

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



**DIPLOMOVÁ
PRÁCE**

2018

**JAN
STEJSKAL**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Současné trendy v ošetřování akutních a chronických radiačních ran

Current Trends in the Treatment of Acute and Chronic Radiation Wounds

Diplomová práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Civilní nouzové plánování

Vedoucí práce: Mgr. Martina Dingová Šliková

Jan Stejskal

Kladno, květen 2018

Z a d á n í d i p l o m o v é p r á c e

Student: **Bc. Jan Stejskal**
Studijní obor: Civilní nouzové plánování
Téma: **Současné trendy ošetřování akutních a chronických radiačních ran**
Téma anglicky: Current Trends in the Treatment of Acute and Chronic Radiation Wounds

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

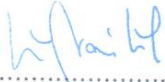
Předmětem diplomové práce bude popis trendů v předlékařské a lékařské péči o osoby ozářené či kontaminované radioaktivními látkami s důrazem na ošetření otevřených ran a zhodnocení připravenosti a provázanosti specializovaných zdravotnických zařízení a krajských zdravotnických zařízení včetně vybraných pracovišť integrovaného záchranného systému na ošetřování osob postižených ionizujícím zářením. V teoretické části budou popsány druhy poranění a způsoby ošetřování v souladu se současným doporučením zdravotnických organizací a institucí zabývajících se jadernou energií. V praktické části bude za využití monitorovaných rozhovorů provedeno srovnání připravenosti a zhodnocení spolupráce Středisek specializované zdravotní péče a krajských zdravotnických zařízení v Českých Budějovicích, Hradci Králové, Jihlavě, Karlových Varech, Plzni a Ústí nad Labem o osoby ozářené při radiačních nehodách. V závěru práce bude vyhodnocena připravenost a provázanost zmíněných pracovišť a dle těchto výsledků budou navrženy postupy vedoucí ke zlepšení péče o osoby postižené ionizujícím zářením.

Seznam odborné literatury:

- [1] ZAKHAROV, Sergey, Nemoci z povolání a intoxikace., ed. 3, Praha: Karolinum, 2014, ISBN 978-80-246-2597-3
[2] HÁJEK, Marcel et al., Chirurgie v extrémních podmínkách: odborný přehled pro lékaře a zdravotníky na zahraničních praxích., ed. Praha: Grada., 1, 2015, ISBN 978-80-247-4587-9
[3] ŠÍN, Robin et al. , Medicína katastrof, ed. 1., Praha: Galén , 2017, 351 s., ISBN 978-80-749-2295-4

Vedoucí: Mgr. Martina Dingová Šliková

Zadání platné do: 20.08.2019


.....
vedoucí katedry / pracoviště


.....
děkan

V Kladně dne 10.10.2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Současné trendy v ošetřování akutních a chronických radiačních ran vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

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

V Tuchorazi dne 17.5.2018.

.....

podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval všem respondentům za věnovaný čas, trpělivost a věcné připomínky, které pomohli vzniku této diplomové práce. Zvláštní díky patří paní Bc. Lence Šetelíkové z FNKV za projevený značný zájem o téma.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá zhodnocením připravenosti a provázanosti středisek specializované péče o osoby ozářené při radiačních nehodách, krajských zdravotnických zařízení a zdravotnické záchranné služby na ošetření osob postižených ionizujícím zářením. V práci jsou zpracovány současné trendy a postupy ošetřování radiačních ran a u výše uvedených institucí jsou užívané postupy srovnány s doporučeními mezinárodních organizací.

Pro zhodnocení připravenosti a provázanosti byli formou monitorovaných rozhovorů tázáni vedoucí pracovníci klinik, při kterých je zřízeno SSZP, vedoucí lékaři urgentních příjmů vybraných krajských nemocnic a lékaři zdravotnické záchranné služby krajů místně příslušných k oslovovaným nemocnicím. Z analýzy odpovědí bylo zjištěno, že většina oslovených krajských zdravotnických zařízení a některá SSZP nejsou připravena na příjem a léčbu osob ozářených nebo kontaminovaných radioaktivními látkami. Nepřipravenost zdravotnických zařízení snižuje míru provázanosti se ZZS.

V případě připravených zdravotnických zařízení a ZZS jsou užívané postupy ve větší míře v souladu s doporučeními mezinárodních organizací. Ke zlepšení stavu může vést zapojení zdravotnických zařízení do cvičení IZS s problematikou mimořádné události s rozptylem radioaktivních látek do prostředí.

Klíčová slova

Radioaktivita; ionizující záření; špinavá bomba; kontaminace; dekontaminace; středisko specializované zdravotní péče; zdravotnická záchranná služba; akutní nemoc z ozáření; radiační dermatitida.

Abstract

This thesis evaluates the alert and interconnection of the centres of specialised medical care for person irradiated during radiation accidents (SSZP), regional health care centres and emergency medical services (EMS) to take care of people that were exposed to ionizing radiation. The thesis refers about the current trends and procedures that are used for treatment of radiation injuries. The procedures of the above stated institutions are compared to recommendations from international organisations.

Monitored interviews with the lead operatives from clinics with SSZP, lead doctors from emergencies in representative regional hospitals and doctors from emergency medical services that belongs locally to the respective hospitals, were used to evaluate the alert and interconnection. The analysis of the interviews found out that majority of the respective regional medical centres and some of the SSZP are not ready to admit a person irradiated or contaminated with radioactive substances. The unreadiness of the medical centres decrease the extent of interconnection with EMS.

In those cases, where the medical centres and EMS are ready for the respective situations, the used procedures are altogether in compliance with the recommendations of international organisations. To improve the current situation, the medical centres would have to participate in the trainings of IZS (Emergency services) that are focused on emergency situations with radioactive scattering.

Keywords

Radioactivity; ionizing radiation; dirty bomb; contamination; decontamination; center of specialized medical care; emergency medical services; acute radiation sickness; radiation dermatitis.

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Teoretická část.....	11
2.1 Struktura atomu.....	11
2.2 Ionizující záření.....	11
2.3 Radioaktivita.....	12
2.3.1 Korpuskulární radioaktivní přeměny.....	12
Radioaktivita alfa.....	12
Radioaktivita beta.....	12
2.3.2 Elektromagnetické radioaktivní přeměny.....	13
Radioaktivita gama.....	13
2.3.3 Štěpení těžkých jader.....	14
2.4 Účinky záření na látku.....	14
2.4.1 Kontaminace.....	16
Povrchová kontaminace.....	17
Vnitřní kontaminace.....	17
2.4.2 Radiotoxicita.....	17
2.4.3 Hodnocení účinků záření.....	18
2.4.4 Působení ionizujícího záření na organismus.....	20
2.5 Radiační nehody.....	22
2.5.1 Hlavní příčiny radiačních nehod.....	22
2.5.2 Poranění s přítomností zdrojů ionizujícího záření.....	22
2.6 Radiologické zbraně.....	23
2.6.1 Špinavá bomba.....	24
2.7 Doporučené postupy pro řešení mimořádné události.....	24
2.7.1 Pokyny pro ZZS.....	25
Vedoucí zdravotnické složky.....	26
Osobní ochranné prostředky.....	27

2.7.2 Úkoly a činnosti poskytovatelů akutní lůžkové péče.....	27
Postup poskytovatele akutní lůžkové péče.....	27
Příjem pacientů.....	28
2.8 Ošetřování a léčba.....	28
2.8.1 Dekontaminace.....	29
2.8.2 Blast syndrom.....	30
2.8.3 Crush syndrom.....	31
2.8.4 Akutní nemoc z ozáření.....	32
2.8.5 Radiační dermatitida.....	34
2.9 Zdravotnická zařízení v ČR.....	35
2.9.1 Specializovaná střediska zdravotní péče.....	35
2.9.2 Poskytovatelé akutní lůžkové péče.....	36
3 Cíl práce a hypotézy.....	37
4 Metodika.....	38
4.1 Forma výzkumu.....	38
4.2 Výzkumné dotazy.....	38
4.2.1 Dotazy pro SSZP.....	38
4.2.2 Dotazy pro krajské nemocnice.....	39
4.2.3 Dotazy pro KŘ ZZS.....	40
4.3 Respondenti.....	41
4.3.1 Střediska specializované zdravotní péče o osoby ozářené při radiačních nehodách.....	41
4.3.2 Krajská zdravotnická zařízení.....	41
4.3.3 Ředitelství ZZS krajů.....	43
5 Výsledky.....	44
5.1 Analýza odpovědí SSZP.....	44
5.2 Analýza odpovědí krajských zdravotnických zařízení.....	45
5.3 Analýza odpovědí krajských ředitelství ZZS.....	46

5.4	Zhodnocení provázanosti pracovišť.....	47
5.5	Srovnání používaných a doporučených postupů.....	48
6	Diskuze.....	49
7	Závěr.....	52
8	Seznam použitých zkratk.....	53
9	Seznam použité literatury.....	54
10	Seznam použitých obrázků.....	57
11	Seznam použitých tabulek.....	58
12	Seznam příloh.....	59

1 ÚVOD

Ionizující záření je přirozenou součástí života na Zemi. Vzniká radioaktivní přeměnou přirozených radionuklidů a přichází k nám také z kosmu. Z využívání zdrojů ionizujícího záření v minulosti a z výzkumů je známo, že má ionizující záření škodlivé účinky na živý organismus. V současné době jsou radioaktivní materiály a zdroje ionizujícího záření hojně využívány v medicíně, energetice a mnoha odvětvích průmyslu. Vzhledem ke škodlivému působení radioaktivního záření na živé organismy je nutné dbát na ochranu před jeho účinky. Používání radioaktivních materiálů a zdrojů ionizujícího záření je proto podmíněno řadou mezinárodních i národních dokumentů legislativního i nelegislativního charakteru, smluv, doporučení a povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření.

I přes veškerou ochranu zdrojů ionizujícího záření nelze vyloučit vznik nehody nebo zneužití s možným rozptylem radioaktivního materiálu do prostředí. Při mírovém využívání mají subjekty nakládající se zdroji radioaktivního záření vypracovanou i nehodovou dokumentaci. Jedná se například o havarijní plány jaderných elektráren. Pro nehodové případy a případy zneužití například formou teroristického útoku v podobě rozptýlení radioaktivních látek použitím nástražného výbušného systému jsou pro složky IZS zpracovány doporučené postupy, jako je například typová činnost složek IZS při společném zásahu Špinavá bomba. Svá doporučení vydaly též nadnárodní organizace jako například EURATOM a IAEA.

Diplomová práce se zabývá zhodnocením doporučených postupů, hledá rozdílné názory a stanoviska v odborné literatuře a především zkoumá připravenost a schopnost spolupráce zdravotní záchranné služby, poskytovatelů akutní lůžkové péče a středisek specializované zdravotní péče o osoby ozářené při radiačních nehodách v České republice.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Struktura atomu

Každý atom má jádro, které má kladný elektrický náboj. Kolem každého jádra obíhají záporně nabitě elektrony. V klidovém stavu nemá atom žádný elektrický náboj, protože obsahuje stejný počet protonů i elektronů. Atom má nepatrné rozměry – přibližně 10^{-10} m. Jádro atomu je však ještě mnohem menší – okolo 10^{-15} m.

Atomové jádro (nucleus) je složené z nukleonů. To jsou kladně nabitě protony a neutrony, které nedisponují elektrickým nábojem. Protony a neutrony drží pohromadě silné jaderné přitažlivé síly, které převládají nad silami elektromagnetického odpuzování. Jaderné síly však působí pouze na krátké vzdálenosti – řádově 10^{-15} m. Počet protonů a neutronů v jádře určuje chemický prvek. Počet protonů v jádře vyjadřuje protonové číslo Z a současně určuje pořadové číslo v periodické soustavě prvků. Počet neutronů v jádře vyjadřuje neutronové číslo N . Součet protonového a neutronového čísla udává celkový počet nukleonů v jádře atomu – nukleonové číslo A .

$$A = Z + N ; {}^A_Z X.$$

Soubor atomů, jejichž jádra mají stejné složení, se nazývá nuklid. Izotopy prvku jsou atomy, které mají stejný počet protonů, ale různý počet neutronů v jádře.

Soubor atomů s nestabilními jádry, která se samovolně přeměňují a emitují energii ve formě záření, se nazývá radionuklid.[27]

2.2 Ionizující záření

Ionizující záření se ve velké míře využívá nejen v jaderné energetice a lékařských procedurách, ale také při využití různých technologií ve výzkumu, průmyslu, zemědělství, stavebnictví, geologii atd. Záření je odjakživa přítomno i v životním prostředí z přírodních zdrojů a ve vesmíru. Expozici pro obyvatelstvo tedy v největší míře způsobují přírodní zdroje ionizujícího záření, využívání letecké dopravy a lékařské aplikace.

V celém spektru elektromagnetického záření je ionizující záření charakteristické tím, že má dostatek energie k tomu, aby při průchodu prostředím uvolňovalo elektrony z atomů a zanechávalo je elektricky nabitě.[27]

2.3 Radioaktivita

Radioaktivitou se rozumí děj, při kterém dochází ke spontánní vnitřní přeměně složení nebo energetického stavu atomových jader za emise vysokoenergetického záření. Jde o samovolný přechod nestabilních jader atomů bohatších na energii do stabilnějšího stavu s nižší energií.[27]

Uvolněná energie se projevuje jako kinetická energie emitovaných částic a nově vzniklého jádra, případně jako energie fotonů gama záření. Aby mohlo docházet k radioaktivním přeměnám, je nutnou podmínkou existence rozdílu energií.[2]

Dle druhu emitovaného záření se radioaktivita rozděluje na korpuskulární radioaktivní přeměny a elektromagnetické radioaktivní přeměny.

2.3.1 Korpuskulární radioaktivní přeměny

Radioaktivita alfa

Je jaderná přeměna s vyzářením částice alfa, což je jádro helia ${}^4_2\text{He}$ (helion) – jde tedy o 2 protony a 2 neutrony. Vzniklé dceřinné jádro se posune v periodické soustavě prvků o 2 místa doleva, protože nukleonové číslo N se sníží o 4 a protonové číslo Z se sníží o 2. Protože má silná jaderná síla u příliš velkých atomových jader jen krátký dosah, působí tu významně i elektromagnetické odpuzivé síly mezi protony. Záření alfa se vyskytuje pouze u velmi těžkých jader prvků z oblasti uranu a transuranů periodické soustavy prvků. Mezi nejznámější radionuklidy s přeměnou alfa patří např. radium ${}^{226}\text{Ra}$, plutonium ${}^{239}\text{Pu}$ a americium ${}^{241}\text{Am}$.

Záření alfa je velmi silně ionizující. To znamená, že při průchodu látkou dobře vytrhává elektrony z atomového obalu. Tím se rychle zbrzdí a ztratí svoji energii. Pronikavost v látce hustoty vody nebo ve tkáni je jen okolo 0,1 mm v závislosti na energii. Zářiče alfa se tedy používají jen omezeně v některých detekčních přístrojích nebo v neutronových generátorech. [8]

Radioaktivita beta

Je nejčastější jadernou přeměnou, jsou známy 3 druhy rozpadu beta.

Radioaktivita beta -

Jde o emisi částice *beta -* vysokou rychlostí z jádra mateřského atomu. Částice *beta -* je v tomto případě obyčejný elektron se záporným nábojem. V mateřském jádře dochází vlivem energetické nestability k přeměně neutronu na proton, který je v jádře vázán silnou

jadernou silou, a elektron, který je vyzářen jako částice *beta -*. Při této přeměně dojde k posunu dceřinného atomu v periodické soustavě prvků o jedno místo doprava, protože se přeměnou neutronu zvýší protonové číslo Z o 1 a nukleonové číslo A se nemění. Mezi nejpoužívanější *beta -* zářiče patří cesium ^{137}Cs , kobalt ^{60}Co , jód ^{131}I , iridium ^{192}Ir a další. Záření *beta -* patří mezi přímo ionizující s doletem v látce v závislosti na protonovém čísle látky a energii okolo 1 – 4 mm.[8][6]

Radioaktivita beta +

Jde o emisi částice *beta +* z jádra mateřského atomu. Částice *beta +* je antičástice k částici *beta -*, tedy k elektronu. Nazývá se pozitron a má kladný náboj. Tento způsob přeměny se vyskytuje u jader radionuklidů, kde je větší počet protonů než neutronů. Vlivem nestability jádra dojde k přeměně protonu v jádře na neutron za vysokorychlostní emise částice *beta +*. Vlivem této přeměny se nukleonové číslo A rovněž nemění, ale protonové číslo Z se sníží o 1 a dceřinné jádro atomu se posune v periodické soustavě prvků o jedno místo doleva. Záření *beta +* je rovněž přímo ionizující s podobným doletem v látce jako *beta -*, avšak při ztrátě energie dojde k anihilaci s elektronem za vyzáření dvou fotonů tvrdého záření v opačném směru, každý o energii 511 keV. Patří sem např. fluor ^{18}F , kyslík ^{15}O nebo uhlík ^{11}C . [19]

Elektronový záchyt

Jde o zvláštní druh radioaktivity u jader s přebytkem protonů. V podstatě jde o sloučení protonu s elektronem ze svého atomového obalu za vzniku neutronu. Při této přeměně nedochází k emisi korpuskulárního záření, ale při deexcitaci vybuzeného dceřinného jádra dojde k uvolnění energie formou gama záření a uvolněné místo po zachyceném elektronu se zaplní elektronem z vyšší energetické hladiny za emise charakteristického záření X.[26]

2.3.2 Elektromagnetické radioaktivní přeměny

Jde o deexcitaci jader způsobenou elektromagnetickou interakcí.

Radioaktivita gama

Po radioaktivní přeměně bývá dceřinné jádro atomu málokdy nevybuzené v základním energetickém stavu. Změnou počtu nebo typu nukleonů v jádře se ostatní nukleony vyskytují ve vyšších energetických stavech. Po radioaktivní přeměně se dceřinné jádro vyskytuje v tzv. vybuzeném stavu. Nukleony ve vyšším energetickém stavu přecházejí do nižšího energetického stavu a dochází tak k deexcitaci jádra atomu za vyzáření jednoho nebo více fotonů – záření gama. Tím se stabilizují energetické poměry v

jádře. Vyzářené fotony jsou vysokoenergetické a protože nenesou žádný náboj a nejsou korpuskulární povahy, ionizují látku při průchodu nepřímo.[26]

*Tabulka 1: Poločasy rozpadů vybraných běžných radionuklidů.
Zdroj [2]*

Radionuklid	Poločas rozpadu ($T_{1/2}$)
^3H	12,32 let
^{14}C	5730 let
^{32}P	14,26 dní
^{60}Co	5,27 let
^{90}Sr	28,78 let
^{131}I	8,03 dní
^{137}Cs	30,08 let
^{192}Ir	73,83 dní
^{222}Rn	3,83 dní
^{226}Ra	1600 let

2.3.3 Štěpení těžkých jader

Těžká jádra z oblasti uranu a transuranů se mohou přeměňovat kromě radioaktivity alfa ještě specificky samovolným rozštěpením těžkého mateřského jádra na dvě jádra lehčí, tzv. štěpné produkty. Při rozštěpení se emitují zpravidla 2-3 neutrony. Samovolné štěpení těžkých jader je zapříčiněno jejich stavbou a vlastnostmi jaderných sil. Jde o proces, který je u většiny těžkých jader zanedbatelný v porovnání s ostatními druhy radioaktivity. Pohlcení neutronu těžkým jádrem vede k účinnému štěpení. Emitované neutrony pocházející ze spontánního štěpení mohou iniciovat řetězovou štěpnou reakci při dosažení kritického množství štěpného materiálu. Zde se však již nejedná o radioaktivitu, ale o jadernou reakci, které se využívá např. v energetice nebo při použití jaderných zbraní. [26]

2.4 Účinky záření na látku

Jak je již z pojmu ionizující záření patrné, základním fyzikálním účinkem na látku je ionizace. Jde o vyrazení záporně nabitých elektronů z původně neutrálních atomů, čímž se mění v kladně nabitě ionty. Reakce ozařované látky a vliv ionizace zásadním způsobem závisí na jejím atomovém složení. Když je ozářená látka prvek složený ze stejných atomů, pak rekombinují uvolněné elektrony s kladnými ionty za vzniku těch samých atomů jako před ionizací. Z toho plyne, že fyzikální a chemické změny nejsou žádné, resp. bezvýznamné. Když je ozařovanou látkou sloučenina, zejména pak složitá organická látka, pak může ionizace způsobit řadu chemických změn a reakcí. Může dojít k radiolýze sloučeniny. Radiolýza je rozklad ozařované látky, kdy se z chemických vazeb uvolňují

ionizované atomy a dochází k disociaci molekul. Vznikají vysoce reaktivní radikály, protože uvolněné atomy a molekuly nejsou neutrální, ale mají nespárované elektrony. Radikály mohou svými oxidačními a redukčními reakcemi působit na molekuly látky a měnit její chemickou strukturu za vzniku nových sloučenin.[26][27]

Působení ionizujícího záření ovlivňuje jeho druh a energie, dávka záření a dávkový příkon, ale také vlastnosti živé tkáně nebo orgánů. Účinky záření se dělí z mnoha hledisek a jednotlivá rozdělení se překrývají. Působení ionizujícího záření se může dělit např. na účinky přímé a nepřímé, somatické a genetické, časné a pozdní nebo deterministické a stochastické. [21]

Primárním působením ionizujícího záření na látku je reakce elektromagnetických nebo korpuskulárních kvant s elektronovým obalem atomů, místy i s jádry atomů. Tím může docházet k fyzikálním a chemickým reakcím vlivem excitace a ionizace atomů, v případě organických sloučenin a živých tkání i k biochemickým reakcím. V případě ozáření organismu mohou tyto sekundární účinky vést ke změnám a poškození organismu nebo k jeho smrti. Rozhodující účinky ionizujícího záření na živou tkáň probíhají na buněčné a subcelulární úrovni v souvislosti s chemickými a biochemickými účinky na molekulární úrovni.[26][27]

Působení určité dávky záření na buňku může vyvolat její smrt nebo změny genetické informace buňky nebo radiační poškození, které je buňka schopna v rámci reparačních mechanismů opravit. Existují dvě teorie vysvětlující účinky ionizujícího záření na živou hmotu. Jedna z teorií předpokládá přímý účinek. To znamená, že k poškození buňky dojde přímým zásahem důležité části buňky, zejména jádra, kvantem záření. Tím dojde k lokální absorpci energie, ionizaci a následné chemické změně zasažené struktury. Jde o tzv. zásahovou teorii. Vzhledem k tomu, že pravděpodobnost přímých poškození je nízká, má tento mechanismus poškození vedlejší význam. Pouze dle této teorie by senzitivita živé hmoty byla podstatně menší, než je tomu reálně.

Druhá teorie se týká nepřímých účinků a vysvětluje skutečnou citlivost živé tkáně k záření. Základem této teorie je předpoklad, že živý organismus je tvořen především vodou (téměř 80%) a v ní rozptýlenými biologicky aktivními látkami. Z účinků záření na tento organismus bude převládat zejména radiolýza vody za vzniku vysoce reaktivních volných radikálů $H\cdot$, $OH\cdot$ a molekul schopných oxidace (H_2O_2 , HO_2). Tyto radikály a oxidační molekuly chemicky reagují s biologicky důležitými molekulami v buňce a tím je mění nebo ničí. Jde o radikálovou teorii.

Dalším výzkumem radikálové teorie se došlo k závěru, že k poškození buňky je nutné dosažení kritické hodnoty lokální hustoty energie v daném místě a čase. Poškození buňky je závislé na počtu zlomů způsobených zářením na dvojitých deoxyribonukleové kyseliny a na působení reparačních procesů. Interakce záření beta a gama s DNA může způsobit pouze jeden primární zlom. Z toho je patrné, že je potřeba dvou jednotlivých částic tohoto záření v daném místě rychle po sobě, aby došlo k definitivnímu poškození buňky. Počet těchto poškození je tedy závislý zejména na druhé mocnině dávky. Silně ionizující záření alfa je schopno při průchodu kritickým místem způsobit dvě i více primárních poruch, což stačí ke vzniku reálných poruch. Záření alfa má vyšší biologickou účinnost, protože snadněji poškozuje živou tkáň. Radiační účinek je přímo úměrný dávce záření. Neutronové záření má specifické účinky. Neutrony nemají elektrický náboj, ale mohou způsobit u některých prvků neutronovou aktivaci. To znamená, že neutrony proniknou do jader prvků a změní tato jádra na radioaktivní.[21][26]

U menších dávek záření mohou vzniklé radikály poškodit DNA a tím i chromosomy nesoucí genetickou informaci. Nedojde tedy ke smrti buňky ani k zástavě buněčného dělení. Tato poškození se ale mohou přenášet na další buněčné generace. Rozlišujeme poškození bodové, neboli genové mutace a chromozomové, jako změna počtu chromozomů nebo chromozomové aberace. Dále se mutace dělí z reprodukčního hlediska na somatické a gametické. Somatické mutace se projevují v ozářené tkáni konkrétního jedince a mohou vést k pozdnímu somatickému poškození a vzniku zhoubných nádorů. Gametické mutace představují poškození zárodečných buněk a mohou se přenášet na potomstvo ozářených jedinců.[21][26]

K přímé smrti buňky v době mezi buněčným dělením tzv. interfázi dochází při velmi vysokých dávkách záření vlivem destrukce a denaturace důležitých složek buněčného obsahu. Ovšem častěji dochází ke smrti u buněk, které nejsou schopny se dále dělit. Poškození buněk se neprojevuje okamžitě, ale až ve fázi mitózy, kdy nastává mitotická smrt buňky. Na vyvolání mitotické smrti stačí nižší dávky, které nevyvolají přímou smrt buňky. Z toho vyplývá, že rychle dělící se buňky mají vyšší radiosenzitivitu.[21][26]

2.4.1 Kontaminace

Ke kontaminaci předmětů, pracovního prostředí nebo osob může dojít při manipulaci s otevřenými zářiči, ale také vlivem havárie nebo cíleného teroristického útoku. Rozlišuje se kontaminace povrchová a vnitřní.

Povrchová kontaminace

Nejčastěji dochází k povrchové kontaminaci pracovních ploch, oděvů, pomůcek nebo osob. K vyšším dávkám záření může vést zasažení kůže, které však může přejít i ve vnitřní kontaminaci. Při použití jaderných či radiologických zbraní nebo u havárií dochází k povrchové kontaminaci vlivem radioaktivního spadu. [21]

Vnitřní kontaminace

Vnitřní kontaminace vzniká po příjmu umělých nebo přírodních radionuklidů do organismu, přítomností přírodních radionuklidů v organismu v přírodní izotopické směsi prvku, který je normální součástí organismu, nebo při aplikaci radionuklidů za účelem lékařského vyšetření. Radionuklidy se mohou do organismu dostat ingesční cestou, tzn. požitím radioaktivního materiálu ústy do zažívacího traktu. Další cestou je inhalace radioaktivního materiálu ve formě aerosolů, plynů nebo par. Radionuklidy se mohou do organismu dostat i absorpcí přes kůži či sliznice nebo přes otevřená poranění na kůži. [23]

2.4.2 Radiotoxicita

Radiotoxicita vyjadřuje riziko radioaktivních izotopů pro lidský organismus zejména při vnitřní kontaminaci. Míru radiotoxicity určují nejen fyzikální vlastnosti radioizotopu, jako je poločas rozpadu, energie a druh emitovaného záření nebo lineární energetický transfér, ale i chemická forma a biochemické a fyziologické vlastnosti, kam patří rychlost a rozsah absorpce dýchacím a zažívacím ústrojím, ukládání v tkáních nebo rychlost exkrece. Největší radiotoxicitu mají izotopy emitující alfa částice při vnitřní kontaminaci, pro vnější ozáření jsou to izotopy s emisí gama záření o vyšší energii. K posouzení dlouhodobých účinků záření z vnitřní kontaminace slouží tzv. dávkový úvazek, který představuje celkovou absorbovanou dávku ionizujícího záření v organismu, určitém orgánu nebo tkáni daným radionuklidem za dobu 50 let u dospělých a 70 let u dětí od jeho příjmu do organismu. [2]

2.4.3 Hodnocení účinků záření

Dávka záření vyjadřuje celkovou energii záření předanou látce. Dávce jsou přímo úměrné biologické účinky záření. Fyzikálně-chemické a následně i biologické účinky záření na látku charakterizuje základní dozimetrická veličina absorbovaná radiační dávka D . Jde o poměr absorbované energie ionizujícího záření na jednotku hmotnosti ozařované látky.[26]

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta m}$$

kde, ΔE je střední energie ionizujícího záření absorbovaná látkou a Δm je hmotnost této látky. Jednotkou je 1 J.kg^{-1} neboli 1 Gray [Gy] .

Dávkový příkon D' představuje obdrženu dávku ozařovanou látkou v daném místě za jednotku času. Základní jednotkou je Gy.s^{-1} , ovšem v praxi se častěji používají jednotky Gy.min^{-1} nebo mGy.h^{-1} .

$$D' = \frac{\Delta D}{\Delta t}$$

Pro účely radiační ochrany a radiobiologie se pro každý typ záření zavádí tzv. jakostní faktor Q nazývaný též radiační váhový faktor w_R nebo relativní biologická účinnost RBE. Jakostní faktor stanovuje, kolikrát je daný druh ionizujícího záření biologicky účinnější než záření X (rentgenové) nebo gama. Hodnota jakostního faktoru je závislá na druhu a energii záření.

Tabulka 2: Radiační váhové faktory. Zdroj: Vyhláška č. 422/2016 Sb.[28]

Typ záření	Radiační váhový faktor (w_R)	
fotony	1	
elektrony a miony	1	
protony a nabitě piony	20	
částice alfa, štěpné fragmenty, těžké ionty	20	
neutrony: následující spojitě funkce energie neutronů:	$E_n < 1 \text{ MeV}$	$2,5 + 18,2 e^{-\frac{\ln^2 E_n}{6}}$
	$1 \text{ MeV} \leq E_n \leq 50 \text{ MeV}$	$5,0 + 17,0 e^{-\frac{\ln^2(2 E_n)}{6}}$
	$E_n > 50 \text{ MeV}$	$2,5 + 3,25 e^{-\frac{\ln^2(0,04 E_n)}{6}}$

S ohledem na jakostní faktor se pro posouzení účinků záření zavedla veličina ekvivalentní dávka H (dávkový ekvivalent), která tímto zohledňuje rozdílný biologický účinek jednotlivých druhů záření.

$$H = Q \cdot D$$

Jednotkou je 1 Sievert [Sv]. Dávka 1 Sv různého druhu záření má stejnou biologickou účinnost jako 1 Gy záření X nebo gama (pro které je $Q = 1$).[26]

Tělo člověka však obsahuje různé tkáňe a orgány různě senzitivní k jednotlivým druhům záření. Radiační poškození těchto tkání a orgánů následně vede k různým zdravotním potížím pro organismus jako celek. Proto se pro každou tkáň a orgán zavedl na základě statistických analýz vlastní faktor rizika vzniku poškození zářením. Za pomoci těchto faktorů lze stanovit riziko poškození organismu vycházející z vystavení ionizujícímu záření. Pro zohlednění těchto faktorů se zavádí veličina efektivní dávka D_{ef} , která představuje součet vážených středních hodnot ekvivalentních dávek v tkáních nebo orgánech v organismu.

$$D_{ef} = \sum w_T \cdot H_T$$

kde H_T je ekvivalentní dávka pro danou tkáň a w_T je tkáňový váhový faktor. Jednotkou je 1 Sv. Tkáňový váhový faktor reprezentuje příspěvek poškození konkrétního orgánu nebo tkáně k celotělovému poškození, vyvolané účinky rovnoměrného ozáření celého těla. Součet všech hodnot tkáňových radiačních faktorů je roven 1. [21][26]

Tabulka 3: Tkáňové váhové faktory. Zdroj: Vyhláška č. 422/2016 Sb.[28]

Orgán / tkáň	Tkáňový váhový faktor wt
Kostní dřev (červená)	0,12
Tlusté střevo	0,12
Plice	0,12
Žaludek	0,12
Mléčná žláza	0,12
Gonády	0,08
Močový měchýř	0,04
Jícen	0,04
Játra	0,04
Štítná žláza	0,04
Povrch kostí	0,01
Mozek	0,01
Slinné žlázy	0,01
Kůže	0,01
Ostatní tkáně	0,12

Ostatní tkáně: nadledviny, extratorakální oblast, žlučník, srdce, ledviny, lymfatické uzliny, svalstvo, sliznice dutiny ústní, slinivka, prostata (v případě mužů), tenké střevo, slezina, brzlík, děloha/děložní hrdlo (v případě žen).

Při nerovnoměrném ozáření nebo při ozáření jen určitých tkání nebo orgánů efektivní dávka vyjadřuje radiační zátěž, jako kdyby se jednalo o radiační zátěž z ozáření rovnoměrného. Tak se dá porovnávat radiační zátěž z různých zdrojů záření. Protože se tato hodnocení vztahují na stochastické účinky záření, zejména pak v oblasti nízkých dávek, jedná se o jen velmi přibližné kvalifikované odhady mnohdy hypotetického charakteru.[26]

2.4.4 Působení ionizujícího záření na organismus

V lidském těle se po rovnoměrném ozáření určitou dávkou projeví v různých tkáních a orgánech různé biologické účinky. Každá tkáň a orgán má různou citlivost na záření, tzv. radiosenzitivitu. Obecně platí, že tkáně s vysokou proliferační aktivitou jsou radiosenzitivnější. Patří sem z pohledu cytogenetických účinků a smrti buňky např. aktivní kostní dřev, pohlavní orgány, střevo, žaludek, plíce nebo lymfatické orgány.

Tabulka 4: Prahové dávky a možné druhy poškození vybraných orgánů a tkání [9]

Tkáň (orgán)	Dávka (Gy)	Druh poškození
Varle	0,2	Aspermie přechodná
Kostní dřev	0,7	Útlum krvetvorby
Oko	2	Katarakta
Kůže	3	Dermatitida
Střevo	8	Enteritida
Plíce	8	Pneumonitida, fibróza
CNS	80	Poruchy funkcí

Biologické účinky můžeme rozdělit na:[21][26]

- časné a pozdní
- somatické a genetické
- prahové a neprahové

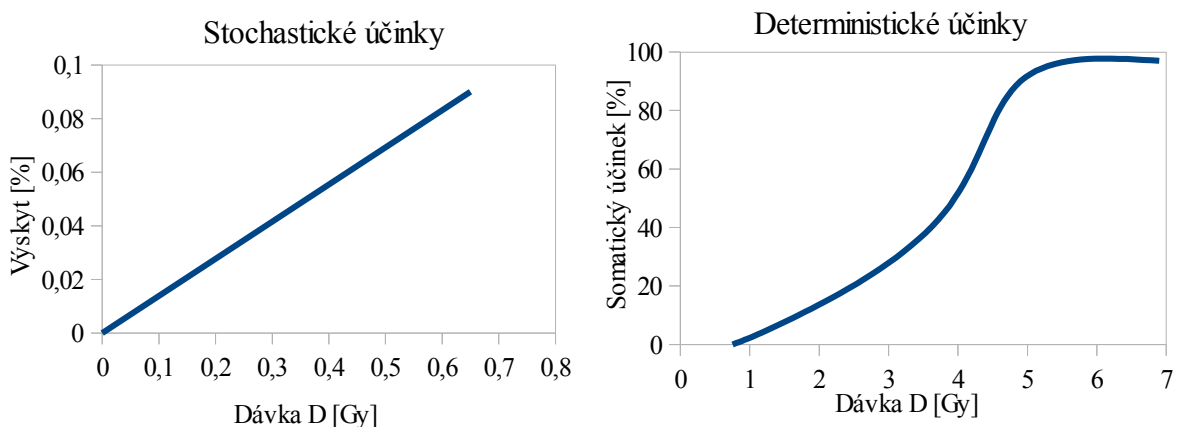
Časné účinky záření se projeví v krátkém časovém období po expozici vyššími jednorázovými dávkami, pozdní účinky nastanou až po delší době.

Změny somatické se vztahují na ozářeného jedince a genetické se pak týkají jeho následných generací.

Po dosažení určité meze dávky záření se klinicky projeví prahové – deterministické účinky záření, kde s rostoucí obdrženou dávkou roste jak pravděpodobnost vzniku poškození, tak závažnost poškození. U vysokých dávek je počet poškozených buněk tak vysoký, že reparační procesy v organismu je nejsou schopny zcela opravit. To vede k usmrcení většího počtu buněk a následné nemoci z ozáření, která může vést v extrémních případech až ke smrti organismu. Účinnou ochranou proti deterministickým účinkům záření je zamezení dosažení prahových dávek. Každý orgán a tkáň má svou vlastní prahovou hodnotu absorbované dávky.[21]

Při nízkých dávkách se organismus zcela vyrovná svými reparačními mechanismy s naprostou většinou poškození. Avšak existuje pravděpodobnost, že se některá poškození neopraví a ta mohou mít za následek mutaci. Pokud mutované buňky ve svém buněčném cyklu neskončí apoptózou a dále se dělí, mohou být příčinou pozdních trvalých následků genetického nebo nádorového charakteru. Tyto účinky jsou nepředvídatelné, náhodné, individuální a nastávají s určitou pravděpodobností, a proto se nazývají stochastické. Pravděpodobnost stochastických účinků roste s dávkou, ale závažnost a průběh vzniklého

poškození či onemocnění není závislé na výši dávky. Vznik stochastických účinků u ozářené osoby nelze zcela vyloučit. Jde pouze o omezení pravděpodobnosti jejich vzniku na míru pokládanou za přijatelnou pro jednotlivce a společnost.[21][26]



Obrázek 1: Závislost biologického účinku na velikosti absorbované dávky záření [26]

2.5 Radiační nehody

Jak již bylo uvedeno výše, v různých odvětvích medicíny, průmyslu, zemědělství a výzkumu se používají zdroje ionizujícího záření. To s sebou nese riziko vzniku nehod a havárií. Jde o neplánovanou událost, která zvýší ohrožení osob ionizujícím zářením. Nekontrolovaný únik radioaktivní látky s následnou kontaminací osob a okolí může nastat při manipulaci s otevřenými zářiči. Na pracovištích s uzavřenými zdroji ionizujícího záření (ZIZ) jde především o nežádoucí ozáření osob. I když se zajištění bezpečnosti ZIZ věnuje velká pozornost, nejde absolutně vyloučit, že k neplánovanému ozáření lidí dojde. [20]

2.5.1 Hlavní příčiny radiačních nehod

Řada radiačních nehod byla zapříčiněna zejména nedostatečným zabezpečením ZIZ a neznalostí problematiky a rizika spojeným s manipulací se ZIZ. Hrubé porušování pracovních předpisů nebo jejich nedodržování je další častou příčinou radiačních nehod zejména na pracovištích se ZIZ.[17]

2.5.2 Poranění s přítomností zdrojů ionizujícího záření

Existuje několik scénářů, kdy může dojít k poranění s přítomností zdrojů ionizujícího záření. Z historie je popsána celá řada případů, kdy lidé z nevědomosti či neznalosti problematiky záření, našli a uschovali u sebe ztracené nebo opuštěné vysokoaktivní uzavřené zářiče či při touze po penězích rozebírali a odprodávali zařízení uchováající vysokoaktivní zdroje do výkupen šrotu. Vzhledem k účinkům ionizujícího záření

vysokoaktivních zdrojů o vysokém dávkovém příkonu mnoho těchto lidí přišlo vlivem rozvoje akutní nemoci z ozáření po pár dnech o život. Jde i o lokální poškození zejména na ruce a na kůži v místě, kde si osoba uschovala svůj nálezy do kapsy na oděvu. V těchto místech dochází k rozvoji radiační dermatitidy a následně až k nekróze tkání vystavených vysokým dávkám. Tato poranění se velmi špatně hojí a často končí amputacemi končetin nebo jejich částí nebo chirurgickými zákroky na těle v místě radiační nekrózy. [17]

V medicíně se ionizující záření využívá poměrně hodně jak k diagnostickým, tak k terapeutickým výkonům a může tak dojít k nepřijatelnému ozáření jak personálu, tak klientů zdravotnických zařízení. Nejzávažnější poškození mohou způsobit zejména radioterapeutické přístroje na onkologických odděleních nebo radiofarmaka na odděleních nukleární medicíny. V lékařství jsou nastaveny velmi přísné kontrolní mechanismy přístrojů se ZIZ a detekce záření. Dbá se rovněž na vysokou odbornost a proškolenost obsluhujícího personálu. Tím se eliminuje počet mimořádných událostí na minimum. Pokud k nějakému radiačnímu poranění dojde, je nastavena včasná adekvátní terapie.

Z hlediska terapie je důležité včasné rozpoznání primárních, bohužel nespecifických příznaků ozáření (únava, nevolnost, zvracení, průjemy, horečka, zarudnutí kůže, otoky, nekrózy, bolest, epilace atd.). Často se těmto projevům prvořadě věnují praktičtí lékaři nebo např. dermatologové či specialisté na infekční nemoci, kteří mají obecně nižší úroveň znalostí příznaků ozáření. To má za následek méně účinnou a zároveň složitější léčbu. Proto vyšel dokument [17] IAEA 2000 How to recognize and initially respond to an accidental radiation injury [4] zejména pro praktické lékaře, ve kterém jsou stručnou formou shrnuty zásady rozpoznání radiační nehody a včasné úkony po jejím zjištění, aby se eliminovalo riziko špatné diagnózy.[17]

Jaderné energetice se také v dnešní době věnuje velká pozornost zejména z hlediska bezpečnosti jaderných elektráren. Provoz jaderných elektráren podléhá celé řadě mezinárodních bezpečnostních předpisů a jsou přijímána preventivní opatření jak uvnitř, tak v okolí elektráren. Po událostech v Černobylu (1986) a Fukušimě (2011) jsou stávající jaderné elektrárny testovány v rámci různých cvičení a podrobovány stress testům. Vysoké nároky na provoz a bezpečnost těchto zařízení téměř zabraňují vzniku radiačních havárií.

2.6 Radiologické zbraně

Zde se bude jednat zejména o použití tzv. špinavé bomby. Špinavá bomba je nejčastěji zmiňovanou formou radiologického terorismu. Teroristé používají různé formy útoků a násilí k dosažení svých fundamentalistických, rasových či politických cílů. [11]

2.6.1 Špinavá bomba

Jde zpravidla o průmyslovou konvenční nebo vojenskou trhavinu smíchanou s malým množstvím méněcenného radioaktivního materiálu nebo nástražný výbušný systém obalený radioaktivním materiálem. Účinkem po odpálení není masivní výbuch jako u jaderné zbraně, ale roztýlení radionuklidů a kontaminace okolí. Cílem použití špinavé bomby není usmrcení velkého počtu osob. Jde o vyvolání obrovské paniky mezi obyvatelstvem a značné ekonomické škody. Mezi účinky špinavé bomby patří blast syndrom, crush syndrom, vnitřní a vnější kontaminace radionuklidy a s tím spojená akutní nemoc z ozáření a radiační dermatitida.[11]

2.7 Doporučené postupy pro řešení mimořádné události

Na použití špinavé bomby vydalo ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru typovou činnost integrovaného záchranného systému STČ 01/IZS Špinavá bomba. Typová činnost obsahuje postup složek IZS při záchranných a likvidačních pracích. Typová činnost „špinavá bomba“ vychází z doporučení pro zasahující složky a obyvatele v místě mimořádné události, které vydala Mezinárodní agentura pro atomovou energii.

V typové činnosti je stručně definován charakter mimořádné události. S ohledem na prioritní záchranu osob při zajištění bezpečnosti zasahujících a zjištění rozsahu kontaminovaného prostoru jsou činnosti složek IZS rozděleny do dílčích etap na záchranné a likvidační práce s důrazem na radiační průzkum a záchranu osob, poskytnutí přednemocniční neodkladné péče, opatření na ochranu obyvatelstva, poskytnutí psychosociální péče, dekontaminaci a radiační průzkum po ukončení likvidačních prací a předání místa zásahu odpovědným orgánům.

Pro zajištění bezpečnosti všech zasahujících složek IZS jsou tu uvedeny obecné zásady radiační ochrany a použití osobních ochranných prostředků. Důležitá je kontrola kontaminace zasahujících osob po výstupu z nebezpečné zóny a následná dekontaminace. Pro zasahující by neměla být překročena přípustná efektivní dávka 100 mSv, avšak v případě záchranu lidského života nebo při zabránění procesu vedoucímu ke katastrofickým podmínkám může být tento limit překročen. Efektivní dávka by neměla překročit 500 mSv při dodržení celkové roční dávky. [22] V typové činnosti se uvádí, že se nevztahuje na mimořádné události, k jejichž řešení jsou zpracovány havarijní plány nebo zvláštní postupy a netýká se ani řešení dopravních nehod vozidel převážejících radioaktivní látky, nálezů radioaktivních materiálů, nelegálního obchodu a zneškodněných nástražných výbušných

systemů s radioaktivní látkou. Avšak Šín [24] uvádí, že se tato metodika použije i při jiném neočekávaném rozptýlení radioaktivních látek, pokud nelze optimalizovat pravidla radiační ochrany a může být ohroženo zdraví obyvatelstva. Z uvedených případů jde o pozemní převoz zdrojů ionizujícího záření a radioaktivních látek, kdy může dojít k dopravní nehodě nebo pokud dojde k náhodnému nálezů radioaktivního materiálu v terénu nebo v budově.

Dle naměřených hodnot dávkového příkonu a místních podmínek velitel zásahu rozdělí místo zásahu na zóny s organizací určitých prací. Ve spolupráci s Policií ČR nebo obecní policií se uzavře místo zásahu s přilehlým okolím do vnější zóny a stanoví se bezpečnostní uzávěry na komunikacích do větší zóny.

Nahlášením výbuchu nástražného výbušného systému na operační a informační středisko IZS začíná zásah složek IZS. Zásah složek IZS končí, pokud už není nutné provádět žádné záchranné práce a všechny osoby jsou evakuovány z nebezpečné zóny.[12] Další opatření na ochranu obyvatelstva a likvidaci následků zajistí příslušná obec resp. kraj v závislosti na rozsahu a charakteru mimořádné události ve spolupráci s HZS příslušného kraje na základě doporučení SÚJB.

2.7.1 Pokyny pro ZZS

Přednemocniční neodkladnou péči poskytuje ZZS ve vnější zóně. Při spolupráci jednotek požární ochrany a výjezdových skupin ZZS v místě zásahu jsou určitá specifika. Do nebezpečné zóny obvykle členové výjezdových skupin ZZS nevstupují. Zasahující hasiči provádějí stanovení priorit ošetření osob v nebezpečné zóně. U velkého počtu zraněných použijí metodu třídění START. Před předáním postižených osob do péče výjezdovým skupinám je provedena kontrola kontaminace a eventuálně dekontaminace. Platí tu zásada, že u osob v přímém ohrožení života má přednemocniční neodkladná péče a následný transport do nemocnice přednost před dekontaminací. Členové výjezdových skupin poskytovatele ZZS označí postižené osoby třídícími a identifikačními kartami při převzetí ve vnější uzavřené zóně.

Carlos Rojas-Palma a kolektiv [18] v TMT příručce rozdělují prvotní třídění na traumatologické a radiologické. Traumatologické třídění se principiálně shoduje s metodou START. Radiologické třídění zahrnuje monitoring osob nejen raněných ale i osob pravděpodobně ozářených. Počátečním kritériem jsou informace o lokalitě. Do monitoringu a kontroly stavu je nutné zařadit všechny osoby vyskytující se v době incidentu v červené zóně (ekvivalent nebezpečné zóny z STČ), nejsou-li informace o rozsahu lokality k dispozici, stanovuje se vzdálenost 400m od zdroje záření. Je nutné stanovit a kontaktovat

cílovou skupinu. Nezraněné osoby, které se již vrátily domů jsou poučeny o osobní dekontaminaci. Osoby nacházející se na místě události jsou identifikovány a tázány na základní symptomy ARS. V případě, že vykazují tyto symptomy, jsou zařazeny do skupiny třídění dle klinických projevů. Do této skupiny patří také všichni zranění spadající do některé ze skupin traumatologického třídění. Třídění podle lokality provádí dozimetrická služba. Třídění dle symptomů náleží zdravotnické složce.

Pokud členové výjezdových skupin ZZS vstoupí do předběžné ochranné zóny před určením nebezpečné zóny nebo následně do nebezpečné zóny po dohodě s velitelem zásahu a vedoucím zdravotnické složky za účelem poskytnutí přednemocniční neodkladné péče, musí být vybaveni potřebnými osobními ochrannými prostředky a dozimetry. Při návratu z nebezpečné zóny musí projít stanovištěm dekontaminace zasahujících.

Po příjezdu první výjezdové skupiny ZZS na místo mimořádné události upřesní vedoucí tísňové volání zdravotnickému operačnímu středisku z pohledu rozsahu, typu a závažnosti zdravotnických následků. Proveďte se zdravotnický průzkum a projednají se prvotní požadavky k zajištění činnosti ZZS s velitelem zásahu včetně použití osobních ochranných prostředků a dozimetrů. Na předem určeném místě blízko hranice nebezpečné zóny probíhá přebírání dekontaminovaných osob, třídění a přednemocniční neodkladná péče. Dále jsou pacienti transportováni k poskytovatelům akutní lůžkové péče nebo do středisek specializované zdravotní péče o osoby ozářené při radiačních nehodách (SSZP).

Vedoucí zdravotnické složky

Vedoucí zdravotnické složky po příjezdu na místo mimořádné události informuje velitele zásahu a ohlásí dostupné síly a prostředky ZZS. S velitelem zásahu určí stanoviště skupiny přednemocniční neodkladné péče, třídící skupiny a skupiny odsunu a rozhodne o podmínkách bezpečnosti zasahujících členů zdravotnické složky a postižených osob. Prostřednictvím zdravotnického operačního střediska si může vyžádat dopravu a doplnění zdravotnického materiálu na místo mimořádné události, eventuálně další nutnou pomoc z jiných krajů. Vedoucí určí také zdravotnického pracovníka na stanovišti dekontaminace a jeho osobní ochranné prostředky pro posouzení způsobu dekontaminace v závislosti na typu a charakteru poranění. Dále vedoucí zdravotnické složky rozhoduje o přímém transportu některých zraněných do SSZP, zajišťuje opláchnutí sanitních vozů vždy před jejich odjezdem se zraněnými k poskytovatelům akutní lůžkové péče a zodpovídá za vedení evidence zasahujících členů výjezdových skupin s dobou jejich pohybu ve vytýčených zónách. [12][5]

Osobní ochranné prostředky

Mezi osobní ochranné prostředky členů výjezdových skupin ZZS patří obličejová maska s ochranným filtrem nebo kombinace ochranných brýlí a filtrační polomasky s úrovní ochrany FFP3. Dále holinky nebo dobře omyvatelná pracovní obuv, jednorázový protichemický oděv s kapucí a dvoje ochranné rukavice. [12] Rojas-Palma dále uvádí, že záchranáři by měli být vybaveni termoluminiscenčním nebo filmovým dozimetrem. [18]

2.7.2 Úkoly a činnosti poskytovatelů akutní lůžkové péče

Poskytovatelé akutní lůžkové péče poskytují zdravotní péči pacientům s povrchovou kontaminací nebo s podezřením na povrchovou kontaminaci radioaktivními látkami. Platí tu také zásada, že zákroky na záchranu života mají přednost před dekontaminací. Zdravotničtí pracovníci by měli dodržovat při poskytování zdravotní péče základní pravidla radiační ochrany a používat osobní ochranné prostředky aby nedošlo k jejich vnitřní nebo vnější kontaminaci. V příloze traumatologického plánu poskytovatele akutní lůžkové péče by měly být uvedeny zásady používání ochranných prostředků. U pacientů, kde neselhávají životní funkce, se v případě potřeby provede celotělová dekontaminace. [5][12]

U pacientů, kteří byli celotělově ozáření dávkou 1 Gy a vyšší nebo je u nich podezření na vnitřní kontaminaci radionuklidy, je poskytována zdravotní péče ve střediscích specializované zdravotní péče pro ozářené osoby při radiačních nehodách. Do těchto středisek jsou pacienti směřováni na základě rozhodnutí vedoucího odsunu na místě mimořádné události s ohledem na jejich zdravotní stav. Střediska jsou uvedena ve věstníku ministerstva zdravotnictví č. 5/2013. [13]

Postup poskytovatele akutní lůžkové péče

Poskytovatel akutí lůžkové péče v souladu s traumatologickým plánem na základě informací zdravotnického operačního střediska kontaktnímu místu zahájí přípravy na příjem postižených osob tím, že neprodleně připraví jednotlivá pracoviště. Jde zejména o aktivaci operačních sálů, uvolnění lůžek akutní inetrnzivní péče a přípravu diagnostického komplementu. Připraví se předurčené týmy, které budou přebírat postižené osoby do péče, třídit a ošetřovat. Dále poskytovatel akutní lůžkové péče informuje SSZP o možném převozu pacientů a konzultuje v případě potřeby léčebné postupy. Je třeba označit přístupovou trasu k příjmovému pracovišti a barevně označit další trasy.

Personál poskytovatele akutní lůžkové péče má většinou k dispozici roušky nebo polomasky PP3 k ochraně dýchacích cest, brýle či ochranný štít, ochranné rukavice, jednorázové celotělové ochranné oděvy a ochrannou pokrývku hlavy.

Příjem pacientů

Pro příjem pacientů ve spádové nemocnici se doporučuje vymezit dostatečně velký příjmový prostor a ošetrovnu – urgentní příjem. Je vhodné určit speciální vstup pro potenciálně kontaminované pacienty ze sanitních vozů k příjmu v nemocnici. Mezinárodně uznávané značení pro vstupy, vjezdy a trasy s kontaminovanými pacienty je šedou barvou. Do kontrolovaného prostoru ošetrovny by měl být omezený přístup. Měla by být přijata opatření k omezení šíření kontaminace v podobě použití plastických fólií, zakrytí podlahy, odklizení nebo přikrytí nepotřebných zařízení, určení transportní cesty se zabráněním nepovoleného vstupu na ni a přípravy kontejnerů na osobní věci pacientů a na odpad. Pro potřebu dekontaminace pacientů by měl být určen prostor v blízkosti vchodu a ošetrovny s vyznačením kontrolní linie. Dále by měl být k dispozici dostatek nástrojů a pomocného materiálu k výměně v případě kontaminace. Dále se provádí radiační kontrola v podobě měření dávkového příkonu nebo povrchové kontaminace.

Při příjmu ozářených nebo kontaminovaných pacientů ve spádové nemocnici se vychází z určitých zásad. Pacient by měl být hospitalizován a ošetřován dle příznaků, pokud pociťuje nevolnost nebo zvrací. Ke každému pacientovi by měl personál přistupovat jako ke kontaminovanému a používat postupy k zabránění kontaminace. Pokud specialista radiační ochrany po kontrole označí pacienta za kontaminovaného a jeho zdravotní stav dovolí, přistoupí se ke kompletní dekontaminaci. Kompletní dekontaminace spočívá v odstranění šatstva a jeho umístění do označeného pytle a omytí pacienta teplou vodou a mýdlem. Otevřené kontaminované rány je třeba prohlédnout a vyčistit. Pokud kontaminace rány přetrvává, je třeba zvážit krytí oblasti rány a možnost vnitřní kontaminace. Po závěrečném radiologickém hodnocení kontaminace se může nekontaminovaný pacient přemístit do ostatních prostor nemocnice.

Po celou dobu příjmu pacientů z mimořádné události je třeba kontrolovat možné šíření kontaminace. Kontrolovat je třeba i zasahující personál a v případě potřeby provést dekontaminaci. Po ukončení všech činností týkajících se příjmu pacientů z mimořádné události je nutné vyčistit všechny dotčené místosti, vybavení a techniku dle postupů pro kontrolu ozáření stanovených specialisty radiační ochrany.

2.8 Ošetřování a léčba

Při ozáření celého těla nebo jeho části může dojít ke kožním změnám od zarudnutí až po těžké projevy popálení v závislosti na velikosti dávky ionizujícího záření. Dochází také

k rozvoji nemoci z ozáření. Při náhle uvolněné radiaci jsou následky závislé na délce expozice a způsobu ozáření.

Klinický průběh konvenčních poranění a popálenin může být při kombinovaném poranění zářením či kontaminací radionuklidy výrazně zhoršen. [7] Proto se doporučuje klasifikovat tato lehká zranění jako středně těžká a středně těžká jako těžká.

2.8.1 Dekontaminace

Součástí ošetření je i dekontaminace. Dekontaminace těla se provádí omytím pod tekoucí teplou vodou kyselým mýdlem ve směru od hlavy k chodidlům. Důkladné omytí kůže i vlasů se provede několikrát. Následuje kontrolní radiologické měření. Dekontaminace očí se provádí výplachem tekoucí vodou od vnitřního koutku oka k vnějšímu. K osušení se použijí jednorázové ručníky.

Zvlášť se dekontaminují zevně kontaminované otevřené rány. Otevřené rány se čistí zvlášť a odděleně se kryjí sterilním krycím materiálem. Rány je nutné vypláchnout a zhmožděné kontaminované tkáně excidovat. Po dekontaminaci okolních povrchů těla se sterilní krytí vymění. U krvácivých ran kontaminovaných radionuklidy přiložíme v rámci první pomoci škrtilo proximálně od rány s cílem dosažení venostázy v ráně. Následně se rána vyplachuje střídavě fyziologickým roztokem a peroxidem vodíku. Při podezření na vnitřní kontaminaci je snaha o včasnou identifikaci radionuklidu a jeho následnou eliminaci. V urgentních případech se může použít výplach nosohltanu a žaludku a podání projímadla k eliminaci resorpce radioizotopu. Při vnitřní kontaminaci určitými radionuklidy se mohou použít speciální metody (antidota) urychlující jejich exkreci. U kontaminace tritiem je doporučeno pacientům hodně pít, protože se vylučuje močí. Radioaktivní kovy se mohou eliminovat navázáním na cheláty (např. DTPA).[15]

Tabulka 5: Příklady antidot pro vybrané radionuklidy. Zdroj[14][15]

Radionuklid	Místo vychytávání	Účinná látka	Příklad antidota
Americium ²⁴¹ Am	plíce, játra, kosti a kostní dřeň	Ca DTPA, Zn DTPA	Ditripentat – Heyl; Zink-Trinatrium-Pentetat
Cesium ¹³⁷ Cs	celé tělo	Berlínská modř	Radiogardase®
Fosfor ³² P	kosti, kostní dřeň	Hydratace + např. hydrogenfosforečnan draselný	K-PHOS® NEUTRAL
Iridium ¹⁹² Ir	slezina	Ca DTPA, Zn DTPA	Ditripentat – Heyl; Zink-Trinatrium-Pentetat
Jód ¹³¹ I	štítná žláza	jodid draselný, nasycený roztok jodidu draselného	Kalijev jodid
Kobalt ⁶⁰ Co	játra	Ca DTPA, Zn DTPA	Ditripentat – Heyl; Zink-Trinatrium-Pentetat
		DMSA	Dimercaptosuccinic acid DMSA
Plutonium ²³⁹ Pu	plíce, játra, kosti, kostní dřeň, gonády	Ca DTPA, Zn DTPA	Ditripentat – Heyl; Zink-Trinatrium-Pentetat
		DFOA	Desferal
Radium ²²⁶ Ra	kosti	síran barnatý	Micropaque
		hydroxid hlinitý	Maalox
Stroncium ⁹⁰ Sr	kosti	síran barnatý	Micropaque
Tritium ³ H	celé tělo	hyperhydratace	voda
Uran ²³⁵ U	ledviny, kosti	hydrogenuhličitan sodný	Hydrogenuhličitan sodný 8,4% (W/V) – BRAUN

Poznámka: V případě jodidu draselného se jedná o jediné antidotum, které je možné podat preventivně. Přípravek je účinný při podání do 4 hodin po expozici.

2.8.2 Blast syndrom

Jedním z účinků výbuchu trhaviny je poranění tlakovou vlnou – blast syndrom. Blast syndrom má několik mechanismů, které se různě kombinují. Také prostředí, ve kterém se tlaková vlna šíří, je důležité. V závislosti na prostředí rozlišujeme tlakové vlny na blast vzdušný, vodní a pevný. Vzdušný blast se na člověku projevuje při šíření tlakové vlny vzduchem, která poškozuje především orgány s dutinami, obsahem vzduchu nebo kryté membránami. Zejména dochází k poranění plic a středního ucha. Při šíření tlakové vlny vodou jsou zejména poškozeny nitrobřišní orgány. Při pevném blastu mohou být poraněny veškeré části těla objekty a pevnými částmi, které s sebou tlaková vlna nese. [1]

Mezinárodní klasifikace rozděluje blast do čtyř kategorií, které na sebe navazují.

1. Přímým působením tlakové vlny vzniká primární blast. Poraněné jsou především orgány, které obsahují stlačitelný vzduch. Patří sem plíce, střední ucho nebo trávicí trubice. Plicní barotrauma může být ve formě zhmoždění plic, trombózy plicních cév, difuzního krvácení do plicního parenchymu a vzduchové embolie. Všechny tyto stavy vedou k

akutnímu respiračnímu selhání s doprovodnou hypovolémií a šokovým stavem z polytraumatu, způsobeného současným působením dalších složek blastu. Poranění středního ucha představuje laceraci bubínku a poškození převodního aparátu. Působení tlakové vlny se přenáší i do statoakustického centra. Šířením tlakové vlny ve vodě je nejčastěji poraněno střevo. Jde zejména o tračník, ale v závislosti na náplni a stupni distenze mohou být poraněny i kličky tenkého střeva nebo žaludek.

2. Tlaková vlna s sebou může nést různé objekty a materiál, které jsou schopny způsobit různá zranění. Jedná se o sekundární blast. V závislosti na charakteru letícího objektu se může jednat o poranění tupá či penetrující. Letící materiál může pocházet přímo z nástražného výbušného systému nebo nepřímo z okolních objektů. Pod vodní hladinou je sekundární poranění vzácné, protože objekty nezískají tak vysokou kinetickou energii.

3. Pokud se osoba nachází v blízkosti výbuchu, je odražena a pohybuje se vzduchem. Terciální blast představuje náraz letícího těla do okolních objektů. Další zranění je dále způsobeno dopadem, mnohdy z velké výšky. Nejčastějšími poraněními jsou zlomeniny končetin, úrazy lebky a mozku, páteře a míchy a další zhmoždění. Penetrující poranění mohou vzniknout při dopadu na ostré předměty.

4. Další přidružená poranění a stavy mohou vznikat v prostředí, ve kterém se oběť nalézá. Do kvartérního blastu patří např. inhalace toxinů, popáleniny, topení, dušení, radiace nebo styk s nebezpečnou chemickou látkou. Do kvartérního poranění lze zahrnout i zhoršení některých základních onemocnění oběti jako ischemická choroba srdeční, obstrukční plicní nemoc, astma, epilepsie, hypertenze a jiné. [1]

Cílená vyšetření vedou k rozhodnutí o chirurgickém nebo konzervativním způsobu terapie. Poraněním jednotlivých orgánových systémů a orgánů samotných odpovídá léčebný postup. V první řadě jde vždy o zajištění objemu, oxygenace a analgezie. Pokud je to nutné, jsou indikována antibiotika. Pokud nejsou zjištěny jiné důvody, nepodává se atropin u pacientů s bradykardií a hypotenzí, protože následek výbuchu způsobil stimulaci vagu.

2.8.3 Crush syndrom

Další komplikací u obětí výbuchu může být crush syndrom. K němu dochází při zřícení konstrukcí vlivem výbuchu a následnému zavalení osob. Podstatou je zhmoždění nebo útlak příčně pruhovaného svalstva. Zhmožděné a hypoxické svalstvo se rozpadá, vyplavuje se myoglobin, draslík, proteolytické enzymy a lyzozomy do krve s následkem selhání ledvin.[1]

Na rabdomyolýzu je nutné pomýšlet včas. Stav zavalených osob může být uspokojivý, ale po vyproštění se toxiny náhle vyplaví do oběhu. Z toho důvodu je vhodné před úplným vyproštěním postiženému aplikovat intravenózně v dostatečném množství tekutiny a následně manitol. Po vyproštění následuje imobilizace a ošetření všech možných příčin rabdomyolýzy, kam patří detoxikace, zabránění dehydrataci a uvolnění stlačeného svalstva. Rehydratace a následné podání manitolu je prevencí selhání ledvin. Další diuretické prostředky se zavádí dle diurézy. Hyperkalcémie se koriguje podáním kalcia a 10% glukózy s inzulinem. Alkalizace moči se udrží podáním 20 ml NaHCO₃ na 1 litr infúzního krystaloidu. Diuréza by se měla udržovat alespoň na 200 ml.hod⁻¹. [1]

2.8.4 Akutní nemoc z ozáření

Ozáření způsobuje poškození kostní dřeně, krve, jater, nervové soustavy a vyvolává genové mutace s následkem genetických postižení. Ozářením celého těla vysokými dávkami je vyvolána akutní nemoc z ozáření neboli akutní radiační syndrom (ARS).

Ozáření dávkou do 250 mSv není klinicky zjištělné. Lehké změny v krevním obraze vyvolá dávka 250 – 1 000 mSv. Dávka 1 – 2 Sv se projevuje nauzeou, nevolností, zvracením, únavou a změnami v krevním obraze, protože dávka okolo 1 Sv vede k redukcii populace kmenových buněk v kostní dřeni o 37%. Dávka 2 – 3 Sv způsobuje první den nauzeu a vomitus. Po 14 dnech přichází opět nauzea a nevolnost a projevují se další příznaky v podobě ztráty chuti, bledosti, ztráty tělesné hmotnosti, průjemy nebo bolesti v krku. Úprava zdravotního stavu je možná po třech měsících. Nauzeu, vomitus a průjem již několik hodin po ozáření způsobuje dávka 3 – 6 Sv. Následně se dostavuje asi po týdnů celkový pocit nemoci, vypadávání vlasů a ztráta chuti k jídlu. Po druhém týdnů nastupuje vnitřní krvácení a krvácení do kůže. Dalšími projevy jsou horečka, průjem, záněty sliznic a pokles tělesné hmotnosti. V tomto inetrvalu dávky může nastat smrt v období mezi 2. až 6. týdnem po ozáření. Již při dávce 3,5 - 4,5 Sv je nutné předpokládat smrt u 50% případů do 60-ti dní po expozici bez léčby.

Celotělová expozice vysoké nadprahové dávce vede k syndromu multiorgánového postižení (tzv. radiation-induced multiple organ dysfunction syndrome) a následnému selhání. Syndrom systémové zánětlivé odpovědi, vyvolaný cytokiny a následky smrti buněk v důsledku přímého a nepřímého radiačního poškození, patří mezi patofyziologické aspekty multiorgánového postižení.

Akutní radiační syndrom probíhá ve 4 fázích. Důsledek odezvy autonomního nervového systému a dalších regulačních systémů patří do stadia časných prodromálních

příznaků. Mezi příznaky patří nechutenství, salivace, průjem, nauzea, pocení, časný kožní erytém, apatie, cefalea, dysrytmie, pokles krevního tlaku a zvýšená teplota. Základním projevem je ovšem zvracení. Dle doby latence do nástupu zvracení lze odhadnout závažnost ozáření.

Po první fázi nastupuje stadium bezpříznakové, kdy dojde k oslabení klinických příznaků nebo úplně vymizí.

Třetí fáze je kritická. Jde o stadium manifestace onemocnění. U přeživších dále nastupuje stadium rekonvalescence.

Obecně platí, že s vyšší dávkou nastupují prodromální příznaky dříve, bezpříznakové období se zkracuje, dochází k manifestaci závažnější formy onemocnění a u přeživších trvá rekonvalescence déle.

V diagnostické praxi se využívá systém klinického hodnocení závažnosti radiačního postižení METREPOL (Medical Treatment Protocols for Radiation Accident Victims). Jde o evropský konsenzus o zdravotní péči osobám postiženým v důsledku hromadných radiačních událostí, přijatý v roce 2005. Dle tohoto systému lze zhodnotit stav pacienta, závažnost akutního radiačního syndromu, prognózu a nasadit adekvátní léčbu na základě posouzení 4 skupin orgánově specifických klinických symptomů. Jde o symptomy hematopoetické, gastrointestinální, kožní a neurologické.

Rekonstrukce velikosti, časového a prostorového rozložení dávky patří mezi důležité prognostické faktory. Dalším faktorem v průběhu 48 hodin od expozice je dynamika poklesu lymfocytů v periferní krvi a změny krevního obrazu v průběhu léčby cytokiny.

Na míru závažnosti celotělového ozáření ukazuje vyšetření periferního krevního obrazu a biologická dozimetrie ve formě cytogenetické analýzy chromozomálních aberací T-lymfocytů v periferní krvi.

Rozlišujeme 4 formy akutního radiačního syndromu. Jsou to lehká, hematopoetická, gastrointestinální a neurovaskulární forma akutní nemoci z ozáření.

U lehké formy ARS vzniklé po dávce 1-2 Gy se objevují prodromální příznaky po 2-3 hodinách nebo déle po expozici. V průběhu 48 hodin se objeví mírné změny v krevním obrazu. Projevy onemocnění se objeví po 3-5 týdnech celkovou slabostí a únavou. Rekonvalescence trvá několik týdnů, kdy v krvetvorných orgánech vznikne nová populace ze zachovalé frakce kmenových buněk. U lehké formy je prognóza dobrá. Pacienti jsou pouze sledováni a léčba je jen symptomatická a podpůrná.

Klinický průběh u hematopoetické formy ARS je středně těžký až těžký. Nastává po dávce 3-6 Gy, kdy dochází k poškození a zničení významné frakce prekursorů krevních buněk a retikuloendotelového systému. Po expozici se projeví časné prodromální příznaky po 1-2 hodinách a latentní stadium trvá 1-3 týdny. Po bezpříznakové fázi nastupuje kritické stadium v podobě infekcí, sepsí, vysoké horečky, krvácivých projevů a orofaryngeálního syndromu. Rekonvalescence trvá několik měsíců. Prognóza onemocnění je však nejistá. V průběhu 4-8 týdnů dochází k úmrtí u 60-80% pacientů.

U gastrointestinální formy ARS je klinický projev onemocnění velmi těžký až letální. Po dávce 6-15 Gy jde především o nekrózu střevní výstelky. 30-60 min po expozici nastávají časné příznaky a v průběhu několika hodin až dnů nastává velmi těžká lymfopenie. Po 7-10 dnech nastupuje kritické stadium onemocnění s vysokou horečkou, těžkými průjmy, zvracením a hematemézou, krvácením ze střev, minerálním a metabolickým rozvratem, závratěmi, dezorientací a hypotenzí. Stav dále komplikují příznaky poškození krvevorných orgánů, orofaryngeální syndrom a radiační pneumonitida. Gastrointestinální forma má velmi špatnou prognózu. V průběhu 1-2 týdnů umírá 80-100% nemocných. Základem léčby je komplexní terapie na odděleních klinické hematologie a izolace pacienta kvůli eliminaci infekce. Léčba spočívá ve včasném podání cytokinů po dobu minimálně 14-21 dní. Dále se podává interleukin-3, trombopoetin, granulocyto-stimulující faktor nebo granulocyto-makrofágový stimulující faktor, erytropoetiny, preventivně širokospektrá antibiotika, antivirotika, antimykotika, krevní transfúze a krevní deriváty. Transplantace kostní dřeně se provádí při neúčinné léčbě cytokiny.

Neurovaskulární forma ARS nastává u dávky 20Gy a vyšší. Dochází k poškození vaskulárního endotelu a toto onemocnění je smrtelné. 10-20 min po ozáření nastupují časné symptomy a bezpříznakové období chybí. Léčba je pouze paliativní.[15]

2.8.5 Radiační dermatitida

Akutní radiační dermatitida nastává po jednorázovém nebo opakovaném ozáření v krátkém časovém úseku. Nebo může nastat po celotělovém zevním ozáření a po zevní kontaminaci kůže beta zářiči. Závažnost postižení kůže závisí na mnoha faktorech. Patří sem zejména velikost dávky, druh a energie záření, velikost a lokalizace ozářené plochy a predispozice ozářeného jedince.

Dávka 2-10 Gy způsobí na kůži radiační dermatitidu I. stupně. Časný erytém se může, ale nemusí objevit. Po období 2-5 týdnů bez příznaků se objeví druhotný erytém a přechodná alopecie, která přechází u dávky vyšší než 6 Gy v alopecii trvalou.

Radiační dermatitida II. stupně nastává po ozáření dávkou 12-25 Gy. Zpravidla se objeví časný prchavý erytém a po období latence 2-3 týdny se objeví deskvamace a puchýře. Sekundární infekce v postižené oblasti se projeví plošným mokváním. Z okrajů postižení se po 2-3 týdnech začíná postupně obnovovat pokožka.

Po ozáření dávkami nad 30 Gy dochází i k poškození hlubších vrstev kůže a podkoží. Jde o radiační dermatitidu III. stupně. Infekce a cévní změny v defektu způsobí nekrózu a vzniká vřed. Tyto defekty se obtížně a dlouho hojí a nová pokožka je atrofická a fragilní. Mohou také vznikat ragády a sekundární vředy, které se zhojí jizvou nebo vyžadují radikální chirurgický zákrok.

U lehčích forem radiodermatitidy vystačí konzervativní terapie. Na lokální projevy se použije sterilní krytí, indiferentní hydrofilní mast nebo kortikosteroidy a lokální antibiotika. Postiženému se mohou podat analgetika, nesteroidní antirevmatika, vasodilatační a antiagregační přípravky a kožní růstové faktory. Těžké formy radiodermatitidy je nutné řešit chirurgickou cestou. Po zhojení je nutná zvýšená ochrana před nepříznivými fyzikálními, chemickými a biologickými vlivy.[15]

2.9 Zdravotnická zařízení v ČR

Česká republika jako členská země Evropské Unie, do které je plně integrováno Evropské společenství pro atomovou energii (EURATOM), má na základě směrnice rady 2013/59/Euratom (dříve 96/29/Euratom) povinnost zajistit lékařskou péči v případě radiačních havárií. Dle zákona č. 263/2016 Sb. atomový zákon v §214 ministerstvo zdravotnictví vytváří systém a určuje poskytovatele zdravotních služeb pro poskytování speciální lékařské pomoci vybranými klinickými pracovišti osobám ozářeným při radiační mimořádné události. Seznam těchto poskytovatelů uveřejnilo ministerstvo zdravotnictví ve věstníku MZ 5/2013 ještě v platnosti zákona č. 18/1997 Sb. o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření a o změně a doplnění některých zákonů na základě §46. [13] [30][22][29]

2.9.1 Specializovaná střediska zdravotní péče

Specializovaná střediska zdravotní péče o osoby ozářené při radiačních nehodách (SSZP) mají celostátní působnost a jsou jimi:

- Fakultní nemocnice Královské Vinohrady – SSZP při Klinice popáleninové medicíny, Praha. Toto středisko zajišťuje příjem a léčbu ozářených osob s lokálními kožními projevy vyvolanými ionizujícím zářením. Dále se tu provádí chirurgické

ošetření lokálního depozitu radionuklidu a kontaminovaných poranění. Ošetřují se tu i pozdní lokální následky akutního ozáření.

- Všeobecná fakultní nemocnice v Praze – SSZP při Dermatovenerologické klinice. VFN poskytuje příjem a léčbu ozářených osob s podezřením na vnitřní kontaminaci radionuklidy a příjem a léčbu ozářených osob s indikací diagnostické hospitalizace.
- Fakultní nemocnice Hradec Králové – SSZP při IV. Interní hematologické klinice. Zde je zajištěn příjem a léčba ozářených osob s podezřením na celotělové ozáření ionizujícím zářením dávkou převyšující 1 Gy bez ohledu na kontaminaci radionuklidy.
- Tomayerova nemocnice – SSZP při oddělení lékařské genetiky, Praha. Na tomto pracovišti se provádí cytogenetické vyšetření lymfocytů periferní krve ozářených osob s určením ekvivalentu celotělové dávky ionizujícího záření
- Fakultní nemocnice Brno – SSZP při Dermatovenerologické klinice. Zde je zajištěn příjem a léčba ozářených osob s lokálními kožními projevy vyvolanými ionizujícím zářením, dále chirurgické ošetření kontaminovaných poranění a ošetření pozdních lokálních následků akutního ozáření.[13]

2.9.2 Poskytovatelé akutní lůžkové péče

Dle STČ IZS Špinavá bomba [12] je povrchově kontaminovaným pacientům a pacientům s podezřením na kontaminaci radioaktivními látkami poskytována zdravotní péče ve zdravotnických zařízeních poskytovatelů akutní lůžkové péče.

V případě mimořádné události zdravotnické zařízení kontinuálně komunikuje se zdravotnickým operačním střediskem ZZS a SSZP. Pacienti jsou přiváženi na oddělení urgentního příjmu zdravotnického zařízení.

3 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem práce je zhodnotit připravenost a odezvu ZZS vybraných krajů, vybraných poskytovatelů akutní lůžkové péče a středisek specializované zdravotní péče o osoby ozářené při radiačních nehodách a jejich vzájemnou koordinaci při mimořádné události s rozptylem radioaktivních látek do prostředí s výskytem zraněných osob.

Na základě zákona 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému a dle prováděcích předpisů vypracovalo GŘ HZS katalog typových činností složek IZS při společném zásahu, z nichž jedna nese název Špinavá bomba a upravuje postupy IZS při mimořádné události při níž došlo k rozptylu radioaktivních látek výbuchem. [12]. Typová činnost se zabývá i základními doporučeními pro poskytovatele akutní lůžkové péče a SSZP a byla vydána v roce 2004 s aktualizací v roce 2015.

Cílem práce je také porovnat postupy výše zmíněných institucí při mimořádné události s rozptylem radioaktivních látek s doporučeními mezinárodních organizací a typovou činností STČ 01 Špinavá bomba.

Hypotézy

- H1: SSZP jsou nejlépe připravená zdravotnická pracoviště pro příjem a léčbu pacientů ozářených a kontaminovaných radioaktivními látkami.
- H2: Urgentní příjmy krajských nemocnic jsou připraveny na příjem a léčbu pacientů ozářených a kontaminovaných radioaktivními látkami.
- H3: Současně užívané postupy ZZS při mimořádné události s rozptylem radioaktivních látek do prostředí jsou v souladu s doporučeními mezinárodních organizací a STČ 01 Špinavá bomba.

4 METODIKA

4.1 Forma výzkumu

Vzhledem k cílům práce byla zvolena jako výzkumná metoda monitorovaný rozhovor. Jedná se o kvalitativní výzkum formou strukturovaného rozhovoru, kde jsou respondentům kladeny volné otázky v písemné podobě. Písemná forma byla vybrána nejen kvůli složitosti dané problematiky, ale i pro časovou náročnost. Respondenti tak mají více času na rozmyšlení odpovědi na dané otázky. [3] Před předložením samotných dotazů byli potenciální respondenti nejprve osloveni a žádost o zapojení do výzkumu s nimi byla probrána samostatně. Předložené vzorové dotazníky nacházející se v příloze 1 proto již neobsahují všechny formální náležitosti.

Po získání odpovědí od respondentů byla metodou komparace provedena analýza postupů ZZS a jednotlivých zdravotnických pracovišť se společnou typovou činností „Špinavá bomba“ a doporučením vydaným IAEA a TMT při mimořádné události s únikem nebo rozptylem radioaktivních látek.

Pro získání komplexního přehledu o problematice byly zvoleny tři skupiny respondentů. Skupiny jsou rozděleny dle typu pracoviště z důvodu odlišných rolí při řešení mimořádné události. Jedná se o lékaře pracující na klinikách, které jsou určeny jako střediska specializované zdravotní péče o pacienty ozářené při radiačních nehodách, dále o lékaře z vybraných krajských nemocnic a o lékaře a záchranáře pracující na výjezdových stanovištích krajů korespondujících s vybranými nemocnicemi.

4.2 Výzkumné dotazy

Výzkumné dotazy mají zjistit stupeň připravenosti pracovišť a personálu. Pro všechny skupiny respondentů jsou shodné otázky týkající se zajištění osobní ochrany a možností vzdělávání. Další dotazy jsou cíleny na jednotlivé skupiny respondentů a jsou pro ně specifické. V případě zdravotnických zařízení se jedná zejména o připravenost na příjem a rozpoznání pacientů kontaminovaných radioaktivním materiálem a možnosti dekontaminace. U zdravotnické záchranné služby dotazy cílí na postupy a rozhodovací mechanismy při mimořádné události s přítomností radioaktivního záření.

4.2.1 Dotazy pro SSZP

- Je problematika kontaminovaných pacientů upravena v traumatologickém plánu nemocnice?

- Jakým způsobem se SSZP připravuje k příjmu kontaminovaných pacientů po ohlášení MÚ s rozptylem radioaktivních látek?
- Používá personál SSZP zvláštní ochranné osobní pracovní prostředky při ošetřování kontaminovaných pacientů?
- Má personál k dispozici osobní dozimetry? Pokud ano, jaké?
- Má SSZP k dispozici radiometr nebo personál vybavený radiometrem?
- Jakým způsobem nemocnice zajišťuje dekontaminaci pacientů?
- Má SSZP předem stanovený prostor pro zřízení dekontaminační místnosti?
- Jakým způsobem je prováděna dekontaminace a ošetření otevřených kontaminovaných ran?
- Připravuje se SSZP na příjem kontaminovaných pacientů radioaktivními látkami školením nebo cvičením?

4.2.2 Dotazy pro krajské nemocnice

- Je problematika kontaminovaných pacientů upravena v traumatologickém plánu nemocnice?
- Jakým způsobem se nemocnice připravuje k příjmu kontaminovaných pacientů po ohlášení mimořádné události s rozptylem radioaktivních látek?
- Používá personál nemocnice zvláštní ochranné osobní pracovní prostředky při ošetřování kontaminovaných pacientů?
- Má personál k dispozici osobní dozimetry? Pokud ano, jaké?
- Má urgentní příjem k dispozici radiometr nebo personál vybavený radiometrem?
- Je urgentní příjem nemocnice stále vybaven hlásičem radiace k rozpoznání pacienta kontaminovaného radioaktivními látkami?
- Jakým způsobem nemocnice zajišťuje dekontaminaci pacientů?
- Má předem stanovený prostor pro zřízení dekontaminační místnosti?
- Jakým způsobem je prováděna dekontaminace a ošetření otevřených kontaminovaných ran?

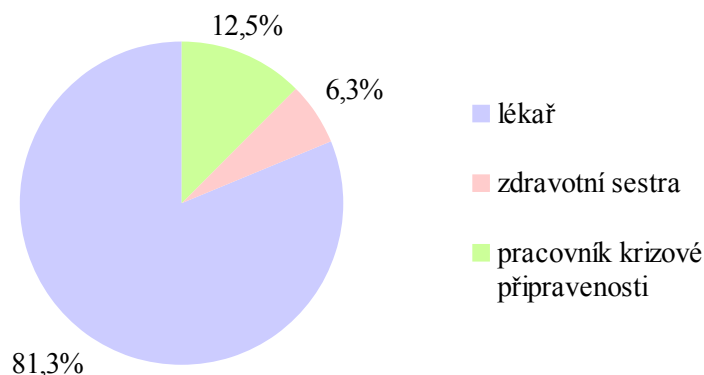
- Jaká jsou kritéria pro rozhodnutí k převozu pacienta do střediska specializované zdravotní péče o osoby ozářené při radiačních nehodách?
- Je personál urgentního příjmu školen v problematice radioaktivního záření?
- Připravuje se nemocnice na příjem kontaminovaných pacientů radioaktivními látkami školením nebo cvičením?

4.2.3 Dotazy pro KŘ ZZS

- Jakým postupem se ZZS v případě mimořádné události s únikem nebo rozptylem radioaktivních látek?
- Považujete z pohledu ZZS postupy v STČ Špinavá bomba za aktuální a funkční?
- Pokud na místo mimořádné události dorazí první posádka ZZS, je schopna poznat přítomnost radioaktivních látek?
- Jsou posádky ZZS vybaveny osobními ochrannými prostředky pro vstup do zóny radiačního nebezpečí?
- Jsou členové posádek ZZS vybaveni osobními dozimetry? Pokud ano, jakými?
- Jaká opatření budou přijata v případě převozu kontaminovaného pacienta sanitním vozem?
- Na základě jakých kritérií rozhoduje vedoucí lékařské složky o cílovém zdravotnickém zařízení v případě rozvozu zraněných osob kontaminovaných radioaktivními látkami?
- Je personál urgentního příjmu/ZZS školen v problematice radioaktivního záření?
- Připravují se posádky ZZS na mimořádné události s únikem nebo rozptylem radioaktivních látek?

4.3 Respondenti

Ve velké většině případů jsou respondenty lékaři. Ve 3 případech byl vedoucím lékařem pověřen odpovědět jiný lékařský pracovník nebo pracovník krizové připravenosti.



Obrázek 2: Graf znázorňující pracovní zařazení respondentů

4.3.1 Střediska specializované zdravotní péče o osoby ozářené při radiačních nehodách

V nemocnicích, ve kterých sídlí střediska specializované péče byly osloveni primáři resp. přednostové klinik, pod která SSZP spadá.

- Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha. Respondentem je vrchní sestra kliniky popáleninové medicíny pověřená primářem kliniky.
- Všeobecná fakultní nemocnice v Praze. Respondentem je primářka dermatovenerologické kliniky.
- Fakultní nemocnice Hradec Králové. Respondentem je vedoucí lékař SSZP při IV. interní hematoonkologické klinice.
- Tomayerova nemocnice Praha. Respondentem je primářka oddělení lékařské genetiky.
- Fakultní nemocnice Brno. Respondentem je pracovník odboru kvality, bezpečnosti a krizového řízení.

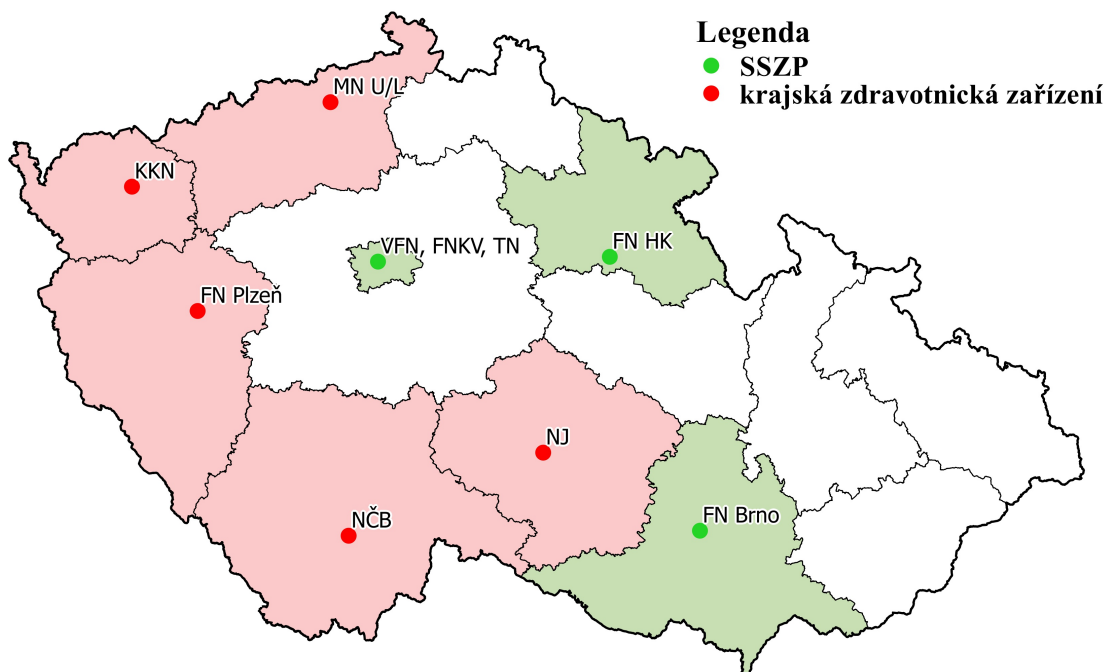
4.3.2 Krajská zdravotnická zařízení

Při diskuzi zadání práce bylo pro výzkum vybráno 5 krajských zdravotnických zařízení. Dotazy byly směřovány primářům urgentních příjmů nemocnic. Oddělení

urgentního příjmu případně klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny byly vybrány z důvodů pvočního příjmu pacientů a to jak předaných ZZS, tak i samostatně příchozích.

Vybranými nemocnicemi jsou:

- Nemocnice České Budějovice, a.s., Respondentem je lékař oddělení úrazové a plastické chirurgie.
- Nemocnice Jihlava, příspěvková organizace. Respondentem je vedoucí lékař urgentního příjmu.
- Karlovarská krajská nemocnice, a.s. Respondentem je primář urgentního příjmu.
- Fakultní nemocnice Plzeň. Respondentem je přednosta kliniky anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny.
- Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o.z., Respondentem je přednosta kliniky anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny.



Obrázek 3: Rozmístění středisek specializované zdravotní péče a vybraná krajská zdravotnická zařízení

Vysvětlivky: VFN ... Všeobecná fakultní nemocnice, FNKV ... Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, TN ... Thomayerova nemocnice, FN HK ... Fakultní nemocnice Hradec Králové, FN Brno ... Fakultní nemocnice Brno, MN U/L ... Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, KKN ... Karlovarská krajská nemocnice, FN Plzeň ... Fakultní nemocnice Plzeň, NČB ... Nemocnice České Budějovice, NJ ... Nemocnice Jihlava

4.3.3 Ředitelství ZZS krajů

Z ředitelství ZZS krajů byla vybrána ta, která svou působností korespondují s výše uvedenými krajskými nemocnicemi doplněná o ředitelství ZZS Středočeského kraje. Ředitelství ZZS Středočeského kraje bylo vybráno pro ucelení zvolené lokality a pro předpoklad úzké spolupráce se zdravotními zařízeními na území hlavního města. Respondenty z řad zdravotní záchranné služby jsou ve většině případů vedoucí lékaři výjezdových stanovišť či lékaři pověřeni krizovou připraveností ZZS kraje.

Osloveni byli pracovníci krajů: Ústeckého, Karlovarského, Plzeňského, Jihočeského, Jihomoravského, Vysočiny, Královehradeckého, Středočeského a hlavního města Prahy.

5 VÝSLEDKY

Prezentace výsledků je stejně jako výzkumné dotazy rozdělena do kapitol dle typu pracoviště respondenta. V rámci jednotlivých kapitol jsou odpovědi děleny do skupin dle příbuznosti otázek. Tabulky všech dotazů a kompletních odpovědí jsou uvedeny v příloze 2.

5.1 Analýza odpovědí SSZP

Jak již bylo zmíněno v metodice, bylo osloveno všech 5 klinik, ve kterých jsou zřízena specializovaná střediska o osoby ozářené při radiačních nehodách.

Do analýzy výsledků nevstupuje oddělení lékařské genetiky Thomayerovy nemocnice. Toto SSZP zajišťuje pouze laboratorní cytogenetické vyšetření lymfocytů periferní krve ze zaslaných vzorků a ozářené či kontaminované pacienty nepřijímá.

Respondenti všech ostatních SSZP shodně uvedli, že problematika kontaminovaných pacientů je upravena v traumatologickém plánu nemocnice. Dle traumatologického plánu se řídí i příprava na příjem ozářených nebo kontaminovaných pacientů.

Osobními ochrannými pomůckami, osobními dozimetry a radiometrem jsou vybaveny pouze SSZP při klinikách FNKV a FN Brno. Respondenti z VFN a FN HK uvedli, že žádnými speciálními prostředky pro práci s kontaminovanými pacienty vybavení nejsou.

V problematice dekontaminace pacientů se odpovědi respondentů jednotlivých středisek nejvíce liší. SSZP při dermatovenerologické klinice VFN má sice vyčleněnou dekontaminační místnost, nemá ale určeny postupy pro dekontaminaci otevřených ran a samotné dekontaminace pracovníci kliniky neprovádějí. Vedoucí pracovník SSZP FN HK je přesvědčen, že zdravotnický personál s kontaminovanými pacienty vůbec nepřijde do styku, a proto kompletní problematiku dekontaminace vůbec neřeší. Dle traumaplánu FNKV je místo pro zřízení dekontaminační jednotky určeno mimo areál nemocnice a dekontaminace bude prováděna ve spolupráci s HZS. Postupy ošetřování kontaminovaných otevřených ran (ve smyslu radiační dermatitidy) se shodují s postupy ošetřování popálenin za použití OOPP. Dekontaminační místnost je určena i ve FN Brno a dekontaminace pacientů i ošetřování otevřených kontaminovaných ran jsou upraveny interními předpisy nemocnice.

Školení a cvičení na příjem pacientů kontaminovaných radioaktivními látkami pořádají resp. se účastní pracovníci SSZP FNKV a FN Brno.

Z výsledků vyplývá, že na příjem, dekontaminaci a ošetření osob postižených při mimořádné události s rozptylem radioaktivních látek jsou připravena SSZP FNKV a FN Brno. Ve VFN došlo v roce 2013 z kapacitních důvodů k přesunu SSZP z kliniky pracovního lékařství na kliniku dermatovenerologickou. Dle respondenta není přesun stále plně dokončen, školení personálu k problematice je v přípravě a interní postupy pro příjem a léčbu ozářeného nebo kontaminovaného pacienta nejsou definovány. Z rozhovoru s respondentem vyplývá, že v rámci dermatovenerologické kliniky VFN je středisko specializované zdravotní péče určeno pouze formálně. Respondent z FN HK chápe určení střediska pouze pro potřeby osob pracujících se zdroji ionizujícího záření, nikoliv pro případ zneužití například formou teroristického útoku. Z tohoto důvodu předpokládá, že SSZP nebude nikdy muset řešit dekontaminaci. V tomto případě je odpověď respondenta také v rozporu s věstníkem MZ ČR 5/2013, v němž je uveden předpoklad k příjmu ozářených pacientů bez ohledu na kontaminaci radionuklidy.

5.2 Analýza odpovědí krajských zdravotnických zařízení

Z oslovených krajských nemocnic do analýzy nevstupují informace z oddělení úrazové a plastické chirurgie v Českých Budějovicích. Důvodem je odmítnutí spolupráce.

Z ostatních krajských zdravotnických zařízení uvedl pouze respondent z kliniky anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny z FN Plzeň, že problematiku kontaminovaných pacientů upravuje traumatologický plán nemocnice. Respondenti z nemocnice Jihlava, Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem a Karlovarské krajské nemocnice se shodli, že tuto problematiku jejich traumatologický plán neupravuje.

Respondenti dále uvedli, že zvláštními osobními ochrannými pracovními prostředky a osobními dozimetry nedisponuje žádné z oslovených oddělení. Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny FN Plzeň je připravena si v případě mimořádné události vypůjčit osobní dozimetry a radiometr z oddělení radiologické fyziky i s proškoleným personálem. Radiometry ani hlásiči radiace nejsou trvale vybaveny žádné příjmy pacientů oslovených nemocnic.

Žádná z nemocnic po ohlášení mimořádné události s rozptylem radioaktivních látek neprovádí zvláštní opatření k zabezpečení příjmu potenciálně kontaminovaných a kontaminovaných pacientů. Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny FN Plzeň a klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem mají vyčleněný prostor pro dekontaminační místnost. Navzdory tomu se všichni respondenti shodně vyjadřují, že k celkové dekontaminaci i k dekontaminaci

otevřených ran by mělo dojít v místě zásahu ještě před převozem do nemocnice. Respondent KARIM FN Plzeň připouští dekontaminaci v případě život ohrožujících stavů v areálu nemocnice. Pro tyto případy jsou postupy zpracovány v rámci Hygienického plánu nemocnice. Kritéria pro převoz pacientů do SSZP nemají nemocnice zpracovány a v případě potřeby budou pacienti posuzováni individuálně a klinické příznaky budou konzultovány s jednotlivými SSZP.

Pracovníci oslovených oddělení Karlovarské krajské nemocnice, Nemocnice Jihlava a Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem se v problematice radioaktivního záření ani příjmu pacientů kontaminovaných radioaktivními látkami nijak neškolí a neúčastní se žádných cvičení. Respondent z KARIM FN Plzeň uvedl, že pracovníci kliniky se na příjem kontaminovaných pacientů připravují jedenkrát ročně v rámci úkolů spojených s přípravou na řešení mimořádné události spojené s urgentním příjmem velkého počtu raněných osob. Školení lékařských i nelékařských pracovníků je prováděno i k problematice radioaktivního záření.

Z rozboru výsledků vyplývá, že pouze FN Plzeň má v rámci KARIM zpracovány postupy k problematice kontaminovaných pacientů a personál kliniky je na tyto situace proškolen a připraven. Ostatní oslovené nemocnice se problematikou pacientů kontaminovaných radioaktivními látkami nezabývají a při mimořádné události se spoléhají na práci HZS ČR.

5.3 Analýza odpovědí krajských ředitelství ZZS

Do analýzy odpovědí oslovených krajských zdravotnických záchranných služeb nevstupují ZZS hlavního města Prahy, ZZS Karlovarského kraje a ZZS Plzeňského kraje z důvodu odmítnutí spolupráce.

Respondenti ze ZZS Jihočeského, Středočeského, Ústeckého, Královehradeckého a Jihomoravského kraje a Kraje Vysočina shodně odpověděli, že v případě mimořádné události s únikem nebo rozptylem radioaktivních látek postupují dle STČ Špinavá bomba. Dle respondentů Jihočeského, Ústeckého, Královehradeckého kraje a Kraje Vysočina je současné vydání STČ Špinavá bomba dostatečné, správné a funkční a není třeba ho měnit. Naproti tomu respondent Jihomoravského kraje uvádí, že je v STČ Špinavá bomba nutná aktualizace terminologie, lepší rámcové vymezení postupů a rozšíření listu ZZS. Respondent Středočeského kraje považuje za problematický požadavek na transport kontaminovaných pacientů sanitními vozy.

Dle všech respondentů nejsou posádky ZZS schopny zjistit přítomnost radioaktivních látek při mimořádné události, pokud na místo dorazí jako první. Vyjimku tvoří pouze RZP/RLP Vodňany v Jihočeském kraji, která je vzhledem k blízkosti jaderné elektrárny Temelín vybavena dozimetrem. Pro vstup do zóny radiačního nebezpečí jsou dle respondentů posádky ZZS vybaveny OOPP v podobě balíčků proti VNN v Jihočeském, Středočeském, Jihomoravském kraji a Kraji Vysočina. Současně posádky ZZS v dotazovaných krajích nedisponují osobními dozimetry. Vyjimkou je RZP/RLP Vodňany v Jihočeském kraji, která má k dispozici osobní dozimetry RAD 60, a dále biohazardtým v Jihomoravském kraji a Kraji Vysočina.

U problematiky rozhodovacích mechanismů vedoucího odsunu se respondenti shodli, že převozu raněného má předcházet dekontaminace v místě zásahu. Vyjimku tvoří transport pacientů v život ohrožujícím stavu. V těchto případech posádky ZZS použijí dostupná OOPP. Respondent z Jihočeského kraje doporučuje zamezit šíření kontaminace uložení raněného do vaku na zemřelé případně jej zabalit do termofólie. Po převozu pacienta musí dále následovat důkladná dekontaminace posádky i vozu. ZZS z Královehradeckého kraje využije k přepravě kontaminovaných pacientů biohazard tým. Možnost přímého umístění raněného do SSZP odkazují na věstník MZ ČR 5/2013 [13] respondenti z Královehradeckého kraje a z Kraje Vysočina.

V oblasti radioaktivního záření jsou školeny posádky ZZS Jihočeského kraje, Kraje Vysočina a biohazardtým Jihomoravského kraje. Příprava posádek na mimořádnou událost s únikem nebo rozptylem radioaktivních látek probíhá také pouze v těchto krajích.

5.4 Zhodnocení provázanosti pracovišť

Z výsledků uvedených výše vyplývá, že problém při řešení mimořádné události s únikem nebo rozptylem radioaktivních látek je v nepřipravenosti oslovených krajských zdravotnických zařízení, které problematiku příjmu ozářených a kontaminovaných pacientů a jejich dekontaminaci dle respondentů vůbec neřeší.

V případě nutnosti transportu kontaminovaného pacienta v bezprostředním ohrožení života není vyřešena problematika jeho dekontaminace. K minimalizaci kontaminace může dojít odstraněním oděvu a částečným otřením před nebo při transportu sanitním vozem. K zabránění šíření kontaminantu může sloužit zakrytí pacienta. Vzhledem k tomu, že v sanitním voze nelze dekontaminaci provést a většina oslovených krajských zdravotnických zařízení není připravena na příjem kontaminovaných pacientů a jejich dekontaminaci,

zůstává otázkou kdy, kde a kým bude dekontaminace provedena. Problematiku stupňuje i fakt, že ze SSZP pouze FNKV a FN Brno jsou schopny dekontaminaci řešit.

Dále mohou nastat komplikace a časová prodleva v případě nutnosti konzultace s pracovníky SSZP. Například dle respondenta ze SSZP VFN je i znalost problematiky nedostatečná a zkušenosti s léčbou nehodově ozářených pacientů je nulová.

V případě řešení mimořádné události s rozptylem radioaktivních látek výbuchem s velkým počtem zasažených může kvalitní léčbu limitovat i počet věstníkem MZ ČR 5/2013 deklarovaných lůžek resp. laboratorních vyšetření v rámci SSZP.

5.5 Srovnání používaných a doporučených postupů

Z odpovědí respondentů ZZS vyplývá, že používané postupy se shodují s doporučením STČ Špinavá bomba. Postupy by bylo vhodné doplnit o informace z provedení radiologického třídění, jak uvádí Rojas-Palma [18], které jsou důležité k celkovému posouzení zdravotního stavu všech účastníků mimořádné události s rozptylem radioaktivních látek. Jak uvádí Klein [7], je třeba posuzovat kombinovaná zranění s ozářením či kontaminací radioaktivním materiálem již při třídění pacientů jako o stupeň horší, než jak by bylo klasifikováno samotné zranění.

Jsou-li srovnávány postupy oslovených zdravotnických zařízení a středisek specializované zdravotní péče, je možné říci, že zdravotnická zařízení a SSZP, která mají problematiku kontaminovaných pacientů radioaktivním materiálem upravenou v traumatologickém plánu nemocnice a následně podle něj postupují při přípravě na příjem těchto pacientů, jsou ve shodě s postupy uvedenými v typové činnosti i dle doporučení IAEA.

V případě nemocnice Jihlava, Karlovarské krajské nemocnice a Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem, které nemají problematiku kontaminovaných pacientů v traumatologickém plánu upravenou není možné zajistit opatření, která povedou k minimalizaci šíření kontaminace a k ochraně personálu před účinky radioaktivního záření.

6 DISKUZE

Řešení a příprava na mimořádné události s přítomností či rozptylem radioaktivních materiálů je velice složité, a s ohledem na zapojení široké řady institucí a orgánů, komplexní téma. Ionizující záření obecně vyvolává v obyvatelstvu obavy. Přispívá k tomu i fakt, že v minulosti došlo k několika haváriím na jaderných elektrárnách, použití a testování jaderných zbraní a nehodám vinou chybné či neodborné manipulace se zdroji ionizujícího záření. Dalším faktorem jsou vlastnosti radioaktivního záření, mezi které patří neviditelnost, pronikavost, fakt že není odhalitelné lidskými smysly a účinky se projevují mnohdy s časovým odstupem. Bohužel znalosti široké veřejnosti, ale i nespécializovaných zasahujících složek IZS jsou v oblasti radioaktivního záření často pouze bazální.

Použití radioaktivního materiálu k teroristickému útoku například k rozptýlení radioaktivních látek pomocí nástražného výbušného zařízení není jednoduchý úkol. Získání radioaktivního materiálu pro účely zneužití není na základě mezinárodních dohod, smluv a legislativy snadné. Manipulace s radioaktivními látkami vyžaduje specifické podmínky zabezpečení a osobní ochrany. Navíc bylo-li by účelem poškození vysokého počtu obyvatelstva ionizujícím zářením, muselo by být k rozptýlení použito velké množství radioaktivního materiálu o vysoké aktivitě a energii. Příprava takové akce by vyžadovala využití značných finančních, materiálních a technologických prostředků. Při použití pouze malého množství radioaktivního materiálu způsobí výbuch paniku obyvatelstva shodnou s použitím velkého množství RaL, avšak zdravotní újma vlivem záření bude podstatně nižší.

Se zásahy při použití špinavých bomb naštěstí chybí zkušenosti. Integrovaný záchranný systém České republiky se na takové situace připravuje v rámci školení a cvičení. Z výzkumu však vyplývá, že tato školení nebo cvičení v dané problematice probíhají pouze v Jihočeském kraji a Kraji Vysočina, což pravděpodobně souvisí s tím, že se tu nachází jaderné elektrárny. V jihomoravském kraji se školí nebo cvičí pouze biohazardtým, což lze předpokládat i v jiných krajích.

V souvislosti s předchozím odstavcem je dobré zmínit, že postupy zpracované v STČ Špinavá bomba jsou určeny výhradně pro zásah při mimořádné události s rozptylem radioaktivních látek výbuchem. Postupy z typové činnosti by však, jak uvádí například Šín v Medicíně katastrof, bylo možné aplikovat i na další mimořádné události s přítomností radioaktivních látek. Například při dopravní nehodě vozidla převážejícího radioaktivní materiál.

Z výsledků vyplynulo, že zdravotnická zařízení, která mají problematiku kontaminovaných pacientů zařazenou v traumatologickém plánu jsou na příjem těchto pacientů připravena po stránce výcvikové, vědomostní i materiální. Zdravotnická zařízení, která uvedla, že problematiku v traumatologickém plánu zpracovanou nemají, nejsou na příjem kontaminovaných pacientů připravena. Návrhem řešení ke zlepšení připravenosti tedy je, aby nemocnice se zřízeným urgentním příjmem vypracovaly interní postupy, ve kterých bude podrobně upravena zmiňovaná problematika. Ke zlepšení současného stavu by dále jistě vedlo, kdyby se tyto nemocnice pravidelně účastnili cvičení IZS.

S tím je spojena i možnost provádění dekontaminace. Vnější dekontaminace přitom není složitý postup, jediné na co je potřeba myslet, je sběr a následná likvidace kontaminovaných odpadních vod. V případě výbuchu s rozptylem radioaktivního materiálu do prostředí je také nutné počítat se zahlcením blízkých zdravotnických zařízení osobami, které nejsou fyzicky zraněny, ale které jsou kontaminované, potenciálně kontaminované nebo mají z kontaminace obavu. Z tohoto důvodu hrají doporučené postupy IAEA [5] ohledně zabezpečení nemocnice zmiňované v kapitole 2.4 důležitou roli. Situaci by též ulehčilo, kdyby měl personál urgentního příjmu k dispozici radiometr a hlásič radiace.

Navzdory předpokladu, že střediska specializované zdravotní péče budou nejlépe připravena na léčbu pacientů zasažených radioaktivním zářením, výsledky ukázaly, že spolupráce SSZP při VFN a FN HK při řešení mimořádné události s ryzptylem radioaktivního materiálu bude komplikovaná. Situace převodu SSZP při VFN z kliniky pracovního lékařství na kliniku dermatovenerologickou je popsána v kapitole 5.1. Z doby, za jakou převod SSZP nebyl dokončen, se domnívám, že pracovníci dermatovenerologické kliniky nepovažují přípravu a znalost postupů v rámci SSZP za příliš podstatnou. Situaci přispívá i to, že dle vyjádření respondenta se klinika od převodu SSZP nezabývala ani jedním případem nehodově ozářeného pacienta. Stran SSZP FN HK lze předpokládat rozpor mezi určením specializovaného střediska, tak jak jej definuje věstník MZ ČR 5/2013 a tím, že STČ Špinavá bomba uvádí možnost konzultací a přímých převozů pacientů ozářených či kontaminovaných. V tomto případě by bylo řešením upravení vymezení působnosti SSZP ministerstvem zdravotnictví. S touto úpravou by bylo vhodné spojit i požadavek na navýšení počtu cytogenetických vyšetření lymfocytů periferní krve v SSZP při Thomayerově nemocnici. V současné době garantuje oddělení lékařské genetiky 2 vyšetření za týden, což by mohlo být v případě výbuchu špinavé bomby nedostačující. Pro zlepšení připravenosti i provázanosti by bylo vhodné začlenit SSZP do cvičení IZS v dané problematice.

Za komentář dále stojí téma dostatečnosti či nedostatečnosti běžně využívaných osobních ochranných pracovních prostředků při práci v nebezpečné zóně nebo při styku s kontaminovaným zraněným pracovníky ZZS. Z doporučení IAEA vyplývá, že při dodržování základních zásad radiační ochrany je po potvrzení velitelem zásahu použití běžných OOPP dostačující pro práci s kontaminovanými zraněnými a v závislosti na výši dávkového příkonu je v některých případech možný i krátkodobý vstup do nebezpečné zóny za současného použití osobního dozimetru. OOPP sice zcela nechrání pracovníka před pronikavostí některých typů ionizujícího záření, ale ochrání jej před kontaminací radioaktivním materiálem. Rozšíření vědomostí prostřednictvím školení členů výjezdových skupin ZZS o vlastnostech radioaktivních materiálů a ionizujícího záření by mohlo vést ke snížení obav o ohrožení vlastního zdraví.

7 ZÁVĚR

Z výzkumu vyplývá, že není možné jednotně hodnotit připravenost oslovených typů pracovišť na mimořádnou událost s únikem či rozptylem radioaktivních látek. V každé dotazované skupině se nacházejí připravení i nepřipravení poskytovatelé zdravotních služeb.

Vzhledem k tomu, že výzkum jednoznačně nepotvrdil hypotézu H1 „SSZP jsou nejlépe připravená zdravotnická pracoviště pro příjem a léčbu pacientů ozářených a kontaminovaných radioaktivními látkami“ a ukázal rozpory ve výkladu věstníku MZ 5/2013, domnívám se, že by MZ mělo jednoznačně určit a vymezit působnost a úkoly SSZP. Pro potřeby využití SSZP při mimořádné události je současný stav nedostatečný.

Protože se při mimořádné události s únikem či rozptylem radioaktivních látek mohou dostat osoby ozářené či kontaminované radioaktivním materiálem k poskytovatelům akutní lůžkové péče, ať už v přímém ohrožení života prostřednictvím ZZS nebo lehce zraněné či ozářené bez zjevných traumat, je důležité, aby krajská zdravotnická zařízení se zřízeným urgentním příjmem byla na takovou situaci připravena. Z výzkumu je patrné, že má-li zdravotnické zařízení problematiku zpracovanou v traumatologickém plánu, je na příjem kontaminovaných či ozářených osob připraveno. Hypotézu H2 „Urgentní příjmy krajských nemocnic jsou připraveny na příjem a léčbu pacientů ozářených a kontaminovaných radioaktivními látkami“ zjištěné výsledky vyvrací. Většina oslovených krajských zdravotnických zařízení připravena na příjem a léčbu kontaminovaných pacientů není.

K potvrzení došlo v případě hypotézy H3 „Současné užívané postupy ZZS při mimořádné události s rozptylem radioaktivních látek do prostředí jsou v souladu s doporučeními mezinárodních organizací a STČ 01 Špinavá bomba“. Všichni respondenti z řad zdravotnické záchranné služby shodně uvedli, že v případě zásahu při mimořádné události rozptylem radioaktivních látek výbuchem se budou řídit postupy uvedenými v typové činnosti při společném zásahu složek IZS Špinavá bomba. Mezi respondenty se však objevují výhrady k některým požadavkům vyplývajícím ze STČ. Jedná se zejména o problematiku převzetí do péče a transportu nedekontaminovaných zraněných.

Při naplnění cílů práce bylo zjištěno, že připravenost a provázanost vybraného vzorku zdravotnických zařízení není ve všech případech na dostačující úrovni. Z práce vyplývá požadavek na zpracování podrobnější analýzy na území celé České republiky.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ARS ... akutní radiační syndrom

FN Brno ... Fakultní nemocnice Brno

FN HK ... Fakultní nemocnice Hradec Králové

FN Plzeň ... Fakultní nemocnice Plzeň

FNKV ... Fakultní nemocnice Královské vinohrady

GŘ HZS ... generální ředitelství Hasičského záchranného sboru

IZS ... integrovaný záchranný systém

KARIM ... klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny

KŘ ... krajské ředitelství

MU ... mimořádná událost

MV ... ministerstvo vnitra

MZ ... ministerstvo zdravotnictví

OOPP ... osobní ochranné pracovní prostředky

RaL ... radioaktivní látka/y

SSZP ... středisko specializované zdravotní péče

STČ ... soubor typové činnosti

VFN ... Všeobecná fakultní nemocnice

ZIZ ... zdroj ionizujícího záření

ZOS ... zdravotnické operační středisko

ZZS ... zdravotnická záchranná služba

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HÁJEK, Marcel. *Chirurgie v extrémních podmínkách: odborný přehled pro lékaře a zdravotníky na zahraničních praxích*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4587-9.
- [2] HÁLA, Jiří. *Radioaktivní izotopy*. Tišnov: Sursum, 2013. ISBN 978-80-7323-248-1.
- [3] HENDL, Jan. *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. Praha: Portál, 2016. ISBN 8026209826.
- [4] IAEA. *How to Recognize and Initially Respond to an Accidental Radiation Injury* [online]. : International Atomic Energy Agency, 2000 [cit. 10.2.2018]. Dostupné z: <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/IAEA-WHO-L-Eng.pdf>.
- [5] IAEA. *Manual for First Responders to a Radiological Emergency* [online]. Vídeň: International Atomic Energy Agency, 2006 [cit. 10.2.2018]. Dostupné z: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/EPR_FirstResponder_web.pdf.
- [6] JHA, D.H.. *Radioactivity And Radioactive Decay*. New Delhi: Discovery Publishing House, 2004. ISBN 81-7141-870-8.
- [7] KLEIN, Leo a Alexander FERKO. *Principy válečné chirurgie*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0735-7.
- [8] KLENER, Vladislav. *Principy a praxe radiační ochrany*. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2000. ISBN 80-238-3703-6.
- [9] MATOUŠEK, Jiří, ÖSTERREICHER, Jan, LINHART, Petr. *CBRN - jaderné zbraně a radiologické materiály*. Ostrava: Spektrum, 2007. ISBN 978-80-7385-029-6.
- [10] MATOUŠEK, Jiří, URBAN, Iason a LINHART, Petr. *CBRN: detekce a monitorování, fyzická ochrana, dekontaminace*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. ISBN 978-80-7385-048-7.
- [11] MIKA, Otakar J. a ŘÍHA, Milan. *Ochrana obyvatelstva před následky použití zbraní hromadného ničení*. Praha: Námořní akademie České republiky, 2011. ISBN 978-80-87103-31-9.
- [12] Ministerstvo vnitra GŘ HZS ČR. *Typová činnost složek IZS při společném zásahu Špinavá bomba* [online]. Praha 2015 [cit. 20.2.2018]. Dostupné z: https://www.hasici-vzdelavani.cz/sites/default/files/download/48/Nepovim_IZS/stc01_izs_spinava_bomba_2015.pdf.

- [13] Ministerstvo zdravotnictví ČR. *Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky 5/2013* [online]. Praha 2013 [cit. 10.2.2018]. Dostupné z: http://www.mzcr.cz/Legislativa/dokumenty/vestnik-c5/2013_8286_11.html.
- [14] NCRP. *Management of persons contaminated with radionuclides: handbook : recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements, December 20, 2008*. Bethesda, Md.: National Council on Radiation Protection and Measurements, 2009. ISBN 978-0-929600-99-4.
- [15] PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2597-3.
- [16] POKORNÝ, Jiří. *Urgentní medicína*. Praha: Galén, 2004. ISBN 80-7262-259-5.
- [17] PROUZA, Zdeněk a ŠVEC, Jiří. *Zásahy při radiační mimořádné události*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. ISBN 978-80-7385-046-3.
- [18] ROJAS-PALMA, Carlos [ET AL.]. *TMT handbook: triage, monitoring and treatment of people xeposed to ionising radiation following a malevolent act.*. Ostras: NRPA, 2009. ISBN 978-80-90362-27-5.
- [19] RUTHERFORD, Ernest. *Radio-activity*. Mineola, N.Y.: Dover Publications, 2004. ISBN 0-486-48585-X.
- [20] SKŘEHOT, Petr a BUMBA, Jan. *Prevence nehod a havárií. 2. díl, Mimořádné události a prevence nežádoucích následků*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. ISBN 978-80-86973-73-9.
- [21] SKŘEHOT, Petr a kol.. *Prevence nehod a havárií. 1. díl, Nebezpečné látky a materiály*. Česko: PINK PIG, 2009. ISBN 978-80-86973-70-8.
- [22] *Směrnice Rady 2013/59/EURATOM*. In Úřední věstník Evropské unie, 5.3.2013.
- [23] SÚJB. *Radiační ochrana - Zabezpečení osobního monitorování při činnostech vedoucích k ozáření* [online]. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2005 [cit. 10.2.2018]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/Zabezpeceni_os_monit_pri_ozareni.pdf.
- [24] ŠÍN, Robin. *Medicína katastrof*. Praha: Galén, 2017. ISBN 978-80-247-4578-7.
- [25] ŠTĚTINA, Jiří. *Zdravotnictví a integrovaný záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4578-7.
- [26] ULLMAN, Vojtěch. *Jaderná a radiační fyzika* [online]. Ostrava [cit. 15.1.2018]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/strana2.htm>.

- [27] UNEP. *Radiation: Effects and Sources* [online]. United Nations Environment Programme, 2016 [cit. 10.1.2018]. ISBN 978-92-807-3517-8. Dostupné z:
http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7790/-Radiation_Effects_and_sources-2016Radiation_-_Effects_and_Sources.pdg.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [28] *Vyhláška č. 422/2016 o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje*. In Sbíрка zákonů, 14.12.2016.
- [29] *Zákon č. 18/1997 Sb. o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů*. In Sbíрка zákonů, 26.2.1997.
- [30] *Zákon č. 263/2016 Sb. atomový zákon*. In Sbíрка zákonů, 14.7.2016.

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Závislost biologického účinku na velikosti absorbované dávky záření [26].....	22
Obrázek 2: Graf znázorňující pracovní zařazení respondentů.....	41
Obrázek 3: Rozmístění středisek specializované zdravotní péče a vybraná krajská zdravotnická zařízení.....	42

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1: Poločasy rozpadů vybraných běžných radionuklidů. Zdroj [2].....	14
Tabulka 2: Radiační váhové faktory. Zdroj: Vyhláška č. 422/2016 Sb.[28].....	18
Tabulka 3: Tkáňové váhové faktory. Zdroj: Vyhláška č. 422/2016 Sb.[28].....	20
Tabulka 4: Prahové dávky a možné druhy poškození vybraných orgánů a tkání [9].....	21
Tabulka 5: Příklady antidot pro vybrané radionuklidy. Zdroj[14][15].....	30

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Vzorové dotazníky	60
Příloha 2: Tabulky výsledků	63

Příloha 1: Vzorové dotazníky

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva
Vedoucí práce: Mgr. Martina Dingová Šliková

Diplomová práce

Současné trendy v ošetřování akutních a chronických radiačních ran

Bc. Jan Stejskal

Dotazy pro SSZP

Dotazy jsou směřovány k řešení mimořádné události s únikem nebo rozptylem radioaktivních látek a větším počtem zasažených osob.

1. Je problematika kontaminovaných pacientů upravena v traumatologickém plánu nemocnice?
2. Jakým způsobem se SSZP připravuje k příjmu kontaminovaných pacientů po ohlášení MÚ s rozptylem radioaktivních látek?
3. Používá personál SSZP zvláštní ochranné osobní pracovní pomůcky při ošetřování kontaminovaných pacientů?
4. Má personál k dispozici osobní dozimetry? Pokud ano, jaké?
5. Má SSZP k dispozici radiometr nebo personál vybavený radiometrem?
6. Jakým způsobem SSZP zajišťuje dekontaminaci pacientů?
7. Má SSZP předem stanovený prostor pro zřízení dekontaminační místnosti?
8. Jakým způsobem je prováděna dekontaminace a ošetření otevřených kontaminovaných ran?
9. Připravuje se SSZP na příjem kontaminovaných pacientů radioaktivními látkami školením nebo cvičením?

Prostor pro poznámky a připomínky:

Diplomová práce

Současné trendy v ošetřování akutních a chronických radiačních ran

Bc. Jan Stejskal

Dotazy pro zdravotnická zařízení

1. Je nemocnice ostatní složkou IZS?
2. Jakým způsobem se oddělení urgentního příjmu připravuje k příjmu potenciálně kontaminovaných a kontaminovaných pacientů po ohlášení mimořádné události s rozptylem radioaktivních látek?
3. Je problematika kontaminovaných pacientů upravena v traumaplánu nemocnice?
4. Je urgentní příjem nemocnice stále vybaven hlásičem radiace k rozpoznání pacienta kontaminovaného radioaktivními látkami?
5. Používá personál urgentního příjmu nějaké zvláštní osobní ochranné prostředky při ošetřování kontaminovaných pacientů?
 - Má personál k dispozici osobní dozimetry? Pokud ano, jaké?
6. Jakým způsobem nemocnice zajišťuje dekontaminaci pacientů?
 - Má předem stanovený prostor pro zřízení dekontaminační místnosti?
 - Jakým způsobem je prováděna dekontaminace a ošetření otevřených kontaminovaných ran?
7. Má urgentní příjem k dispozici radiometr nebo personál vybavený radiometrem?
8. Je personál urgentního příjmu školen v problematice radioaktivního záření?
9. Připravuje se oddělení urgentního příjmu na příjem kontaminovaných pacientů radioaktivními látkami?
 - Jakým způsobem a jak často?
10. Jaká jsou kritéria pro rozhodnutí k převozu pacienta do střediska specializované zdravotní péče o osoby ozářené při radiačních nehodách?

Prostor pro poznámky a připomínky:

Diplomová práce

Současné trendy v ošetřování akutních a chronických radiačních ran

Bc. Jan Stejskal

Dotazy pro zdravotnickou záchrannou službu

1. Jakým postupem se ZZS v případě mimořádné události s únikem nebo rozptylem radioaktivních látek?
2. Považujete z pohledu ZZS postupy v STČ Špinavá bomba za aktuální a funkční?
3. Pokud na místo mimořádné události dorazí první posádka ZZS, je schopna poznat přítomnost radioaktivních látek?
4. Jsou posádky ZZS vybaveny osobními ochrannými prostředky pro vstup do zóny radiačního nebezpečí?
5. Jsou členové posádek ZZS vybaveni osobními dozimetry? Pokud ano jakými?
6. Jaká opatření budou přijata v případě převozu kontaminovaného pacienta sanitním vozem?
7. Na základě jakých kritérií rozhoduje vedoucí lékařské složky o cílovém zdravotnickém zařízení v případě rozvozu zraněných osob kontaminovaných radioaktivními látkami?
8. Je personál urgentního příjmu/ZZS školen v problematice radioaktivního záření?
9. Přípravují se posádky ZZS na mimořádné události s únikem nebo rozptylem radioaktivních látek?

Prostor pro poznámky a připomínky:

Příloha 2: Tabulky výsledků

Odpovědi respondentů ze středisek specializované zdravotní péče o osoby ozářené pi radiálních nehodách

DOTAZY	VFN	FNKV	FN HK	FN Brno
Je problematika kontaminovaných pacientů upravena v traumatologickém plánu nemocnice?	ANO	ANO	ANO	ANO
Jakým způsobem se SSZP připravuje k příjmu kontaminovaných pacientů po ohlášení MÚ s rozpylem radioaktivních látek?	dle traumaplánu	dle traumaplánu + ošetrovací jednotka pro osoby vykazující zbytkové záření	dle traumaplánu	dle traumaplánu
Používá personál SSZP zvláštní ochranné osobní pracovní pomůcky při ošetrování kontaminovaných pacientů?	NE	při aktivaci traumaplánu je možné ze skladu vydat respirátory a prachotěsné oděvy	NE	ANO
Má personál k dispozici osobní dozimetry? Pokud ano, jaké?	NE	ANO, indikátor záření beta PTR 14 (máme 3 ks)	NE	ANO, dle doporučení MZ
Má SSZP k dispozici radiometr nebo personál vybavený radiometrem?	NE	ANO (1ks)	NE	ANO
Jakým způsobem SSZP zajišťuje dekontaminaci pacientů?	nezajišťuje	Rozvinutí dekontaminační jednotky mimo FNKV na Holarově nám. ve spolupráci s HZS.	nezajišťuje	dle interních směrnic
Má SSZP předem stanovený prostor pro zřízení dekontaminační místnosti?	ANO	NE v areálu nemocnice	NE	ANO
Jakým způsobem je prováděna dekontaminace a ošetření otevřených kontaminovaných ran?	není určeno	Jako ošetření popálenin, s použitím OOPP.	nazajišťuje	dle doporučených postupů
Připravuje se SSZP na příjem kontaminovaných pacientů radioaktivními látkami školením nebo cvičením?	NE, školení je v přípravě	ANO, 1 x ročně při cvičení IZS	NE	ANO

Odpovědi respondentů z oddělení urgentních příjmů krajských nemocnic

DOTAZY	nemocnice Jihlava	FN Plzeň	nemocnice Karlovy Vary	nemocnice Ústí nad Labem
Je problematika kontaminovaných pacientů upravena v traumatologickém plánu nemocnice?	NE	ANO	NE	NE
Jakým způsobem se nemocnice připravuje k příjmu kontaminovaných pacientů po ohlášení mimořádné události s rozptylem radioaktivních látek?	nepřipravuje se	dle traumaplánu	nepřipravuje	nepřipravuje – nesmí dojít k ohrožení personálu ani stávajících pacientů
Používá personál nemocnice zvláštní ochranné osobní pracovní pomůcky při ošetřování kontaminovaných pacientů?	NE	NE	NE	NE
Má personál k dispozici osobní dozimetry? Pokud ano, jaké?	NE	personál oddělení trvala NE, při MÚ by došlo k zapůjčení	NE	NE
Má urgentní příjem k dispozici radiometr nebo personál vybavený radiometrem?	NE	přímo NE - spolupracujeme s odd. radiologické fyziky	NE	NE
Je urgentní příjem nemocnice stále vybaven hlásičem radiace k rozpoznání pacienta kontaminovaného radiaktivními látkami?	NE	trvale NE, spolupracujeme s HZS – zjištění event. kontaminace a oddělení radiologické fyziky FN, které má k dispozici techniku a proškolený personál	NE	NE
Jakým způsobem nemocnice zajišťuje dekontaminaci pacientů?	nezajišťuje	v případě standardního provozu jsou základní postupy definovány v řízené dokumentaci FN Plzeň - SME 3/008 Hygienický plán.	nezajišťuje	nezajišťuje
Má předem stanovený prostor pro zřízení dekontaminační místnosti?	NE	ANO	NE	ANO, formálně určena, využívána k jinému účelu
Jakým způsobem je prováděna dekontaminace a ošetření otevřených kontaminovaných ran?	X	život zachraňující výkony jsou prováděny v OOPP dle Hygienického plánu FN, vždy individuálně postupováno dle rozsahu poranění	X	není určeno
Jaká jsou kritéria pro rozhodnutí k převozu pacienta do střediska specializované zdravotní péče o osoby ozářené při radičních nehodách?	není zpracován interní postup	individuální přístup, dle klinických příznaků po konzultaci se SSSZP	není určeno	není určeno
Je personál urgentního příjmu školen v problematice radioaktivního záření?	NE	ANO, v rámci interního vzdělávání lékařského a nelékařského zdravotnického personálu a povinnosti seznamovat se s interními normativními akty v charakteru řízené dokumentace, kde je tato problematika řešena	NE	NE
Připravuje se nemocnice na příjem kontaminovaných pacientů radioaktivními látkami školením nebo cvičením?	NE	ANO, 1x ročně, v rámci úkolů spojených s přípravou nemocnice na řešení MÚ/KS spojených s hromadným urgentním příjmem velkého počtu raněných osob. Nemocnice tímto naplňuje Věstník MZ ČR č. 8/2007	NE	NE

Odpovědi respondentů ze zdravotnické záchranné služby I. část

DOTAZY	Středostřký	Ústředý
Jakým postupem se ZZS v případě mimořádné události s únikem nebo rozplytním radioaktivních látek?	STČ Špinavá bomba	STČ Špinavá bomba
Považujete z pohledu ZZS postupy v STČ Špinavá bomba za aktuální a funkční?	za problematický považujeme požadavek, aby v případě bezprostředního ohrožení života byl kontaminovaný pacient předán do péče zdravotnické složky bez dekontaminace a taktó byl transportován do ZZ. Přijmout pacienta bez dekontaminace je teoreticky možné, protože ZZS je vybavena obleky proti VNN, které (jak nám bylo řečeno) nás částečně chrání proti radioaktivnímu spadu, ale situací to neřeší, protože dekontaminace bude stejně muset proběhnout, takže kdy? V sanitce ne, tedy na vstupu do ZZ? Teoreticky v centrech specializované péče, ale pokud transportujeme pac. do nejbližšího ZZ? (např. z důvodu nutnosti chirurgické intervence – kategorie třídění IIa).	ANO
Pokud na místo mimořádné události dorazí první posádka ZZS, je schopna poznat přítomnost radioaktivních látek?	NE	NE
Jsou posádky ZZS vybaveny osobními ochrannými prostředky pro vstup do zóny radioaktivní nebezpečí?	OOP: jednorázový oblek proti VNN (celotělový oblek, náviky, brýle, maska FFP3, pryžové rukavice)	NE
Jsou členové posádek ZZS vybaveni osobními dozimetry? Pokud ano jakými?	NE	NE
Jaká opatření budou přijata v případě převozu kontaminovaného pacienta sanitním vozem?	Použití ochranného obleku s příslušenstvím, další opatření nejsou v TP stanovena.	Každý taktó zasazený účastník nebo pacient při vznikle mimořádné události musí být dekontaminován a tedy projít ve spolupráci s HZS dekontaminační jednotkou. Až poté může být transportován do ZZ nebo SSZP. I přes všechna tato opatření bude bezpečí a ochrana posádky ZZS na prvním místě, a tedy použije všechna dostupná OOPP, aby eliminovala možná rizika svého zasazení nebo kontaktu s těmito nebezpečnými látkami.
Na základě jakých kritérií rozhoduje vedoucí lékařské složky o cílovém zdravotnickém zařízení v případě rozvozu zraněných osob kontaminovaných radioaktivními látkami?	v traumaplánu ZZSSK je smírování obecně nastaveno taktó: o typu cílového ZZ (tedy v tomto případě stredisko specializované zdr. péče vs. standardní či jiné specializované pracovišti, napo. traumacentrum) rozhodne lékař na stanovišti PNP a zapíše do TIK (naifiktuje). Pracovník odsunu informuje o cílovém ZZ ZOS, které určí smírování na konkrétní pracovišti. Einmost na stanovišti PNP školíme a prakticky trénujeme (a myslím, že tento školící modul máme doobe propracovaný), ale zatím v rámci tohoto náviku pracujeme s mechanickými poraněními, takže upotínní, nejsem schopn olet, jaké budou rozhodovací mechanismy konkrétního lékaoe.	Vedoucí odsunu v případě transportu zraněných pacientů kontaminovaných radioaktivními látkami se řídí postupy a metodickými doporučeními medicíny katastrof a STČ 01/ZZS. Při rozhodnutí Vedoucího odsunu o převozu pacienta do střediska specializované zdravotní péče (SSZP) o osoby ozářené při radiálních nehodách vznesl požadavek na operaci středisko ZZS, která má rozhodovací pravomoc o určení, směřování a transportu pacienta. Při komunikaci se ZZ nebo SSZP rozhodne o směřování takového pacienta a ozrání Vedoucímu odsunu přenesá a koncové ZZ nebo SSZP, kam bude pacient transportován.
Je personál urgentního příjmu ZZS školen v problematice radioaktivního záření?	NE	NE
Připravují se posádky ZZS na mimořádné události s únikem nebo rozplytním radioaktivních látek?	v roce 2016, po vydání aktualizované STČ 01, jsme do školícího modulu „První posádka na místě HPO“, začlenili informaci o této STČ, kde sdělená informace byla, že podle STČ můžeme být vyzváni k ošetření pacienta, který neprošel dekontaminací, proti radioaktivitě nás mají chránit vyřazené obleky proti VNN. V roce 2017 a 2018 se této problematice nevěnujeme (vzhledem k omezenému času školení, omezené kapacitě školenců přijímat nové informace a množství informací, které chceme předat, a činnosti, které chceme naučit). Vždy ale zdůrazňujeme odpovědnost VZS i vedoucího výj. skupiny za bezpečnost zdr. složky resp. posádky, kam patří i požadavek na důsledné vymezení nebezpečné zóny a její respektování. V roce 2017 probíhala školení ovidiů na polygonu větrní jízdy při použití výše uvedených OOP. Letos polygon není.	NE

Odpovědi respondentů ze zdravotnické záchranné služby 2. část

DOTAZY	Křivolohradecký	Vysočina	Jihomoravský	Jihočeský
Jakým postupem se ZZS v případě mimořádné události s únikem nebo rozplytem radioaktivních látek?	STČ Špinavá bomba, traumaplán	STČ Špinavá bomba	STČ Špinavá bomba	STČ Špinavá bomba
Povazujete z pohledu ZZS postupy v STČ Špinavá bomba za aktuální a funkční?	ANO	ANO	nutná aktualizace	ANO
Pokud na místo mimořádné události dorazí první posádka ZZS, je schopna poznat přítomnost radioaktivních látek?	NE	NE	NE	NE – výjimka RZP/RLP Vodňany
Jsou posádky ZZS vybaveny osobními ochrannými prostředky pro vstup do zóny radiací nebo nebezpečí?	NE	ANO	Lze použít balíčky pro podezření na nebezpečnou infekci – celotilový oblek, návleky, brýle, masky FFP3	Všechny posádky jsou vybaveny ochrannými obleky účinnými proti bioagens a radioaktivnímu spadu a dalšími OOPP. Obleky s vyšším stupněm (především chemické) ochrany jsou k dispozici ve vozidle pro mimořádnou událost, které máme na našem středisku k dispozici
Jsou členové posádek ZZS vybaveni osobními dozimetry? Pokud ano jakými?	NE	NE – výjimkou je biohazard tým (dozimetry URAD)	NE – výjimka je biohazard tým (10 osobních dozimetrů)	NE – výjimka RZP/RLP Vodňany (dozimetry RAD 60)
Jaká opatření budou přijata v případě převozu kontaminovaného pacienta sanitním vozem?	zapojení biohazard týmu, hygienicko epidemiologická opatření - postup radiací nehoda	dekontaminace pacienta a vozu	Kontaminovaný pacient nemá v sanitce co dělat.	pacient bude izolován od okolí dostupnými prostředky, aby nedocházelo k šíření radioaktivního spadu/prachu, a to a) užijeme pytle na zeměle, nebo b) není-li tento k dispozici, pak termoizolační folii, posádka použije OOPP. Po předání pacienta následuje důkladná dekontaminace posádky i vozu.
Na základě jakých kritérií rozhoduje vedoucí lékařské složky o cívovém zdravotnickém zařízení v případě rozvozu zraněných osob kontaminovaných radioaktivními látkami?	na základě možnosti pacienta a ZZ, ideálně po dekontaminaci, konkrétní stav pacienta, jde-li jen o ozáření nebo další zranění, vnitřní kontaminace radionuklidy...	na základě věstníku MZ č.5/2013	Dekontaminace resp. minimalizace kontaminace co nejrychleji na místě, dále dle typu zasažení – ohrožující trauma má prioritu na nejbližší vhodné ZZ, stabilizaci – pouze ozáření“ do SSZP	ZZS není určena k převozu kontaminovaných pacientů, převáží pouze pacienty po dekontaminaci. Výjimku lze spartovat pouze v primém ohrožení života pacienta. Pro pacienty v závažném stavu, kteří jsou kontaminováni radioaktivní látkou jsou vyhrazena 2 lůžka nemocnice České Budějovice, odd. ARO.
Je personál urgentního příjmu/ZZS školen v problematice radioaktivního záření?	NE	ANO	NE	ANO
Připravují se posádky ZZS na mimořádné události s únikem nebo rozplytem radioaktivních látek?	NE	ANO, V rámci výukového modulu Mimořádná událost, 1x ročně, plus nácvik Zóna 1x za 2 roky.	ANO – biohazard tým	školení na mimořádnou událost se u nás koná 2x ročně, jedenkrát v "obecné" rovině - postupy vedoucích ZZS, vedoucí odsunu, radioprevoz atp., a podruhé je školení cílené na mimořádnou událost s výskytem bioagens, chemických látek a úniku radioaktivní látky a používání OOPP.