nástupu účinku inhalačního analgetika u jednotlivých pacientů a celková průměrná doba nástupu účinku. Obě tyto hodnoty jsou znázorněné v tabulce a grafu.

Výsledná střední doba nástupu účinku činí 4 minuty a 6 vteřin, tato hodnota je v grafu znázorněna červeným sloupcem vpravo. Až na jednu kazuistiku, kde doba nástupu analgetického účinku byla 8 minut se hodnoty pohybovaly od 2 do 5 minut.

Výjimka, kdy pacient zaznamenal analgetické účinky až po 8 minutách, mohla být kombinací více příčin a v porovnání s výsledkem z italské studie, kdy byl průměrný čas nástupu účinku 9 minut, se tento pacient nikterak nevyjímal a byl spíše v průměru. Výsledek střední doby do nástupu úlevy od bolesti v italské studii dosahoval 9 minut, což je hodnota převyšující průměr z jiných studií zabývajících se efektivitou methoxyfluranu, který se pohybuje na hodnotě okolo 4 minut, a tak průměrná doba vycházející z kazuistik HS ČR je srovnatelná s výsledky od kolegů ze Slovenska či Francie, kteří s methoxyfluranem mají bohaté zkušenosti.

### **5.10.3 Studie efektivity léčby bolesti inhalačním methoxyfluranem prováděné v Itálii společností MEDITA**

Italská studie zkoumala analgetickou účinnost, snášitelnost a praktičnost použití inhalovaného methoxyfluranu u pacientů se středně silnou až silnou bolestí, která byla spojena s traumatem u pacientů, kteří byli zachráněni z horského prostředí Italskou horskou záchrannou službou, konkrétně HEMS neboli Helicopter Emergency Medical Servis anebo byli přivezeni do zdravotnického střediska Italskou záchrannou službou [39].



Dospělým osobám starším 18 let s traumatem končetiny a bolestivostí na stupnici VAS 4 a vyšší, které splňovaly kritéria pro podání léčivého přípravku byl podáván methoxyfluran inhalační cestou v dávce 3 ml. Pacienti museli být při vědomí, stabilní a spolupracující [39].

Jednalo se o randomizovanou, aktivně řízenou zkoušku prováděnou na dvou paralelních skupinách. Pacienti byli randomizováni v poměru 1:1, kdy jedné skupině byl podáván methoxyfluran, druhé skupině byla podávána standardní analgetika využívající se pro léčbu střední až silné akutní bolesti. Jednalo se o paracetamol nebo ketoprofen aplikovaná i. v. na středně silnou bolest a morfin i. v. pro silnou bolest. V této studii primárním bodem byla celková změna intenzity bolesti na vizuální analogové škále od výchozí hodnoty, poté na 15, 20, 25 a 30 minutě. Studie byla schválena Italskou agenturou pro léčivé přípravky [39].

Výsledky: Mezi 8. únorem 2018 a 8. únorem 2019 bylo randomizováno 272 pacientů, z toho 136 pacientům byl podán methoxyfluran. Průměrný věk 51 let, 48 % mužů, 52 % žen, 34 % s těžkou bolestí. Průměrná výchozí hodnota VAS byla 67 mm. Z celkových 136 pacientů, kterým byl podán methoxyfluran, 86 z nich hodnotilo svoji bolest jako středně silnou, na stupnici VAS mezi 40 až 60 mm, zbylých 49 pacientů hodnotilo bolest jako silnou, na stupnici VAS uváděli více jak 70 mm. U pacientů byli posléze diagnostikovány čtyři možná traumata. 64 pacientů se zlomeninou, 39 s pohmožděním, 29 pacientů s vykloubením a 3 s rozdrčenou tkání [39].

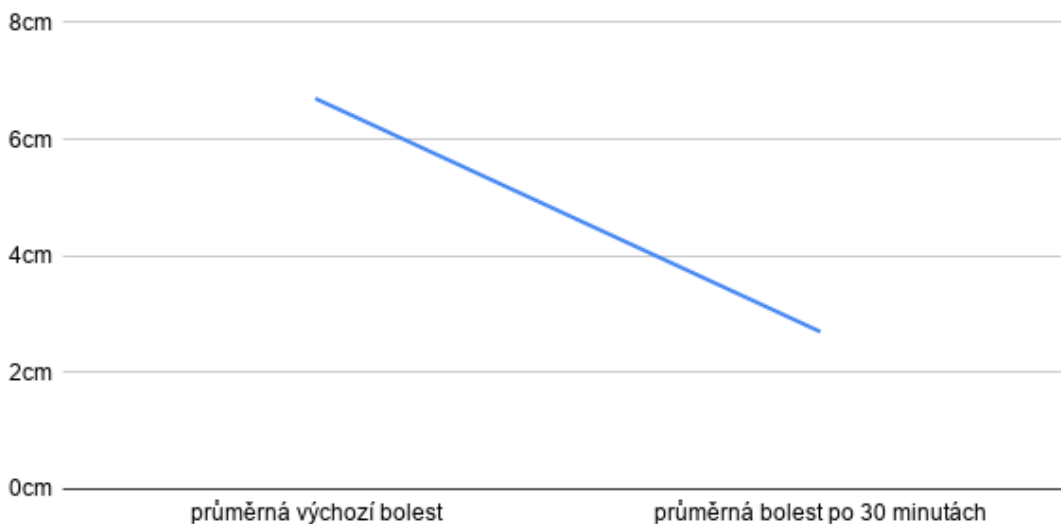
Hlavní sledovanou hodnotou byla změna intenzity bolesti na stupnici VAS z výchozí hodnoty na 15, 20, 25 a 30 minutách. Jako výchozí hodnota byl brán údaj, který byl měřen na 3, 5 a 10 minutě. Z těchto tří údajů byla poté vypočítána průměrná hodnota, která byla brána jako výchozí hodnota intenzity

bolesti. Intenzita bolesti byla měřena na stupnici VAS 0–100 mm, kde 0 = žádná bolest a 100 = maximální možná bolest [39].

Jelikož hlavní sledovanou hodnotou mé práce je účinnost inhalačního methoxyfluranu, budou v práci zahrnuty pouze údaje týkající se methoxyfluranu, druhou sledovanou skupinou italské studie byli pacienti, jímž byly podány standardní analgetika. Během toho, co byl pacientovi aplikováno analgetikum, zdravotníci zaznamenávali účinnost analgetika po 15 minutách od podání a dále pak každých 5 minut až do hodnoty 30 minut. Pro práci jsem využil pouze dva hlavní údaje, které jsou uvedeny v grafu a tím jsou počáteční bod měření a koncová hodnota po 30 minutách. Tyto hodnoty mi připadaly jako nejvíce relevantní vzhledem k tomu, že postup horské služby při aplikaci methoxyfluranu je takový, že záchranář zaznamená hodnotu bolesti před léčbou, poté provede ošetření pacienta, následný transport k místu předání posádce ZZS, kdy od pacienta zjistí výstupní hodnotu intenzity bolesti po léčbě methoxyfluranem. Doba od zahájení léčby až po předání pacienta do následné péče se velmi liší od terénu a vzdálenosti, kde horská služba zasahuje, na druhu zásahu a podmínkách a vzdálenosti, za jakých je pacient transportován. Druhým důvodem, proč jsem volil 30 minut jako koncovou hodnotu, je fakt vycházející ze statistik HS, kdy průměrná doba zásahu od výzvy po předání pacienta další složce IZS činí 31 minut. Proto mi počáteční a koncová hodnota připadají nejvíce vypovídající [39].

#### 5.10.4 Graf účinnosti inhalačního analgetika z výsledků italské studie

Průměrná účinnost inhalačního analgetika z výsledků Italské studie (136 zapojených pacientů)



Graf 4 – Graf průměrné účinnosti inhalačního analgetika z výsledků italské studie

Do Italské studie o účinnosti inhalačního methoxyfluranu bylo zapojeno 136 pacientů z celkových 270 pacientů, druhé polovině byly ke zmírnění intenzity bolesti podány standardní analgetika určená na traumatickou bolest. Z výsledků studie vychází a je současně patrné z přiloženého grafu, že průměrná počáteční intenzita bolesti u pacientů, kterým byl podáván Pentrox byla 67 mm VAS. Průměrná hodnota všech 136 pacientů po aplikaci inhalačního methoxyfluranu byla 2,7 cm VAS. U pacientů, kterým bylo podáno analgetikum v podobě methoxyfluranu došlo ke snížení hodnoty bolesti od původní intenzity o 4 stupně VAS [39].

### **5.10.5 Porovnání výsledků účinnosti inhalačního methoxyfluranu z kazuistik HS ČR s výsledky italské studie**

Cílem práce bylo porovnat míru účinnosti inhalačního methoxyfluranu z výsledků vycházejících z kazuistik poskytnutých horskou službou v porovnání s daty, která vychází ze statistik provedené italské studie.

Rozdíl vycházející z celkových průměrů účinnosti inhalačního analgetika italské studie a zmíněných kazuistik HS ČR je 0,1 cm VAS, kde průměrná hodnota změny intenzity bolesti od výchozí hodnoty po hodnotu intenzity bolesti při předávání do následné péče činila 3,8 cm VAS. Výsledek statistiky italské studie činil 4 cm VAS průměrného poklesu bolestivosti.

Výsledky vycházející z kazuistik HS ČR jsou srovnatelné s výsledky jiných zahraničních studií o účinnosti inhalační analgezie methoxyfluranem a vnímám je jako velmi uspokojivé.

### **5.10.6 Nežádoucí účinky**

Možných nežádoucích účinků poměrně typických pro skupinu léčiv, do které spadá i methoxyfluran je více. Tyto účinky se v malé míře projeví i na skupině pacientů s akutní traumatickou bolestí kdy u dvou z výše zmíněných v kazuistikách se projevila somnolence, kdy záchranáři pozorovali na zachraňované ženě útlum a ospalost, přitom žena reagovala na oslovení a nepůsobila nikterak zmateně. Navíc nedošlo k útlumu životních funkcí, nýbrž k útlumu kognitivních funkcí.

## 6 DISKUZE

Práce byla zaměřena na problematiku analgetik v nepřístupném terénu. Teoretická část se věnovala bolesti, analgezii, možným cestám aplikace léčiv, kompetencím podávání analgetik v horském terénu horskými záchranáři, dále byla práce zaměřena na inhalační analgetikum, methoxyfluran, který je v rámci pilotní studie od roku 2019 používaným analgetikem v rámci Horské Služby ČR.

K vypracování praktické části práce, ve které bylo cílem porovnat výsledky účinnosti inhalačního analgetika methoxyfluranu vycházející z kazuistik z HS ČR s výsledky studie země, která tento léčivý přípravek používá delší dobu. Přestože provedených studií zejména v Austrálii a Novém Zélandu je mnoho, pro porovnání jsem zvolil italskou studii, protože jsem chtěl srovnávat výsledky studie evropské země, která má podobný systém přednemocniční péče. Navíc součástí této studie byli pacienti, kteří byli transportováni z horského terénu, tedy se více podobali podmínkám, ve kterých pracují horští záchranáři.

Výsledky italské studie jsou samozřejmě rozsáhlejší, už jen proto, že se jedná o schválenou randomizovanou studii, kde výsledky byli sbírány ve státě, kde se methoxyfluran jako analgetikum již několik let využívá v různých oblastech přednemocniční a nemocniční péče. V Čechách je tento léčivý přípravek novinkou, zatím nevznikly žádné studie nebo statistiky o počtu podání ani samotné účinnosti, a tak jsem byl odkázán na výsledky z kazuistik, které mi poskytla Horská Služba ČR. Jelikož je Pentrox možné podávat necelé 2 roky, má jasně dané indikace a kontraindikace podávání a byl donedávna v rámci horské služby využíván pouze v Jizerských horách, kazuistik je z toho důvodu omezené množství, ale z mého pohledu 7 mnou rozebraných kazuistik poukazuje na vysokou účinnost a efektivitu přípravku a průměrná sledovaná data ve srovnání s italskou studií jsou velice podobná.

Nedostatečné léčení a do nedávna i nemožnost léčit středně silnou až silnou bolest horskými záchranáři byl všeobecným problémem. Paracetamol a nesteroidní antiflogistika jsou slabá analgetika s pomalým nástupem účinku při perorálním podání a existují různá rizika tohoto podání. Pro lékaře HS jsou k dispozici běžná léčiva, která zaručují kvalitní analgezií, ale práce s nimi v terénu je z mého pohledu těžkopádná z důvodu nutnosti zavádění i. v. linky. Intravenózní aplikace má své jednoznačné výhody jako je rychlý nástup účinku a dobrá říditelnost, ale je obtížná v nepřístupném terénu, navíc z pohledu horské služby je nemyslitelná kvůli kompetencím horských záchranářů. Jako možnost se v posledních letech ukazuje intranasální aplikace analgetik, tímto způsobem jsou podávána silná opioidní analgetika nebo například anestetikum ketamin v analgetických dávkách. Tato opioidní analgetika nebo zmíněný ketamin vyžadují nepřetržitou monitoraci pacienta kvůli možnému útlumu dechového centra a lékařský dohled.

Pro účely záchrany v těžko přístupném terénu mi připadá inhalační cesta aplikace léčiv jako vysoce efektivní, bez nutnosti provádět intravenózní kanylaci. Zároveň si uvědomuji, že možnost využití inhalační aplikace léčiv je velmi specifická a omezená z různých důvodů. Jako jeden z nich je, že mnoho léčiv není vůbec možné aplikovat inhalačně, protože samotný lék na to není uzpůsobený nebo jeho chemické složení nám to neumožňuje, nicméně inhalační aplikace přináší velkou výhodu právě u analgezie.

Intravenózní aplikace má množství nesporných výhod a pro podmínky ve kterých funguje ZZS v České republice není divu, že je tato cesta aplikace léčiv tou nejčastější a nejvíce vyhovující. Nicméně pokud přihlédnu k tématu práce a podmínkám fungování Horské služby ČR, je aplikace léčiv intravenózně nemyslitelná za předpokladu, že na místě zásahu není lékař HS. Potom záchranářům zbývá pouze perorální možnost podání, která není vhodnou

variantou kvůli nízké účinnosti a pomalým nástupem účinku s přihlédnutím na léčbu akutní bolesti.

Další z mého pohledu důležitý faktor je čas. Rychlost zásahu nebo aspoň rychlost transportu zraněného z horského prostředí kde velmi často panují nepříznivé meteorologické podmínky, vnímám jako velmi důležité. Inhalační analgezie je významně rychlejší oproti aplikaci intravenózní linky, pokud započítáme celkový čas. Čas nástupu adekvátní analgezie se nebude o mnoho lišit. Dle studie STOP! byla průměrná doba nástupu účinku u inhalačního analgetika 4 minuty. U intravenózní aplikace byl čas nástupu účinku u aplikovaného morfinu 5 minut. Tudíž rozdíl je opravdu minimální. Další zkoumané metody jako intranazální podání fentanylu se pohybovalo na hranici 11 minut [33].

Nevýhodu léčiva vidím v nemožnosti podat přípravek nezletilým, kteří potřebují tišit bolest stejně tak jako dospělí. Narozdíl od Austrálie a Nového Zélandu není v současnosti v žádné z evropských zemí schváleno podávání inhalačního methoxyfluranu dětem. V posledních letech byla provedena řada studií týkajících se podání inhalačního methoxyfluranu při silné bolesti u končetinových traumat zahrnujících i dětské pacienty. Ze studií vyplynulo, že průměrné snížení intenzity bolesti na stupnici VAS bylo o 4,7 stupně po 10 minutách inhalace. U dětského pacienta se dle studií navíc snižuje čas nástupu účinku oproti dospělému pacientovi. U dětí byl zaznamenán nástup již po 30 vteřinách. Jednoznačnou výhodou tohoto léčiva pro dětské pacienty shledávám ve formě jeho aplikace, která jistě nepůsobí takový stres jako podání intravenosní. Tato forma podání je ovšem omezena mírou spolupráce dětského pacienta, která je k tomu nezbytná [33, 40].

Kontroverzi shledávám v legislativním úskalí podání proškolenými nezdravotníky, přestože se v zahraničí aplikace methoxyfluranu pacientům s traumatickou bolestí členy horské služby nebo pracovníky tzv. ski patrol stává již běžnou praxí, v České republice je tato možnost ještě omezená a velmi pozvolné zavádění použití tohoto léčivého přípravku probíhá ve spolupráci s jednotlivými záchrannými službami pod přísným dohledem lékařské komise HS ČR. Ve prospěch methoxyfluranu mluví mnohaletá praxe evropských i mimoevropských států s absencí vážnějších nežádoucích účinků, a tak jeho podávání proškolenými pracovníky pod dohledem lékařů HS vnímám jako bezpečné.

Jako další možnost, která se ve zdravotnictví používá jako inhalační analgetikum je plyn složený z oxidu dusného a kyslíku v poměru 1:1, který je znám pod obchodním názvem Entonox. Toto analgetikum se využívá v porodnických zařízeních a v rámci chirurgických ambulantních zákroků. Vlastnostmi se podobá methoxyfluranu, vykazuje rychlý nástup účinku, udávaný do 3 minut, současně je i rychle eliminován, po ukončení aplikace účinek odezní cca do 5 minut. Na rozdíl od methoxyfluranu je indikován spíše pro mírnější až středně silnou bolest a jeho nesporná výhoda je v možnosti podání i pediatrickým pacientům [41].

Samotný oxid dusný má dlouholetou tradici v medicíně a používá se od poloviny 19. století, původně bez příměsi kyslíku. Nyní je třeba přístroje, který zajišťuje rovnoměrné promísení směsi oxidu dusného a kyslíku. Výhodou Entonoxu je, že po zaškolení mohou podání provádět samostatně i porodní asistentky nebo záchranáři [41].



I přes mnohé výhody tohoto léčiva, kterých se v přednemocniční i nemocniční péči využívá, je Entonox z technických důvodů zejména uchovávání plynu v těžkých tlakových lahvích pro horskou službu nevyužitelný.

Jedna z dalších neinvazivních možností léčby bolesti, využívaná zejména v USA je bukální aplikace opioidu fentanylu ve formě lízátko. V České republice se fentanyl v bukální formě využívá pro léčbu průlomové onkologické bolesti a pro použití horskou službou z důvodu nežádoucích účinků není vhodné [26].

Vypracování tohoto tématu, ač vnímám, že je kontroverzní, mi dalo skvělou možnost se potkat se spoustou zajímavých lidí, kteří mají zálibu a zápal v urgentní medicíně ve sklonění s horským prostředím. Dalo mi vhléd do problematiky, o které toho není mnoho napsáno a podrobnější přehled o tématu analgezie v přednemocniční péči se zaměřením na nepřístupný terén. Samotné téma a jeho vypracování mě naplňovalo a rád bych v budoucnu se touto problematikou nadále zabýval.

## 7 ZÁVĚR

Výsledkem analýzy kazuistik a sestavením statistik účinnosti inhalačního methoxyfluranu v podmínkách užití Horskou Službou ČR o. p. s. jsem dospěl k závěru, který poukazuje na srovnatelnou účinnost v porovnání se studií italské společnosti MEDITA, ač mnou sledovaný vzorek pacientů, kterým byl podán inhalační methoxyfluran při léčbě akutní traumatické bolesti byl výrazně menší, výsledky se o mnoho neliší.

Využití inhalační analgezie v nepřístupném terénu je velmi specifické, ale výsledky z kazuistik poukazují na vysokou efektivitu v rámci využití u horské služby. Doposud byla účinná léčba bolesti horskou službou nemyslitelná.

Léčba bolesti u pacientů s traumatem a středně silnou až silnou bolestí je velmi důležitá účinná analgezie z mnoha důvodů. Včasná a dostatečně silná analgezie může zlepšovat pacientovu budoucí léčbu. Zároveň urychluje samotný transport pacienta z nepříznivých horských podmínek, které by mohly představovat další riziko pro jeho zdravotní stav. Z kazuistik také vyplývá, že účinná analgezie aplikovaná zraněnému měla velký přínos nejen pro pacienta, ale i horské záchranáře, kterým usnadnila manipulaci a následný transport pacienta.

Stanoveným cílem bakalářské práce bylo porovnání účinnosti inhalačního methoxyfluranu z kazuistik Horské Služby ČR o. p. s. s výsledky zahraniční studie, který se podařilo naplnit.

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

- ACTH – Adrenokortikotropní hormon  
ADH – Antidiuretický hormon  
AED – Automatický externí defibrilátor  
ATI – Akutní traumatická ischemie  
ATP – Adenosintrifosfát  
CNS – Centrální nervová soustava  
ČR – Česká republika  
DCAA – kyselina deoxycholová  
EU – Evropská Unie  
FPS – Obličejová škála bolesti  
GABA – kyselina  $\gamma$ -aminomáselná  
GCS – Glasgow Coma Scale  
GIT – Gastrointestinální trakt  
HEMS – Helicopter Emergency Medical Service  
HS – Horská služba  
HS ČR – Horská služba České republiky  
IASP – Mezinárodní Asociace pro Studium Bolesti  
i. m. - intramuskulární  
i. v. - intravenózní  
IZS – Integrovaný záchranný systém  
MFAA – kyselina methoxyfluroacetátová  
NADH – nikotinamidadenindinukleotid  
NSA – Nesteroidní antiflogistika  
o. p. s. - obecně prospěšná společnost  
PNP – Přednemocniční neodkladná péče  
s. c. - subkutánní  
SZO – Světová zdravotnická organizace

VAS – Vizuální analogová škála

WHO – Světová zdravotnická organizace

ZZS – Zdravotnická záchranná služba

ZZS LK – Zdravotnická záchranná služba Libereckého kraje

## 9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Jak Češi zaměstnávají horskou službu. *Česko v datech* [online]. [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.ceskovdatech.cz/clanek/121-jak-cesi-zamestnavaji-horskou-sluzbu/>
2. DOBIÁŠ, Viliam, Táňa BULÍKOVÁ a Peter HERMAN. *Prednemocničná urgentná medicína*. 2. prepracované a doplnené vydání. Martin: Osveta, 2012, 740 s. ISBN 978-80-8063-387-5.
3. Vyhláška č. 55/2011 Sb. Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků
4. Zákon č. 20/1966 Sb. Zákon o péči o zdraví lidu
5. MUKNŠNÁBLOVÁ, Martina. Horská služba v integrovaném záchranném systému. *ZAM Zdravotnictví a medicína* [online]. 2016 [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/horska-sluzba-v-integrovanem-zachrannem-systemu-483770>
6. Zákon č. 159/1999 Sb. Zákon o některých podmínkách podnikání v oblasti cestovního ruchu a o změně zákona č. 40/1964 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů
7. Právní odpovědnost záchranáře Horské služby. *Online učebnice Horské služby* ČR [online]. [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <http://ucebnice.horskasluzba.cz/cz/odborna-cast/pravni-odpovednost-zachranare-horske-sluzby>
8. Zákon č. 140/1961 Sb. Trestní zákon
9. Vyhláška č. 434/1992 Sb. Vyhláška ministerstva zdravotnictví České republiky o zdravotnické záchranné službě
10. DUČAIOVÁ, Jarmila. Etika bolesti a utrpení. *ZAM Zdravotnictví a medicína* [online]. 01.08. 2011 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/sestra/etika-bolesti-a-utrpeni-460967>

11. ROKYTA, Richard, Josef BEDNAŘÍK, Jitka FRICOVÁ, Miloslav KRŠIAK, Jan LEJČKO, František NERADILEK, Marek Orko VÁCHA a Eva VLČKOVÁ. *Léčba bolesti v primární péči*. Praha: Grada Publishing, 2017, 167 s. ISBN 978-80-271-0312-6.
12. *Vše o léčbě bolesti: příručka pro sestry*. Praha: Grada, 2006. Sestra (Grada). ISBN 80-247-1720-4.
13. HŘIB, Radovan a Marek HAKL. Akutní bolest. *Remedia* [online]. 2005 [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <http://www.remédia.cz/Okruhy-temat/Anesteziologie-a-intenzivni-pece/Akutni-bolest/8-R-aX.magarticle.aspx>
14. STRÁNSKÁ, Markéta. *Porovnání škál bolesti v závislosti na kognitivní funkci*. Pardubice, 2014. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta zdravotnických studií. Vedoucí práce Petra Mandysová MSN.
15. ROKYTA, Richard. *Bolest a jak s ní zacházet: učebnice pro nelékařské zdravotnické obory* [online]. Praha: Grada, 2009 [cit. 2020-03-12]. ISBN 978-80-247-3012-7.
16. MACKO, Jozef. *NOCICEPTIVNÍ STIMULACE U NOVOROZENCŮ: Elektrická vodivost kůže – objektivní parametr hodnocení percepce bolesti u novorozenců*. Zlín, 2013. Disertační práce. Novorozenecké oddělení Perinatologického centra, Krajská nemocnice Tomáše Bati a.s. Vedoucí práce Prof. MUDr. Vladimír Mihál, CSc.
17. MARTÍNKOVÁ, Jiřina. *Farmakologie pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1356-4.
18. DOSTÁLEK, Miroslav. *Farmakokinetika*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1464-7.
19. ŠTĚTKÁŘOVÁ, Ivana. *Farmakoterapie bolesti*. Praha: Maxdorf, [2016]. Jessenius. ISBN 978-80-7345-466-1.
20. GAUSCHE-HILL, Marianne, Kathleen M. BROWN, Zoë J. OLIVER, et al. *An Evidence-based Guideline for Prehospital Analgesia in*

- Trauma. *Prehospital Emergency Care* [online]. 2013, **18**(sup1), 25-34 [cit. 2020-03-22]. DOI: 10.3109/10903127.2013.844873. ISSN 1090-3127. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/10903127.2013.844873>
21. VEVERKOVÁ, Eva, Eva KOZÁKOVÁ, Jan MATEK, Veronika ZACHOVÁ a Pavel SVOBODA. *Ošetrovatelské postupy pro zdravotnické záchranáře II*. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-2099-4.
22. LANGOVÁ, Lucie. *Karta Pentrox: Horská služba ČR o. p. s.* 2020.
23. REMEŠ, Roman a Silvia TRNOVSKÁ. *Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4530-5.
24. HAKL, Marek. Zásady podávání analgetik: Aktuální farmakoterapie. *Praktické lékárenství* [online]. 2013, 04.05. 2013, , 3 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2013/04/05.pdf>
25. Vybavení mobilního prostředku zdravotnické záchranné služby léky. *Anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicína*[online]. 28. srpna, 2013 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://ans.arim.cz/leky-a-jejich-pouziti/vybaveni-mobilniho-prostredku-zdravotnicke-zachranne-sluzby-leky/>
26. NOSKOVÁ, Pavlína. Fentanyl v bukalní formě – nové řešení průlomové bolesti. *Remedia* [online]. 3/ 2010 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <http://www.remédia.cz/Clanky/Lekove-formy/Fentanyl-v-bukalni-forme-nove-reseni-prulomove-bolesti/6-H-TL.magarticle.aspx>
27. NOVÁK, Ivan. Antidota při některých otravách. *ZAM Zdravotnictví a medicína* [online]. 2012, 05.10. [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/antidota-pri-nekterych-otravach-466742>
28. WOLFE, T. R. a D. A. BRAUDE. Intranasal Medication Delivery for Children: A Brief Review and Update. *PEDIATRICS* [online]. 2010, **126**(3),

- 532-537 [cit. 2020-03-21]. DOI: 10.1542/peds.2010-0616. ISSN 0031-4005.  
Dostupné z:  
<http://pediatrics.aappublications.org/cgi/doi/10.1542/peds.2010-0616>
29. ŠEBLOVÁ, Jana a Jiří KNOR. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře. 2.*, doplněné a aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0596-0.
30. SULTATOS, Lester. First-Pass Effect. *XPharm: The Comprehensive Pharmacology Reference* [online]. Elsevier, 2007, 2007, , 1-2 [cit. 2020-04-05]. DOI: 10.1016/B978-008055232-3.60022-4. ISBN 9780080552323. Dostupné z:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780080552323600224>
31. MOUREK, Jindřich. *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů. 2.*, dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-3918-2.
32. REIS, N. D. a O. S. BETTER. Mechanical muscle-crush injury and acute muscle-crush compartment syndrome. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume* [online]. 2005, 87-B(4), 450-453 [cit. 2020-04-06]. DOI: 10.1302/0301-620X.87B4.15334. ISSN 0301-620X. Dostupné z:  
<http://online.boneandjoint.org.uk/doi/10.1302/0301-620X.87B4.15334>
33. COFFEY, Frank, John WRIGHT, Stuart HARTSHORN, Paul HUNT, Thomas LOCKER, Kazim MIRZA a Patrick DISSMANN. STOP!: a randomised, double-blind, placebo-controlled study of the efficacy and safety of methoxyflurane for the treatment of acute pain. *Emergency Medicine Journal* [online]. 2014, 31(8), 613-618 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1136/emmermed-2013-202909. ISSN 1472-0205. Dostupné z:  
<http://emj.bmj.com/lookup/doi/10.1136/emmermed-2013-202909>
34. ŠTIGLER. *Farmakokinetika inhalačních anestetik* [online]. KARIM FN Ostrava, 2016 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z:  
<https://www.csarim.cz/content/uploads/2018/11/farmakokinetika-inhalacni-anestezie.pdf>



35. *Souhrn údajů o přípravku Penthrox* [online]. In: . Mundipharma GesmbH. Austria, 30.07.2018, s. 12 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <http://www.sukl.cz/modules/medication/detail.php?code=0220468&tab=texts>
36. MARINANGELI, Franco, Giorgio REGGIARDO, Antonella SBLENDIDO, Amedeo SOLDI a Alberto FARINA. Prospective, Multicentre Trial of Methoxyflurane for Acute Trauma-Related Pain in Helicopter Emergency Medical Systems and Hostile Environments: METEORA Protocol. *Advances in Therapy* [online]. 2018, **35**(11), 2081-2092 [cit. 2020-04-16]. DOI: 10.1007/s12325-018-0816-8. ISSN 0741-238X. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s12325-018-0816-8>
37. KOŠUN, Kamil. V Jizerkách testují novinku. Zraněným pomůže od bolesti. In: *Liberecký deník* [online]. 2019, 08.03 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: [https://liberecky.denik.cz/zpravy\\_region/foto-v-jizerkach-testuji-novinku-zranenym-pomuze-od-bolesti-20190308.html](https://liberecky.denik.cz/zpravy_region/foto-v-jizerkach-testuji-novinku-zranenym-pomuze-od-bolesti-20190308.html)
38. LANGOVÁ, Lucie. *Inhalační analgetikum - Penthrox*. Liberec, 2020.
39. MERCADANTE, Sebastiano, Antonio VOZA, Sossio SERRA, et al. Analgesic Efficacy, Practicality and Safety of Inhaled Methoxyflurane Versus Standard Analgesic Treatment for Acute Trauma Pain in the Emergency Setting: A Randomised, Open-Label, Active-Controlled, Multicentre Trial in Italy (MEDITA). *Advances in Therapy* [online]. 2019, **36**(11), 3030-3046 [cit. 2020-05-28]. DOI: 10.1007/s12325-019-01055-9. ISSN 0741-238X. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s12325-019-01055-9>
40. BABL, FRANZ, PETER BARNETT, GRETA PALMER, ED OAKLEY a ANDREW DAVIDSON. A pilot study of inhaled methoxyflurane for procedural analgesia in children. *Pediatric Anesthesia* [online]. 2007, **17**(2), 148-153 [cit. 2020-05-28]. DOI: 10.1111/j.1460-9592.2006.02037.x. ISSN

1155-5645. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1460-9592.2006.02037.x>

41. PAŘÍZEK, Antonín. *Inhalační analgezie v porodnictví* [online]. Gynekologicko-porodnická klinika 1. lékařské fakulty UK a VFN v Praze, 2012 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.snopava.cz/files/gpo/entonox-info.pdf>

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Obličejová škála bolesti v kombinaci s numerickou škálou bolesti [22] .....	28
Obrázek 2. Přední strana Pentrox karty určená pro HS ČR před podáním Pentroxu [22] .....	29
Obrázek 3 Zadní strana Pentrox karty určená pro HS ČR před podáním Pentroxu [22] .....	30
Obrázek 4 Podání Pentroxu lékařkou HS ČR v terénu [37] .....	54
Obrázek 5 Podání Pentroxu pacientovi v terénu a vyplnění Pentrox karty [37] .....	56
Obrázek 6 Graf 1 Graf účinnosti inhalačního analgetika při podání Horskou službou ČR o. p. s. u jednotlivých pacientů .....	68
Obrázek 7 Graf 2 Graf průměrné účinnosti inhalačního analgetika při podávání Horskou službou ČR o. p. s. ....	69
Obrázek 8 Graf 3 Doba nástupu účinku v minutách u jednotlivých pacientů a celková průměrná doba.....	70
Obrázek 9 Graf 4 Graf průměrné účinnosti inhalačního analgetika z výsledků italské studie.....	74

## 11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 Účinnosti inhalačního analgetika podaného HS ČR u jednotlivých pacientů.....	67
Tabulka 2 Doba nástupu účinku inhalačního methoxyfluranu z kazuistik HS ČR.....	70

## 12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Žádost o poskytnutí kazuistik.....	93
--	----

## Příloha 1: Žádost o poskytnutí kazuistik

### Žádost o poskytnutí kazuistik

Jakub Roubíček  
Mšenská 64, Jablonec nad Nisou, 46604  
Tel: +420 775 560 934

ČVUT - Fakulta biomedicínského inženýrství  
nám. Sítná 3105, Kladno, 272 01

Horská služba ČR, o.p.s.  
543 51 Špindlerův Mlýn 260

11. ledna 2020, Jablonec nad Nisou

### Žádost o poskytnutí kazuistik

žádám Horskou Službu ČR o. p. s. o poskytnutí informací a kazuistik ke zpracování dat do bakalářské práce. Jedná se konkrétně o karty Pentrox od pacientů, kterým byl lék podán.

Děkuji za vyřízení žádosti.

Jakub Roubíček



Horská služba ČR, o.p.s.  
543 51 ŠPINDLEROV MLÝN 260  
DIČ: CZ04437759  
oblast Jizerské hory 3A  
468 12 Božíkov u J.N 277