



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Zneužití psychofarmak jako potenciálních vojenských toxických látek

Abuse of Psychotropic Drugs as Potential Military Toxic Substances

Diplomová práce

Studijní program: Civilní nouzové plánování

Autor diplomové práce: Bc. Marie Trunečková

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petra Kadlec Linhartová

Kladno 2023

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Trunečková** Jméno: **Marie** Osobní číslo: **482905**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Civilní nouzové plánování**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Zneužití psychofarmak jako potenciálních vojenských toxických látek

Název diplomové práce anglicky:

Abuse of Psychotropic Drugs as Potential Military Toxic Substance

Pokyny pro vypracování:

Předmětem diplomové práce bude posouzení možnosti zneužití psychofarmak jako vojenských toxických látek. Teoretická část bude pojednávat o vývoji chemických zbraní a jejich využití v historii během válečných konfliktů. Dále budou v teoretické části popsána vybraná psychofarmaka, která jsou aktuální hrozbou v rámci CBRN materiálů a hrozí, že by mohla být zneužita jako vojenské zbraně, a budou uvedeny jejich účinky na člověka. Praktická část diplomové práce se bude zabývat porovnáním vybraných psychofarmak s bojovými chemickými látkami IV. generace. V praktické části budou porovnávány látky pomocí stanovených kritérií, jako je např. dostupnost, rychlost účinku, toxicita, trvání účinku atd. Výstupem diplomové práce bude doporučení pro ochranné prostředky, které by měly být využity PCR během zajišťování stop při práci v prostředí kontaminovaném psychofarmaky.

Seznam doporučené literatury:

- [1] PITSCHMANN, Vladimír, Chemická válka ve věku atomu - Období od roku 1945 do roku 2015, Praha: Naše vojsko, 2018, ISBN 978-80-206-1632-6
- [2] PATOČKA, Jiří, Vojenská toxikologie, Praha: Grada, 2004, 178 s., ISBN 80-247-0608-3
- [3] PITSCHMANN, Vladimír, Historie chemické války, Praha: Military System Line, 1999, 158 s., ISBN 80-902669-0-8
- [4] PRYMULA, Roman, Biologický a chemický terorismus: informace pro každého, Praha: Grada Publishing, 2002, 150 s., ISBN 80-247-0288-6

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Petra Kadlec Linhartová

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **19.09.2022**

Platnost zadání diplomové práce: **20.09.2024**

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
děkan

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Zneužití psychofarmak jako potenciálních vojenských toxických látek vypracovala 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 Kladně dne 10.05.2023

.....
Bc. Marie Trunečková

PODĚKOVÁNÍ

Tímto odstavcem bych především ráda poděkovala mé vedoucí práce Ing. Petře Kadlec Linhartové, která mi byla během psaní diplomové práce vždy k dispozici a velmi rychle reagovala na mé dotazy. Děkuji zejména za konstruktivní kritiku, cenné rady, vynaložené úsilí a veškerou pomoc, která mi byla během zpracovávání práce poskytnuta.

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce je potenciální možnost zneužití psychofarmak jako vojenských toxických látek. V teoretické části byl nejdříve představen obor toxikologie a jeho podobory. Dále byly popsány vlastnosti látek, dle mechanismu účinku byly rozděleny doposud známé bojové chemické látky a možná ochrana proti jejich působení. Dalším krokem bylo popsání čtyř generací bojových chemických látek, které jsou následně využity v multikriteriální analýze, poté následovala kapitola zaměřená na představení psychofarmak a jejich možného využití. Pro doplnění a ucelení informací byla konečná část popisu současného stavu věnována antidotní terapii otrav bojovými chemickými látkami.

Pomocí multikriteriální analýzy byl porovnáván zástupce ze skupiny psychofarmak – fentanyl se zástupcem ze skupiny nervově paralytických látek IV. generace – Novičok A-234. Předmětem diplomové práce bylo zjištění, zda je zneužití psychofarmak jako vojenských toxických látek možná aktuální hrozba a na základě vyhodnocení výsledků bylo navrženo doporučení vhodných individuálních ochranných prostředků, které by měly být využity příslušníky Policie České Republiky pro zásah a zajišťování stop v kontaminovaném prostředí.

Klíčová slova

Psychofarmaka; bojové chemické látky; Novičoky; fentanyl; A-234; multikriteriální analýza; komparace

ABSTRACT

The subject of the diploma thesis is the potential of misuse of psychotropic drugs as agents of misuse substances. In the theoretical part, the field of toxicology and its subfields was first introduced. Furthermore, the properties of the substances were described, according to the mechanism of action, thus far the substances in use as well as the protection measures to be implemented is a subject of contention. The next step was the description of four generations of neuromuscular blocking agents, which are subsequently used in a multicriteria analysis, followed by a chapter focusing on the introduction of psychopharmaceuticals and their possible use. In order to complete and complete the information, the final part of the description of the current state was devoted to antidote therapy for poisoning by chemical warfare agents.

Using a multicriteria analysis, a representative from the group of psychotropic drugs - fentanyl was compared with a representative from the group of nerve paralytic substances IV. generation – Novichok A-234. The subject of the diploma thesis was to find out whether the abuse of psychotropic drugs as military toxic substances is a possible current threat, and based on the evaluation of the results, a recommendation of suitable individual protective equipment was proposed, which should be used by members of the Police of the Czech Republic for intervention and securing traces in a contaminated environment.

Keywords

Psychotropic drugs; chemical warfare agents; Novichoks; fentanyl; A-234; multicriteria analysis; Comparison

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíle práce a hypotézy	10
2.1	Cíle práce	10
2.2	Určení hypotéz.....	11
3	Přehled současného stavu.....	12
3.1	Toxikologie	12
3.1.1	Členění toxikologie	13
3.2	Bojové chemické látky.....	15
3.2.1	Nervově paralytické látky.....	16
3.2.2	Zpuchýřující látky	18
3.2.3	Dusivé látky	19
3.2.4	Všeobecně jedovaté látky a toxiny.....	20
3.2.5	Zneschopňující bojové otravné látky.....	20
3.3	Vývoj a historie BCHL	21
3.3.1	BCHL do roku 1914.....	21
3.3.2	BCHL I. generace.....	23
3.3.3	BCHL II. generace	25
3.3.4	BCHL III. generace	26
3.3.5	BCHL IV. generace	27
3.4	Psychofarmaka.....	30
3.4.1	Vojenské využití	31
3.4.2	Psychotomimetika – dělení.....	31
3.5	Antidotní terapie.....	36

3.5.1	Terapie otrav nervově paralytickými látkami.....	36
3.5.2	Terapie otrav zpuchýřujícími otravnými látkami	39
3.5.3	Terapie otrav dusivými otravnými látkami	39
3.5.4	Terapie otrav všeobecně jedovatými látkami.....	40
3.5.5	Terapie otrav zneschopňujícími látkami.....	40
4	Metodika.....	41
5	Výsledky	43
5.1	Fentanyl a jeho deriváty	43
5.1.1	Carfentanil.....	46
5.2	A-234 Novičok.....	48
5.3	Multikriteriální analýza	52
6	Diskuze	56
6.1	Vyhodnocení hypotéz	65
7	Závěr	66
8	Seznam použitých zkratk.....	68
9	Seznam použité literatury	69
10	Seznam použitých obrázků	74
11	Seznam použitých tabulek.....	75

1 ÚVOD

Hlavní náplní této diplomové práce bude zkoumání již známých bojových chemických látek a dalších látek, které mohou být v budoucnosti potenciálně využívány ve vojenských i nevojenských konfliktech jako bojové chemické látky se zaměřením na psychofarmaka. Nejprve budou v práci popsány teoretické základy, na kterých je následně postavena praktická část. Praktická část bude zhotovena pomocí komparace a multikriteriální, která čtenáři buď potvrdí či vyvrátí stanovené hypotézy týkající se nebezpečnosti nejen psychofarmak, ale i nervově paralytických látek IV. generace.

Práce by měla sloužit jako přiblížení problematiky a zvýšení povědomí o skutečnosti, že využití chemických zbraní v konfliktech válečného i neválečného charakteru není minulostí, ale naopak se stává stále aktuálnější hrozbou, s kterou je velmi těžké se vypořádat a připravit se na ni. Závěr bude obsahovat souhrn skutečností vyplývajících z provedené analýzy a z nich vycházejících doporučení pro základní složku integrovaného záchranného systému Policie České Republiky a chování jejích příslušníků v zamořeném prostředí při zásahu a zajišťování stop.

2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

2.1 Cíle práce

Tato diplomová práce se bude zabývat možnostmi zneužití psychofarmak jako potenciálních vojenských toxických látek. V první části práce bude čtenář seznámen se současným stavem dané problematiky. Nejprve bude představen samotný vědní obor toxikologie, který se toxickými látkami a jejich zneužitím jako vojenských toxických látek zabývá. Pro provedení následné analýzy je nezbytné přiblížit historický vývoj bojových chemických látek, jejich využití v konfliktech, mechanismus účinků látek a v neposlední řadě taktéž představení čtyř generací bojových chemických látek, protože IV. generace nervově paralytických látek je pro tuto diplomovou práci stěžejní.

Samotným cílem a předmětem práce bude srovnání látek (fentanyl a Novičok A-234) pomocí multikriteriální analýzy, jejíž výsledek nám určí, zda mohou být látky spadající do skupiny psychofarmak zneužity jako potenciální vojenské toxické látky, a to v porovnání s bojovou chemickou látkou IV. generace. Multikriteriální analýza nám tedy určí, zda hrozí, že budou psychofarmaka v budoucnosti sloužit jako bojové chemické látky. Dílčím cílem diplomové práce budou na základě výsledku analýzy v závěrečné části práce, diskuzi, navrhnutá doporučení pro PČR týkající se individuálních ochranných prostředků, které by měli příslušníci sboru využívat v prostředí, kde hrozí, že je kontaminováno psychofarmaky.

2.2 Určení hypotéz

Pro účely této diplomové práce byly stanoveny následující hypotézy, které budou v závěrečné části práce, diskuzi, potvrzeny či vyvráceny.

- **Hypotéza H1:** Do budoucna hrozí, že bude fentanyl a další psychofarmaka zneužíván jako vojenské toxické látky.
- **Hypotéza H2:** Nebezpečí zneužití psychofarmak jako potenciální vojenské toxické látky a jejich účinků lze srovnat s nebezpečím použití a účinků BCHL IV. generace.

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

3.1 Toxikologie

Dříve byla toxikologie brána spíše jako odvětví farmakologie, ale nyní je obecně brána jako věda o jedech. Samotný pojem toxikologie je odvozen od řeckého slova *toxicon* (jedovatá substance). Obecná toxikologie pojednává o obecných vztazích mezi chemickou látkou a jejím toxickým působením na živý organismus. Postupně se toxikologie vyvinula v obor, který zkoumá účinky chemických látek a sloučenin na organismy z kvalitativního i kvantitativního hlediska, protože chemická látka nemusí mít pouze škodlivé účinky, ale může mít i příznivé účinky a požadované vlastnosti. Je důležité zmínit, že toxikologie je obor multidisciplinární, jelikož se při zkoumání účinků opírá o základy biologie, histologie, genetiky, farmakologie a o další chemické a biochemické obory, proto je známo velké množství definic. Pro potřeby této práce bude pohlíženo na toxikologii jako na vědu o jedech [1,2].

Na jed je pohlíženo jako na látku, která pomalu, či rychle zabíjí nebo poškozují, a proto je nutné se těmto látkám vyhýbat. Ovšem zkoumání ukázalo, že téměř každá látka může být označena jako jed. Látka, která je, nebo není lidskému tělu vlastní může za jistých okolností poškodit lidské zdraví, nebo dokonce i člověka zabít. Hlavním faktorem, kdy látka působí toxicky, je její dávka. Renesanční učenec Paracelsus již v 16. století tvrdil, že veškeré látky jsou jedy a jde jen o dávku, kdy se z látky stává jed [2].

Účinek je zpravidla závislý na dávce, kdy se stoupající dávkou bude zpravidla stoupat i účinek. Při podávání určité látky nejprve nejsou pozorovány žádné toxické účinky, ale při překročení určité prahové dávky, se začne projevovat otrava a její příznaky u některých jedinců. S následnou narůstající dávkou

se budou projevovat symptomy u více jedinců, až se otrava projeví u všech exponovaných jedinců [2].

3.1.1 Členění toxikologie

Z praktických důvodů je toxikologie, jako vědní obor, členěná na další podobory, které se vzájemně překrývají a doplňují. Obecná toxikologie se zabývá obecnými ději, zákonitostmi, teoriemi a souvislostmi, které se týkají vzájemné interakce chemických látek a živých organismů. Zkoumá skutečnosti, které působení toxických látek ovlivňují a dále popisuje mechanismy, jak se látky do organismu dostávají, přeměňují, jak se chovají v organismu a v jaké podobě a jak, jsou látky z organismu vyloučeny [1,3].

Toxikologie speciální je již zaměřena na konkrétní látky a jejich konkrétní mechanismy účinku. Popisuje toxické vlastnosti jednotlivých konkrétních látek a sloučenin [1].

Pomocí pokusů na zvířatech, tkáních, buňkách a jednotlivých orgánech jsou látky zkoumány v odvětví experimentální toxikologie. Pomocí těchto experimentů jsou zkoumány a hodnoceny projevy působení chemikálií na metabolismus. Na základě těchto projevů jsou stanoveny toxikologické limity, je identifikována nebezpečnost a stanoveno riziko [1].

Příznaky a průběhy otrav jsou zkoumány v rámci klinické toxikologie, která hraje podstatnou roli při diagnóze, léčení a prevenci otrav, které jsou velmi často způsobeny toxickými látkami a léky, které jsou buď z neznalosti, nebo kvůli sebevražedným důvodům použity nesprávně, nebo ve větších než terapeutických dávkách. Odvětví klinické toxikologie se velmi podobá toxikologie veterinární, která popisuje nejen účinky jedů na zvířata, ale také jejich diagnostiku a léčení [3,4].

Toxikologie životního prostředí, jinak nazývaná jako ekotoxikologie, se soustředí na znečištění životního prostředí chemickými látkami, a to ve vztahu působení toxické látky na člověka i na zvířata. Pomocí ekotoxikologie jsou hledány varianty, jak odstraňovat chemické látky ze životního prostředí a jak zamezit jejich nežádoucím účinkům [1,3].

Využitím metod, postupů a principů analytické chemie stanovuje analytická toxikologie toxické chemikálie v biologických materiálech, ve vodě, v půdě i v živých organismech. Toto odvětví toxikologie stanovuje postupy práce od odebrání vzorku, až po jeho vyhodnocení a vyhodnocení naměřených dat. Z hlediska statistiky dává návody, jak vyhodnocovat a zpracovávat toxikologicky významné statistiky a zajišťuje jejich výpovědní hodnotu [1].

Toxickými účinky látek, které se objevují v průmyslu, suroviny, meziprodukty, produkty i odpady, se zabývá toxikologie průmyslová. Netýká se pouze problematiky chemického průmyslu, ale i dalších odvětvích průmyslu, kde jsou například využívána rozpouštědla na čištění, přípravky na lakování apod. Na základě analýz jsou v průmyslové toxikologii stanovené bezpečnostní postupy, jak s látkami pracovat, jsou stanovené expoziční limity a zároveň se v návaznosti na pracovní lékařství zabývá chorobami z povolání, které se v pracovním prostředí vyskytují jako následek expozice jedy a škodlivinami [4].

Soudní neboli kriminalistická, toxikologie je tradiční oblastí toxikologie, která hledá způsoby, jak prokázat otravu. Pomocí odběru tělesných vzorků, které byly odebrány *post mortem*, vyšetřuje příčiny smrti a řeší otázky, které jsou spojené s kriminalistickou praxí. Výsledky analýz je možné využít jako podklady pro soudní řízení [4].

Bez použití pokusů na zvířata určuje vlastnosti toxických látek toxikologie predikční, která využívá již známé informace, které byly získány dříve. Jsou využívány znalosti a postupy z dalších věd, jako je chemie, fyzika, biologie, matematika, ale i počítačové vědy, kybernetika a molekulová grafika [1,3].

Dalším z mnoha odvětví toxikologie, je toxikologie vojenská, právě ta je podstatná pro téma této práce. Vojenská toxikologie je cíleně zaměřená na látky, které lze využít ve vojenských konfliktech k bojovému nasazení díky svým fyzikálním a chemickým vlastnostem. Tyto látky jsou vhodné k bojovému nasazení proti člověku, živočichům a rostlinám jako proti surovinové základně. Toto vědní odvětví se zabývá jak mechanismy otravných látek, ale i antidotní terapií určenou ke snížení projevů otrav a ohrožení životů. Vojenská toxikologie zkoumá mechanismy působení otravných látek, jež lze charakterizovat jako interakce látky s bílkovinou, která je biologicky aktivní makromolekulou, s nukleovou kyselinou, enzymy a dalšími makromolekulami. Na základě interakcí jsou narušeny fyziologické funkce makromolekul a dále dochází k celkovému poškození funkcí organismu. Díky zkoumání mechanismů působení otravných látek se vojenská toxikologie zabývá již výše zmíněnou antidotní terapií, pomocí které se snižuje intenzita projevů otrav [4,6].

3.2 Bojové chemické látky

Mezi nejstarší druh zbraní hromadného ničení se řadí právě bojové chemické látky (dále jen BCHL), představují je chemické a biologické substance, které mohou zapříčinit masové ničení, zneschopnění či vyzbrojení. BCHL je jeden z mnoha názvů, který lze pro tyto substance použít, jsou známy i další pojmenování jako: „chemické bojové agens“, „chemické válečné agens“, „otravné látky“, „bojové otravné látky“, „otravné látky“ atd. [4,5].

Primárně jsou bojové látky určeny proti člověku a živočichům, ale jsou známy případy a látky, které slouží k zasažení rostlinstva. Je známo mnoho definic, ale z vojenského hlediska lze chemickou zbraň popsat jako systém, který tvoří toxická látka a technický prostředek např. munice. BCHL se vyznačují určitými společnými charakteristickými fyzikálními, chemickými a toxickými vlastnostmi. Mezi tyto bojové vlastnosti, které jsou typické především pro tradiční těkavé letální bojové látky, se řadí hustota kontaminace, stálost, bojová koncentrace, hloubka šíření kontaminovaného oblaku a toxicita. Dle vlastností BCHL je možno tyto látky různým způsobem klasifikovat, ovšem nejznámějším a tradičním dělením je klasifikace dle účinků na člověka [5].

3.2.1 Nervově paralytické látky

Jedny z nejvýznamnějších vojenských BCHL jsou látky nervově paralytické, které patří mezi organické sloučeniny fosforu a jsou vysoce toxické především pro savce, jsou jednou z nejvýznamnější a nejnebezpečnější skupinou BCHL a jsou známy jako BCHL II. a III. generace. Nejen že jsou nervově paralytické látky (dále jen NPL) vysoce toxické, ale do organismu jsou schopné vstoupit všemi branami vstupu a jejich výroba je poměrně snadná a levná a díky svým vlastnostem jsou vojensky snadno použitelné. NPL, které se řadí mezi BCHL II. generace, jsou úzce provázané s rozvojem pesticidů [6,7].

NPL jsou inhibitory enzymu acetylcholinesterázy (dále jen AChE), který v těle slouží jako aktivní katalyzátor acetylcholinu. Pomocí právě acetylcholinu jsou přenášeny synaptickými spojeními nervové impulsy, díky čemuž následuje paralýza nervového systému a dýchacích svalů, a tudíž dochází k zástavě dechu. Příznaky otrav NPL jsou prakticky totožné pro veškeré brány vstupu, ale jsou závislé na dávce, otravy je tedy možné rozdělit na tři stádia: lehký, střední a těžký stupeň. Nejnižší stupeň otravy se projevuje poměrně mírnými příznaky týkajícími se dýchacích cest, jako je dušnost, kašel,

tlak na hrudníku, dýchací obtíže a zvýšenou sekrecí v dýchacích cestách. Tyto projevy mohou být doplněny bolestí hlavy, výtokem z nosu a pocit tlaku v očích. Tyto příznaky většinou odcházejí v rozmezí tří až pěti dnů. Otravy středního charakteru mají začáteční průběh obdobný jako lehké otravy, ale symptomy se postupně stupňují a zhoršují a jsou doplněné o úzkostné stavy, neklidné chování, zvýšené pocení a výrazně, zhoršují dušné stavy a objevují se svalové záškuby a křeče, nejčastěji objevující se v dolních končetinách. Nejzávažnější otravy se zpočátku projevují stejně jako předchozí dvě stádia, ale velmi rychle se dostaví závažnější symptomy, jako jsou tonicko-klonické křeče, zástava dechu, zúžení průdušek a dochází až k paralýze dýchacích svalů, kterou do několika minut následuje kardiovaskulární selhání a upadnutí do bezvědomí s následnou smrtí [4,8].

NPL se dělí na látky skupiny G a látky skupiny V. Do skupiny G lze zařadit látky jako je tabun, sarin, soman a cyklosarin. Nejstarší látkou z řady G je tabun, který byl jako první využit jako chemická výzbroj v Německu. V čistém stavu je tabun bezbarvá kapalina s příjemnou ovocnou vůní, naopak technický tabun má žlutozelené zabarvení a zapáchá po hořkých mandlích. Druhou zařazenou látkou mezi chemické zbraně byl sarin, v čistém stavu bezbarvá kapalina s vůní ovoce, v technickém stavu je zbarvení lehce nažloutlé. Nejtoxičtější látka řady G je soman, který byl do zavedení látek řady V nejúčinnější NPL. Nově vzniklé NPL jsou látky, které patří do řady V a jsou to jedny z nejnovějších otravných látek vůbec. Látka VX je bezbarvá olejovitá kapalina, která disponuje pouze mírným specifickým zápachem. Homologem látky VX je látka R-VX (R-33), která je taktéž označovaná jako ruská látka VX a informace o ni jsou stále omezené, je známo, že se jedná o izomer látky VX a je bezbarvou kapalinou slabě ovocného zápachu s podobnými chemickými vlastnostmi jako má látka VX a údajně je desetkrát více toxická než látka VX [7,9,10].

Ochranná opatření před NPL jsou velmi významnou složkou, a to především kvůli velmi rychlému účinku a vysoké toxicitě těchto látek, a proto je nezbytné, aby bylo látce zabráněno vniknutí do organismu. Tato ochrana je zajištěna protichemickými a zdravotnickými prostředky a opatřeními. Mezi protichemické opatření lze zařadit ochranu osob prostředky individuální ochrany – ochrana obličeje a dýchacích cest, ochrana povrchu celého těla. Dalším krokem protichemické ochrany je i včasná a účinná dekontaminace, jednou možností je využití Individuálního protichemického balíčku (IPB), který má každý příslušník AČR k dispozici a slouží k okamžité dekontaminaci zasaženého místa NPL. Zdravotnická ochranná opatření před účinky NPL je využití farmakologické profylaxe, která sníží účinky NPL na organismus. K detekci NPL je nejčastěji využíván příslušníky AČR chemický průkazník CHP-71 (trubička s červeným pruhem), ovšem k detekci je taktéž možno využít průkazníkových papírků, individuálního detektoru DETEHITU, anebo automatických signalizátorů [6].

3.2.2 Zpuchýřující látky

Zpuchýřující látky patří mezi látky s letálním účinkem na člověka a způsobují při kontaktu s kůží v exponovaném místě popáleniny a puchýře, které charakteristicky ničí tkáň, které se velmi špatně hojí. Zpuchýřující látky patří mezi látky, které byly využity jako BChL již během první světové války a byly považovány za nejničivější zbraně té doby. Látky zároveň negativně působí na oči, membrány sliznic, dýchací cesty tak, že při inhalaci může být poškozen dýchací systém a při požití lýtka mohou látky způsobit dávení, zvracení a průjmové stavy [7,11].

Mezi nejvýznamnější zpuchýřující BChL patří yperity, jejichž jméno vzniklo podle místa jejich prvního využití. Jako bojově nejvýznamnější lze označit sirný (sulfidický) yperit (jinak nazývaný jako hořčičný plyn, Levisteinův yperit,

Mustard gas) s chemickým vzorcem bis-(2-chlorethyl)sulfid, jehož první výroba je datována v roce 1866. K další zástupcům yperitů můžeme zařadit seskviyperit (yperit Q) a dusíkatý yperit. Skupina yperitů se vyznačuje dobrou smáčenlivostí, díky které velmi jednoduše pronikají tkaninami a materiály [4,6].

Mezi zpuchýřující BCHL řadíme i vojensky velmi významnou zpuchýřující sloučeninu arsenu lewisit (L) chemicky 2-chlorvinylidichlorarsin. Čistý lewisit je bezbarvá kapalina bez zápachu, avšak technický lewisit může být cítit po pelargoniích a jeho účinek na oči a kůži je prakticky okamžitý [4,6].

Prostředky individuální ochrany poskytují osobám sice dokonalou, ale pouze dočasnou ochranu před účinky zpuchýřujících látek – jedná se o správně nasazenou masku M10, M10M, nebo OM90 s výborným technickým stavem doplněnou o filtr a ochrannou protichemickou pláštěnku. Podmínkou pro ochranu před účinky je nejen správné, ale i včasné nasazení prostředků před kontaktem s těmito otravnými látkami. Výskyt zpuchýřujících látek lze detekovat například průkazníkem CHP-71 [6].

3.2.3 Dusivé látky

K dalším látkám s letálním účinkem patří látky dusivé, kdy při těžké intoxikaci těmito látkami dochází až k edému plic. Dýchací cesty jsou bránou vstupu, kdy otravná látka do organismu vstupuje ve formě plynu nebo aerosolu. Mezi hlavní představitele této skupiny patří chlor, fosgen, difosgen, chlorpikrin a řadí se mezi BCHL I. generace. První známé použití plynného chloru je datováno z období první světové války, kdy byl následně použit fosgen, difosgen a chlorpikrin [4,6,7].

Ochrana před dusivými látkami závisí taktéž, jako u všech otravných chemických látek, na včasné použití ochranných masek s vysoce účinnými

filtry a současně na dodržení hygienických postupů při konzumaci vody a potravin, které mohou být těmito látkami kontaminované. Pro detekci těchto látek je nejčastěji využívat chemický průkazník CHP-71 (trubička se zeleným pruhem) [6].

3.2.4 Všeobecně jedovaté látky a toxiny

Obecný, a ne úplně přesný termín „všeobecně jedovaté látky“ je ve vojenské toxikologii používán pro BCHL, které na organismus působí jako inhibitory dýchacího řetězce, a tudíž vyvolávají výrazným poškozením transportu kyslíku v krvi akutní tkáňovou hypoxii, dalším možným způsobem působení všeobecně jedovatých látek je blokáda oxidačně-redukčních pochodů v tkáních. Průběh otravy je velmi rychlý, dochází k zástavě dechu a k následnému selhání krevního oběhu. Tyto látky lze taktéž zařadit mezi BCHL I. generace a řadíme mezi ně například oxid uhelnatý, kyanovodík, chlorkyan a sulfan [4,7].

Mezi bojové látky lze taktéž zařadit toxiny, což jsou sloučeniny, které jsou produkovány živými organismy a disponují poměrně vysokou toxicitou a jejich vojenské využití je možné ve formě diverzních a sabotážních jedů, nebo formou aerosolů, které jsou vyvíjené pomocí termogenerátorů, připravené rozemláním, nebo ve formě kontaminované střepinové munice. Přesněji lze tyto zbraně, využívající toxiny, zařadit pod zbraně biologické. Mezi nejznámější využívané toxiny pro vojenské účely je botulotoxin A, saxitoxin a ricin [4,12].

3.2.5 Zneschopňující bojové otravné látky

Jednou skupinou zneschopňujících bojových látek jsou látky dráždivé, které působí dráždivě na různé receptory a tím pádem zneschopňují protivníka. Dráždivé látky je možné dělit dle dráždivého účinku na:

- Oči (lakrimátory),

- Horní cesty dýchací (sternity),
- Kůži (algogeny),
- Gastrointestinální trakt (vyvolávající zvracení),
- Kombinace více cílových receptorů [7].

Jako dráždivou látku lze označit chloracetofenom, který byl uveden do boje během první světové války, látka CS a CR, kapsaicin (jinak označovaný jako pepřový plyn), dyfenylchlorarsan, adamsit a dyfenylkyanarsan [7].

Pod látky zneschopňující lze taktéž zařadit látky psychoaktivní, které zásadně nenarušují vědomí člověka, ale působí v emoční sféře, narušují vnímání a mohou vést až k poruchám myšlení. Psychoaktivní látky nezasahují pouze mentální stav zasaženého, ale taktéž fyzické funkce (sedativa, trankvilizéry, antidepressiva, antifobika, ...) [4,7].

3.3 Vývoj a historie BCHL

Novodobá historie BCHL se začal psát v období první světové války, když byl poprvé využit chlor k útoku v roce 1915. V historii byly BCHL využívány k boji a nyní tyto látky představují hrozbu, kdy by byly BCHL využité teroristy, kteří mohou toxické látky využít taktéž jako zbraň psychologickou [13].

3.3.1 BCHL do roku 1914

Nelze opomenout, že kořeny chemických zbraní sahají do nejstarší historie lidstva, a to až tisíce let zpět, kdy začali tehdejší lidé používat šípové jedy, kdy otrávené šípy lze považovat za historicky první chemické zbraně, které sice nesloužily k hromadnému ničení, ale byly používány pro lov zvířat a sehrály významnou roli v ozbrojených kmenových konfliktech a později i v konfliktech válečných. Zachovalé prehistorické prameny taktéž potvrzují využívání psychoaktivních látek, zejména halucinogenů, jejich tehdejší lovecký a vojenský

význam tkvěl ve faktu, že řada z těchto látek odstraňovala únavu nebo zvyšovala fyzickou sílu a schopnost lépe snášet extrémní situace, ke kterým během bojů docházelo. Je známé i útočné použití psychoaktivních látek, kde ve 3. století n. l. byla použita proti nepříteli mandragora, která byla svařena s vínem, jež bylo při ústupu ponecháno na bojišti. Když protivník dobyl území, na oslavu vítězství bojovníci popíjeli právě ono víno, které díky výluhu z mandragory působilo jako sedativum, tak ustupující strana mohla zpětně zaútočit a omámeného protivníka jednoduše přemoci [14,15].

Mezi další metody prehistorických chemických zbraní lze zařadit chemické a zápalné prostředky. Na březích Mrtvého moře byla v dobách neolitu získávána síra a přírodní asfalt, tyto látky mohly být využity pro efektivní vedení války. Oheň byl v prehistorických bojích nepostradatelný. Je například známý takzvaný Řecký oheň, kde jako zápalná látka byla použita směs síry, ledku, antimonitu, tekutého asfaltu, hašeného vápna a nejspíše i dalších látek a byla to jedna z nejobávanějších tehdejších zbraní, protože tato směs byla velmi složitě uhasitelná a hořela i na vodní hladině [15].

Z 15. století jsou známy zmínky o myšlenkách týkajících se použití dráždivých dýmů pro vojenské účely a v roce 1672 byl v holandské válce Němci použit ruční granát, který byl naplněn sírou, arsenikem a antimonem. Koncem 18. století byla Francouzi využita chemikálie, která výrazně zvyšuje účinnost munice a fosfor sloužil jako nová zápalná látka. V 19. století, v období krymské války, byly Velkou Británií vynalezené nové varianty chemické munice, jednalo se o válečné pumy obsahující kakodyl s kakodyloxidem a byla navrhována munice naplněná bílým fosforem, sirouhlíkem a petrolejem [15].

3.3.2 BCHL I. generace

Jak je již výše zmíněno, novodobá historie je velmi úzce spjatá s první světovou válkou, během které se chemické zbraně vyvíjely rapidní rychlostí a Německo se použití munice plněné dráždivými látkami jako chemická a průmyslová velmoc ujímá. Jako BCHL I. generace byly využity desítky chemických látek, ovšem ne všechny látky měly vlastnosti, které kvalifikovaly látky jako fakticky úspěšné a dále využitelné v boji. Využitelných látek bylo pouze pár, jako je chlor, chlorpikrin, sirný yperit a další [13,15].

Jako precedens chemické války je označováno využití slzotvorného ethylbromacetátu, kterým byly naplněné francouzské puškové střely, které byly využity francouzským sborem proti německým vojákům už pár dní po započatí německé invaze na západní frontě. Některé zdroje tvrdí, že tímto útokem byla započatá chemická válka. Dalším krokem byly pokusy o využití dalších slzotvorných látek (např. sůl o-dianisidinu, xylylbromid, bromaceton, brombenzylkyanidm benzyljodid, akrolein atd.), které sloužily jako náplň munice, ale využití těchto látek se kvůli jejím vlastnostem neosvědčilo. První pokusy využití dráždivých látek pouze poukázaly na skutečnost, že dráždivé látky v menším množství nevykazují prakticky žádné dopady na protistranu a jejich bojového účinku lze využít pouze v masovém měřítku [15,16].

V přelomu let 1914 a 1915 válka stagnovala a využití otravných látek působilo jako možnost, jak statický průběh války prolomit, profesor Haber navrhl chlor, jako potenciální BCHL, která má dostatečně toxické vlastnosti. Chlor byl plněn do ocelových lahví, které obsahovaly ventil k vypouštění toxické látky. Tento druh chemické zbraně byl nejdříve vyzkoušen na stádě ovcí, operace s krycím názvem *Desinfektion*. Následná průlomová událost byl tzv. Černý den u Ypres, kde byly právě využity plněné lahve chlorem, dopravované v cisternách po železnici. K útoku došlo, po dlouhých přípravách a čekání na vhodné

povětrnostní podmínky, 22. dubna severně od města Ypres. Bylo vypuštěno 180 tun chloru, který vytvořil několikakilometrový oblak, proti kterému nemohli francouzští vojáci nijak bojovat. Francouzští vojáci začali podléhat toxickým účinkům chloru, začali kašlat, lapat po vzduchu, utíkat před toxickým oblakem a mezi vojáky se začala šířit panika. Německá útočící protistrana po třiceti pěti minutách od vypuštění plynu provedla výpad, kterému nebyl, kvůli ochromené francouzské protistraně, kladen prakticky žádný odpor. Sice nenastal žádný závažný průlom fronty, ale z taktického hlediska se jednalo o zásadní událost a vlnové útoky u města Ypres dále pokračovaly [15,17].

Dělostřelectvo začátkem roku 1916 zavedlo novou fázi chemické války, kdy francouzská vojska využila tzv. *collognite*, jednalo se o granáty plněné směsí fosgenu a chloridu cíničitého, v které chlorid sloužil jako dýmotvorná přísada a jako chemický stabilizátor. Německá armáda, jako reakci na francouzský útok, zavedla kapalnou difosgen, zvaný *Perstoff*, jehož toxicita je srovnatelná s toxicitou samotného fosgenu. Granáty plněné toxickou kapalinou byly prvně vyzkoušeny v květnu 1916 u Verdunu. Dalším krokem Francouzů byl pokus o využití kyanovodíku, jehož páry jsou lehčí než vzduch, a i když bylo využito dostatečné množství, tak páry se moc rychle rozptýlily a potřebné bojové koncentrace nebylo možné dosáhnout [15,16].

Na frontě v Ypres v červenci roku 1917 byl poprvé německou armádou použit daleko toxičtější bis(2-chlorethyl)sulfid, který díky místu prvního použití, u města Ypres, nazýváme yperitem. Yperit, jako zpuchýřující látka, značně změnil celý charakter chemické války, protože měl schopnost zamořit terén, techniku, výzbroj i výstroj jednotek a následně pronikat do organismu dýchacími cestami a kůží [15,16].

Během první světové války bylo na všech válečných frontách využito přes 45 různých toxických látek jako látek bojových. Jednalo se o látky slzotvorné, dusivé a zpuchýřující. Zjistilo se, že chemické zbraně jsou výrazně účinnější než explozivní zbraně a že statistická úmrtnost po intoxikaci otravnou látkou se pohybuje kolem 7 %. Po první světové válce bylo již zcela jasné, že otravné látky budou v příští válce výraznou hrozbou, a právě otravné látky byly označeny jako vyšší forma zabíjení [15].

3.3.3 BCHL II. generace

Po skončení první světové války začaly státy významně hromadit chemickou munici a bojové chemické látky, taktéž započala realizace nových projektů a výzkumů v dalších oblastech týkajících se chemických zbraní. Německo, jako velmoc chemických věd, při výzkumu syntetických insekticidů objevilo novou sloučeninu, analogum ke známému diisoptopyl-fosforofluoridátu, tabun, který překvapil svou výraznou toxicitou a jeho objev odstartoval další výzkum, který vyhledával ještě toxicitější chemické látky, jež by potenciálně šly využít v boji. Na základě výzkumu byl objeven sarin a před koncem druhé světové války soman, kdy studie prokázaly, že bojové organofosfáty jsou výrazně toxicitější než doposud používané BCHL a bylo jasné, že tímto vývojem vzniká nová generace BCHL. Byl prokázán mechanismus těchto NPL látek, které působí jako inhibitory enzymu acetylcholinesterázy. Po ukončení Studené války začaly švédské výzkumné skupiny využívat německých pokroků v oboru chemických zbraní a položily základy pro vznik více toxické a nebezpečné skupiny NPL, jednalo se o látky série V, jejíž nejznámějším zástupcem je látka VX (S-[2-(diisopropylamino)ethyl]-O-ethyl-methylfosfonothioát). Látky série V jsou oproti látkám série typu G, např. sarin, výrazně méně těkavé a zásadně lépe pronikají kůží do krevního řečiště [13].

Mezi lety 1980 a 1988, kdy probíhala íránsko-irácká válka (jinak označovaná jako arabsko-perská), kdy irácké síly hojně využívaly chemické zbraně proti Iráku. Nejvíce používaný byl sarin, ale došlo i k využití tabunu a cyklosarinu, použití NPL předcházelo v tomto konfliktu využití yperitu, který řadíme mezi BCHL I. generace. Za jeden z největších útoků arabsko-perské války je považováno bombardování města Halabdža, které leží v hornaté části Kurdistánu v provincii Sulajmánijá. Ve večerních hodinách v polovině března roku 1988 irácké síly napadly město Halabdžu, které bylo dobyté iránskou armádou. Město bylo napadeno bojovými letouny, které shazovaly pumy plněné sarinem a nejspíše i tabunem (dále také pumy plněné fosforem a yperitem) a dle některých zdrojů byla v samém konci války Irákem použita látka VX. K dalšímu využití sarinu došlo například v roce 1995 v tokijském metru, kdy japonská sekta během ranní dopravní špičky vypustila sarin na několika místech tokijského metra. Sarin byl do metra dopraven v plastových kapslích, které byly zabaleny v novinách a obsahovaly až 900 ml tekutého sarinu. Tento útok se stal jedním z nejznámějších teroristických činů, kdy byly využity nebezpečné chemické látky [18,19].

3.3.4 BCHL III. generace

Sice BCHL II. generace byly látky vysoce a účinné, narazilo se na problémy s jejich výrobou, skladováním jednosložkových zásob a s případnou dlouhou a cenově náročnou likvidací závadných nebo prošlých zásob chemické munice. Tento fakt a dále i skutečnost, že nevznikají žádné nové látky, zapříčil zahájení programu vývoje chemické binární munice se zaměřením na extrémní stálost látek při skladování. Pro tento program byly vybrány dvě NPL, jednalo se o sarin a látku VX. Binární chemické zbraně, po kterých je žádaná větší stálost kvůli jednoduššímu a bezpečnějšímu skladování, jsou založeny na bázi prekurzorů. Binární zbraně se dle zadání skládají z netoxických, nebo jen mírně toxických látek, které jsou v počtu dvou nebo více umístěny odděleně v binárních

systemech (rakety, bomby apod.). Až během letu, nebo při dopadu na určený cíl se netoxické látky (prekurzory) smísí a po prudké reakci společně vytvoří velmi toxickou látku, jako např. již výše zmíněny sarin a látka VX. Je zde tedy vyřešena problematika náročného skladování, protože prekurzory lze jednodušeji skladovat a binární zbraně tedy představují novou generaci zbraní, ale s již známým účinkem, protože vlastním konečným produktem jsou známé a už v minulosti využívané toxické látky. Na druhou stranu byl výzkum binární munice technicky a bezpečnostně náročný, především z důvodu vytvoření nových technických systémů pro binární munici [13,20].

Následné neustálé zkoumání a zdokonalování chemických zbraní a munice třetí generace poukázalo na fakt, že použití sarinu a látky VX v podobě binární munice v boji nemůže splnit bojové cíle. Byla zde snaha o zvýšení toxicity a efektivity použití pro vyřazení živé síly protivníka, ale z druhé strany poklesla těkavost, a tudíž i bezprostřední působení par BCHL na živé síly. Řešením tohoto problému měla být nová látka IVA (dimetylmido-O-[2-(dimetylamino)ethyl]fluorofosfát) se střední těkavostí, která je nestabilní a v závislosti na teplotě se přeměňuje na tuhou látku. Toxicita této látky je velmi podobná jako toxicita látky VX, ale díky její výrazné těkavosti může ve venkovním podmínkách rychleji vyřadit živou sílu. Lze říci, že vývoj této NPL se zvýšenou těkavostí odstartoval přechod ke čtvrté generaci chemických zbraní [13].

3.3.5 BCHL IV. generace

Nové chemické zbraně a potenciální nové BCHL se neustále vyvíjely. Již během 2. světové války byly především v SSSR realizovány výzkumy, které se zaměřovaly na vývoj dalších sloučenin fluoru a fosforu se zaměřením na látky, které působí výrazně toxicky. Po válce byl zaznamenán prudký rozvoj především v oblasti NPL, ale v rámci vývoji dalších nových chemických zbraní

a BCHL další generace byl v 70. letech v SSSR zahájen projekt Foliant, který měl aktualizovat a inovovat doposud známé chemické zbraně a zařadit je do arsenálu chemických zbraní ještě před tím, než bude přijata mezinárodní smlouva o zákazu a likvidaci chemických zbraní. V programu Foliant bylo za cíl vytvoření nových chemických zbraní, jednalo se jak o zbraně jednosložkové, tak i o zbraně binární. Nejznámějšími produkty nejen projektu Foliant, ale i dalších sovětských projektů jako byl Ftor a Fosfor se staly dichlorformoxim, trifluornitromethan (fluoropikrin), trifluornitrosomethan a perfluorisobuten. Dalším známým programem SSSR se stal program Noviček, který se zabýval, pod stejnojmenným kódovaným označením, Noviček, homologickou řadou derivátů, které jsou odvozené od látky 2-fluor-1,3,2-dioxafosfolan. Novičky jsou látky vyráběné řadou postupů vycházející z fosforu, chloridů a z dalších organických meziproductů, které jsou známy především z důvodu výroby pesticidů, plastifikátorů a detergentů [13,21].

Jsou známy výsledky programu Noviček, jež úzce navazoval na projekt Foliant. Mezi výsledné látky označované jako Novičky lze zařadit látky:

- A-230, unitární látka na bázi prekurzoru Noviček, přijata do výzbroje;
- A 232, unitární látka na bázi prekurzoru Noviček-5, nepřijata do výzbroje;
- A 232, binární látka na bázi prekurzor u Noviček-5, schválena do výzbroje;
- A 234, binární látka na bázi prekurzoru Noviček-7, testována;
- Noviček-5, binární látka, založena na A-230, schválena do výzbroje;
- Noviček-7, binární látka, založen na NPL soman, testována [21,22].

Vývoj Novičeků měl stanoven určité cíle, jednalo se především a pokus o dosažení nezjistitelnosti standartními chemickými detektory, překonání

chemických ochranných pomůcek, zajistit bezpečnější manipulaci a taktéž najít možnost, jak obejít seznam zakázaných prekurzorů dle Úmluvy o zákazu chemických zbraní [22].

Látky označované jako Novičoky se nacházejí v podobě jemného prášku nebo olejovité kapaliny. Obecně lze říci, že tyto látky jsou schopny pronikat filtry se standardní chemickou ochranou a taktéž zvládají pronikat i těsněním z pryže. Údajná toxicita látek typu Novičok je pětikrát až osmkrát vyšší než u látky VX. U intoxikované osoby se výrazně zvýší tvorba slin, zasažená osoba zvrací a pociťuje silné křeče, může se vyskytnout i pěna u úst, problémy s chůzí, zasažená osoba může velmi rychle upadnout do bezvědomí a následně přichází i smrt. Mechanismus účinku je velmi podobný NPL, kdy látky vyřazují nervovou soustavu a blokují enzymy, které uvolňují svaly z napětí, tudíž jsou svaly včetně srdce a dýchací soustavy paralyzované, proto jsou tyto nově vynalezené látky řazeny právě do skupiny NPL. Intoxikaci Novičokem je možné přežít na základě ihned podaného antidota (např. atropin) a to nejspíše s následnými závažnými zdravotními dopady, jako je chronická slabost, epilepsie, deprese a neschopnost soustředit se [22].

V nedávné minulosti jsou známy případy otravy Novičoky. K jedné z nich došlo v březnu roku 2018, kdy byl otráven bývalý agent Sergej Skripal pocházející z Ruska a jeho dcera Julija Skripalová látkou Novičok, přesněji tedy látkou A-234. Za samotný útok je obviňováno Rusko. Další veřejně známou otravou Novičokem je otrávení ruského právníka a opozičního aktivisty Alexeje Navalného, kvůli jehož zdravotnímu stavu muselo v srpnu 2020 nouzově přistát letadlo v Omsku. Navalnyj byl převezen do místní nemocnice, kde byl uveden do kómatu, po dvou dnech následovala jeho evakuace do berlínské nemocnice, v které lékaři potvrdili, že se jednalo o intoxikaci Novičokem [23,24].

3.4 Psychofarmaka

Psychofarmaka jsou léčiva, která působí na člověka tak, že změní jeho psychický stav a ovlivní psychické funkce. Využívají se především ke změně duševního stavu a léčbě psychických onemocnění. Použití látek působících na lidskou psychiku je známé už z dávné historie, ovšem moderní psychofarmakologií se začalo lidstvo zabývat až počátkem 50. let 20. století. Látek s psychotropním účinkem je mnoho, ale ne všechny tyto látky lze považovat za psychofarmaka. Avšak zajímavým faktem je, že se mezi psychofarmaka řadí i některé skupiny návykových látek, které především z důvodu závažných nežádoucích účinků nejsou v medicíně prakticky vůbec využívány [25,26].

Psychotropní účinky látek jsou již známy z velmi dávné historie, ale moderní dějiny farmakologie, jako vědního oboru, byly položeny na začátku 50. let 20. století. Druhá světová válka byla významná pro výzkum v této oblasti, protože během této války a následně i během války korejské, byla pozorována skutečnost, kdy zranění vojáci umírali po operacích na šokový pokles krevního tlaku. Těmto stavům bylo experimentálně předcházeno pomocí podchlazení, následně postupného ohřívání osoby a podání chlorpromazinu. Tyto poznatky využívali psychiatři pro léčbu akutních stavů, po nějaké době se ukázalo, že ke zklidnění nemocných pacientů je dostačující pouze podání chlorpromazinu bez záměrného podchlazování. Do psychiatrické péče bylo zavedeno užívání chlorpromazinu a dalších látek, které zastavily zvyšování počtů psychicky nemocných osob a tyto látky nesly společné označení, neuroleptika. Toto označení vzniklo na základě vznikajícího syndromu, který byl pozorován u laboratorních zvířat (zklidnění, ztráta spontaneity, apatie). Je známo několik možností, jak psychofarmaka dělit, ale zjednodušeně je lze rozdělit do skupin,

kdy látky ovlivňují stav vědomí, afektivitu a látky ovlivňující psychické integrace [25].

3.4.1 Vojenské využití

Pro válečné využití lze použít látky psychicky zneschopňující, jinak nazývané taktéž jako psychotomimetika, nebo jako kalmativa. Tyto látky mohou být nazývané i dalšími synonymy jako: halucinogeny, fantastika, psychedelika a psycholytika. Značná část těchto látek jsou v dnešní době zneužívané jako drogy [5,6].

Psychicky zneschopňující látky působí na centrální nervovou soustavu (dále jen CNS), ovlivňují psychiku zasaženého člověka, vyvolávají změny v emoční sféře a mohou vést až k poruchám myšlení a vnímání. Jedná se o látky neletální a většina z těchto látek je využívána jak v lékařské, tak ve veterinární praxi, jako například sedativa, hypnotika, anestetika, analgetika, antipsychotika, antidepressiva a další [5,6].

3.4.2 Psychotomimetika – dělení

Látky psychicky zneschopňující je možno dělit do sedmi skupin na základě rozdílné chemické struktury [6].

3.4.2.1 Kyselina d-lysergová a její deriváty

Mezi nejznámější zástupce této skupiny lze zařadit LSD-25, ALD-52 a LAE-32 a jako nejvýznamnější z této skupiny lze označit právě kyselinu d-lysergovou (dále jen LSD). Jedná se o polosyntetickou sloučeninu, jejíž halucinogenní účinky byly prvně popsány v roce 1943 po nechtěné intoxikaci pracovníka v laboratoři. Toxikovaná osoba ztrácí přibližně po hodině zájem o běžné činnosti a změní se jeho vnímání okolí (změny tvarů, velikostí, barev a významů), dále se mění vnímání okolních objektů, dochází k poruchám řeči, myšlenek a vyskytují

se halucinace. Emocionální stránka je taktéž zasažena a intoxikovaný člověk pociťuje extrémní výkyvy emocí – euforie nebo deprese [6].

Z vojenského hlediska bylo prokázáno, že právě LSD lze využít jako vojenskou zbraň, jejíž účinek je mířen na osobu nacházející se ve velitelské funkci, tato osoba má díky intoxikaci omezenou schopnost racionálního úsudku, řízení, organizování a spolupráce celé skupiny. Takto intoxikovaná a zneschopněná osoba je vyřazena na dobu až osmi hodin [6].

3.4.2.2 Fenylethylaminy

Díky složení má tato skupina látek poměrně blízko k adrenalinu a na osoby vystavené těmto složkám působí mnoha způsoby. Intoxikovaná osoba má pozměněné vnímání okolí, které ústí až halucinacemi, u osob nastávají i změny psychické (deprese, změny nálad, snění, otupělost) a taktéž může docházet k somato-motorickým změnám (slabost, pocit zvracení, třes). Konkrétní látky patřící mezi fenylethylaminy je například meskalin, amfetamin, methylamfetamin, efedrin, DOM (2,5-dimethoxy-4-methylamfetamin), DOET (2,5-dimethoxy-4-ethylamfetamin) a MDMA (3,4-methylendioxyamfetamin, „extáze“) [6].

Vojenský význam je znám především u methylamfetaminu (Pervitin). Jedná se především o cílené zvýšení bojeschopnosti pomocí stimulačních účinků. Toto využití je známo již z období 2. světové války. Po podání určité dávky totiž Pervitin na osoby působí značně nabuzujícím dojmem, dochází k zásadnímu zlepšení nálady, odstranění únavy a zvýšení aktivity, zároveň také látky působí na osoby negativním způsobem: porucha řeči, třes, vzrušivost, tachykardie a při častějším užívání hrozí vznik stavu připomínajícího schizofrenii. Na takovou látku snadno vzniká tolerance a závislost [6].

3.4.2.3 Indolalkylaminy

Látky odvozené od chemické struktury tryptaminu lze nazývat právě jako indolalkylaminy, jedná se o látky DMT (dimethyltryptamin), DET (diethyltryptamin), DMS (dimethylserotonin), bufotenin, psilocin a psilocybin. Látky vyvolávají halucinogenní účinky, které lze přirovnat k účinkům LSD a využívají se taktéž jako látky ovlivňující psychiku při léčebných procedurách a při náboženských rituálech. Intoxikace se projevuje ve třech stádiích, nejdříve přichází pocení, třes, tachykardie a vzestup tělesné teploty, další stadium je nazýváno jako stadium euforie, přichází pocit euforie, pocit opilosti, pocit štěstí a poruchy orientace. V poslední fázi intoxikace nastupují depresivní myšlenky, bolesti hlavy, únava, nadměrné pocení a nespavost. O vojenském významu se u této skupiny prakticky nedá hovořit, a to nejen z důvodu, že příznaky intoxikací trvají pouze krátce a dávky, které způsobí příznaky otravy, jsou poměrně vysoké, a taktéž musejí být látky podávány injekcí, šňupáním nebo inhalační cestou kouřením [6].

3.4.2.4 Ostatní indolové deriváty

Pod tuto skupinu spadají látky s halucinogenními účinky, jedná se o harmin, harmalin a ibogain. Klinické příznaky intoxikace jsou pocit na zvracení, pobledlost, bradykardie, závratě, strnulost a zrakové halucinace, větší dávky dále způsobují pocity vzteku s následujícím útlumem intoxikované osoby, mohou se vyskytovat i pseudohalucinace. Pro vojenské využití je tato skupina látek neatraktivní, tudíž látky nejsou jako chemické zbraně využívány [6].

3.4.2.5 Anticholinergika

Jedná se o léky a látky, které blokují účinek acetylcholinu v synapsích centrálního i periferního nervového systému. Anticholinergika jsou buď látky využívané v klinice (atropin, skopolamin, benactyzin), nebo deriváty kyseliny

benzilové a glykolové (JB 336, Ditran, látka BZ). Obecně tyto látky vyvolávají psychické změny (oblouznění, zmatenost, delirium). Atropin společně se skopolaminem se přirozeně nacházejí v rostlinách čeledi lilkovitých. Látky jednoduše procházejí membránami a působí na centrální nervovou soustavou. V nízkých dávkách atropin působí terapeuticky (0,5 mg), k halucinogenním příznakům dochází až při podání 5-10 mg. Až pětkrát účinnější látka, než atropin je právě skopolamin [6,27].

Z vojenského hlediska je v současnosti jako bojová otravná látka se zneschopňujícím účinkem látka BZ (3-chinuklidnyl benzilát). Jedná se o psychicky zneschopňující látku, která vyvolává zmatenost, halucinace, poruchu řeči a je účinná již v malých dávkách. Jedná se o bílou krystalickou látku bez zápachu, kterou lze využít ve formě aerosolu, tudíž jsou bránou vstupu dýchací cesty. Existují i určité dohady, že dvojitý agent Sergej Skripal se svou dcerou byl otráven látkou BZ namísto nervově paralytické látky A-234 (Novičok). Ruský ministr Sergej Lavrov tvrdí, že použití Novičoku by Skripal, ani jeho dcera nepřežili a že musela být použita právě psychoaktivní látka BZ. Tento ruský výrok Británie popírá, tudíž je možné vést dohady o skutečnost, jaká látka byla k intoxikaci osob opravdu použita [6,28,29].

Jako strukturálním analogem látky BZ je látka TB, jejíž účinky jsou řádově vyšší než u látky BZ. Ale výroba této látky je výrazně náročnější, proto doposud využití této látky nepřesáhlo experimentálních pokusů na zvířatech. Ovšem potenciální vojenský význam je poměrně velký, neboť látka způsobuje nejen změny vnímání okolí, ale taktéž výrazné snížení až částečné ochromení činností velitelských struktur, vojáků a civilního obyvatelstva [6].

3.4.2.6 Arylcyklohexylaminy

Při syntéze nových celkových anestetik, které se podávají nitrožilně, byly připraveny a nadále zkoumány deriváty cyklohexaminu. Nejvýznamnější vyrobený z nich byl fencyklidin a jako nejúčinnější byl označen adamantylfencyklidin. Fencyklidin, jinak nazývaný jako PCP, Sernyl nebo Sernylan je syntetická látka, která blokuje receptory v centrálním nervovém systému a způsobuje psychické změny, jako jsou poruchy myšlení, rigidita, halucinace a stavy podobné psychózám. Lékařské využití už PCP nemá, neboť byl nahrazen ketaminem, ale fencyklidin je nyní zneužíván narkomany kvůli jeho halucinogenním účinkům a jeho poměrně snadné laboratorní přípravě. Do organismu lze látku vpravit kouřením, insuflací nebo polknutím tablety. Intoxikace je poměrně dlouhodobého charakteru až v řádech desítek hodin a nástup projevů je prakticky okamžitý, maximálně do půl hodiny od přijetí látky do organismu. Klinické projevy jsou zvýšení tepu a krevního tlaku, pocit na zvracení, euforie, hyperaktivita, zmatenost, otupělost, halucinace a poruchy vědomí. Příznaky přetrvávají řadu hodin [6].

3.4.2.7 Různorodá skupina dalších halucinogenů

Je mnoho dalších halucinogenních látek, které jsou relativně hojně zneužívány, za nejznámější lze považovat cannabis a kokain. Konopí (jinak nazýváno jako cannabis) je nejčastěji zneužíváno ve dvou formách: hašiš (ššáva ze samčích květů) a marihuana (sušené květonosné vrcholky). Obě varianty jsou po celém světě zneužívány jako drogy a mohou způsobovat zrakové halucinace. Ovšem v moderní medicíně je používání konopí z léčivých důvodů značně diskutováno, především kvůli analgetickému a antiastmatickému účinku. Další často zneužívanou látkou, jako drogou, je kokain, který je přítomný v rostlině *Erythroxylon coca* (koka). Kokain působí jako stimulant CNS a lokální anestetikum, tyto účinky jsou způsobeny blokadou vedení nervových vzruchů.

Intoxikovaná osoba pociťuje závratě, zbledne, trpí úzkostí a následujícím stavem euforie, vzrušení a pocity síly a výrazně větší výkonnosti. Při předávkování dochází ke křečím, kolapsu, kómatu a může vést až ke smrti [6].

Pod tuto skupinu lze zařadit také látku arekolin, který se nachází v oříšcích rostliny *Areca catechu* a v asijských zemích je tato látka známá jako droga betel (arekové oříšky, vápno, zabalené v listu pepřovníku betelového). Arekolin řadí se mezi parasimpatikomimetika podporuje střevní peristaltiku, zvyšuje pocení a způsobuje zvracení [6].

3.5 Antidotní terapie

Antidotní terapie je jednou složkou z komplexní terapie otrav. Antidotní terapie je terapie, při které jsou intoxikované osobě podávány odpovídající látky, které účinek toxické látky buď inaktivují, nebo ruší její toxický účinek. Účinek je závislý především na rychlosti podání antidota-protijedu, po intoxikaci osoby. Antidota lze rozřadit do dvou skupin. První skupinou jsou antidota nespecifická, která mohou být účinná pro větší škálu toxických látek a mohou být použita bez stanovení konkrétního druhu toxické látky, jež byla osoba intoxikována, druhá skupina jsou antidota specifická, což jsou látky, jež jsou účinné pouze na látky konkrétní. U specifických antidot je důležité vyzdvihnout skutečnost, že látka, kterou byla osoba intoxikována, musí být známá, či co nejrychleji odhalena, aby bylo zvoleno správné antidotum a jeho účinek byl co nejlepší. Včasně odhalení látky, na kterém záleží účinnost antidota, je ztíženo podobností symptomů otrav různými chemickými otravnými látkami [1].

3.5.1 Terapie otrav nervově paralytickými látkami

Prvotním krokem pro úspěšnou terapii otrav NPL je včasná a správná diagnostika látky. K této rychlé diagnostice může napomoci provedení

laboratorního vyšetření krve a vyšetření klinického stavu intoxikované osoby. První pomoc při otravách NPL záleží především na včasném podání specifických antidot, zamezení dalšímu kontaktu postiženého s látkou a tím zabránění dalšímu vstupu látky do organismu (tento krok lze provést pomocí prostředků individuální ochrany, opuštění zamořeného prostoru, dekontaminace osob, prostředků a v případě požití látky lze provést laváž žaludku s následným podáním nescifického antidota – živočišného uhlí), a provedením základního závěrečného kroku, který je založen na zabezpečení základních životních funkcí postiženého (nepřímá masáž srdce, dýchání z úst do úst – po dekontaminaci osoby, především obličejové části a stabilizovaná poloha). Ovšem stěžejním krokem je samotné podání antidota funkčního či kauzálního [6].

Funkční antidota, pod jiným názvem známy jako anticholinergika slouží jako blokátory cholinesteráz, díky čemuž brání nahromaděnému acetylcholinu, aby se na cholinesterázy navázal a tím zabránil účinku NPL. Nejznámějším funkčním antidotem, který bývá i nejčastější volbou při terapii otrav NPL, je atropin. Nejvýhodnější formou podání atropinu je pomocí infuze v intervalech 10-30 minut v dávce 2-4 mg. Tolerance organismu, který je otráven NPL, proti atropinu je velmi vysoká, tudíž možné předávkování atropinem je vyloučené. Armáda České republiky má jako další anticholinergikum zavedený benactylin a na základě experimentálního testování by jako funkční antidota bylo možné využití látky, jako je skopolamin nebo biperiden. Pro první pomoc v polních podmínkách je pro účely AČR zaveden autoinjektor Combopen, jež obsahuje atropin s obidoximem a je možné jej operativně a velmi rychle použít na místě intoxikace osoby otravnou látkou [6].

Tabulka 1 – Dávkování anticholinergik [6]

Látka	Dávka v mg		
	<i>p. o.</i>	<i>i. m.</i>	<i>i. v.</i>
Atropin		2-5	2-5
Benactyzin	1-2		
Skopalamin		0,5-1	0,5-1

Další skupinou antidot jsou antidota kauzální, která slouží jako reaktivátory acetylcholinesterázy. Fungují na principu znovuoobnovení přenosu nervového vzruchu pomocí znovu aktivace inhibované AChE. Doposud nejpoužívanějším kauzálním protijedem je pralidoxim, který je označován jako 2-PAM., další známá kauzální antidota jsou například obidoxim a methoxim, které jsou díky svým vlastnostem neúčinnějším reaktivátorem AChE. Kvůli poměrně nízké reaktivační účinnosti byl experimentálně testován oxim HI-6, který byl následně do léčebné praxe zaveden díky svým výhodným vlastnostem [6].

Tabulka 2 – Dávkování reaktivátorů AChE [6]

Látka	Dávka v mg	
	<i>i. m.</i>	<i>i. v.</i>
Pralidoxim	0,5-1	0,5-1
Obidoxim	0,25	0,25
Methoxim	1	1
HI-6	0,8-1	0,8-1

Kromě výše zmiňovaného Combopenu, který slouží pro potřeby první pomoci a obsahuje kombinace funkčních i kauzálních antidot, jsou pro lékařskou pomoc zavedena léčiva – CHONOL I (atropin), CHONOL II (benaktyzin). Známé reaktivátory AChE taktéž představují léčiva jako RENOL (methoxim) a ANTIVA (HI6) [6].

3.5.2 Terapie otrav zpuchýřujícími otravnými látkami

Oproti NPL nejsou pro zpuchýřující látky známá specifická antidota a první pomoc při intoxikaci osoby zpuchýřující látkou je nejprve zamezení kontaktu osoby s látkou a odmoření postiženého místa. Pro odmořování je využíván univerzální prostředek Desprach, nebo roztok monochloraminu či manganistanu draselného. Pokud jsou látkou zasaženy dutiny, je nutné provést jejich výplach, a to pomocí fyziologického roztoku nebo alespoň nekontaminovanou a nezávadnou čistou vodou. Pomocí těchto tekutin je prováděn i výplach očí [6].

Jediná známá specifická antidota, která zabraňují účinku, jsou antidota pro terapie otrav lewisitem nebo yperity. Po zasažení lewisitem je možno osobě podat dimerkaptoproponol, který eliminuje toxické působení arzenu a je účinný až po dobu 24 hodin po zasažení organismu látkou. Specifická antidota jsou známá i pro yperity, ale oproti antidot pro lewisity nemají tyto protijedy praktický význam. Samotnému účinku yperitů je schopen zabránit 40% natrium thiosulfát, ale pouze v případě, je-li podán prakticky ihned po intoxikaci osob (do 30 minut). Tato skutečnost, při několikahodinové latenci účinků yperitu, v tomto případě výrazně ztěžuje použití antidot a antidotní terapie je v polních podmínkách prakticky nemožná [6].

3.5.3 Terapie otrav dusivými otravnými látkami

Odhalení dusivých otravných látek v prostředí je zjednodušené poměrně jednoduchými skutečnostmi, jako je výskyt zápachu, hromadné podráždění

očních sliznic a podráždění sliznic dutin. První pomoc poskytovaná zasažené osobě dusivými látkami je podobná s první pomocí poskytované osobám po intoxikaci jakoukoliv jinou toxickou látkou – zamezení dalšího kontaktu s otravnou látkou, zklidnění osoby, zabránění fyzické další fyzické námaze, sundání oděvu, aplikace protišokových opatření. Následující lékařská pomoc je založena především na podávání kyslíku zasaženým osobám, při těžších otravách je kyslík podáván pod tlakem. Samotné specifické antidotní prostředky nejsou v současnosti pro terapii otrav dusivými látkami známe [6].

3.5.4 Terapie otrav všeobecně jedovatými látkami

Jelikož do skupiny všeobecně jedovatých látek je možné zařadit velké spektrum rozdílných látek, je především antidotní terapie otrav složitější. Terapie otrav každé z těchto látek má specifické postupy a jelikož všeobecně jedovaté látky nejsou stěžejním tématem této diplomové práce, nebude jim věnována větší pozornost. Ovšem pro základní první pomoc platí stejná pravidla, jako pro předchozí skupiny látek: vynesení zasaženého ze zamořeného území, poskytnutí nepřímé srdeční masáže, uložení postiženého do stabilizované polohy a zajištění lékařské péče, během které bude postupováno na základě konkrétní otravné látky, kterou byla osoba intoxikována [6].

3.5.5 Terapie otrav zneschopňujícími látkami

Pro zneschopňující látky, které se dělí na psychicky zneschopňující a fyzicky zneschopňující, není známá jednotná antidotní terapie, kvůli odlišnosti látek. Ovšem pro značnou část psychicky zneschopňujících látek (psychomimetika) jsou využívány pro antidotní terapii otrav neuroleptika, konkrétně se jedná o látky jako je chlorpromazin, haloperidol, clozapin nebo risperidon [6].

4 METODIKA

Komparativní metoda, jinak nazývaná jako metoda srovnávací, která je používána pro výzkum a dílčí proces postavený na principu srovnávání (komparace). Pro komparaci je nezbytné vymezit a specifikovat oblasti, v kterých budou dané subjekty porovnávány. Nejprve je nutné vymezit právě dané subjekty, dále jejich vlastnosti, které budou srovnávány, posouzení srovnatelnosti (komparability – způsobilost ke komparaci), určení technik, které budou ke komparaci využity a závěrem je nezbytné určit způsob, kterým budou získané informace hodnoceny (pro tuto práci bude využita multikriteriální analýza, která je popsána dále v této kapitole). Zjednodušeně lze říci, že komparace je taktéž chápána jako určitá forma testování hypotéz a formy provedení analýzy, její výsledky silně závisí na postupu a formulování problému [30,31].

Multikriteriální analýza, kterou lze označovat českým synonymem jako vícekriteriální analýza variant. Tato poměrně jednoduchá analýza je nástroj podporující poměrně komplikovaná rozhodnutí, kdy se posuzují různé varianty mnohých hledisek, jinak nazývaných jako kritérií. Tato analýzy slouží jako metoda, která se používá především pro rozhodování mezi několika různými alternativami a následným výstupem analýzy je jedna, na základě specifik nejlepší, alternativa. Podstata multikriteriální analýzy tedy vychází z několika potenciálních variant a výsledkem je varianta jediná. Obecný postup vícekriteriálního hodnocení obsahuje čtyři samostatné kroky:

1. Identifikace alternativ a kritérií;
2. Ohodnocení kritérií;
3. Přidělení vah;
4. Výpočet ohodnocení [32,33,34].

Prvním krokem je identifikace a vytvoření soustavy alternativ, mezi kterými se bude v samotné analýze rozhodovat a kritérií, která budou součástí analýzy. Je nezbytné vytvořit účelově zaměřená kritéria, protože právě ta významně ovlivňují výsledky zkoumání. Další, a pro celou analýzu nejdůležitější, krok je kvantifikace a ohodnocení kritérií. Pokud nastane situace, že je samotné kritérium vyjádřené číselnou proměnnou (cena, množství, doba aj.), lze tuto hodnotu využít, ale je nutné hodnoty přetransformovat tak, aby vyšší hodnota odpovídala „lepší“ variantě (pokud platí i pro zbylá kritéria fakt, že vyšší = lepší). Tento problém lze například vyřešit přiřazením záporného znaménka, nebo hodnotu odečíst od vhodně určené konstanty. Ovšem využívanější variantou pro číselná kritéria je přiřazení kritériu vlastní hodnoty, neboť většina kritérií je nečíselná, je nutné jim hodnotu přiřadit a pokud bude hodnota přiřazována všem kritériím, lze je seřadit dle jejich vhodnosti od nejméně vhodných a výhodných až po nejvhodnější a nejvýhodnější. Na základě tohoto seřazení se kritériím přiřadí přirozená čísla (pro jednodušší výpočet, většinou se jedná o hodnoty 1 až X), pokud mají některá kritéria stejnou váhu, bude jim přiřazena stejná hodnota. Po kvantifikaci kritérií následuje krok normalizace, přidělení vah kritériím tak, aby součin kvantifikovaných kritérií a vah odpovídal významu, které určité kritérium má. Tyto váhy je nezbytné určit na základě pečlivé úvahy. Závěrečným krokem je samotný výpočet. Celkový výsledek získáme jako součet součinů kritérií s váhami daných kritérií. Závěr vychází z prvotního určení, zda varianty s vyšším součtem bereme jako výhodnější či naopak [34].

Samotná multikriteriální analýza bude vycházet z informací, které budou získané sběrem dat týkajících se vybraných látek. Pro zmíněný sběr dat budou využité odborné články a literatura. Konkrétně se bude jednat o vybrané psychofarmakum (fentanyl) a bojovou látku IV. generace (A-234 derivát Novičoku série A). Obě určené látky budou na základě multikriteriální analýzy porovnávány.

5 VÝSLEDKY

5.1 Fentanyl a jeho deriváty

Fentanyl s chemickým označením N-(1-(2-fenylethyl)-4-piperidinyl)-N-fenylpropanamid a jeho deriváty řadíme mezi analgetické látky, které jsou významné svou schopností tlumit bolest a potlačovat psychickou složku bolesti, a i následnou emotivní reakci na ni. Historie syntézy fentanylu sahá do roku 1959, kdy byla látka poprvé syntetizována chemikem Janssenem, který zastupoval belgickou firmu Janssen Pharmaceutica. O deset let později se začal fentanyl využívat pro lékařské účely a následně se začal používat masivně po světě, neboť se jedná o silné analgetikum, které vykazuje až 80krát vyšší účinky než morfin. Oproti morfinu má fentanyl mnohonásobně rychlejší nástup a taktéž rychlé odeznění účinků, je tedy v lékařství využíván spíše pro kratší lékařské zákroky. V nynější době jsou známy stovky derivátů fentanylu (nazývané jako fentalogs) s různými vlastnostmi, jako nejznámější lze zmínit alfentanil, sulfentali, remifentanil a carfentanil. Deriváty se liší svými vlastnostmi, jak fyzikálními, tak toxikologickými a veškeré tyto látky vykazují velmi výrazné toxické vlastnosti [35,36].

Fentanyl je bílý krystalický prášek bez jakéhokoliv zápachu s nahořklou chutí, snadno se rozpouští v etanolu, a naopak ve vodě je prakticky nerozpustný. Molekulová hmotnost fentanylu je 336,47 g/mol a bod tání se nachází mezi 83 a 84°C. Znamá nejnižší toxická látka pro člověka při intravenózním podání látky je 2 µg/kg, při orální aplikaci se udává množství 100 µg/kg váhy člověka. Jako letální dávka fentanylu se pro člověka udává 0,25 – 2 mg [36].



Obrázek 1 – Letální dávka fentanylu [36]

Jak je již výše zmíněno, fentanyl je nedílnou součástí lékařství a taktéž i veterinární praxe. Látka je podávána nitrožilně a slouží k anestetickým a analgetickým důvodům, je známo i využití pro zmírnění chronických bolestí, například pro pacienty trpící nádorovým onemocněním v terminálním stadiu nemoci. Ve veterinární praxi je fentanyl používán pro uspávání velkých zvířat [36].

Fyzikální, chemické, farmakokinetické i farmakodynamické vlastnosti dělají z fentanylu velmi atraktivní látku pro civilní zneužití, jedná se především o vlastnosti, jako je velmi rychlý nástup účinku a snadný průnik látky do CNS. Čistý fentanyl se pro drogové zneužití využívá zřídka, ale je přimícháván do ostatních drog, jako je například heroin, kdy ale o přítomnosti fentanylu v droze není uživatel prodejcem (přibližně z 50 %) obeznámen, a právě tato skutečnost je jednou z možností, proč výrazně vzrostla mortalita kvůli předávkování drogami. Fentanyl má oproti dalším drogám několikanásobné

opioidní účinky, tudíž je velmi atraktivní pro trh s drogami, protože drogy, kterých je fentanyl součástí lze více ředit, což pro prodejce znamená vyšší zisk. Pro nelegální obchod má fentanyl další vlastnosti, díky kterým je nelegální obchod s ním jednodušší, kvůli složité detekci je velmi často nemožné fentanyl a jeho deriváty detekční prostředky složek nemají schopnost tyto látky spolehlivě detekovat. Z roku 2015 je známá takzvaná „opiátová epidemie“, při které v USA výrazně vzrostla úmrtnost osob mladších 50 let z důvodu předávkování heroinem, jehož součástí byl fentanyl. Následující rok bylo zaznamenáno právě v USA úmrtí přibližně 59 tisíc osob na předávkování a předpokládá se, že na tomto rapidním nárůstu měl zásluhu nelegálně vyráběný a distribuovaný fentanyl. Evropa byla nárustem obliby fentanylu taktéž zasažena, v evropských státech se od roku 2004 stále častěji objevovaly nelegální laboratoře na syntézu fentanylu. V České republice se zatím fentanyl výrazně neobjeoval, i přesto Celní správa ČR eviduje již několik poštovních zásilek, v kterých se nacházela dodávka této toxické látky, hovoří se o množství látky v řádech kilogramů [36,37,38].

Díky silným analgetickým účinkům byl taktéž fentanyl zkoumán jako možná neletální zbraň a s využitím jeho vlastností měl působit jako látky k pacifikování velkého množství osob. Toto využití nese jedno zásadní riziko, rozdíl mezi smrtelnou a toxickou (účinnou) látkou je nepatrný (v některých oblastech tato vlastnost nazývána jako nízký terapeutický index). Další vlastností, která ztěžuje využití látky je skutečnost, že má fentanyl poměrně vysoký bod tání a v běžném prostředí se vyskytuje v pevném skupenství (v prášku), tudíž ho nelze za běžných podmínek převést do plynného stavu a je možno jej využít pouze ve formě aerosolu. Zmínky o pravděpodobně prvním bojovém zneužití fentanylu jsou známy z roku 1991 v Moskvě, kdy byl použit proti obráncům, při boji o parlament využit armádou fentanyl a nejspíše i jeho derivát. V roce 1997 byl fentanyl taktéž využit k bojovým účelům. Je znám pokus, kdy se agenti

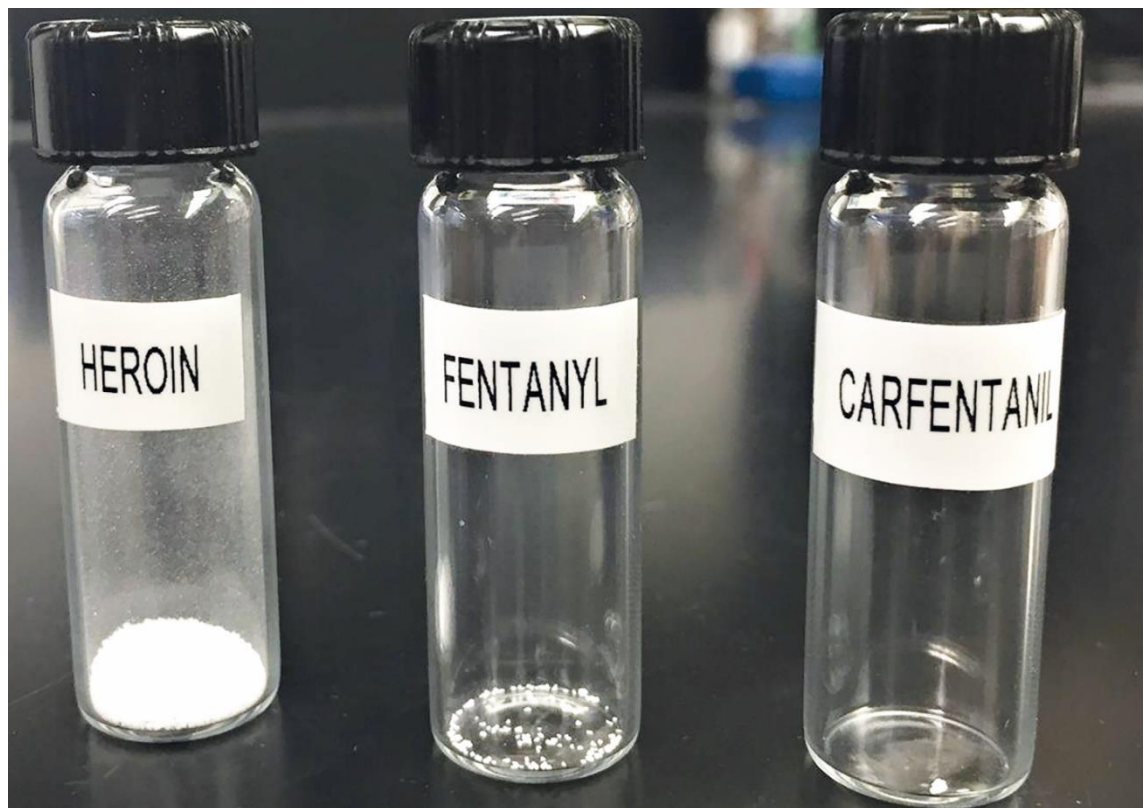
Mosadu v Jordánsku pokusili o útok na politika, vůdce Hamášu Khaleda Mashala. Dosud nejznámější použití fentanylu pochází z roku 2002, kdy byl použit při teroristickém útoku v Moskvě v divadle Dubrovka. Útok se odehrával mezi 23. a 26. říjnem v roce 2002, kdy byla budova divadla obsazena čechenskými teroristy a v budově se nacházelo přes 850 osob. Dne 26. října se ruská speciální jednotka rozhodla k záchranné operaci, kdy do prostor divadla začala jednotka vpouštět analgetický plyn, derivát fentanylu, aby ochromili reakce útočníků. Z důvodu velmi nízké letální dávky a těžkému odhadu koncentrace došlo k neštěstí, kdy použití derivátu fentanylu usmrtilo 130 rukojmích, velkou část útočníků v řadu desítek osob a zbylé osoby musely být hospitalizovány a několik dní setrvaly v nemocniční péči [36,39].

Pro příslušníky IZS je fentanyl a fentalogs výrazným nebezpečím a nečekaně může dojít k expozici. Příslušníci Policie ČR a Celní správy jsou tomuto nebezpečí vystaveny například při zadržení osob, které jsou podezřelé z distribuce a přechovávání omamných a psychotropních látek (dále jen OPL). Riziko je zvýšeno absencí osobních ochranných pomůcek a detekčních prostředků, tomuto riziku jsou stejnou mírou vystaveny i posádky zdravotnické záchranné služby, které poskytují neodkladnou přednemocniční péči osobám intoxikovaným OPL. Příslušníci sborů HZS ČR nesou taktéž riziko, kdy by mohli být intoxikováni fentanylem, či jeho deriváty, i přesto že jsou vybaveni ochrannými prostředky, tak je využití prostředků velmi často podceňováno a prostředky nejsou využívány v takové míře, v jaké by využívány být měly [36].

5.1.1 Carfentanil

Jak je již výše zmíněno, fentanyl, který je až 100x účinnější analgetikum než morfin, tak jeho derivát, carfentanil, je až 10 000x silnější než morfin a vzhledem právě kvůli tomu zásadně silnému účinku není v lékařské medicíně využíván. Pro člověka je prahová dávka pouze 1-2 μg a pro usmrcení člověka stačí pouze

jedno zrníčku velikosti zrnka máku. V roce 1985 byl provádět test carfentanilu na mladé ženě o hmotnosti 63 kilogramů. Ženě byl podán carfentanil intramuskulárně v množství 0,25 µg/kg. Již po sedmi minutách nastalo výrazné snížení vnímání doteku a bolesti, poté došlo k uspání, které bylo doprovázeno velmi živými sny. Po šedesáti minutách byl ženě podán intramuskulárně naloxon v množství 0,4 mg, který slouží jako antidotum při otravách fentanylem a jeho derivátů, po následujících 15 minutách byl opět podán naloxon 0,4 mg tentokrát intravenózní cestou. Po intravenózní aplikaci naloxonu došlo k potlačení účinku, během zotavování byla přítomna nevolnost a po dvou hodinách se zpětně projevila sedace [36,40].



Obrázek 2 – Smrtelné dávky opiátů [36]

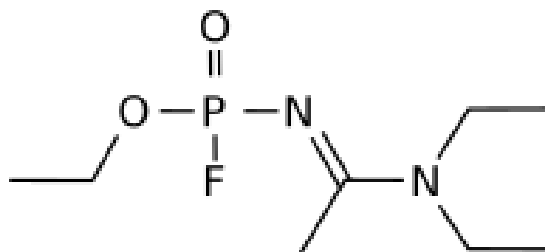
V USA a v Kanadě se v současnosti vyskytuje epidemie smrtí, která jsou následkem předávkování drogami, především heroinem, do kterých je přimíchán fentanyl, nebo velmi stopové množství carfentanilu, který výrazně

zvysuje účinek drog, ale kvůli neznalosti si dealeři a uživatelé neuvědomují, jak nízká je letální dávka a tím pádem, i jak je carfentanil nebezpečný. Velmi náročná je antidotní terapie, a to především z důvodu zvolené dávky naloxonu, protože při kombinaci carfentanilu a heroinu je nutná dávka naloxonu podávaného intravenózně 2 až 4 mg, při předávkování čistým heroinem je účinná dávka pouze 0,4 až 0,8 mg. Zasahující záchranáři tedy velmi často naloxon podávají a tudíž nejsou schopni pacienta oživit [40].

Jako neletální zbraň byl carfentanil nejspíše využit společně s fentanylem při osvobozování divadla Dubrovka. Jistě byl carfentanil použit například v městečku Nalčik nacházejícím se na Sibíři při osvobozování rukojmích zajatých v obchodě. Další známé využití carfentanilu je z doby, kdy Američané použili carfentanil při pokusu o dobytí komplexu jeskyní Tóra Bóra. Detailnější informace nejsou dostupné a nelze je dohledat [40].

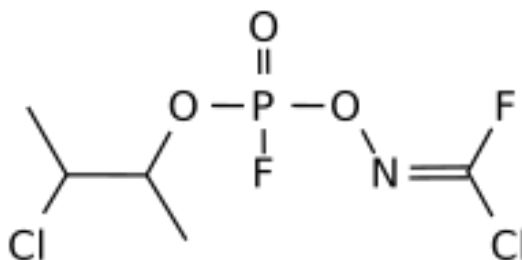
5.2 A-234 Novičok

Látka A-234, celým chemickým názvem ethyl N-[(1E)-1-(diethylamino)ethylidene]-phosphoramidofluoridate, je derivát Novičoku z řady A, který byl syntetizován jako prekurzor Novičoku-7 a vedou se diskuze, že právě tento derivát byl zneužit při útoku na Skripala. Látka A-234 patří do IV. generace BCHL je organofosfátový inhibitor enzymu acetylcholinesterázy a díky tomuto mechanismu účinku se řadí mezi nervově paralytické látky. Jedná se o binární zbraň, která byla poprvé vytvořena v sedmdesátých letech 20. století Sovětským svazem ve výzkumném programu Foliant [41].



Obrázek 3 – Chemická struktura Novičoku A-234 dle Mirzayanova [41]

Důležitým faktem je skutečnost, že o celé skupině Novičoků je velmi málo dostupných informací a o některých jejich vlastnostech se vedou diskuze, nebo jsou jejich vlastnosti pouze teoreticky odhadované, a za to může i fakt, že sovětská literatura o látkách z řady Novičoků hovoří jako o organofosfátových pesticidech s cílem zamaskovat pravý význam programu. Je známa i alternativní struktura látky A-234 (rozdílná oproti struktuře uváděné v literatuře dle Mirzayanova), která byla již dříve navržena západními experty, jako je například expert na chemické zbraně Steven Hoenig [41].



Obrázek 4 – Chemická struktur Novičoku A-234 dle Hoeniga [41]

Uváděná molární hmotnost je 224,216 g/mol, bod tání se pohybuje kolem 3 °C, bod varu má hodnotu 264 °C, tudíž v přirozených podmínkách se látka A-234, nachází v kapalně fázi. Níže v tabulce jsou uvedeny hodnoty bodu tání a varu bojových chemických látek předchozích generací a dalších derivátů Novičoků.

Z tabulky vychází fakt, že body tání Novičoků řady A jsou výrazně vyšší, než body tání předchozích bojových látek [41,42].

Tabulka 3 – Body tání a varu BCHL a Novičoků řady A [43]

Nerve Agent	Melting Point (°C)	Boiling Point (°C)
Tabun	-50	240
Sarin	-57	147
Soman	-42	167-200
VX	Below -51	298
A-230	5.56	259.92
A-232	5.65	266.59
A-234	3.06	264.11

Neexistují zatím žádné oficiální a veřejně dostupné informace o toxicitě Novičoků, všechny hodnoty jsou tedy pouze teoreticky odvozené. Mirzayanova literatura uvádí, že všechny Novičoky jsou několika násobě toxičtější než ostatní bojové látky. Pro porovnání se udává, že derivát A-230 je 5 až 8x toxičtější, než BCHL II. generace VX, zatímco derivát A-232 je prezentován jako 10x toxičtější než soman. V nadcházející tabulce jsou uvedeny letální koncentrace a letální dávky, uváděny pro 70 kg muže ve střední zátěži, k porovnání s BCHL II. generace. Z těchto hodnot vychází skutečnost, díky které lze říci, že deriváty A-230, A-232 a A-234 jsou nejtoxičtějšími nervově paralytickými látkami. Pro derivát A-234 je odhadováno, že střední letální koncentrace je 7 mg/m³, z čehož vyplývá, že právě polovina mužů o hmotnosti 70 kg by při mírné fyzické aktivitě zemřela po pouhých 2 minutách expozice, tato skutečnost odpovídá střední letální dávce 0,2 mg inhalační cestou vstupu do organismu, a tudíž se z ní stává velmi nebezpečná potenciální chemická zbraň, která by mohla být zneužita. Z tohoto důvodu byl Novičok A-234 nedávno (v platnosti od 7. června 2020)

přidán do seznamu přílohy 1 o chemických látkách Úmluvy o zákazu chemických zbraní, a tudíž jsou u ní zavedena nejprísnejší deklarační a ověřovací opatření, která jsou kombinovaná s limity a zákazem výroby a používání [41,43].

Tabulka 4 – Letální koncentrace a dávky BCHL a Novičoků řady A [43]

Neurotoxic Compounds	LCT ₅₀ for Humans (mg-min/m ³)	LD ₅₀ (g/70 kg man)
GA	400	1
GB	55	1.7
GD	70	0.35
VX	15	0.006–0.01
A-230	1.9–3 *	7.5 × 10 ⁻⁴ –0.002 *
A-232	7 *	0.035 *
A-234	7 *	0.035 *

* Estimated values.

O ochraně, antidotní terapii a dekontaminaci Novičoků řady A taktéž nejsou žádné známé informace. Na základě chemické struktury derivátů řady A lze předpokládat, že díky podobnostem s ostatními známými nervově paralytickými látky, mohou být sloučeniny A-série dekontaminovány zásaditými více než 10 % roztoky NaOH nebo NaCO₃. Série A má dle dostupných zdrojů stejný mechanismus účinku, jako nervově paralytické látky řady G a V, tím pádem by profylaktická terapie zahrnovala podání intoxikované osobě směs anticholinergika (pro snížení koncentrace Ach), antikonvulziva (boj s účinky cholinergního syndromu) a oximu (k reaktivaci AChE) [44].

5.3 Multikriteriální analýza

Na základě informací uvedených výše, které byly získány pomocí obsahové analýzy odborných článků a dokumentů podrobně hovořících o látkách, které jsou v multikriteriální analýze porovnávány.

Jako alternativy byly vybrány tyto látky:

- **Fentanyl**
- **A-234**

Zvolená kritéria:

- **Informace** – dostupné informace o látce, jejích vlastnostech, syntéze a jejím použití
- **Dostupnost látky** – především dostupnost pro civilní obyvatelstvo, tudíž hrozící zneužití nejen pro vojenské konflikty, ale i pro možnost využití teroristy
- **Letální dávka** pro vstup toxické látky do organismu dýchacími cestami
- **Skupenská fáze v prostředí**
- **Omezení Úmluvou o zákazu chemických zbraní**
- **Profylaxe**

Tabulka 5 – Určení alternativ a kritérií pro multikritériální analýzu

KRITÉRIA \ ALTERNATIVY	FENTANYL	A-234
Informace	Volně dostupné a úplné informace	Neúplné informace, většina z nich teoretická a odhadovaná
Dostupnost látky	Používaná v medicíně (humánní i veterinární), zneužívaná jako droga	Prakticky nedostupná, syntetizovaná v Rusku, možné zneužití ruskou armádou
Letální dávka	0,25 – 2 mg	0,2 mg
Skupenská fáze v prostředí	Pevná	Kapalná
Omezení Úmluvou	Ne	Ano
Profylaxe	Známa (látky i dávkování)	Odvozená dle struktury látky, pouze teoretická

Dalším krokem analýzy je přiřazení vah všem kritériím od nejpodstatnější (3) po nejméně podstatnou (1). Pro provedení této analýzy bude hodnota 3 přiřazena kritériím, která jsou nejvýznamnější z hlediska možného zneužití látky jako chemické zbraně. Naopak bude tedy hodnota 1 přiřazena kritériím, která jsou pro potenciální zneužití méně podstatná. Po přiřazení vah kritériím následuje kvantifikace kritérií ke vztahu k alternativám. V tomto případě budou kritéria kvantifikována hodnotou 1 (méně významné kritérium ke vztahu s alternativou v souvislosti s zneužitím látky jako BChL) nebo hodnotou 2 (významnější kritérium ke vztahu s alternativou v souvislosti s zneužitím látky jako BChL).

Tabulka 6 – Uvedení vah a kvantifikace kritérií

KRITÉRIA \ ALTERNATIVY	VÁHA	FENTANYL	A-234
Informace	2	2	1
Dostupnost látky	3	2	1
Letální dávka	3	1	2
Skupenská fáze v prostředí	3	1	2
Omezení Úmlouvou	2	2	1
Profylaxe	1	1	2

Tabulka 7 – Multikriteriální analýza

KRITÉRIA \ ALTERNATIVY	VÁHA	FENTANYL	A-234
Informace	2	$2 \times 2 = 4$	$2 \times 1 = 2$
Dostupnost látky	3	$3 \times 2 = 6$	$3 \times 1 = 3$
Letální dávka	3	$3 \times 1 = 3$	$3 \times 2 = 6$
Skupenská fáze v prostředí	3	$3 \times 1 = 3$	$3 \times 2 = 6$
Omezení Úmlouvou	2	$2 \times 2 = 4$	$2 \times 1 = 2$
Profylaxe	1	$1 \times 1 = 1$	$1 \times 2 = 2$
VÝSLEDNÉ VYHODNOCENÍ	x	$4 + 6 + 3 + 3 + 4 + 1 = \mathbf{21}$	$2 + 3 + 6 + 6 + 2 + 2 = \mathbf{21}$

Po přiřazení vah kritériím a jejich kvantifikaci byla provedena samotná multikriteriální analýza, která byla provedena součtem součinu vah kritérií a jejich hodnot pro jednotlivé látky, které jim byly přiřazeny při kvantifikaci.

Po závěrečném výsledném vyhodnocení nám jako výstup vyšly dvě hodnoty. Pro obě porovnávané látky byla výsledná hodnota stejná, konkrétně se jedná o číslo 21. Skutečnost, že jsou obě hodnoty stejné, vypovídá o faktu, že obě látky lze potenciálně stejně využít jako možné BCHL.

6 DISKUZE

I přes skutečnost, že laická společnost a osoby nezainteresované v tématu týkajícího se vojenských toxických látek, výzkumu a vývoji nových bojových chemických látek, mohou nabývat dojmu, že použití toxických látek pro válečné účely a jejich vývoj, je již minulostí, a že tato hrozba není aktuální, tak nejen výsledky této výzkumné práce potvrzují opak. Tato zmíněná domněnka o neaktuálnosti použití bojových chemických látek v konfliktech je milná, i přes skutečnost, že existuje mezinárodní smlouva o nevyvíjení, nevyrábění, nehromadění a nepřechovávání chemických zbraní známá jako Úmluva o zákazu vývoje, výroby, hromadění zásob a použití chemických zbraní a jejich zničení, která doplňuje závazky vyplývající z již dříve přijaté Ženevské úmluvy z roku 1925. I přes značnou rozsáhlost Úmluvy o chemických zbraních a její neustálé aktualizování a zahrnování stále nových látek do protokolů o zákazu BCHL není možné, aby Úmluva reflektovala veškeré aktuální hrozby týkající se zneužití chemických látek, neboť se neustále nové látky syntetizují a vytvářejí se další a další deriváty, které jsou toxičtější než látky výchozí.

Aktuální hrozbou, je stále větší ruské prozkoumávání látek z řady Novičků, jejichž syntéza byla zahájena v 70. letech 20. století v Sovětském svazu s krycím názvem projektu, Foliant. Novičky jsou poměrně často diskutované, neboť jejich vlastnosti jsou společností prakticky neprozkoumané a pro širší společnost neznámé, naopak jsou pouze teoretickými způsoby vypočítávané a odhadované, a tudíž je poněkud nemožné proti nim vyvinout stoprocentní ochranné pomůcky, antidotní terapii, postupy pro dekontaminaci a je tedy velmi obtížné se připravit na situaci, kdy by bylo prostředí právě těmito látkami zamořeno. Na základě struktury Novičků a jejich mechanismu účinků, který je stejný jako mechanismus účinku nervově paralytické látky (tudíž se Novičky řadí mezi NPL a jsou označovány jako NPL IV. generace) se odhaduje, že dekontaminace a antidotní terapie těchto látek bude prakticky srovnatelná, popřípadě velmi

obdobná se způsoby dekontaminace a terapie již známých nervově paralytických látek II. generace. I přes tento odhad se může skutečnost lišit, a tudíž k možnému zneužití Novičoků musíme přistupovat s ještě větším respektem a nadhledem a na tyto odhadované skutečnosti se stoprocentně nespoléhat. Naopak je nutno přemýšlet nad jinými alternativami terapií, a především se zaměřit na úplné omezení dalšího vývoje Novičoků a na zabránění jakéhokoliv dalšího použití, jak vojenského, tak nevojenského charakteru. Je důležité zmínit, že tato hrozba plyne především ze strany Ruska, jehož specialisté a vědci se výzkumem a vývojem dalších derivátů z řad Novičoků stále zabývají.

Diplomová práce je zaměřena na derivát Novičoku z řady A, jedná se konkrétně o látku A-234. Tato látka a další deriváty řady A se nyní řadí mezi nejtoxičtější známé bojové chemické látky a nejspíše právě zde diskutovaný derivát A-234, byl zneužit při útoku na Skripala. Pravděpodobně jako reakce na tento útok a na stále zvyšující se riziko použití této konkrétní látky, byla látka A-234 s platností od 7. června 2020 Úmluvou o zákazu chemických zbraní zahrnuta do seznamu zakázaných látek přílohy 1. Tento fakt je uveden a využit i v provedené multikriteriální analýze v tabulce č. 5, kde jsou slovně popsána kritéria a v kapitole 5.2 A-234 Novičok jsou detailněji popsány veškeré podrobnosti týkající se látky A-234 a dalších Novičoků řady A.

Výše zmíněný Novičok A-234 sloužil v analýze jako vzorová látka s vzorovými vlastnostmi, a právě s těmi byly porovnávány vlastnosti a podrobnosti o vybraném psychofarmaku (Fentanyl). Fentanyl je poměrně, i pro veřejnost, dostupnou látkou, neboť se v současnosti využívá především jako veterinární farmakum. Z opačného hlediska je fentanyl zneužíván jako droga, kdy je drogovými dealery přimícháván do jiných drog, například do heroinu. Fentanyl je v tomto ohledu zneužíván kvůli svým účinkům, které se podobají účinkům drog a k intoxikaci stačí minimální dávka, proto prodejci a dealeri drog

mohou prodávanou látku více naředit. Z toho pro ně plyne výrazně větší výdělek. Na druhou stranu je nutno zmínit, že letální dávka fentanylu je srovnatelné s několika zrnky máku, tudíž velmi často, během užívání takto pančovaných drog, dochází ke smrtelným otravám, které jsou při zásahu záchranáři léčeny jako předávkování heroinem. Intoxikovaným osobám je tedy podáváno antidotum v dávce účinné na tento typ otrav (otravy heroinem), tyto dávky jsou nedostačující na terapii otrav fentanylem, tím pádem ve většině případech dochází ke smrti pacienta. V České republice zatím není známo příliš časté zneužívání fentanylu v drogovém průmyslu, naopak ale například USA musí tomuto problému velmi často čelit, neboť si fentanyl uživatelé drog velmi oblíbili a američtí lékaři se poměrně často setkávají s předávkováním drogami s následkem smrti. A právě tento fakt potvrzuje to, že je fentanyl velmi jednoduše dostupný a hrozí tedy civilní zneužití, kdy by mohl být fentanylem kdokoliv velmi jednoduše otráven a usmrčen.

Celá pátá kapitola nesoucí název Výsledky, se zabývá komparací a multikriteriální analýzou, která byla provedena za účelem zjištění, zda fentanyl může být potenciální vojenskou látkou. Obě látky, A-234 a fentanyl, byly srovnávány a na základě komparace jim byly přiřazeny hodnoty 1 a 2. V tabulce číslo 6 jsou uvedeny přiřazené hodnoty a váhy kritérií, které následně slouží k provedení analýzy. Výsledky analýzy hovoří poměrně jasně, jak je uvedeno v tabulce číslo 7. Výsledné hodnoty si jsou rovny, jak pro fentanyl, tak pro Novičok A-234 vyšla hodnota 21. To nám tedy ukazuje skutečnost, že fentanyl může být stejnou hrozbou pro společnost, jako je látka A-234 a celkově Novičoky řady A. Dle mého subjektivního názoru je pro společnost fentanyl ale hrozba větší, a to především kvůli jeho dostupnosti. Přispívá tomu i fakt, že konkrétně tato látka není zanesena Úmluvou o zákazu chemických zbraní do seznamu zakázaných látek. Při nahlédnutí do minulosti, kdy byl fentanyl využit při obléhaní divadla Dubrovka, je vidět, jak nebezpečnou látkou fentanyl je.

I když byl fentanyl teoreticky využit z mírových důvodů, tedy aby byli osvobozeni rukojmí z obléhaného divadla, přišlo o život mnoho civilistů. Tato událost tedy pouze dokazuje sílu fentanylu a jeho potenciál, aby se oficiálně stal vojenskou toxickou látkou a aby byly i nadále zkoumány a syntetizovány další psychofarmaka, která by mohla sloužit pro vojenské účely. I přes to, že byl v analýze zmiňován fentanyl, je další možnou, a ještě větší hrozbou derivát fentanylu carfentanil. Carfentanilu je věnována kapitola 5.1.1, kde jsou jeho vlastnosti podrobněji popsány. Je známo, že je carfentanil několikanásobně účinnější a toxičtější než samotný fentanyl a k usmrcení člověka stačí pouze jedno zrno odpovídající jednomu zrnu máku.

Oproti Novičoku A-234, který se v přirozených podmínkách nachází v kapalně fázi a je tedy jeho zneužití poněkud jednodušší, se fentanyl i jeho toxičtější derivát carfentanil v přirozeném prostředí nachází ve fázi pevné a je tedy poněkud složitější látku rozšířit do prostředí. Možnost, jak rozšířit fentanyl do prostředí, je zapomocí aerosolu, kdy se vlastně z fentanylu vytvoří „uspávací plyn“. V tomto stavu byl fentanyl využit i při osvobození již výše zmíněného divadla Dubrovka nedaleko Moskvy.

Fentanyl, jakožto známá a dostupná látka, nám nabízí možnosti, jak se na potenciální útok připravit. Díky dostupnosti, lze s fentanylem i s jeho deriváty provádět různé experimenty, jak na zvířatech, tak i na dobrovolnících, které nám přesněji ukáží, jak tyto látky na organismus působí, jaká je možnost profylaxe, jak se chránit před kontaminací a v neposlední řadě, jak provádět dekontaminaci osob i prostředí. Pro složky IZS je tato možnost stěžejní, neboť díky ní se složky mohou na zásahy v kontaminovaném prostředí připravit, například pomocí vyhlášeného cvičení.

Je až překvapivé, jak velká možnost je, že k expozici fentanylem, či jeho deriváty dojde a jak často se příslušníci všech složek IZS s ním mohou setkat. Jednou, řekla bych že z méně nebezpečnější, variantou, je kontakt příslušníků PČR a příslušníků Celní správy ČR, ke které dochází při zadržení osob, které jsou podezřelé z distribuce omamných a psychotropních látek a nakládání se zadrženými zásilkami. Tento možný kontakt nese menší riziko kontaminace, a to z důvodu, že jsou látky přepravovány v uzavřeném a dobře chráněném obalu, tudíž při korektním nakládání se zásilkou, využití ochranných rukavic a dodržení správných hygienických postupů by příslušníkům intoxikace fentanylem hrozit neměla. Pro příslušníky je ale nezbytnou nutností dodržování pokynů a dbání na maximální opatrnost i při nepotvrzeném výskytu fentanylu, neboť nemají vhodné detekční prostředky, které by výskyt této vysoce toxické, a i jiných toxických látek odhalily. Riziku jsou taktéž vystaveni i zasahující lékaři a záchranáři posádek zdravotnické záchranné služby, kteří poskytují přednemocniční neodkladnou péči osobám s potvrzenou intoxikací omamnými a psychotropními látkami, nebo osobám, které se nacházeli v prostředí kontaminovaném aerosolem fentanylu. Jak je již uvedeno, fentanyl se nejčastěji nachází v podobě prášku a pokud je uložen v uzavřené nádobě, tak je riziko kontaminace velmi nízké, problém ale nastává v momentě, kdy je fentanyl skladován volně, a i přes veškerou opatrnost, aby ke kontaminaci nedošlo, dochází k rozptýlení tohoto prášku do okolí v podobě fentanylvého aerosolu, který je vytvořen činností zasahujících osob. V momentě, kdy dochází k rozptylu aerosolu, jsou ohroženy všechny osoby nacházející se v blízkém okolí, které nemají odpovídající ochranu dýchacích cest a prachotěsný ochranný oděv, neboť je známo, že fentanyl působí toxicky nejen po jeho vdechnutí, ale i po běžném kontaktu s kůží. Je nutné podotknout, že vybavenost, nejen poskytovatelů Zdravotnické záchranné služby, ale i příslušníků Policie ČR, je pro zásahy v prostředí kontaminovaném chemickými látkami značně nedostatečná. Touto skutečností se mimo jiné zabývala studentka Veronika Tolde, DiS.,

kteřá ve své bakalářské práci s názvem Připravenost pracovníků zdravotnické záchranné služby na zásah při úniku chemické látky, pomocí dotazníkového zkoumání zjistila, že vybavenost vozů ZZS chemickými ochrannými prostředky je velmi nedostatečná. Dle zkoumání, které studentka provedla, pouze 10 % vozů obsahuje protichemický oblek a pouhých 8 % vozů obsahuje chemickou masku. Na druhé straně je vybavenost vozidel PČR na chemický zásah oproti vozidlům ZZS ještě na poměrně horší úrovni, kdy protichemickými obleky (v množství tří kusů) je vybaveno pouze velitelské vozidlo, tudíž ostatní jednotky PČR ani nemají možnost, jak se proti fentanylu a jeho derivátům v zamořeném i pouze v potenciálně zamořeném prostředí chránit. K nedostatečným ochranným pomůckám je nutno připomenout i absenci detekčních prostředků. Oproti příslušníkům PČR a ZZS jsou příslušníci HZS ČR, kteří zasahují v prostorách, kde se vyskytují podezřelé prášky či chemikálie a při zásahu asistují PČR, vybaveni osobními ochrannými prostředky, které jsou také účinné v prostředí kontaminovaném fentanylem, jedná se o dýchací techniku (izolační a filtrační dýchací přístroje), protichemické ochranné oděvy a taktéž disponují spolehlivou detekční a měřicí technikou [45,46].

Efektivní ochranu nejen před fentanylem příslušníkům IZS zasahujícím v kontaminovaném prostředí mohou dostatečně poskytnout zalepené celotělové ochranné oděvy typu 3, které jsou doplněny izolačním dýchacím přístrojem, nebo dýchací maskou, která musí být doplněna vhodným filtrem, jako je například filtr typu CM-6 nebo filtr typu MOF-6. Pro ochranu rukou postačí jednorázové chirurgické rukavice (nitrilové), nejlépe použité ve dvou vrstvách s tím, že svrchní vrstva rukavic bude v pravidelných intervalech měněna, ovšem spolehlivější a vhodnější ochranou rukou je kombinace tenkých protichemických rukavic se svrchní vrstvou v podobě rukavic chirurgických, které by byly taktéž pravidelně vyměňovány. Na základě skutečnosti, že jednotky PČR jsou prakticky nevybaveny protichemickými ochrannými

prostředky, i přes aktuálnost hrozby použití toxických chemických látek a možností, že zasahující se mohou do kontaktu s toxickými látkami dostat, nebo dokonce zasahovat v zamořeném prostředí, by bylo vhodné příslušníkům PČR zajistit kvalitní ochranné prostředky. Dle mého názoru by měl mít každý příslušník přístup k zásahovému chemickému balíčku, který by obsahoval výše zmíněný protichemický celotělový oblek, dýchací masku s vhodným filtrem a několik párů nitrilových rukavic. V ideálním případě by měly být alespoň některá vozidla jednotek vybavena těmito balíčky, které by byly doplněné detekčním zařízením, jež by přítomnost chemické látky odhalilo. Je důležité zmínit, že toto vybavení by posloužilo na jakýkoliv zásah, kde hrozí intoxikace chemickou látkou, ne pouze na zásahy týkající se fentanylu a fentalogs. Nezbytným krokem by pro zlepšení připravenosti příslušníků PČR bylo uskutečnění školení zaměřené na zásahy v kontaminovaném prostředí, na které by navazovalo prověřovací cvičení, kde by bylo ověřeno, zda jsou příslušníci připraveni na bezpečný zásah a možné komplikace v takovém prostředí. Tento návrh na poskytnutí lepší chemické ochrany je s ohledem na cenovou náročnost tohoto řešení poměrně nereálný, ale řešení by to bylo ideální. Jedním z dalších řešení by bylo alespoň postupné zvyšování počtu protichemických obleků a masek a postupné zavádění těchto protichemických balíčků do základního vybavení zásahových vozů, neboť je důležité a nezbytné dbát na maximální bezpečnost a ochranu příslušníků, která by byla výrazně zvýšena touto možností, kdy by měli příslušníci PČR možnost, například na základě doporučení velitele zásahu, či na základě hodnot, které by vyhodnotilo potenciální detekční zařízení, protichemické vybavení využít [36].



Obrázek 5 – Ochranná celoobličejová maska s vhodným filtrem [47]



Obrázek 6 – Ochranný oděv typu 3 [48]

Vzhledem k zde diskutovanému problému, nedostatečná vybavenost příslušníků PČR na chemické zásahy, nastává problém, že příslušníci PČR během takových zásahů jsou nejen ohrožováni na životě a zdraví kvůli absentujícímu vybavení a prostředkům, které by zasahující upozornily na přítomnost toxické látky, tak je zároveň omezena jejich variabilita činností,

neboť se musí nacházet pouze v čisté zóně zásahu, kde nejsou přímo ohroženi uniklou, či v prostoru nacházející se látkou. Pokud by tedy výjezdové jednotky, alespoň z části byly vybaveny takzvanými chemickými balíčky a příslušníci by měli absolvován podrobný kurz, jak se v takovém prostředí chovat, jakým způsobem obleky používat (oblékání, svlékání, dekontaminace, nakládání s odpadem) byla by jejich variabilita výrazně větší a příslušníci by mohli být více využíváni velitelem zásahu. Nezbytné je ale zmínit, že pokud by takový stav nastal a PČR by se částečně stala samostatnější jednotkou, je zde stále nutná a nezbytná spolupráce s výjezdovými jednotkami HZS ČR, které zajišťují případnou potřebnou dekontaminaci osob. Aby dekontaminaci prováděli samotní příslušníci PČR je nemožné, a to nejen z důvodu náročnosti na jejich vybavení, ale i na personál a jeho edukaci.

Zásahy v kontaminovaném prostředí nejsou zas tak časté, ale nynější hrozbou je, že právě v drogovém prostředí České republiky je možnost, že začne značně vzrůstat obliba fentanylu i carfentanilu a prakticky veškeré zásahy v oblasti drog začnou být potenciálně nebezpečné z ohledu, že bude hrozit intoxikace osob skrz kůži. Bude tedy během zásahu, ze strany příslušníků PČR, nutnost dodržovat veškeré bezpečnostní zásady. Jedná se především o zacházení s veškerými podezřelými látkám a zásilkami s největší opatrností a obezřetností, využívání nitrilových rukavic v dvouvrstevném systému, kdy jsou vrchní rukavice pravidelně obměňovány, používání ochrany dýchacích cest (využití alespoň respirátorů třídy FFP2) a pohybování se v prostoru s největším rozmyslem a s vysokou opatrností, aby bylo co nejvíce zamezeno nechtěnému vytvoření aerosolu.

6.1 Vyhodnocení hypotéz

Hypotéza H1: Do budoucna hrozí, že bude fentanyl a další psychofarmaka zneužíván jako vojenské toxické látky.

Dle podrobného zkoumání vlastností fentanylu, a i z jeho využití v nedávné minulosti vychází fakt, že nejen fentanyl, ale i další psychofarmaka se mohou stát další generací bojových chemických látek. Tuto domněnku taktéž potvrdila provedená multikriteriální analýza, kde výsledné hodnoty, pro již známou bojovou chemickou látku (A-234) a určené psychofarmakum byly rovny. Je tedy podstatné, aby nejen zasahující složky IZS byly připravené na zásah v prostředí, které je zamořeno právě takovou látkou.

Hypotéza H2: Nebezpečí zneužití psychofarmak jako potenciální vojenské toxické látky a jejich účinků lze srovnat s nebezpečím použití a účinků BCHL IV. generace.

Provedením multikriteriální analýzy byla tato hypotéza taktéž, jako hypotéza H1 potvrzena. Byla vybrána látka fentanyl, jako zástupce skupiny psychofarmak, která byla následně srovnávána s bojovou chemickou látkou A-234, která je známá jako bojová chemická látka IV. generace, je z řady Novičoků a označuje se nyní jako jedna z nejvíce toxických bojových látek. Dle komparace jejich vlastností lze usoudit, že jsou psychofarmaka stejně nebezpečná jako BCHL IV. generace a provedená analýza následně tento výrok potvrdila. Především je důležité vzít v potaz skutečnost, že obě skupiny látek mají jiný mechanismus účinku na organismus, intoxikace se projevují různými způsoby a antidotní terapie jsou taktéž naprosto rozdílné.

7 ZÁVĚR

Ať už je současná společnost jakkoliv vyspělá, tak je hrozba vojenského konfliktu stále více, či méně aktuální. S neustálým vývojem a modernizací všech technologií a postupů dochází taktéž k vývoji dalších nových bojových chemických látek, které by mohly být v konfliktech využity, a to nejen proti vojenským silám, ale i proti civilnímu obyvatelstvu. Nejen z tohoto důvodu jsem si zvolila pro svou diplomovou práci právě tuto problematiku, která se zabývá zavedením další skupiny látek mezi vojenské toxické látky.

V úvodní části byl čtenář seznám se skutečnostmi týkajícími se dosavadního využití bojových chemických látek, jaké bojové chemické látky jsou doposud známy, jaký mají mechanismus účinku a možnosti, jak se před těmito látkami ochránit. Část práce byla taktéž věnována historii, a to především historii vývoje bojových chemických látek, kterých jsou doposud popsány čtyři generace a po popisu látek byly čtenáři představeny skutečnosti kdy a v jakých konfliktech byly právě tyto látky využity. Tato část práce je samozřejmě doplněna i o informace, kdy byly látky objeveny, syntetizovány, testovány a následně i zavedeny do arzenálu vojenských zbraní. Dále byly krátce představeny psychofarmaka a jejich využití, jedná se především o vojenské využití jako neletálních bojových chemických zbraní.

Po teoretickém úvodu a přiblížení čtenáři současného stavu byla krátce uvedena metodika, která byla v práci použita. Jedná se o metodu komparace a multikriteriální analýzy. Na metodiku plynule navazují výsledky zkoumání. Nejprve jsou představeny vlastnosti a fakta týkajícími se konkrétních látek, které nám slouží jako vzorové látky pro provedení multikriteriální analýzy. Jedná se o nebezpečné psychofarmakum – fentanyl a o jednu z nejtoxičtějších bojových chemických látek – Novičok A-234. Výsledky zkoumání hovoří poměrně jasně

a vyplývá z nich, že fentanyl jako zástupce psychofarmak je potenciálně stejně nebezpečný, jako již známé bojové chemické látky IV. generace.

V diskuzi jsou následně probrány cíle, které byly určeny v úvodu práce. Je tedy jasné, že psychofarmaka mohou být v budoucnu zneužívané jako vojenské toxické látky. Z dostupných informací vyplývá fakt, že pro tyto zásahy, kdy dochází ke kontaminaci prostředí psychofarmaky, není základní složka IZS – Policie ČR dostatečně vybavená a připravená. Proto se část kapitoly číslo 6 s názvem Diskuze zabývá doporučeními, jak zajistit připravenost příslušníků PČR na tyto případy, a především jaké vhodné vybavení (prostředky individuální ochrany) příslušníkům zajistit, aby nebyly ohroženy jejich životy a zdraví a zvýšila se jejich možná operabilita.

Závěrečnou částí práce je na základě zjištěných informací vyhodnocení hypotéz. Obě hypotézy (H1 a H2), které byly stanovené v úvodní části práce, byly díky provedené analýze potvrzeny. Fentanyl lze tedy považovat za bojovou chemickou látku budoucnosti se srovnatelnou nebezpečností, jakou vykazuje látka Novičok A-234.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BCHL	Bojové chemické látky
NPL	Nervově paralytické látky
AChE	Acetylcholinesteráza
CNS	Centrální nervová soustava
LSD	Kyselina d-lysergová
OPL	Omamné a psychotropní látky

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BALOG, Karol a Ivana ZAPLETALOVÁ-BARTLOVÁ. Základy toxikologie. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1998. ISBN 80-86111-29-6.
2. LINHART, Igor. Toxikologie. 2. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2014. ISBN 978-80-7080-877-1.
3. Toxikologie: Členění toxikologie. Toxikon [online]. 2007 [cit. 2022-12-27]. Dostupné z: <http://www.biotox.cz/toxikon/toxikologie/deleni.php>
4. Bojové otravné látky, biologická agens a prostředky individuální ochrany. Praha: MV-generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2007. ISBN 978-80-86640-99.
5. PITSCHMANN, Vladimír. Chemické zbraně a ochrana proti nim. Praha: Manus, 2011. ISBN 978-80-86571-09-6.
6. PATOČKA, Jiří. Vojenská toxikologie. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0608_3.
7. PITSCHMANN, Vladimír. Analýza toxických látek detekčními trubičkami. 2. Drahelčice: Econt consulting, 2005. ISBN 80-86664-03-1.
8. Facts About Nerve Agents. New York State [online]. New York: NY Government [cit. 2023-01-04]. Dostupné z: https://www.health.ny.gov/environmental/emergency/chemical_terrorism/nerve_agents_general.htm
9. MATOUŠEK, Jiří a Petr LINHART. CBRN: Chemické zbraně. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. ISBN 80-86634-71-X.
10. Russian VX. PubChem [online]. USA: National Library of Medicine [cit. 2023-01-05]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Russian-VX>

11. SLABOTINSKÝ, Jiří a Stanislav BRÁDKA. Ochrana osob při chemickém a biologickém nebezpečí. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006. ISBN 80-86634-93-0.
12. MATOUŠEK, Jiří. CBRN: Biologické zbraně. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. ISBN 978-80-7385-003-6.
13. HALÁMEK, Emil a Zbyněk KOBLIHA. Potenciální bojové chemické látky. Chemické listy. 2011, (105), 323-333. ISSN 1213-7103.
14. PITSCHMANN, Vladimír. Šamani, alchymisté, chemici a válečníci: Období od prehistorie do roku 1914. Praha: Naše vojsko, 2010. ISBN 978-80-206-1110-9.
15. PITSCHMANN, Vladimír. Historie chemické války. Praha: Military System Line, 1999. ISBN 80-902669-0-8.
16. PITSCHMANN, Vladimír. Chemici v laboratoři a na bitevním poli: Období od roku 1914 do roku 1945. Praha: Naše vojsko, 2012. ISBN 978-80-206-1298-4.
17. HABER, L. F. Chemical Warfare in the First World War. Oxford: Oxford University press, 1986. ISBN 0-19-858142-4.
18. HROMÁDKOVÁ, Klára. Výběr cílů teroristických skupin: Případy Óm šinrikjó a Japonské rudé armády. Praha, 2019. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze.
19. PITSCHMANN, Vladimír. Chemická válka ve věku atomu a DNA: Období od roku 1945 do roku 2015. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1632-6.
20. BAJGAR, Jiří. Historické aspekty používání chemických zbraní. Vojenské zdravotnické listy. 2002, 71(5-6), 221-225. ISSN 0372-7025.
21. Poslední generace chemických zbraní. Vojenský profesionál.
22. VIČAR, Dušan. Nové hrozby CBRN. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2021. ISBN 978-80-7454-989-2.

23. Ex-spy Sergei Skripal discharged after poisoning. BBC [online]. 2018 [cit. 2023-02-09]. Dostupné z: <https://www.bbc.com/news/uk-44165718>
24. How disinformation operations against Russian opposition leader Alexei Navalny influence the international audience on Twitter. SpringerLink [online]. Social Network Analysis and Mining, 2022 [cit. 2023-02-09]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13278-022-00908-6>
25. Přehled psychofarmak. E-learningová podpora mezioborové integrace výuky tématu vědomí na UP Olomouc [online]. Olomouc: Investice do rozvoje vzdělávání, 2010 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <http://pfyziolmysl.upol.cz/?p=2695>
26. Farmakologie: Pro studenty bakalářských oborů na LF MU. Brno: Masarykova univerzita, 2015.
27. Národní zdravotnický informační portál [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR a Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2023 [cit. 23.02.2023]. Dostupné z: <https://www.nzip.cz>. ISSN 2695-0340.
28. BZ: 3-chinuklidyl benzylát. Válka.cz [online]. [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: <https://www.valka.cz/BZ-t8274>
29. Kdyby to byl novičok, už jsou oba mrtví. Skripalovy otrávil látka BZ, tvrdí ministr Lavrov. Aktuálně.cz [online]. ČTK, 2018 [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/zahranici/skripalovi-nemohli-byt-vystaveni-novicoku-ten-by-je-zabil-re/r~bc31ee3c3ff911e8a72bac1f6b220ee8/>
30. Metoda srovnávací. Sociologická encyklopedie [online]. Sociologický ústav AV ČR, 2017 [cit. 2023-03-05]. Dostupné z: https://encyklopedie.soc.cas.cz/w/Metoda_srovn%C3%A1vac%C3%AD
31. Komparabilita. Sociologická encyklopedie [online]. Sociologický ústav AV ČR, 2017 [cit. 2023-03-05]. Dostupné z: <https://encyklopedie.soc.cas.cz/w/Komparabilita>

32. Bytový dům Jitřní. Praha, 2021. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze.
33. FIALA, Petr; JABLONSKÝ, Josef; MAŇAS, Miroslav. Vícekriteriální rozhodování. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1994. ISBN 80-7079-748-7.
34. Kalina, J., Horáková D., Kuchař, J., Správným směrem [online]. Jiří Kalina, 2014 [cit. 2023-03-05] Dostupné z: <https://spravnym.smerem.cz/Tema/Multikriteri%C3%A1ln%C3%AD%20anal%C3%BDza>.
35. EXTRAČNĚ-SPEKTROFOTOMETRICKÉ STANOVENÍ FENTANYLU A JEHO DERIVÁTŮ. Chemické listy. 2015, 2(109), 135-139. ISSN 1213-7103.
36. Smrtící bílý prášek fentanyl. Časopis 112. 2020, 19(6).
37. Charakteristika a možnosti zneužití fentanylu a jeho analog. ProLékaře.cz. MeDitorial, 2018. ISSN 1803-6597.
38. Raffa RB, Pergolizzi JV Jr, LeQuang JA, Taylor R Jr; NEMA Research Group; Colucci S, Annabi MH. The fentanyl family: A distinguished medical history tainted by abuse. J Clin Pharm Ther. 2018 Feb;43(1):154-158. doi: 10.1111/jcpt.12640. Epub 2017 Oct 4. PMID: 28980330.
39. Stovky rukojmích, záhadný vražedný plyn. Před 15 lety obsadili Čečenci moskevské divadlo Dubrovka. ČT 24 [online]. [cit. 2023-03-19]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/svet/2281882-stovky-rukojmich-zahadny-vrazedny-plyn-pred-15-lety-obsadili-cecenci-moskevske-divadlo>
40. HESS, Ladislav. Carfentanil – nejsilnější známý opioid. Remedia [online]. 30.12. 2007 [cit. 2023-03-19]. Dostupné z: <https://www.remedia.cz/rubriky/prehledy-nazory-diskuse/carfentanil-nejsilnejsi-znamy-opioid-9418/>
41. A-234 (nerve agent). Military Wiki [online]. [cit. 2023-03-25]. Dostupné z: [https://military-history.fandom.com/wiki/A-234_\(nerve_agent\)](https://military-history.fandom.com/wiki/A-234_(nerve_agent))

42. Novichoks: The Dangerous Fourth Generation of Chemical Weapons. PubMed [online]. USA: National Library of Medicine [cit. 2023-03-25]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6429166/>
43. COMPOUND SUMMARY ethyl N-[1-(diethylamino)ethylidene]phosphoramidofluoridate. PubChem [online]. USA: National Library of Medicine [cit. 2023-03-25]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/132472361>
44. Novichoks: The Dangerous Fourth Generation of Chemical Weapons. International Journal of Molecular Sciences. 2019. ISSN 1422-0067.
45. Přípravenost pracovníků zdravotnické záchranné služby na zásah při úniku chemické látky. Kladno, 2018. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze.
46. Analýza rizik zásahu policie při chemickém útoku v metru. Praha, 2022. Bakalářská práce. AMBIS vysoká škola, a.s.
47. Masky plynová celobličejevá CM-6 nová. Military range [online]. [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.militarysklad.cz/detail/maska-plynova-celobliscejova-cm-6s-nova-cm6s>
48. 4570 3M Ochranný chemický oděv, ochrana před radioaktivními částicemi, biologická ochrana, šedý. NOKO spol. s.r.o. [online]. [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: [https://www.noko.cz/kategorie/ochrannepomucky-a-dezinfekce/ochrannepomucky/4570-3m-ochranny-chemicky-odev-ochrana-pred-radioaktivnimi-casticemi-biologicka-ochrana-sedy/?gclid=CjwKCAjwov6hBhBsEiwAvrvN6PC_V5xHDqdzhHQnXE3qUgPXr6r1JCCkcfz8mplGRxi8AzuAZk4wSRxocne4QAvD_BwE#l/](https://www.noko.cz/kategorie/ochrannepomucky-a-dezinfekce/ochrannepomucky/4570-3m-ochranny-chemicky-odev-ochrana-pred-radioaktivnimi-casticemi-biologicka-ochrana-sedy/?gclid=CjwKCAjwov6hBhBsEiwAvrvN6PC_V5xHDqdzhHQnXE3qUgPXr6r1JCCkcfz8mplGRxi8AzuAZk4wSRxocne4QAvD_BwE#/)

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Letální dávka fentanylu [36]	44
Obrázek 2 – Smrtelné dávky opiátů [36].....	47
Obrázek 3 – Chemická struktura Novičoku A-234 dle Mirzayanova [41].....	49
Obrázek 4 – Chemická struktur Novičoku A-234 dle Hoeniga [41].....	49
Obrázek 5 – Ochranná celoobličejová maska s vhodným filtrem [47].....	63
Obrázek 6 – Ochranný oděv typu 3 [48]	63

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 – Dávkování anticholinergik [6]	38
Tabulka 2 – Dávkování reaktivátorů AChE [6]	38
Tabulka 3 – Body tání a varu BChL a Novičoků řady A [43]	50
Tabulka 4 – Letální koncentrace a dávky BChL a Novičoků řady A [43]	51
Tabulka 5 – Určení alternativ a kritérií pro multikriteriální analýzu	53
Tabulka 6 – Uvedení vah a kvantifikace kritérií	54
Tabulka 7 – Multikriteriální analýza	54