

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta biomedicínského inženýrství

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2016

Anna Barancová



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Práce radiologického asistenta na operačním sále

Bakalářská práce

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Radiologický asistent

Autor práce: **Anna Barancová**

Vedoucí práce: Mgr. Ondřej Krahula

Kladno 2016



CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

FACULTY OF BIOMEDICAL ENGINEERING

Department of Health Care Disciplines and Population Protection

The role of the radiology assistant at operating room

Bachelor Thesis

Study Programme: Specialization in Health Care

Branch of study: Radiology Assistant

Author: **Anna Barancová**

Thesis advisor: Mgr. Ondřej Krahula

Kladno 2016

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2015/2016

Z a d á n í b a k a l á ř s k é p r á c e

Student: **Anna Barancová**
Obor: Radiologický asistent
Téma: **Práce radiologického asistenta na operačním sále**
Téma anglicky: The Role of the Radiology Assistant at Operating Room

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

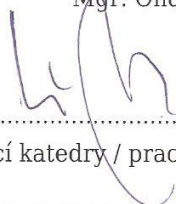
Bakalářská práce bude zaměřena na práci radiologického asistenta na operačním sále. V obecné části se práce zaměří na anatomii zlomenin. Následně budou popsány zobrazovací postupy práce s mobilním C-ramenem a principy radiační ochrany pacienta a personálu. Praktická část bude obsahovat statistické zpracování dat o prováděných operačních výkonech za přítomnosti radiologického asistenta v několika vybraných centrech. Bude sledována např. četnost jednotlivých operačních výkonů v různých věkových skupinách, dále radiační zátěž pacientů a personálu, využití metod 3D navigace.

Seznam odborné literatury:

- [1] SEIDL, Zdeněk, Radiologie pro studium i praxi, Praha: Grada, 2012, 368 s., 1. vyd., ISBN 978-80-247-4108-6
- [2] VOMÁČKA, Jaroslav, Zobrazovací metody pro radiologické asistenty, vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, 2015, 153 s., ISBN 978-80-244-4508-3
- [3] NAŇKA, Ondřej, Miloslava ELIŠKOVÁ a Oldřich ELIŠKA, Přehled anatomie, Praha: Galén, 2015, 416 s., Třetí, doplněné a přepracované vydání, ISBN 978-80-7492-206-0

zadání platné do: 30.09.2017

Vedoucí: Mgr. Ondřej Krahula


.....
vedoucí katedry / pracoviště


.....
děkan

V Kladně dne 22.02.2016

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem

„Práce radiologického asistenta na operačním sále“

vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

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 Kladně 20. května 2016

.....
Anna Barancová

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala Mgr. Ondřeji Krahulovi, vedoucímu radiologickému asistentovi v Ústřední Vojenské nemocnici v Praze, za cenné rady a odborné vedení při mém vypracování bakalářské práce.

ABSTRAKT:

Bakalářská práce s názvem „Práce radiologického asistenta na operačním sále“ se v obecné rovině zaměřuje na problematiku používání zdrojů RTG záření při operačních výkonech v medicíně. Tyto činnosti jsou v kompetenci radiologického asistenta a tvoří významnou část jeho pracovní náplně. Radiologický asistent je v tomto případě plně odpovědný za provedení lékařského ozáření. Musí být plně samostatný, musí být obeznámen s používanou zdravotnickou technikou, musí znát principy tvorby obrazu a hlavně parametry, které ovlivňují jeho kvalitu a musí být dostatečně zručný a pohotový. To vše je důležité proto, aby radiologický asistent byl pro celý operační tým přínosem a ne přítěží.

V teoretické části se práce zaměřuje na výčet operací, při kterých je radiologický asistent přítomen. Dále popisuje organizaci provozu operačního sálu, věnuje se fyzikálním základům rentgenového záření a principům radiační ochrany personálu a pacienta. Pro názornou ukázkou jsou zde popsány zobrazovací postupy s mobilním C-ramenem pro nejčastější operace, u kterých je radiologický asistent přítomen. Jsou zapracovány i postřehy autorky z praxe dvou zdravotnických zařízení.

Praktická část je poté zaměřena na statistické porovnání dat z těchto dvou nemocnic. Je sledována četnost operačních výkonů, případná spojitost s věkem a pohlavím pacientů, jsou porovnávány výsledky osobní dozimetrie personálu a porovnáván DAP u jednotlivých výkonů pro traumaticko ortopedický sál. Praktická část se zabývá i nejnovějšími trendy v této oblasti, jakým je například použití 3D navigačního systému společně s RTG C – ramenem.

Hlavním cílem práce je přiblížit a popsat problematiku činnosti radiologického asistenta při výkonech na operačních sálech. Na základě zjištěných dat je možné navíc porovnat vytíženost a využitelnost radiologických asistentů při operačních výkonech. Posledním cílem práce je na základě dosažených znalostí vytvořit v praxi využitelnou příručku pro laický zdravotnický personál, která bude informačního charakteru, a která bude popisovat základní pravidla radiační ochrany využitelná při všech činnostech se zdroji ionizujícího záření na operačních sálech.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Operační sál, radiační ochrana, rentgenové záření, mobilní C-rameno, radiologický asistent

ABSTRACT:

Bachelor thesis "Working radiology assistant in the operating room" focuses broadly on the use of X-ray radiation during surgery in medicine. These activities are the responsibility of radiology assistants and they form an important part of their job description. In these cases, the radiology assistant is fully responsible for the conduct of medical irradiation. They must be fully independent and familiar with the medical technology used, know the principles of image formation and the main parameters that affect its quality and be sufficiently skilled and resourceful. All this is important so that the radiology assistant is an asset to the entire surgical team and not a liability.

The theoretical part lists operations, where the radiology assistant is present. It describes the organization of the operating room, details the physics basis of X-ray radiation and the principles of radiation protection for personnel and the patient. For demonstration, there is a description of imaging procedures with a mobile C-arm for common operations where the radiology assistant is present. It also incorporates the author's observations from practice at two medical facilities.

The practical part contains a statistical comparison of data from these two hospitals. It tracks the frequency of surgical procedures, ascertains whether there is a connection with the age or sex of patients and compares the results of personnel individual radiation dose and DAP in individual procedures. The practical part deals with the latest trends, such as the use of a 3D navigation system with the C-arm X-ray.

The thesis' main goal was to introduce and describe the activities of radiological assistants during procedures in operating theaters. Based on the obtained data, it was possible to compare the workload and utility of radiology assistants during surgery. The final goal of the work was to create, based on these findings, a practical guide for the lay medical staff that would be informative and that would describe the basic rules of radiation protection during all activities with ionizing radiation in the operating theater.

KEY WORDS:

Operating room, radiation protection, X-ray, mobile C-arm, radiology assistants.

Obsah

1	Úvod	3
2	Cíle práce	4
2.1	Hypotézy.....	4
3	Současný stav řešené problematiky	5
3.1	Přehled operačních výkonů, na kterých se podílí radiologický asistent	5
3.2	Rentgenové záření.....	6
3.2.1	Vznik a vlastnosti RTG obrazu.....	7
3.2.2	Konstrukce mobilního rentgenového přístroje C-ramena	7
3.2.2.1	Technický popis C-ramene.	8
3.2.2.2	Možnost pohybu C-ramena	9
3.2.3	Počítačová navigace	9
3.3	Operační sály	10
3.3.1	Potřebné vybavení sálů pro práci s C-ramenem	10
3.3.2	Traumatologický sál.....	11
3.3.2.1	Anatomie zlomenin	11
3.3.2.2	Diagnostika a klasifikace	12
3.3.2.3	Léčba	13
3.3.2.4	Vybrané zlomeniny na HK, DK.....	14
3.4	Radiační ochrana	19
3.4.1	Legislativa	19
3.4.2	Základní principy RO	19
3.4.3	Ochrana personálu před RTG zářením	21
3.4.4	Osobní monitorování – dozimetrie	22
3.4.5	Faktory ovlivňující ochranu pacienta před ionizujícím zářením.....	23
3.4.6	Radiobiologie	24
3.4.7	Veličiny a jednotky v RO	25
3.4.8	Kategorizace pracovišť.....	26
3.4.9	Sledované a kontrolované pásmo	27

3.5	Činnost radiologického asistenta na operačním sále.....	30
3.6	Vybrané zobrazovací postupy práce s mobilním C-ramenem	32
4	Metodika	35
4.1	Metodika řešení daného problému	35
4.1.1	Soubor pacientů	35
4.1.2	Používaná mobilní C-ramena.....	35
4.1.3	Metody sběru dat	35
5	Praktická část.....	36
5.1	Výsledky.....	36
5.1.1	Výkony na operačních sálech pod skiaskopickou kontrolou.....	36
5.1.2	Osobní monitorování – dávkový ekvivalent, ekvivalentní dávka	41
5.1.3	DAP u častých operačních výkonů.....	43
5.1.4	3D navigace.....	44
5.2	Příručka pro laický zdravotnický personál.....	45
5.3	Diskuze	46
6	Závěr	48
	Seznam použité literatury	49
	Seznam symbolů a zkratk	51
	Seznam obrázků	52
	Seznam tabulek	53

1 Úvod

Přítomnost radiologického asistenta na operačním sále je v dnešní době již samozřejmostí. Osobně se domnívám, že je tato role podceňována. Některé výkony by se bez skiaskopické kontroly neobešly a na výborné spolupráci všech členů operačního týmu závisí výsledek operačního výkonu. Radiologický asistent může jako jediný aplikovat lékařské ozáření díky odpovídajícímu vzdělání řídící se § 8 zákona 96/2004 Sb. o nelékařských zdravotnických povolání.

Vzhledem k pokroku v medicíně, umožňují moderní RTG přístroje provádět složitější operace, které mnohdy trvají celé hodiny a vyžadují delší skiaskopický čas. Toto zvyšuje radiační zátěž a podporuje riziko vzniku stochastických a deterministických účinků. Díky tomu roste důležitost radiační ochrany personálu i pacienta. I v dnešní době, je znalost o účincích ionizujícího záření a radiační ochraně v operačním týmu celkem nevelká. Přitom operatéri stojí často v těsné blízkosti svazku ionizujícího záření.

Práce radiologického asistenta spočívá v důležitých bodech. Nejenom, že se jedná o zajištění co možná nejkratšího skiaskopického času s ohledem na dostatečně kvalitní zobrazení operovaného objektu v různých projekcích, ale i se musí RA ujistit, že všichni přítomní na sále použili ochranné pomůcky.

Bakalářská práce s názvem „Práce radiologického asistenta na operačním sále“ je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou.

Teoretická část sestává z operací, u kterých je radiologický asistent přítomen, organizaci operačního sálu, vzniku RTG obrazu, principech radiační ochrany a činností radiologického asistenta na operačním sále. Na závěr teoretické práce jsou popsány nejčastější operace a s nimi spojené postupy práce s mobilním C-ramenem.

Praktická část obsahuje statistické zpracování dat o prováděných operačních výkonech za přítomnosti radiologického asistenta. Je zde sledována četnost jednotlivých operačních výkonů v závislosti na věku a pohlaví, dále radiační zátěž personálu a pacientů a využití metod 3D navigace.

2 Cíle práce

Hlavním cílem této bakalářské práce bude podat v teoretické části ucelené informace o operacích, u kterých je radiologický asistent přítomen. Dále informovat o organizaci operačního sálu, pro ukázkou popsat traumatologický sál, popsat vznik RTG obrazu, principy radiační ochrany a shrnout činnosti radiologického asistenta při příchodu na operační sál. Na závěr teoretické části popsat nejčastější operace na traumatologicko-ortopedickém sále.

Cílem praktické části bude podat na základě uvedených teoretických znalostí statistický přehled a vzájemné porovnání skiaskopických výkonů na operačních sálech za určité období, konkrétně za rok 2015. Statistické zpracování bude obsahovat četnost jednotlivých operačních výkonů v různých věkových skupinách, srovnání osobních dávkových ekvivalentů a ekvivalentních dávek ionizujícího záření operujících lékařů a RA. Dále praktická část poskytne přehled hodnot DAP pro traumatologické výkony ve vybraných oblastech, využití metod 3D navigace a na základě statistického zpracování porovná vytíženost radiologických asistentů.

Dalším cílem je na základě uvedených teoretických znalostí vytvořit příručku pro neodborný personál, který pracuje na operačních sálech.

2.1 Hypotézy

Hypotéza první - předpokládám, že mezi nejčastější operace s využitím RTG přístroje na traumatologicko-ortopedickém sále patří výkony v oblasti kyčelního kloubu, hlezenního kloubu a zápěstí

Hypotéza druhá – průměrná naměřená hodnota DAP bude u tří nejčastějších výkonů podobná v obou nemocnicích

Hypotéza třetí – 3D navigace se využívá jen u plánovaných operací

3 Současný stav řešené problematiky

3.1 Přehled operačních výkonů, na kterých se podílí radiologický asistent

Přítomnost radiologického asistenta je na traumatologickém, angiografickém, urologickém, gynekologickém, neurochirurgickém, chirurgickém a ortopedickém sále. Zda-li bude radiologický asistent potřeba na operačním sále, závisí na povaze výkonu a na rozhodnutí operátora.

Zde je výčet nejčastějších operačních výkonů na různých typech operačních sálů za přítomnosti RA:

- Traumatologicko-ortopedický sál
osteosyntéza kyčle, bérce, femuru, humeru, hlezna, nártu, zápěstí, ramene, ruky, předloktí, klíční kosti.
- Urologický a gynekologický sál
operační výkony na pánvi, uropoetickém ústrojí.
- Neurochirurgický sál
stabilizace páteře, polytraumata
- Chirurgický sál
snímkování pasáže GIT
- Angiografický sál
RA je přítomen u všech prováděných výkonů

3.2 Rentgenové záření

Rentgenové záření spadá do spektra ionizujícího záření. Jedná se o pronikavé elektromagnetické záření o vysokých frekvencích a velmi krátkých vlnových délkách. Prochází snadno hmotou či vakuem. Jeho intenzita slábne se zvyšující se vzdáleností od zdroje. Šíří se přímočaře, má ionizační a biologické účinky a vyvolává luminiscenční a fotochemický efekt.

V diagnostických a terapeutických přístrojích je umělým zdrojem rentgenového záření rentgenka. Rentgenka je umělý zdroj vytvořený člověkem, který je tvořen třemi částmi: vnitřní částí, krytem a vysokonapěťovými kabely. Dříve byla rentgenka z olovnatého skla. Nyní se více používá sklokeramický materiál.

Vnitřní část rentgenky je vysoce vakuovaná skleněná dioda se dvěma elektrodami. Elektrody rozlišujeme na kladnou anodu a zápornou katodu. Záporná katoda je tvořena wolframovými spirálovitými dráty uloženými ve fokusační misce. Nažhavená katoda emituje elektrony. Množství emitovaných elektronů závisí na její teplotě. Ke katodě je nutné přivést vysoké napětí – anodové. Bez něj by nemohl diodou procházet proud. Po jeho zapojení vzniká mezi katodou a anodou proud elektronů, který dopadá v úzkém svazku na anodu.

Na kladnou anodu dopadá svazek elektronů. Místo dopadu elektronů se nazývá ohnisko, které rozlišujeme na termické a optické.

Vzhledem k tomu, že se 99 % energie dopadajících elektronů přemění na teplo a jen z 1 % vzniká RTG záření, je nutné chlazení. Mezi vnitřní skleněnou částí rentgenky a krytem je prostor vyplněn cirkulujícím olejem, který se značnou měrou podílí na ochlazování rentgenky. Olej sice při zahřátí částečně expanduje, ale uvnitř je proto rezervní prostor, tzv. dilatační membrána.

Rentgenové záření se dá rozdělit na brzdné a charakteristické. Brzdné záření vzniká důsledkem zabrzdění urychleného elektronu. Kinetické energie elektronu se přemění na RTG záření. Brzdné záření má spojitě spektrum a jeho energie nezávisí na materiálu anody, ale jen na napětí mezi katodou a anodou. Charakteristické záření má čárové spektrum, energie závisí na materiálu anody a vzniká při průchodu elektronového obalu. (Seidl, 2012 str. 22 -25; VOMÁČKA, 2015 str. 15 - 16)

3.2.1 Vznik a vlastnosti RTG obrazu

RTG obraz zachycuje trojrozměrnou předlohu dvojrozměrně. Pro jeho vznik je nutné mít zdroj pronikavého elektromagnetického RTG záření, což je rentgenka, jejíž princip je uveden výše. Dále potřebujeme trojrozměrnou předlohu, kterou představuje pacient a film či zobrazovací detektor. RTG záření proniká přes vyšetřovaný objekt, při čemž se část absorbuje v tkáni (v závislosti na její tloušťce) a zbylá část záření proniká přes vyšetřovaný objekt a je zobrazována na film či detektor. Díky rozdílným absorpčním schopnostem tkáně jsou obrazu přiřazovány různé odstíny šedé. Kosti mají větší absorpční schopnosti - pohltní více RTG záření než měkké tkáně. Na RTG obrazu se měkká tkáň zobrazí tmavěji než kost.

RTG záření je při průchodu hmotou zeslabováno. Dochází ke třem základním interakcím - k fotoefektu, ke Comptonovu rozptylu a k tvorbě elektron-pozitronových párů. Díky nízké energii fotonů nenastává při průchodu tkání tvorba elektron-pozitronových párů.

- Fotoefekt neboli fotoelektrický jev je úkaz, kdy foton narazí do elektronu v atomovém obalu, předá mu veškerou energii a sám zanikne. Uvolněné místo po elektronu zaplní některý elektron z vyšší sféry. Přebytek energie se projeví vyzářením fotonu, který má ale malou energii a většinou zanikne v okolním materiálu. Fotoefekt se převážně využívá u gama záření s nižšími energiemi.
- Comptonův rozptyl je jev, kdy nedochází k úplné absorpci fotonu elektronem, ale jen k jejich srážce. Foton předá jen část své energie, dojde k vychýlení fotonu od jeho původního směru. Sekundární foton pokračuje v cestě v jiném směru s větší vlnovou délkou a nižší energií. Comptonův rozptyl se využívá u gama záření se středními a vyššími energiemi fotonů. (astronuklfyzika.cz; fbmi.sirdik.org)

3.2.2 Konstrukce mobilního rentgenového přístroje C-ramena

Existuje velká řada výrobců a tudíž i velká řada různých rentgenových mobilních přístrojů. V principu jsou všichni zástupci ale velice podobní. Jedná se o přístroje umožňující skiografii a skiaskopii v analogovém či digitálním zobrazení. Rentgenka, jako zdroj záření, je pevně spojena se zesilovačem obrazu do tvaru písmene „C“. Osa RTG svazku prochází středem zesilovače obrazu. Výsledný obraz je pomocí televizního řetězce přenášen na monitor. U modernějších přístrojů je zesilovač obrazu nahrazen polovodičovou obrazovou detekční

soustavou, tzv. flat panelem, což je dokonalý, moderní detektor rentgenového záření, umožňující převod signálu na přímý digitální obraz. Detekční panely jsou tvořeny velkým množstvím elementů tzv. pixely a jsou uspořádané do obrazové matice o minimální velikosti 2000×2000 pixelů. Úroveň elektrického signálu je úměrná počtu a intenzitě fotonů rentgenového záření na dané místo flat panelu. Flat panely v dnešní době rozlišujeme dvojího typu - pro přímou a pro nepřímou konverzi rentgenového záření na elektrický signál.

Díky konstrukci C-ramene do písmene C je umožněn pohyb kolem vyšetřované oblasti o 360°. Je tedy možné zobrazovat vyšetřovanou část v různých projekcích. Nedílnou součástí je monitor zajišťující aktuální zobrazení vyšetřované oblasti. Čím kvalitnější a větší monitor, tím lepší zobrazení. Moderní digitální C-ramena s vysokou rozlišovací schopností jsou přizpůsobena pro digitální skiografii, tj. jsou vybavené pamětí, která umožňuje manipulaci s obrazem, jeho uložení a uchování pro následné odeslání do PACSu.

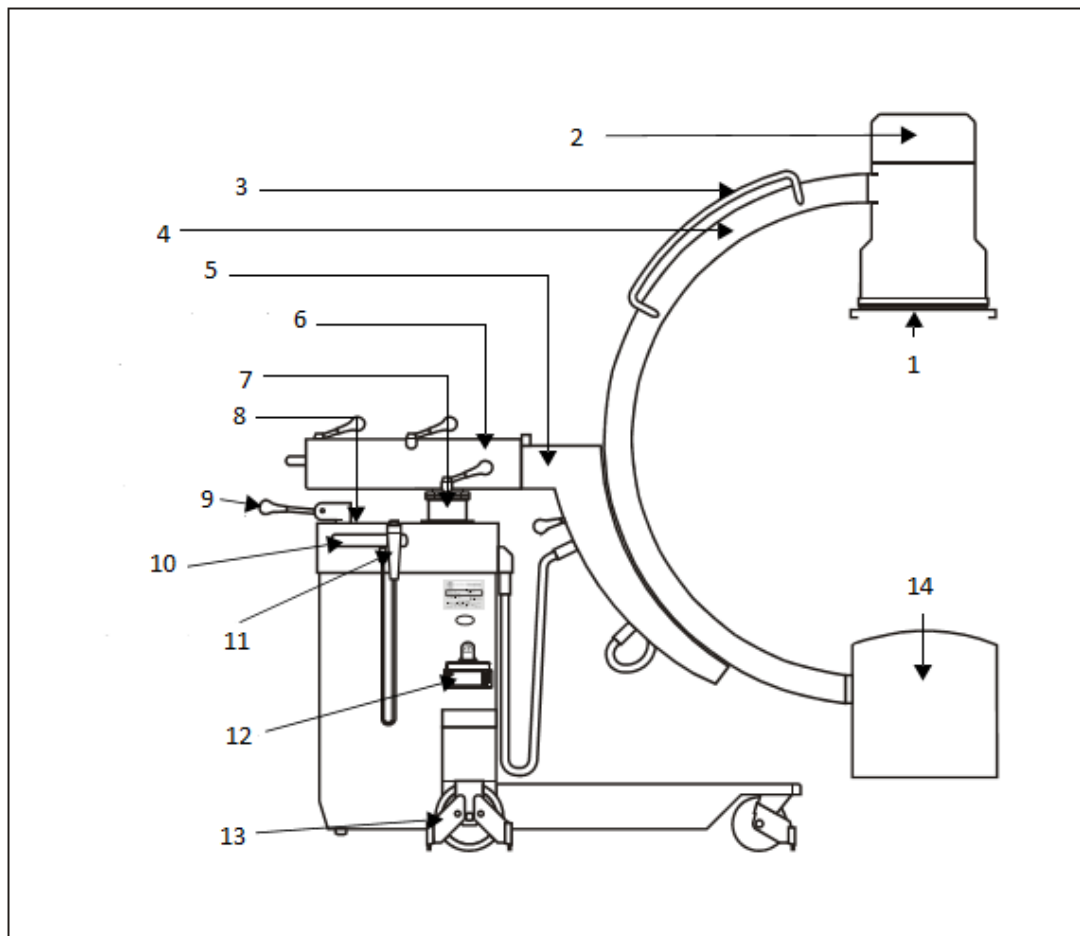
Vzhledem k tomu, že se C-rameno využívá na sále, kde panuje sterilní prostředí, je nutné, aby konstrukce C-ramena byla k tomuto způsobu užívání přizpůsobena, tj. konstrukce musí umožňovat sterilní překrytí a omyvatelnost. (astronuklfyzika.cz; Vomáčka, 2015 str. 25, 33 -35)

3.2.2.1 Technický popis C-ramene.

Specifikacemi C-ramena jsou:

- průměr RTG zesilovače 24 či 30 cm u starších typů zesilovače, novější typy zesilovače mají čtvercový charakter o rozměru 40 × 40 cm
- rentgenka s rotační či pevnou anodou a ohnisky 0,3 / 0,6 mm,
- napětí pro rentgenku až 125 kV,
- proud pro skiaskopii do 10 mA, a pro skiografii až do 100 mA,
- generátor o výkonu od 3 do 15 kW, vysokofrekvenční generátor o výkonu až 200kHz,
- TV kamera typu CCD u starších typů,
- 2 monitory pro současné zobrazení předchozí a aktuální projekce najednou,
- pro všechny funkce plná expoziční automatika (Šmoranc, 2004 str. 151)
- nové přístroje mají náhledový monitor přímo na RTG přístroji

Je vhodné, aby C-rameno mělo určené svoje stabilní místo, kde bude stát, když nebude využíváno. Na obrázku č. 1 je znázorněn technický popis mobilního C-ramene Ziehm 8000.



Obrázek č. 1 Ziehm 8000, technický popis C-ramene, zdroj Ziehm Imaging, 2009

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1) Držák na kazety | 8) Kontrolní panel |
| 2) Zesilovač obrazu | 9) Páčka pro řízení a brždění |
| 3) Rukojeť C – ramena | 10) Držák |
| 4) C-rameno | 11) Ruční ovladač |
| 5) Otočné rameno | 12) Připojení pro spojovací kabel |
| 6) Rameno pro horizontální nastavení | 13) Brzdový a ochranný systém |
| 7) Sloup pro vertikální nastavení | 14) Rentgenka |

3.2.2.2 Možnost pohybu C-ramena

Aby bylo možné poskytnout vyšetřovaný obraz ve všech rovinách, je nutné aby C-rameno umožňovalo pohyb do všech rovin a úhlů.

Mezi základní pohyby mobilního C-ramene řadíme:

- 1) Horizontální
- 2) Vertikální
- 3) Pohyb ramene po ose
- 4) Pohyb ramene do stran
- 5) Pohyb vertikálně v úhlech

3.2.3 Počítačová navigace

K vývoji počítačové navigace přispěl rozvoj výpočetní techniky a zavedení ho zobrazení. Tato metoda se v současné době stále vyvíjí. Setkáme se s ní na neurochirurgickém, ortopedickém a traumatologickém sále. V principu jde o zobrazení kostních fragmentů či pohybu nástrojů v reálném čase v několika projekcích současně jako při kontinuální skioskopii, ale bez nutnosti použití RTG záření. Počítačem asistovaná operace umožňuje přesné a bezpečné zavedení implantátů a tak výrazně redukuje radiační expozici a po zvládnutí techniky i snižuje operační čas.

Na traumatologickém sále se počítačová navigace nejčastěji využívá například při osteosyntéze v oblasti SI skloubení pánve nebo osteosyntéze diafýz femuru či tibie. Na ortopedickém sále se s ní nejčastěji setkáme při endoprotéze kolenního či kyčelního kloubu a na sále neurochirurgickém při operaci páteře a mozku.

Její nevýhodou je zatím vysoká cena všech pořizovaných komponentů a nutnost přesného rozložení operačního sálu či jeho stavební úpravy. Tyto důvody vedly k rozvoji 2D fluoroskopické techniky, která je založena na dvou na sebe kolmých snímcích pořízených přímo na operačním sále standartním C-ramenem. 2D technologie umožňuje uspokojivé zobrazení v reálném čase a díky její jednoduchosti vytlačila z rutinního užití 3D technologii.

Tuto problematiku výstižně popisuje ve své disertační práci MUDr. Roman Madeja. (Wendsche, 2015 str. 322; Madeja, 2014)

3.3 Operační sály

Díky rozvoji medicíny byl pavilónový systém nemocnic postupně nahrazován centralizovaným systémem výstavby. Při pavilónovém systému byla jednotlivá oddělení umístěna v samostatných pavilonech a z pravidla měla i vlastní operační sály. Tyto operační sály musely být alespoň dva, aby se oddělil aseptický a septický provoz. Ovšem u centralizovaného systému je nemocnice umístěna v jedné vhodně členěné budově. S tímto souvisí i centralizace operačních sálů. V centralizovaném systému zajišťují centrální operační sály provoz pro všechny operační obory v nemocnici. Nicméně s modernizací nemocnic existuje kombinace centralizovaného a decentralizovaného systému.

Operační sály patří k pracovištím s nejvyššími technickými a hygienickými podmínkami na aseptický provoz z celé nemocnice. Aseptický provoz se docílí vhodným stavebním a funkčním uspořádáním a také dodržováním aseptických podmínek. Prostorové uspořádání sálu je rozlišeno na několik zón - zónu ochranou, aseptickou, sterilní a odsunovou. Personál vstupuje do ochranné zóny přes personální filtr. Součástí tohoto filtru bývají obvykle hygienická zařízení a pomůcky pro personál (sprcha, WC, dávkovač s dezinfekcí, operační čepice, ústenka, atd). Pacient vstupuje do ochranné zóny vstupním filtrem, kde je přeložen na transportní odnímatelnou desku operačního stolu, nebo na transportní vozík určený pouze pro transport v operačním oddělení. Na filtry navazuje ochranná zóna, která sestává z místnosti pro odpočinek personálu, kanceláře vedoucího oddělení a vrchní sestry, místnosti pro uložení léků, operačních nástrojů, prádla a přístrojů využívaných na operačním sále a sklad materiálu. Do aseptické zóny patří umývárna lékařů a instrumentárek, která navazuje přímo na operační sál. Sterilní zónou myslíme vlastní operační sál a zónou odsunovou chodbu či předsálí. (Duda, 2000, str. 27 -30)

3.3.1 Potřebné vybavení sálů pro práci s C-ramenem

Jednou z nejdůležitějších věcí z výbavy operačního sálu je stabilní zdroj napětí. V praxi to znamená zajištění samostatné elektrické zásuvky vyhrazené pouze pro mobilní RTG přístroj s vlastním elektrickým jističem.

Musí být umožněn datový přenos do datové sítě. K tomuto účelu se využívá systém PACS a DICOM.

PACS je počítačový systém zajišťující akvizici, archivaci a distribuci obrazové dokumentace v rámci sítě. Umožňuje srovnání staré a nové dokumentace, rekonstrukce 3D obrazu, vypálení obrazů na CD. Výhody systému PACS jsou:

- minimalizace ztráty obrazové dokumentace
- odstranění filmového materiálu a jeho archivačních prostor
- možnost postprocessingového zpracování snímků
- jednoduchá dohledatelnost starších snímků
- snížení provozních nákladů
- snížení radiační zátěže a počtu opakovaných snímků, aj.

Nevýhodou systému PACS jsou:

- relativně vysoká pořizovací cena
- nutnost zabezpečení dat
- nutnost mít správce systému, který bude rozumět poměrně složitému softwarovému a hardwarovému vybavení.

DICOM je informačně-technologický standart, který využívají v dnešní době veškerá zdravotnická zařízení. Standart má zajistit univerzální a kompatibilní zobrazení pro všechny uživatele a všechny typy zobrazení. Každý obraz je doprovázen informacemi o pacientovi, druhu vyšetření, druhu snímku, velikosti obrazu, radiační dávce, aj. (Vomáčka, 2015 str. 65)

Z hlediska radiační ochrany se na operačním sále vymezuje jen sledované pásmo.

3.3.2 Traumatologický sál

3.3.2.1 Anatomie zlomenin

Kostra lidského těla tvoří pevnou konstrukci, chrání vnitřní orgány a slouží jako ukotvující místo pro příčně pruhované svaly. Je tvořena přibližně z 206 kostí, z toho 106 je na horní a dolní končetině. (Naňka, 2015 str. 11)

Obecně lze zlomeninu definovat jako poruchu kostní kontinuity. Zlomenina je zpravidla úplná či neúplná. Neúplnou lze rozlišit ještě na interakce a subperiostální u dětí. Dle vzniku lze zlomeniny rozdělit na úrazové, únavové a patologické.

Úrazové zlomeniny, ke kterým dochází přímým či nepřímým mechanismem lze rozdělit na torzní, kompresní, ohybové, avulzní a střížné. Dále je můžeme rozlišit podle linie zlomu na šikmé, přímé, spirální, vertikální, tangenciální a avulzní.

Únavové zlomeniny jsou způsobeny opakovanými mikrotraumaty při přetěžování. Patologické zlomeniny vznikají minimálním násilím v místě kostního onemocnění, jako jsou například kostní tumory, metastázy či chronické záněty.

Zlomeniny dále rozlišujeme na uzavřené a otevřené. Při otevřené zlomenině dochází ke komunikaci kosti se zevním prostředím a dochází k devastaci měkkých tkání. Klinicky důležité dělení je na dislokované a nedislokované zlomeniny. (Višňa, 2004 str. 10; Wendsche, 2015 str. 41 - 42)

3.3.2.2 Diagnostika a klasifikace

Základem pro diagnostiku zlomeniny je anamnéza a klinický nález. Při lokálním vyšetření lze zjistit příznaky jisté a pravděpodobné. Mezi příznaky jisté patří deformace končetiny a patologická pohyblivost. Do pravděpodobných příznaků lze zařadit otok, bolest, funkční poruchu. Rozhodující je radiodiagnostické vyšetření, které se často provádí ve dvou na sebe kolmých projekcích. Rentgenový snímek prokáže či vyloučí zlomeninu, určí typ, postavení úlomků a přibližné stáří zlomeniny. Poslední dobou narůstá význam vyšetření pomocí CT u komplikovaných zlomenin, které se provádí při zlomenině obratlů či u nitrokloubních zlomenin. Pod skiaskopickou kontrolou mobilním RTG přístrojem se na operačním sále provádějí repozice, kontrolní snímky po přiložení fixace, osteosyntézy a některé extrakce kovových implantátů.

Pro velký počet zlomenin bylo vytvořeno mnoho klasifikačních stupnic. V současnosti je pravděpodobně nejlepší klasifikace společnosti AO Trauma (AO Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen). Tato společnost vznikla v roce 1958 ve Švýcarsku a její složky jsou již rozšířené po celém světě. AO klasifikace byla zavedena roku 1987 a doplněna roku 1996. Je založena na RTG snímcích. Pro klinickou praxi jsou zlomeniny zpravidla určeny čtyřmístným kódem.

První dvě pozice kódu upřesňují lokalizaci zlomeniny. První číslice kódu udává postiženou anatomickou oblast (1 – femur, 2 – radius a ulna, 3 – femur, 4 – tibia a fibula, apod.).

Druhá číslice kódu označuje poraněnou část kosti (1 - proximální oblast, 2 – diafýza, 3 – distální konec). Třetí pozice je určena písmeny A, B, C a čtvrtá pozice je obsazována opět čísly 1, 2, 3. Třetí a čtvrtá pozice upřesňují typ zlomeniny. Třetí pozice udává povahu zlomeniny (jednoduchá, s mezifragmentem, tříštivá, extraartikulární, monokondylární, nitrokloubní). Čtvrtá pozice kódu vyjadřuje závažnost kostního poranění (spirální, příčná, šikmá, spirální s mezifragmentem, ohybová s mezifragmentem, rozlomení mezifragmentu, etážová, kominitivní). Princip závažnosti je určen od A do C a od 1 do 3. Nejzávažnější zlomenina jisté oblasti tedy bude typu 3C a nejjednodušší bude typu A1. Tímto systémem je charakterizováno devět typů zlomenin. Pokud je potřeba přesnější klasifikace, rozšiřuje se kód o pátou pozici, která je opět vyjádřena čísly 1, 2, 3. Charakterizujeme tak jednotlivé podtypy zlomenin.

Dalším důležitým bodem při určování závažnosti zlomenin je velikost a rozsah poranění měkkých tkání. Pro zavřené zlomeniny se využívá klasifikace podle Tscherneho. Rozlišujeme čtyři stupně závažnosti, G0 – G3. G0 znamená žádné nebo nepodstatné, G1 zhmoždění kůže přímým tlakem kostního fragmentu zevnitř, G2 těžké zhmoždění podkoží i svalů, G3 rozsáhlé pohmoždění. (Višňa, 2004 str. 11, Wendsche, 2015 str. 43 - 44)

3.3.2.3 Léčba

Základním principem léčby zlomenin je znehybnění ve správném anatomickém postavení úlomků po dobu kostního hojení. Rozlišujeme dva typy léčby zlomenin, které se do jisté míry prolínají a doplňují. Jedná se o léčbu konzervativní a operační. Výběr léčby závisí na celkovém stavu pacienta.

Konzervativní léčba je diagnostikována převážně u většin zlomenin v dětském věku, u nedislokovaných zlomenin, či dobře reponovaných zlomenin. Často tato metoda předchází metodě operační. Využívá se v případě, že pacient z interních důvodů nemůže absolvovat metodu operační. Principem konzervativní léčby je repozice, retence a rehabilitace. Repozice se provádí v celkové či lokální anestezii. Retence je většinou zajištěna sádrovým obvazem či ortéz nebo pomocí extenčních technik. S rehabilitací začínáme co nejdříve po úrazu. S ohledem na infekci je tato metoda velice šetrná, nevýhodou může být nedokonalá repozice, či dlouhá doba fixace s následnou delší dobou rekonvalescence atrofovaných svalů. Další nevýhodou je dlouhodobá fixace kloubů sousedící se zlomeninou, která může vést k pouřa-

zové artróze nitrokloubních zlomenin, osteoporóze z imobilizace, či ztuhlosti v kloubních pouzdrech.

Operační metoda je diagnostikovaná u dislokovaných, tříštivých a nestabilních zlomenin. Hlavním principem léčby je repozice a spojení úlomků pomocí zpravidla kovových implantátů (osteosyntéza) a zajištění tak stability po dobu kostního hojení. Existuje mnoho různých typů kovových implantátů, lze je rozdělit na intraoseální a extraoseální. Samostatně se řadí zevní fixátor. Zevní fixátor se používá u zlomenin, kde nelze použít vnitřní osteosyntézu, například z důvodu infekce. Dále se využívá u zlomenin, kde je třeba dodržet méně invazivní operační výkony - při prodloužení, či zkrácení kostí, nebo jako náhrada kostní tkáně u defektních zlomenin. (Wendsche, 2015 str. 62 - 66)

3.3.2.4 Vybrané zlomeniny na HK, DK

Vybrané zlomeniny na horní končetině:

Zlomeniny proximálního humeru

Tato zlomenina patří mezi třetí nejčastější zlomeniny, tvoří 4 % všech zlomenin v dospělé populaci, a až 76 % pacientů je starší 65 let. Muži jsou poraněni třikrát méně často než ženy. Jedná se tedy o zlomeninu typickou pro ženy staršího věku. Zpravidla vzniká pádem na nataženou horní končetinu nebo přímým nárazem do ramenního kloubu. Cílem léčby zlomeniny proximálního humeru je obnovení funkce ramenního kloubu. Základním principem operační léčby je repozice zlomeniny a její dostatečná fixace. Rozlišujeme dva typy, a to náhrady ramenního kloubu nebo tzv. záchovné operace.

Dle klasifikace AO rozlišujeme tři stupně závažnosti.

A – extraartikulární zlomeniny s jednou lomnou linií – nejčastěji zlomeniny chirurgického krčku či zlomeniny s izolovaným odlomením velkého hrbolu.

B – extraartikulární zlomeniny se dvěma lomnými liniemi

C - intraartikulární zlomeniny lomná linie probíhá v oblasti anatomického krčku

Intraartikulární zlomeniny nemají dobrou prognózu, na rozdíl od extraartikulárních zlomenin, díky porušení cévního zásobení hlavičky.

K operační léčbě se zpravidla indukují stupně B a C. Stupeň A se řeší převážně konzervativní léčbou. Další indikace k operační léčbě jsou zlomeniny dislokované, luxační, otevřené, patologické a zlomeniny s rizikem nekrózy hlavice či zlomeniny s nervovým a cévním poraněním. (Wendsche, 2015 str. 175)

Zlomeniny diafýzi humeru

Tyto zlomeniny představují 1 % všech zlomenin. Za mechanismus vzniku zlomeniny je považován prudký úder na paži či pád. Indikace k operativní léčbě jsou otevřené zlomeniny, zlomeniny komplikované vaskulárním poraněním končetiny, polytrauma, zlomeniny které nelze reponovat a retinovat pro svalovou interpozici, dále pak patologické zlomeniny, pseudoarthrózy a zlomeniny s velkým počtem fragmentů. Dle AO klasifikace rozlišujeme tři typy zlomenin:

A – jednoduchá zlomenina (spirální, šikmé, příčné)

B – klínovité zlomeniny (spirální klín, ohybový klín, klín fragmentován na více kusů)

C – složité kominutivní zlomeniny (spirální typ, etážové zlomeniny, hrubě tříštivé zlomeniny)

Díky upínajícím svalům na humerus (musculus pectoralis maior, musculus deltoideus, musculus triceps brachii) dochází velmi často při zlomenině k dislokaci fragmentů.

Operační metody jsou dlahová osteosyntéza, nitrodřeňová osteosyntéza a zevní fixace. (Višňa, 2004 str. 43)

Zlomeniny distálního humeru

Zlomeniny distálního humeru jsou zpravidla způsobené přímým pádem na loketní kloub. Zlomeninu lze rozlišit podle intenzity a směru násilí, tvrdosti kosti, stupně osteoporózy. Vliv také hraje kvalita vazivového a svalového aparátu. Rozlišujeme je na extraartikulární zlomeniny, jednoduché intraartikulární zlomeniny a intrartikulární zlomeniny obou pilířů.

Pro konzervativní léčbu jsou indikovány pouze nedislokované zlomeniny. Je zde využívána metoda fixace pomocí sádrového obvazu na dobu 4 týdnů. Léčba u dospělých především operativní. Poloha pacienta při operaci, je zpravidla na zdravém boku s podloženou paží a volně zarouškovaným předloktím. Nebo leží na břiše s podloženou paží a volně ponechným

předloktím. Pro osteosyntézu se používají dlahy určené speciálně pro distální konec humeru, lze je modelovat dle anatomického tvaru kosti. V indikovaných případech lze použít malé kortikální a spongiózní šrouby. Pro otevřené zlomeniny se využívá zevní fixátor. (Wendsche, 2015 str. 187 – 188)

Mezi další zlomeniny na HK patří:

- *Zlomeniny obou kostí předloktí*
- *Zlomeniny proximálního radia*
- *Zlomeniny proximální ulny*
- *Zlomeniny distálního radia*
- *Zlomeniny karpálních kůstek*
- *Zlomeniny metakarpů*
- *Zlomeniny prstů ruky*

Zlomeniny na dolní končetině:

Zlomeniny proximálního femuru

Hlavním rizikovým faktorem pro vznik zlomeniny proximálního femuru je věk, 80 % pacientů je starší 70 let. Více se zlomeniny proximálního femuru projevují u žen, do věku 60 let ale převažují muži. Dalším faktorem vzniku zlomeniny je vliv postmenopauzální osteoporózy, snížená fyzická aktivita, malnutrice, poruchy zraku. Ke vzniku zlomeniny u starších lidí stačí někdy jen nepatrné násilí, prudký pohyb končetiny či zakopnutí s následným pádem nebo jakýkoliv pohyb související s přenesením váhy na jednu končetinu. Namísto toho je u mladých lidí potřeba ke vzniku proximální zlomeniny velké násilí.

Zlomeniny proximálního femuru lze podle anatomické lokalizace rozdělit na zlomeniny hlavice, zlomeniny krčku a zlomeniny trochanterické. Zlomeniny hlavice jsou velice vzácné, z celkového počtu zlomenin proximálního femuru zaobírají pouze 1 %.

Zlomeniny krčku vznikají přímým či nepřímým působením, nejčastěji ale pádem na bok. Představují přibližně 45 % zlomenin proximálního femuru. Rozlišujeme je na intrakapsulární a extrakapsulární zlomeniny. U intrakapsulárních zlomenin, u starších lidí, se využívá metoda aloplastické náhrady či osteosyntézou. Náhradu rozlišujeme na cervikokapitální endoprotézu a totální endoprotézu. Cervikokapitální endoprotéza je náhrada krčku a hlavice

femuru při současném zachování jamky acetabula. Totální endoprotéza představuje náhradu krčku, hlavice a kloubní jamky acetabula. Totální endoprotéza se většinou provádí bez skiaskopické kontroly.

Trochanterické zlomeniny představují 54 % ze všech zlomenin proximálního femuru. Rozdělujeme je na pertrochanterické, intertrochanterické a subtrochanterické zlomeniny. Operace probíhá formou osteosyntéz, využívá se dynamický kompresní šroub nebo nitrodřeňový hřeb. (Wendsche, 2015 str. 210 – 220, Višňa, 2004 str. 84 – 87)

Zlomeniny diafýzy femuru

Nejčastější příčinou vzniku zlomeniny diafýzy femuru jsou dopravní nehody, pád z výšky, při sportu. Přímé působení násilí dává vzniku příčných a šikmých zlomenin, nepřímé působení umožňuje ohybovým a torzním silám vznik zlomeniny spirální.

Za základ léčby se považuje operační osteosyntéza. Osteosyntéza je zajištěna třemi základními způsoby: - zajištění nitrodřeňovým hřebem, dlahovou osteosyntézou či zevní fixací. (Wendsche, 2015 str. 238 - 240)

Zlomeniny distálního konce femuru

Zlomeniny distálního konce femuru vznikají jako součást polytraumat, pádů z výšek, či pádem na pokrčené koleno. Rozlišujeme je na extraartikulární, částečně intraartikulární a kompletní intraartikulární zlomeniny. Poslední dvě varianty vyžadují naprosto přesnou anatomickou repozici a retenci úlomků kondylárního bloku.

Operační metody jsou: nitrodřeňové hřebování, spongiozní šrouby, dlahová technika a speciální úhlové dlahy. (Wendsche, 2015 str. 238 - 242)

Zlomeniny hlezenního kloubu

Tyto zlomeniny vznikají v kombinaci pádu a následné rotace končetiny. Patří mezi nejčastější zlomeniny na dolní končetině. Nedislokované zlomeniny se řeší sádrou fixací, dislokované zlomeniny potřebují okamžitou repozici. Podle Webera se zlomeniny rozlišují dle vztahu se syndesmózou na zlomeniny kde vede linie zlomu fibuly: pod tibiofibulární syndesmózou, ve výšce syndesmózy a nad syndesmózou. (Wendsche, 2015 str. 269 - 275)

Mezi další zlomeniny na dolní končetině patří:

- *Zlomeniny pylonu tibie*
- *Zlomeniny metatarzů a článků prstů dolní končetiny*
- *Zlomeniny pately*
- *Zlomeniny proximální tibie*
- *Zlomeniny diafýzy tibie a fibuly*

3.4 Radiační ochrana

Současná podoba radiační ochrany vychází z doporučení Mezinárodní komise radiologické ochrany, z legislativy a norem Evropské unie a opírá se o standardy vydané Mezinárodní atomovou agenturou. (Seidl, 2012 str. 25)

3.4.1 Legislativa

V České republice ustanovují obecné požadavky na radiační ochranu zákon č. 18/1997 Sb., ze dne 24. ledna 1997 o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů. Tento zákon upravuje podmínky ochrany osob a životního prostředí před nežádoucími účinky ionizujícího záření. Určuje podmínky k zajištění bezpečného nakládání s radioaktivními odpady, způsob využívání jaderné energie a ionizujícího záření a podmínky k vykonávání činnostech souvisejících s využíváním jaderné energie a činnosti vedoucí k ozáření. Déle tento zákon určuje povinnosti při přípravě a provádění zásahů vedoucích ke snížení přírodního ozáření a ozáření v důsledku radiační nehody, dále určuje zvláštní požadavky pro zajištění občanskoprávní odpovědnosti za škody vzniklé v případě jaderných škod. Atomový zákon zřizuje Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB). (www.sujb.cz)

Pro radiační ochranu je velice důležitá vyhláška č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně, která byla novelizována jako vyhláška č. 389/2012 Sb. platná od 1. prosince 2012. (www.sujb.cz)

3.4.2 Základní principy RO

Cílem radiační ochrany je vyloučit deterministické účinky a snížit pravděpodobnost vzniku stochastických účinků. V radiační ochraně vycházíme ze současných poznatků o účincích ionizujícího záření a v praxi se řídí čtyřmi základními principy. Veškeré principy se řídí vyhláškou SÚJB č. 307/2002 sb.

Princip zdůvodnění

Činnost vedoucí k ozáření ionizujícím zářením, musí být více přínosná pro jednotlivce či společnost, než předpokládaná rizika vznikající s tou radiační činností.

Princip optimalizace

Při činnostech vedoucí k ozáření je nutné dodržovat takovou úroveň radiační ochrany, aby případné ohrožení života, zdraví osob a životního prostředí bylo co možná nejnižší, jak lze rozumově dosáhnout při zvážení všech společenských a hospodárných hledisek. V angličtině se tento princip označuje slovem ALARA. Správně zvolené metody a postupy kvalitní práce radiologických pracovníků přispívají k optimalizaci radiační ochrany

Princip limitování

Princip limitování je dán vyhláškou SÚJB č. 307/2002 sb. Dle této vyhlášky je každý, kdo provádí činnosti vedoucí k ozáření, povinen omezovat ozáření osob tak, aby celkové ozáření způsobené možnou kombinací ozáření nepřesáhlo v součtu stanovené dávkové limity. Tato vyhláška rozlišuje několik typů limitů. Limity jsou stanoveny zvláště pro radiační pracovníky, učně a studenty a obecné limity viz tabulka č. 1. Limitům nepodléhá ozáření z přírodních zdrojů, lékařské ozáření, havarijní ozáření.

	Efektivní dávka za rok (mSv)	Roční ekvivalentní dávka		
		Oční čočka	1 cm ² kůže	končetiny
Obecné limity	1 mSv	15 mSv	50 mSv	--
Limity pro radiační pracovníky	50 mSv / 1 rok 100 mSv / 5 let	150 mSv	500 mSv	500 mSv
Limity pro učně a studenty	6 mSv	50 mSv	150 mSv	150 mSv

Tabulka č. 1 Tabulka limitů, zdroj vyhláška č. 307/2002 sb.

Zajištění bezpečnosti zdrojů ionizujícího záření

Princip zajištění bezpečnosti zdrojů ionizujícího záření spočívá v zajištění řádného řízení, dobré techniky, systému zabezpečení jakosti a výcvik a vzdělání personálu. Nad bezpečnost dohlíží SÚJB. (www.sujb.cz)

3.4.3 Ochrana personálu před RTG zářením

Je důležité nejdříve dodržovat bezpečnostní zásady a předpisy. Ochrana před vnějším ozářením spočívá ve třech bodech, které se vzájemně prolínají. Patří sem ochrana časem, vzdáleností a stíněním.

Ochranou **časem** máme, namysli zkrácený čas v poli ionizujícího záření, toho je docíleno organizačními schopnostmi a nácvikem pracovních činností. Je důležité zajištění střídání pracovníků.

Ochrana **vzdáleností** vychází z pravidla, že radiační dávka klesá s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje. Proto je nutné dodržovat vždy odstup od zdroje záření. Do primárního paprsku by, pokud to nelze jinak, neměli dávat končetiny. Namysli, máme operátora či asistent. Tzv. skiaskopická geometrie, která určuje postavení rentgenky, zesilovače a operátora má vliv na radiační zátěž. Rozdílné riziko ozáření je, když je rentgenka pod stolem, než nad stolem.

Ochrana **stíněním** chrání personál před sekundárním zářením (rozptýlené záření vycházející z těla pacienta). Vychází z fyzikálních znalostí, na kterých je ochrana založena. Velikost rozptýleného záření je závislé na velikosti ozařovaného pole, čím víc primární svazek vycloníme, tím menší rozsah sekundární záření získáme. K ochraně využíváme osobní ochranné pomůcky, mezi které patří:

- zástěry z olovnaté gumy
- nákrčník z olovnaté gumy, který chrání štítnou žlázu
- ochranné brýle s olovnatým sklem, s bočním stíněním. Slouží jako prevence před vznikem radiačním katarakty
- ochranné rukavice, sloužící k práci v primárním svazku
- pojízdné zástěny z olovnatého plechu s průhledovými okénky
- přídatné clony a stíněné ochranné roušky

Krom ochranných pomůcek jsou součástí ochrany stíněním také stavební úpravy. (Seidl, 2012 str. 94)

3.4.4 Osobní monitorování – dozimetrie

Dozimetrie je fyzikální obor věnující se měření ionizujícího záření ve sledovaném pásmu. Ve vyhlášce SÚJB č 307/2002 sb. je uvedeno veškeré monitorování ionizujícího záření. Osobní monitorování slouží k měření osobních dávek. K detekci ionizujícího záření využívá detektory. Existuje řada různých detektorů, které může třídit podle rozdílných kritérií. Princip detektorů je založen na interakci ionizujícího záření s prostředím. Podle detekce ionizujícího záření je můžeme rozdělit na fotochemické, elektronické a materiálové. Nejvíce rozšířeným detektorem je fotochemický osobní dozimetr viz obrázky č. 2, 3, 4



Obrázek č. 2 osobní filmový dozimetr

Obrázek č. 3 otevřený filmový dozimetr

Obrázek č. 4 světlotěsně zabalený fotografický papír

Základem filmových dozimetrů je políčko fotografického filmu, který je světlotěsně zabalen v černém papíru. Je vložen do plastového obalu, který má v přední straně uloženy olovené a měděné plíšky o různých tloušťkách, které slouží jako filtr. Pod těmito filtry se dá odhadnout druh a energii záření díky různému zčernání filmu a vzájemného porovnání. Filmový dozimetr se nosí na referenčním místě, což je levá přední strana košile. Při použití ochranné vesty se filmový dozimetr upevňuje vně vesty na stejné referenční místo. (astronuklfyzika.cz, Seidl, 2012 str. 95)

Kromě filmových dozimetrů se využívají prstové, termoluminiscenční či dozimetry na monitorování pracovišť.

3.4.5 Faktory ovlivňující ochranu pacienta před ionizujícím zářením

Před ionizujícím zářením musíme kromě personálu chránit i pacienta. Jak chráníme personál, bylo popsáno výše. Ochrana pacienta závisí na několika faktorech, které se dají ovlivňovat a ve finále ovlivňují celkovou radiační zátěž pacienta.

Faktory:

- Filtrace. Rozlišujeme vlastní a přídatnou filtraci. Vlastní filtrací je primární svazek zeslabován, patří k ní chladicí oleje a okénko krytu rentgenky. Přídatné filtrace jsou vyrobeny z hliníku a mědi, pohlcují nízkoenergetické spektrum svazku, které nepřispívá k tvorbě obrazu, jelikož neprochází tělem pacienta. Použitím filtrace je významně snížena dávka na kůži a záření se stává pronikavější.
- Expoziční parametry. Mezi expoziční parametry spadá optimální nastavení napětí na rentgence, expoziční čas. Nastavením vyššího napětí na rentgence (kV) se záření stane pronikavější. Zvyšuje se také ale počet vyprodukovaných fotonů RTG záření, které zvyšují radiační zátěž pacienta. Tudíž je nutné odpovědně snižovat elektrické množství (mAs) se vzrůstajícím napětím. Expoziční čas je doba nezbytně nutná pro vytvoření expozice. Čím kratší čas, tím klesá riziko vzniku pohybových artefaktů.
- Vzdálenost ohnisko rentgenky – kůže. Čím dále je povrch pacienta od ohniska rentgenky, tím je nižší dávkový příkon. Tudíž v praxi by měla být rentgenka od pacienta co nejdál, zatímco detektor by měl být co možná nejbližší k povrchu pacienta.
- Velikost ozařovaného pole. Nastavením primárního svazku na nevyhnutelně velkou velikost, snížíme množství sekundárního záření a tím zvýšíme kvalitu obrazu a snížíme radiační zátěž pacienta.
- Sekundární clona. Sekundární clona slouží k eliminaci rozptýleného záření. Jejím použitím zvýšíme kontrast a ostrost obrazu
- Fixační pomůcky. Zabraňují pacientovi v pohybu a tím se limitují pohybové artefakty a tím i nutnost opakovat ozáření.

- Stínění oblastí těla pacienta. Chrání se radiosenzitivní orgány, které nejsou předmětem vyšetřování (štítná žláza, gonády). Nejčastěji se používají ochranné vesty a nákrčníky či vykrývací destičky. (Seidl, 2012 str. 92 - 94)

Mezi další faktory ovlivňující celkovou dávku:

- personální obsazenost – čím vyšší je počet zaměstnanců, tím snáz se může provádět ochrana časem,
- znalost legislativy – při dobré znalosti legislativy a její důsledné dodržování určitou vahou snižuje dávku
- přístrojové vybavení – odpovídající a novější RTG přístroje snižují dávku

3.4.6 Radiobiologie

Pro práci s ionizujícím zářením je znalost biologických účinků na živou hmotu bráno jako naprostá samozřejmost. Správné pochopení dopadu dávky na živou hmotu vede k prevenci před vznikem závažných důsledků ionizujícího záření.

Z hlediska času je rozlišujeme na časně a pozdní. Z hlediska účinku a dávky lze rozdělit na stochastické a deterministické účinky.

Za stochastické účinky považujeme ty, které nejsou závislé na dávce. Jejich výskyt má náhodný charakter. S rostoucí dávkou se zvyšuje jejich výskyt, nikoliv jejich závažnost. Rozlišujeme je na nádory a dědičné choroby.

Deterministické účinky vznikají, pokud dávka překročí určitý práh, který je různý pro různé tkáně. Účinky vznikají ihned po ozáření a projevují se v rámci dnů či týdnů. Mají časný charakter. Jejich závažnost roste, na rozdíl od stochastických účinků, s velikostí dávky. Rozlišujeme je na akutní nemoc z ozáření, akutní lokální změny, pozdní chronická dermatitida, katarakta a poškození plodu.

Akutní nemoc z ozáření (ANO). ANO se rozvíjí po celotělovém ozáření nebo po ozáření jeho převážné části dávkou v oblasti jednotek až desítek grayů. V běžné praxi radiační ochrany se s ní běžně nesetkáváme. Většinou se s ní setkáme během havárie. Rozlišujeme ji dle stupně ozáření a velikosti celotělové dávky na krevní dřeňovou formu, střevní (gastrointestinální) a nervovou formu.

Akutní lokální změny. Nejčastější akutní lokální změny se projevují na kůži či postižení fertility (neplodnosti). Stupeň poškození kůže závisí na dávce, velikosti ozářeného pole, druhu záření a na lokalizaci. Vznik fertility je rozdílný u mužů a u žen.

Pozdní chronická dermatitida. Chronický zánět kůže byl na začátku 20. století poměrně rozšířen u radiologů, kteří pracovali v oblasti primárního svazku a neužívali ochranné pomůcky. Projevuje se suchostí kůže s následnou křehkostí, praskáním a podélně rýhovanými nehty.

Katarakta. Zákal oční čočky může po dlouhé době latence vzniknout již po jednorázové dávce kolem 1 Gy. (Podzimek, 2013 str. 282 -287; Seidl, 2012 str. 85 – 87)

V současné praxi se s deterministickými účinky při práci na operačním sále neseťkáváme.

3.4.7 Veličiny a jednotky v RO

Absorbovaná dávka „ D_T “ je charakterizována jako energie ionizujícího záření absorbovaného v daném místě ozařované látky na jednotku hmotnosti. Jednotkou je gray [Gy], joule na kilogram [$J \cdot kg^{-1}$].

Ekvivalentní dávka „ H_T “ je součin radiačního váhového faktoru a střední absorbované dávky v orgánu, nebo tkáni pro druh ionizující záření. Jednotkou je sievert [Sv].

Efektivní dávka „ E “ je součet součinů tkáňových váhových faktorů a ekvivalentní dávky v ozářených orgánech nebo tkáních. Jednotkou je sievert [Sv].

Tkáňový váhový faktor „ w_T “ vyjadřuje radiosenzitivitu jednotlivých orgánů a tkání z hlediska pravděpodobnosti vzniku stochastických účinků. Součet všech tkáňových váhových faktorů je roven 1.

Dávkový ekvivalent „ H “ je součin jakostního činitele a absorbované dávky v uvažovaném bodě tkáně.

Osobní dávkový ekvivalent „ H_d “ je dávkový ekvivalent v daném bodě pod povrchem těla v měkké tkáni. Osobní dávkový ekvivalent je základem pro stanovení radiační zátěže pracovníků se zdroji ionizujícího záření. (Seidl, 2012 str. 83 – 84)

3.4.8 Kategorizace pracovišť

Pracoviště, kde se pracuje se zdroji ionizujícího záření, se podle významnosti ZIZ, ochrany zdraví a životního prostředí vzestupně rozdělují na pracoviště I. - IV. kategorie.

Pracoviště I. kategorie

- pracoviště s drobnými typově neschválenými zdroji ionizujícího záření,
- pracoviště s kostním denzitometrem, veterinárním, zubním nebo kabinovým rentgenovým zařízením,
- pracoviště s indikačním nebo měřicím zařízením obsahujícím uzavřený radionuklidový zářič, technické rentgenové zařízení, na němž charakter radiační činnosti nevyžaduje vymezení kontrolovaného pásma,

Pracoviště II. kategorie

- pracoviště s jednoduchým zdrojem ionizujícího záření, rentgenovým zařízením určeným k radiodiagnostice nebo radioterapii, které není pracovištěm I. kategorie
- pracoviště s technickými rentgenovými zařízeními, indikačním nebo měřicím zařízením obsahujícími uzavřené radionuklidové zářiče, na nichž charakter radiační činnosti vyžaduje vymezení kontrolovaného pásma

Pracoviště III. kategorie

- pracoviště s urychlovačem částic,
- pracoviště se zařízením obsahujícím uzavřený radionuklidový zářič určené k radioterapii, včetně brachyterapie, klasifikovaným jako významný zdroj,
- pracoviště s otevřenými radionuklidovými zářiči, pokud vybavení izolačními a ventilačními zařízeními a úroveň provedení kanalizace splňuje příslušné minimální požadavky
- pracoviště se stacionárním průmyslovým ozařovačem určeným k ozařování potravin a surovin, předmětů běžného užívání nebo jiných materiálů

Pracoviště IV. kategorie

- Pracoviště kde se vyskytuje jaderné zařízení, úložiště radioaktivního odpadu, sklad vyhořelého nebo ozářeného jaderného paliva a práce s otevřenými radionuklidovými zářiči o vysoké aktivitě (www.sujb.cz)

3.4.9 Sledované a kontrolované pásmo

Sledované a kontrolované pásmo se vyměřuje všude tam, kde se pracuje se zdroji ionizujícího záření. Jejich přesné vymezení je dáno vyhláškou č. 307/2002

Sledované pásmo

Sledované pásmo se vymezuje na pracovištích se zdroji ionizujícího záření všude tam, kde se předpokládá, že by mohla efektivní dávka být vyšší než 1mSv za rok, nebo kde by ekvivalentní dávka mohla být vyšší než jedna desetina limitu pro ozáření oční čočky, kůže a končetin. Je vyznačováno pouze tam, kde se předpokládá překračování některých z obecných limitů. Zpravidla jej najdeme na pracovištích první až čtvrté kategorie. Sledované pásmo je bráno jako ucelená a konkrétní část pracoviště, která je mnohdy i stavebně rozlišena. Vstup do sledovaného pásma je označen upozorněním na vstupních vchodech, viz obr. č. 5. Sledované pásmo se nevymezuje v případě, že jeho rozsah nepřesahuje vymezení kontrolovaného pásma. Sledované pásmo zajišťuje pouze monitorování pracoviště, pokud se v programu monitorování nestanovuje jinak.



Obrázek č. 5 Značení sledovaného pásma, zdroj www.etabulky.cz

Kontrolované pásmo

Kontrolované pásmo vymezujeme všude tam, kde by efektivní dávka mohla být vyšší než 6mSV za rok, nebo kde by ekvivalentní dávka mohla překročit tři desetiny limitu pro ozáření oční čočky, kůže nebo končetin. Kontrolované pásmo dále vymezujeme na pracovištích, kde předpokládáme, že za normálních provozních podmínek, bude v průměru za rok dávkový ekvivalentní příkon vyšší než 2,5mikroSv/h.

Zpravidla je kontrolované pásmo bráno jako ucelená a konkrétně vymezená část pracoviště, která je stavebně oddělena a zajištěna, tak aby do ní nemohly vstoupit nepovolené osoby. Vstup do kontrolovaného pásma je označen na vstupních dveřích viz obr. 6. Vstup do tohoto pásma má pouze poučený personál s osobním dozimetrem a s případnými ochrannými pomůckami, toto platí pro pracoviště III. a IV. kategorie a vztahuje se na každou osobu, vyjma osoby vstupující do kontrolovaného pásma za účelem léčby. (www.sujb.cz)



Obrázek č. 6 Označení kontrolovaného pásma, zdroj www.lukacek.sk

3.5 Činnost radiologického asistenta na operačním sále

Radiologický asistent je dnes běžnou součástí operačního týmu. Před příchodem na operační sál musí radiologický asistent projít přes vstupní filtr. Ve vstupním filtru se radiologický asistent převleče, z oblečení sloužící pro běžný provoz, do jednorázového oblečení určené jen pro toto oddělení, také se přezuje do omyvatelných bot určené jen pro pohyb na operačních sálech. Vlasy si zakryje sítkou či čepicí, ústa a nos kryje ústenkou. Na ruce a krku nesmí mít žádné šperky ani hodinky. Ruce si nejdříve umyje mýdlem, usuší a vydezinfikuje. Takto připravený může vstoupit do prostoru operačních sálů.

Na operačním sále si vezme ochrannou vestu a nákrčník, jako ochranu před ionizujícím zářením. Upozorní personál, který bude při operačním výkonu asistovat, ať si ochranné pomůcky také obleče. Operující lékař a sestra instrumentářka si ochranné vesty oblékají pod sterilní plášť. Na vrch ochranné vesty na referenční místo (levá strana) si připevní osobní dozimetr.

Přímo na operačním sále si radiologický asistent vyžádá od příslušného personálu žádanku. Žádanka obsahuje údaje o pacientovi, nutné ke skiaskopickému vyšetření.

Připraví si mobilní rentgenový přístroj na operační sál. Domluví se s operujícím lékařem na umístění monitoru a na vhodné umístění přístroje pro nadcházející skiaskopický výkon. Obrazovky umístíme tak aby na ně pohodlně viděl operující lékař i radiologický asistent.

Spojí kabelem C-rameno a monitory dohromady a připojí do elektrické zásuvky určené pro RTG přístroj. Zapne přístroj a přesvědčí se o jeho funkčnosti. Moderní přístroje umožňují napsat do přístroje údaje o pacientovi. Vypisují se ze žádanky – jméno, přímení, datum narození, pohlaví, vyšetřovaná oblast.

Před zahájením samotné skiaskopie se radiologický asistent musí přesvědčit, že celý operační tým má na sobě ochranné pomůcky a že se v místnosti nepohybuje nikdo bez nich. Také je nutné zakrýt rentgenku a detektor sterilním krytím. Další postup záleží na typu operace.

Je velice důležité, aby radiologický asistent spolupracoval s operujícím lékařem. Předem se domluvili na jasných pokynech, které usnadní následnou komunikaci. Radiologický asistent by měl být připraven, pracoval v klidu a přesně a kvalitně.

Práce radiologického asistenta na operačním sále končí ve chvíli, kdy operátor rozhodne, že pro zbytek výkonu již nebude potřeba skiaskopická kontrola. Radiologický asistent poté zhotoví potřebnou dokumentaci na přenosné médium nebo odešle do PACSu. Do provozního deníku napíše potřebné údaje. Vypne přístroj. Odpojí jej od elektrické sítě. Rozpojí komponenty. Namotá příslušné kabely na své místo. Sundá sterilní překrytí a pomocí desinfekčních prostředků přístroj omyje. Následně jej uskladní na místo předem určené.

3.6 Vybrané zobrazovací postupy práce s mobilním C-ramenem

Hlavním úkolem RA při práci na operačním sále je zajistit operatérovi dokonalý přehled o terénu, ve kterém se během výkonu pohybuje. Tedy zajistit správnou geometrii projekce C ramene, zajistit kvalitní zobrazení na monitorech a zajistit, aby operatér měl během celého výkonu ve všech pozicích monitorů v zorném poli, a aby tak mohl nepřetržitě sledovat operační pole. To umožní provést přesný a rychlý výkon.

Společné postupy

Společné postupy pro všechny operace jsou popsány v kapitole 3.5

Odlišnosti jednotlivých výkonů

Odlišnosti jednotlivých výkonů pro radiologického asistenta převážně spočívají v různém postavení mobilního C-ramena a monitorů. Pro ilustraci uvádím pracovní postupy u nejčastějších operací na traumaticko-ortopedickém sále - operace kyčelního kloubu, hlezenního kloubu a zápěstí.

Práce radiologického asistenta při operaci kyčelního kloubu

Při operaci kyčle je pacient uložen na záda. Nohy má roztažené nebo má zdravou nohu pokrčenou v kolenním a kyčelním kloubu. Poraněná dolní končetina je obuta do speciální boty, která slouží k fixaci, zraněná končetina je natažená.

Radiologický asistent najede C-ramenem mezi DK podél zdravé končetiny tak, aby osa C-ramena byla kolmo k operované oblasti. Rentgenku umístí pod operační stůl. Kyčelní kloub se zobrazuje ve dvou projekcích AP (předozaďní – anterior-posterior) a axiální.

Monitorů k mobilnímu C-ramenu umístí radiologický asistent zpravidla ze zdravé strany pacienta v oblasti hlavy. Vše ale záleží na předešlé domluvě s operatérem.

Před sterilním zakrytím proběhne první skiaskopická kontrola v AP a axiální projekci, při které operující lékař zreponuje zlomeninu a tím jí připraví pro následující operační výkon. Snímky zobrazené na monitoru RA upraví do požadované polohy.

Radiologický asistent dbá po celou dobu operačního výkonu pokynů operujícího lékaře. Skiaskopickou kontrolu provádí jen na domluvený signál. Sleduje, zda se na operačním sále

nepohybují osoby bez ochranných pomůcek. Zdali je to možné tak provádíme pulzní skiaskopii. Pohybujeme s C-ramenem, tak jak vyžaduje operatér, zpravidla je to ale v ose femuru.

Je vhodné při nastavení vyhovující polohy C-ramena vždy přístroj zabrzdít. Předvedeme tak zbytečným pohybovým artefaktům a také snížíme nutnost snímek opakovat.

Práce radiologického asistenta při operaci hlezenního kloubu

Při operaci hlezenního kloubu pacient leží na zádech. Zraněná končetina natažená kdežto zdravá je pokrčená v kyčelním kloubu.

Radiologický asistent najíždí s C-ramenem ze strany zdravé končetiny, tak aby osa C-ramena byla kolmo k vyšetřované oblasti, konkrétně kolmo k hlezennímu kloubu. Hlezenní kloub se zobrazuje ve dvou projekcích, AP a bočná. Rentgenku umístíme pod operační stůl.

Po dohodě s operátérem umístí radiologický asistent monitory k mobilnímu C-ramenu ze zdravé strany pacienta, zpravidla k boku či k hlavě. Tak aby na ně operatér pohodlně viděl a také tak aby na ně viděl on sám.

Před sterilním zakrytím udělá radiologický asistent první skiaskopickou kontrolu, při které operující lékař zreponuje končetinu a připraví jí tak na následný operační výkon. Dále se C-rameno sterilně zakryje a takto připravené C-rameno je připraveno k operačnímu výkonu. Snímky vzniklé při první skiaskopické kontrole radiologický upraví, tak aby vyšetřovaná oblast nebyla anatomicky obrácená, přetočená, případně upraví expoziční parametry. Dále dbá pokynů operujícího lékaře. Zde pokyny závisejí na typu, rozsahu, komplikovanosti zlomeniny a na operujícím lékaři.

Práce radiologického asistenta při operaci zápěstí

Pacient je uložen na záda se zraněnou končetinou v extenzi položenou na sterilním stole. Mobilní C-rameno je zpravidla umístěno na zraněnou stranu pacienta, nejčastěji se najíždí s C-ramenem od spodních končetin kraniálně, tak aby osa C-ramena byla kolmo k vyšetřované oblasti, tudíž k zápěstí.

Zápěstí je zobrazováno ve dvou projekcích, AP a bočná. Bočná projekce se zpravidla provádí otočením ruky. Tato metoda je rychlejší než otočení celého C-ramene.

Monitory se umísťují na zdravou stranu pacienta v oblasti hlavy.

První skiaskopická kontrola se zde provádí až po sterilním zakrytí. V AP a bočné projekci operátor zreponuje zlomeninu. Jak již bylo výše zmíněno, vzniklé snímky upraví do požadované kvality.

Následně dbá pokynů operátora. Samotné postupy se dále liší v závislosti na typu zlomenině, závažnosti, přístupu.

Veškeré činnosti na operačním sále musí být v souladu s operátorem, v závislosti na prostorovém uspořádání a na velikosti sálu. RA musí být schopen zajistit operátorovi vyšetřovaný objekt ve všech rovinách, v různých úhlech a toto nastavení se liší od typu operace a od přístupu operátora. Musí umět vhodně reagovat na potřeby operátora. Toho docílí nácvikem práce s mobilním C-ramenem.

4 Metodika

4.1 Metodika řešení daného problému

4.1.1 Soubor pacientů

Sledování postupů RA při práci na operačním sále a měření pro účely této bakalářské práce proběhlo v okresní nemocnici ve Středočeském kraji a ve fakultní nemocnici v Praze v průběhu roku 2015. Za toto sledované období byla nutná přítomnost RA při 216 operačních výkonech na ortopedicko-traumatologickém sále v okresní nemocnici a při 1566 operačních výkonech na traumatologicko-ortopedickém sále, urologickém sále a neurochirurgickém sále ve fakultní nemocnici. Soubor pacientů byl vybrán tak, aby byly zastoupeny téměř všechny operační výkony, u kterých je radiologický asistent přítomný.

K posouzení radiační zátěže personálu byla použita data získaná z osobních filmových dozimetrů pracovníků. Na výše uvedených operačních sálech se pravidelně střídají lékaři, sálové sestry, sanitáři a radiologičtí asistenti.

4.1.2 Používaná mobilní C-ramena

V okresní nemocnici se na výše uvedeném sále využívá mobilní C-rameno značky Ziehm 8000. Na pracovišti fakultní nemocnice se na výše zmíněných sálech používají mobilní C-ramena značky Ziehm a Philips. Konkrétně se jedná o Ziehm 8000, Ziehm Vision FD Vario 3, Philips BV Libra, Philips BV Pulsera a Philips Veradius. Pro tuto bakalářskou práci jsou srovnána data získaná z mobilního C-ramene Ziehm 8000.

4.1.3 Metody sběru dat

Sběr dat byl získáván vlastním pozorováním a opisem dat z provozních deníků. Do provozního deníku se zapisuje datum, jméno a přímení pacienta, rok narození, vyšetřovaná oblast, celkový expoziční čas, hodnota DAP a iniciály radiologického asistenta.

Pro srovnání osobních dávek bylo použito vyhodnocení osobních filmových dozimetrů prováděných Celostátní službou osobní dozimetrie, s.r.o.

5 Praktická část

5.1 Výsledky

5.1.1 Výkony na operačních sálech pod skiaskopickou kontrolou

OKRESNÍ NEMOCNICE

Jak již bylo zmíněno výše, v okresní nemocnici bylo za rok 2015 pod skiaskopickou kontrolou operováno 216 pacientů. Vzhledem ke skutečnosti, že v této instituci je pouze jeden operační sál, na kterém je prováděna skiaskopická kontrola, má tato nemocnice k dispozici jen jeden přístroj, a to ZIEHM 8000. Tabulka níže tedy dokumentuje používání jen tohoto přístroje.

Počet skiaskopických operací	
Muži	84
Ženy	132
Celkový počet operací	216

Tabulka č. 2 - Porovnání muži vs. ženy

Z tabulky č. 2 je patrné, že za uplynulé období bylo operováno více žen než mužů.

Věkové rozložení	Muži	Ženy
0 – 18	3	5
19 – 49	41	19
50 a více	40	108

Tabulka č. 3 - Věkové rozložení

Z tabulky č. 3 vyplývá, že nejvíce byly operovány ženy starší padesáti let.

FAKULTNÍ NEMOCNICE

Ve fakultní nemocnici bylo pod skiaskopickou kontrolou provedeno celkem 1566 operací. Tato nemocnice díky svojí velikosti disponuje několika operačními sály, na kterých se skiaskopická kontrola provádí. Aby měly výsledky vypovídající hodnotu, pro srovnání jsem vybrala jen přístroj Ziehm 8000, který je využíván i v okresní nemocnici.

Počet skiaskopických operací	
Muži	435
Ženy	308
Celkový počet operací	743

Tabulka č. 4 - Porovnání muži vs. ženy

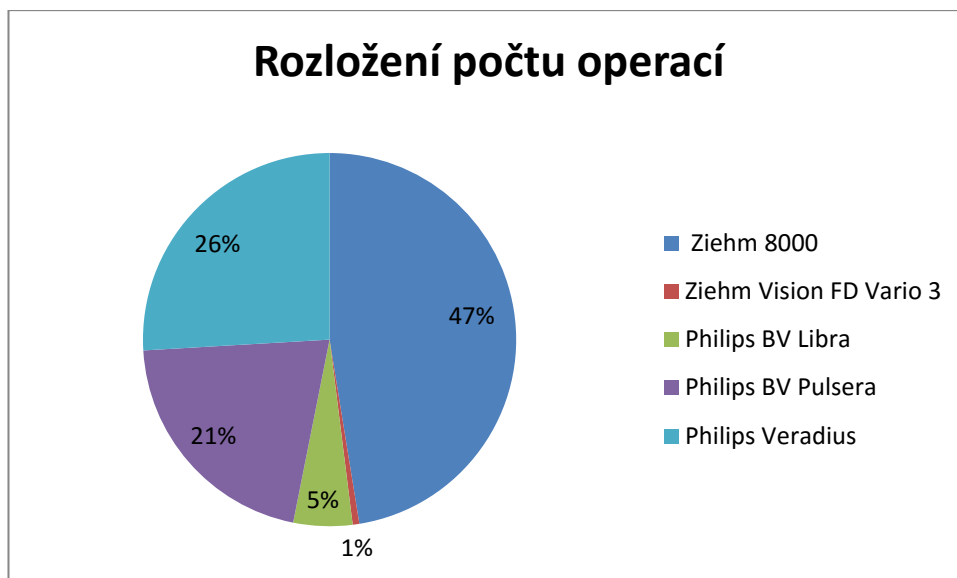
Dle tabulky č. 4 je patrné, že ve fakultní nemocnici podstoupilo skiaskopickou operaci více mužů než žen.

Věkové rozložení	Muži	Ženy
0 – 18	3	1
19 – 49	289	95
50 a více	143	212

Tabulka č. 5 - Věkové rozložení

Z tabulky č. 5 vyplývá, že nejvíce operaci pod skiaskopickou kontrolou podstoupili muži ve věku od 19 do 49 let.

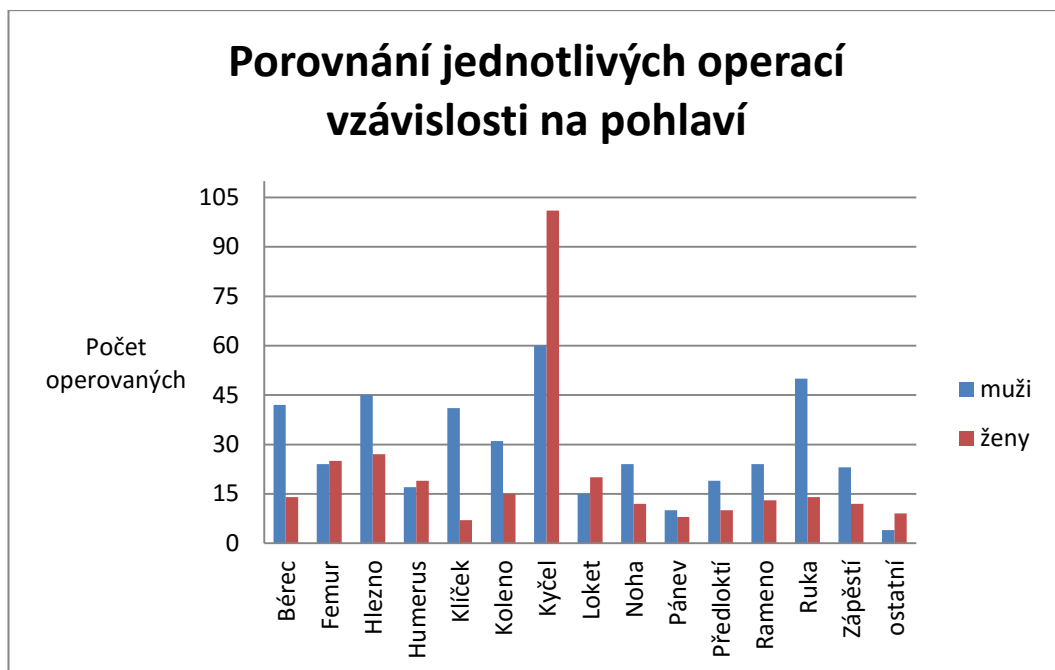
K celkovému počtu 1566 operací pod skiaskopickou kontrolou byla použita veškerá dostupná mobilní C-ramena, která má fakultní nemocnice v majetku. Pro srovnání vytíženosti jednotlivých zařízení, je zde uveden graf č. 1.



Graf č. 1 - Rozložení počtu operací

Nejvíce využívané C-rameno je Ziehm 8000, využívané na ortopedicko-traumatologickém sále. Tedy stejně, jako v okresní nemocnici. Dále se v menší míře využívá C-rameno Philips Veradius. Toto C-rameno se nejvíce využívá na neurochirurgickém sále. S ještě menší četností se používá C-rameno Philips BV Pulsera, které provádí skiaskopickou kontrolu na neurochirurgickém a urologickém sále. Dále je zde zastoupeno C-rameno Philips BV Libra, které je využíváno vzhledem ke svému stáří již velice sporadicky, ovšem není úplně odstaveno, a proto svoji užitečnou hodnotu stále má. C-rameno Ziehm Vision FD Vario 3D má prozatím mizivé zastoupení ve snímkování, protože se do provozu dostalo teprve nedávno, a to 17. prosince 2015. Proto ve sledovaném období bylo za pomoci tohoto přístroje provedeno jen 9 operací.

Níže uvedené grafy č. 2 a č. 3 porovnávají jednotlivé typy operací v závislosti na pohlaví. Graf č. 2 je porovnáním ve fakultní nemocnici a graf č. 3 v okresní nemocnici.

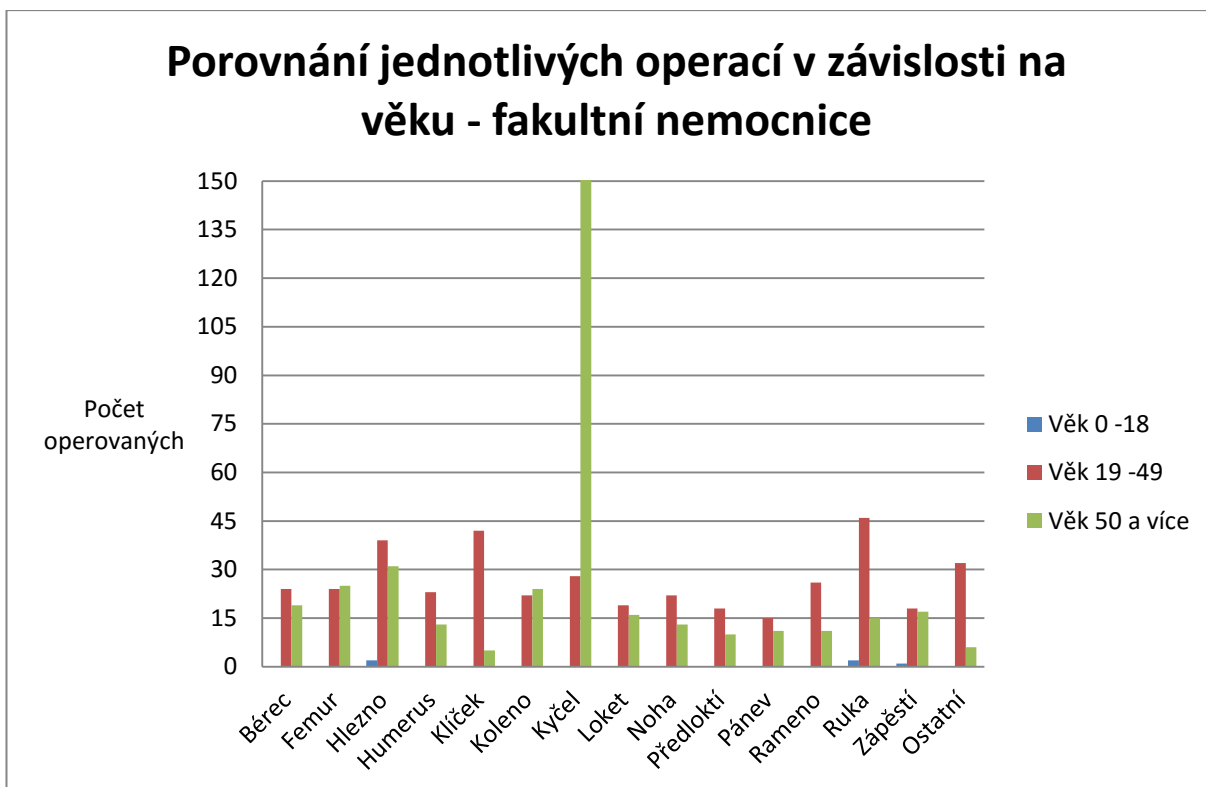


Graf č. 2 - Porovnání jednotlivých operací v závislosti na pohlaví - fakultní nemocnice

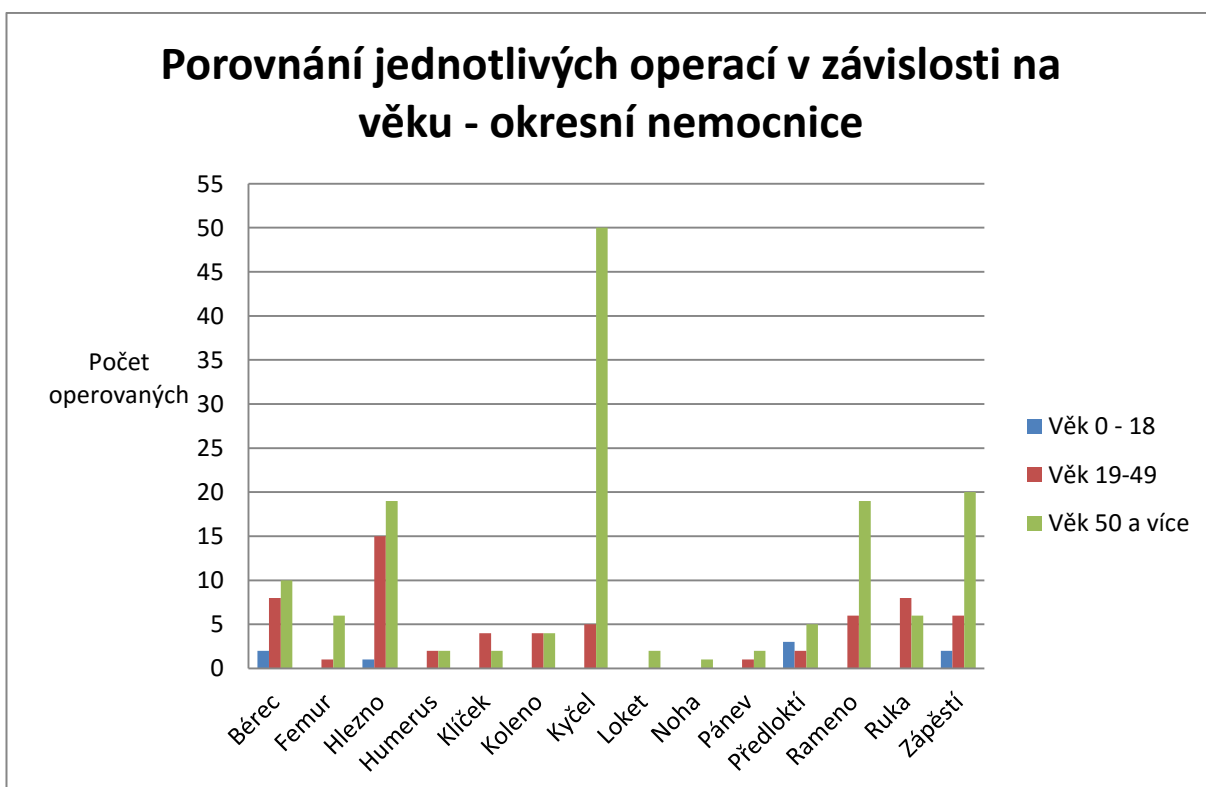
Z grafu č. 2 vyplývá, že ve fakultní nemocnici je nejčastější operací za uplynulé období u žen i mužů operace v oblasti kyčle. Druhou nejčastější operací je u žen operace v oblasti hlezna a u mužů v oblasti ruky. Třetí nejčastější operací je u žen v oblasti femuru a u mužů v oblasti hlezna.



Graf č. 3 - Porovnání jednotlivých operací v závislosti na pohlaví - okresní nemocnice



Graf č. 4 - Porovnání jednotlivých operací v závislosti na věku - fakultní nemocnice



Graf č. 5 - Porovnání jednotlivých operací v závislosti na věku – okresní nemocnice

Grafy č. 4 a 5 porovnávají jednotlivé operace v závislosti na věku v jednotlivých nemocnicích. Graf č. 4 nás informuje o věkovém rozložení operací ve fakultní nemocnici. Ve věkovém rozmezí od padesáti let a více je nejčastější operací v oblasti kyčelního kloubu, dále hlezno a bérce, ve věkovém rozmezí od devatenácti do čtyřiceti devíti let se nejvíce operuje ruka, klíček a hlezno. Díky nespécializaci na dětské pacienty jsou údaje od narození do osmnácti let uvedeny jen pro zajímavost. Položkou ostatní jsou zde myšleny operace jiného druhu než traumatologicko-ortopedického charakteru. Graf č. 5 nám udává informace z okresní nemocnice. Zde nejčastější operace ve věkové kategorii padesát a více let jsou operace v oblasti kyčelního kloubu, zápěstí, ramena a hlezna. Ve věku od devatenácti do čtyřiceti devíti let jsou nejčastější operace v oblasti hlezna, bérce a ruky. Tak jako ve fakultní nemocnici v Praze, je zde operováno málo dětí, tudíž výsledek je také jen zajímavostí.

5.1.2 Osobní monitorování – dávkový ekvivalent, ekvivalentní dávka

Pro svou bakalářskou práci jsem využila data získaná za celý rok 2015 z osobních dozimetrů vybraných radiologických asistentů a operatérů z okresní nemocnice a z osobních dozimetrů vybraných radiologických asistentů z fakultní nemocnice. Osobní dozimetry zpracovává a vyhodnocuje Celostátní služba osobní dozimetrie, s.r.o

Hodnocení osobních dávkových ekvivalentů ionizujícího záření Hp(10) mSv												
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
Radiologický asistent č.1	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent č.2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent č.3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent č.4	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent č.5	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent č.6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent č.7	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

Tabulka č. 6 - Hodnocení osobních dávkových ekvivalentů radiologických asistentů

Hodnocení osobních dávkových ekvivalentů ionizujícího záření Hp(10) mSv												
	le- den	úno r	bře- zen	du- ben	kvě- ten	čer- ven	červe- nec	sr- pen	zá- ří	ří- jen	listo- pad	prosi- nec
Operatér č.1	0,10		0,10		0,49		0,10					
Operatér č.2	0,22		0,10		0,12		0,10					
Operatér č.3	0,11		0,10		0,33		0,10					
Operatér č.4	0,10		0,10		0,19		0,10					
Operatér č.5	0,12		0,10		0,10		0,10					

Tabulka č. 7 - Hodnocení dávkových ekvivalentů ionizujícího záření operatérů

Tabulky č. 6 a 7 udávají údaje o hodnocení osobních dávkových ekvivalentů ionizujícího záření v okresní nemocnici. Z tabulky č. 6 je patrné, že radiologičtí asistenti za uplynulé hodnocené období dodrželi veškeré zásady radiační ochrany. Jejich dozimetry naměřili hodnotu osobních dávkových ekvivalentů menší jak 0,10 mSv za všechny měsíce.

Z tabulky č. 7 vyplývá, že se u operatérů využívající dozimetry pro tříměsíční vyhodnocovací období, bylo zjištěno, že některé dozimetry byly ozářeny jiným než standardním způsobem. V tabulce jsou tyto hodnoty zvýrazněny bílou barvou. Tam kde se v tabulce vyskytuje tučná černá barva, byl zaznamenán zvýšený osobní dávkový ekvivalent. Důvodem je pravděpodobně vyšší přítomnost uvedených operatérů na operačním sále při skiaskopické kontrole. V porovnání se stanovenými limity je ale hodnota dávkových ekvivalentů zanedbatelná.

Hodnocení osobních dávkových ekvivalentů ionizujícího záření Hp(10) mSv												
	leden	únor	bře- zen	du- ben	kvě- ten	čer- ven	čer- venec	sr- pen	září	říjen	listo- to- pad	pro- sinec
Radiologický asistent č. 1	0,11	1,80	0,10	0,10	0,26	0,37	0,22	0,10	0,22	0,19	0,10	0,10
Radiologický asistent č. 2	0,50	0,20	0,29	0,25	0,23	0,86	0,11	0,85	0,37	0,16	0,11	0,10
Radiologický asistent č. 3	0,29	0,17	0,10	0,10	0,20	0,10	0,35	0,28	0,10	0,18	0,11	0,10
Radiologický asistent č. 4	0,10	0,10	0,14	0,10	0,10	0,41	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent č. 5	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent č. 6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent č. 7	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

Tabulka č. 8 Hodnocení dávkových ekvivalentů ionizujícího záření

Tabulka č. 8 udává výsledky hodnocení osobních dávkových ekvivalentů ionizujícího záření radiologických asistentů ve fakultní nemocnici.

Údaje z osobní dozimetrie uvedených radiologických asistentů v tabulce č. 8 zvýrazněné bílou barvou znamenají, že dozimetr byl ozářen z jiné než ze standardní polohy. Údaje zvýrazněné tučnou černou barvou, znamenají vyšší osobní dávkový ekvivalent. Radiologický asistent č. 2 měl v uvedených měsících zvýšenou činnost na angiografickém sále, kde riziko ozáření je vyšší než na ostatních sálech dané nemocnice. Radiologický asistent č. 4 byl v měsíci březnu také více na angiografickém sále, kde je riziko ozáření vyšší. Obecně se ale dá říci, že se ve fakultní nemocnici dodržují pravidla a principy radiační ochrany. Naměřené hodnoty jsou v porovnání se stanovenými limity nízké.

5.1.3 DAP u častých operačních výkonů

Po skončení operačního výkonu pod skiaskopickou kontrolou se zaznamenává expoziční čas (minuty, sekundy) a hodnota DAP (součin dávky a plochy). Tyto hodnoty zaznamenává C-rameno, pomocí DAPmetru jenž je součástí přístroje. Správnost tohoto měření se provádí při zkouškách provozní stability. Hodnota DAP se zapisuje z důvodu, že podává kvantitativní informace o ozáření pacienta.

Pro výpočet průměrné hodnoty DAP bylo použito ve fakultní nemocnici 175 operačních výkonů v oblasti kyčle, 72 operačních výkonů v oblasti hlezna, 50 operačních výkonů v oblasti ruky u mužů a 25 operačních výkonů v oblasti femuru u žen; pro výpočet v okresní nemocnici bylo použito 55 operačních výkonů v oblasti kyčle, 35 operačních výkonů v oblasti hlezna, 11 operačních výkonů v oblasti ruky u mužů a 19 operačních výkonů v oblasti zápěstí u žen.

Fakultní nemocnice Praha	Průměrná hodnota DAP ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	Max. hodnota DAP ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	Min. hodnota DAP ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	Průměrný skiaskopický čas (min.)	četnost
Kyčel	352,25	2168,2	124,6	0,93	175
Hlezno	665,6	342,6	0,6	0,72	72
Ruka - muži	27,8	199,9	0,6	0,69	50
Femur - ženy	269,5	674,5	10,4	1,18	25

Tabulka č. 9 Průměrné, maximální a minimální hodnoty DAP a průměrný skiaskopický čas u častých operačních výkonů

Okresní nemocnice	Průměrná hodnota DAP ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	Max. hodnota DAP ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	Min. hodnota DAP ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$)	Průměrný skiaskopický čas (min.)	Četnost
Kyčel	912	2003,6	232	2,98	55
Hlezno	1315	304,4	8,8	1,31	35
Ruka - muži	46,3	102,5	8,1	1,45	11
Zápěstí - ženy	71,4	175,4	5,4	2,11	19

Tabulka č. 10 Průměrné, maximální a minimální hodnoty DAP a průměrný skiaskopický čas u častých operačních výkonů

V tabulce č. 9 jsou uvedeny průměrné, minimální a maximální hodnoty DAP získané z fakultní nemocnice. Dále je zde uveden průměrný skiaskopický čas a četnost dané oblasti výkonu

V tabulce č. 10 jsou uvedeny hodnoty získané z okresní nemocnice. Jsou zde zaznamenány průměrné, maximální a minimální hodnoty DAP, průměrný skiaskopický čas a četnost výskytu dané oblasti výkonu.

5.1.4 3D navigace

Tato metoda se v okresní nemocnici nevyužívá, důvodem je nedostatečné vybavení. Ve fakultní nemocnici se tento přístup začal používat až nákupem nového C-ramene Ziehm Vision FD Vario 3D. Do provozu se dostal až koncem roku 2015. Jak již bylo výše uvedeno od 17. prosince do 31. prosince 2015 bylo provedeno jen 9 operací.

5.2 Příručka pro laický zdravotnický personál

Každý, kdo je v přítomnosti mobilního C-ramena na sále, by se měl řídit jistými pravidly. Jsou to pravidla, která snižují riziko ozáření a do jisté míry i urychlují operační výkon.

Na sále se tedy řídíme těmito pravidly:

1. Používáme ochranné pomůcky, které jsou běžně dostupné na všech operačních sálech.

Límec – chrání štítnou žlázu

Ochranná vesta - existuje několik druhů zástěr, jednodílné, dvoudílné, se zapínáním na bocích, vepředu, šikmo přes záda.

Využití zástěry a límce poskytuje snížení dávky až o 90 %.

2. Nemáme-li na sobě ochrannou vestu, tak se na operačním sále zdržujeme co nejméně, a jen v době kdy neprobíhá svícení.
3. Dbáme pokynů radiologického asistenta
4. Pracujeme tiše, nenarušíme tak komunikaci mezi operátorem a radiologickým asistentem, snížíme tak riziko ozáření
5. Pokud to není nezbytně nutné, nedáváme ruce do primárního svazku
6. Používáme osobní dozimetry
7. Pokud to jde, nestojíme na straně rentgenky, na této straně je více rozptýleného záření než na straně detektoru
8. Vzdělávám se, zajímám se o radiační ochranu
9. Dále se řídíme místními pravidly pro daný sál, nezapomínáme na to, že pracujeme ve sterilním prostředí aj.

5.3 Diskuze

V úvodu práce jsem si stanovila tři hypotézy, které bych zde chtěla rozvést.

Ověření hypotézy číslo jedna

Předpokládám, že mezi nejčastější operace s využitím RTG přístroje na traumatologicko-ortopedickém sále patří výkony v oblasti kyčelního kloubu, hlezenního kloubu a zápěstí.

V kapitole č. 5.1.1 jsou graficky zpracovaná statisticky zpracovaná data ze dvou nemocnic. Celkově za rok 2015 podstoupilo operaci pod skiaskopickou kontrolou na traumatologicko-ortopedických sálech 440 žen a 519 mužů. Vybrané nemocnice se nespécializují na operace dětí. Výskyt osob mladších osmnácti let je zde jen z akutních důvodů. V jednotlivých nemocnicích byly statisticky zjišťovány nejčastější operační výkony, u kterých je radiologický asistent přítomen.

V okresní nemocnici bylo za určené období odoperováno 216 pacientů pod skiaskopickou kontrolou na traumaticko ortopedickém sále. Z celkového počtu bylo nejvíce operováno žen ve věku od padesáti a více let. Z pohledu pohlaví byl zjištěn největší podíl operací pro obě pohlaví v oblasti kyčle a hlezna. Pro ženy byla třetí nejčastější operace v oblasti zápěstí a u mužů v oblasti ruky. V porovnání jednotlivých operací v závislosti na věku bylo zjištěno, že ve věkové kategorii devatenáct až čtyřicet devět let je nejčastější operace v oblasti hlezna, ruky a bérce. Ovšem v kategorii padesát let a více let bylo zjištěno, že nejčastější operací je v oblasti kyčle, zápěstí, hlezna a ramena.

Tento rozdíl je patrně způsoben tím, že v produktivním věku jsou to převážně úrazy způsobené vnější silnou mechanickou silou, kdežto lidé starší padesáti let mají vyšší riziko vzniku osteoporózy a více se u nich projevují problémy s tímto onemocněním spojené.

Ve fakultní nemocnici v Praze bylo za uvedené období pod skiaskopickou kontrolou odoperováno 743 pacientů na traumatologicko-ortopedickém sále. Z pohledu pohlaví zde byli nejvíce operováni muži ve věku od devatenácti do čtyřiceti devíti let. Z pohledu pohlaví byl zjištěn největší podíl operací pro obě pohlaví v oblasti kyčle a hlezna. Pro ženy byla třetí nejčastější operace femuru a u mužů v oblasti ruky. V porovnání jednotlivých operací v závislosti na věku bylo zjištěno, že ve věkové kategorii devatenáct až čtyřicet devět let je

nejčastější operace v oblasti ruky, klíční kosti a hlezna. Ovšem v kategorii padesát let a více bylo zjištěno, že nejčastější operací je v oblasti kyčle, hlezna a femuru.

Tento rozdíl je patrně způsoben tím, že v produktivním věku jsou to převážně úrazy způsobené vnější silnou mechanickou silou, kdežto lidé starší padesáti let mají vyšší riziko vzniku osteoporózy a více se u nich projevují problémy s tímto onemocněním spojené.

Hypotéza se částečně potvrdila. Nejčastější oblastí v obou nemocnicích je skutečně operace v oblasti kyčelního kloubu a v oblasti hlezna. Hypotéza, že mezi nejčastější operace bude patřit i oblast zápěstí se potvrdila jen v okresní nemocnici, kdežto ve fakultní nemocnici byl zaznamenán vyšší výskyt operací v oblasti ruky než zápěstí.

Ověření hypotézy číslo dvě

Předpokládala jsem, že v obou nemocnicích bude průměrná hodnota DAP u tří nejčastějších výkonů podobná. Tato hypotéza se nepotvrdila. Výsledky totiž nejsou srovnatelné, protože ve fakultní nemocnici je průměrná hodnota DAP zhruba o polovinu nižší, než v nemocnici okresní, což připisuji skutečnosti, že ve fakultní nemocnici je operováno více pacientů, než v nemocnici okresní, tudíž mají RA a zároveň i operatéři z fakultní nemocnice mnohem více zkušeností. Příkladem může být i průměrný skiaskopický čas, který se ve fakultní nemocnici opět oproti nemocnici okresní liší zhruba polovinou.

Ověření hypotézy číslo tři

Hypotéza třetí – 3D navigace se využívá jen u plánovaných operací. Tuto hypotézu nemohu ani potvrdit, ani vyvrátit, protože bylo provedeno pouze 9 operací za sledované období, z čehož nelze udělat relevantní závěr.

6 Závěr

V teoretické části bakalářské práce jsem vypsala operace, při kterých je radiologický asistent přítomný. Dále jsem zmínila hlavní principy vzniku RTG záření, obecnou charakteristiku operačních sálů se zaměřením na traumatologii, v rámci tohoto tématu jsem popsala obecnou problematiku zlomenin, jejich diagnostiku a klasifikaci, následnou léčbu a vybrané zlomeniny. Dále jsme popisovala základní principy radiační ochrany. Závěrem teoretické části byla shrnuta obecná činnost radiologického asistenta na operačním sále a prakticky ukázána na třech nejčastějších operacích traumatologicko ortopedickém sále.

Praktická část obsahuje porovnání jednotlivých nemocnic. Je zde uvedeno porovnání jednotlivých typů operací v závislosti na pohlaví a věku v jednotlivých nemocnicích. Dále v praktické části proběhlo porovnání dávkových ekvivalentů jednotlivých radiologických asistentů za rok 2015. Z těchto údajů je patrné, že se na všech pracovištích dodržují pravidla a principy radiační ochrany, využívají se ochranné pomůcky a radiační zátěž pro personál je zde poměrně nízká.

Průměrná hodnota DAP byla zjišťována z důvodu zjišťování případné radiační zátěže pro pacienta, není to dávka, kterou pacient obdržel, ale jen dávka kterou RTG přístroj vyzářil směrem k pacientovi. Tato data byla porovnána a zjišťována na C-rameni Ziehm 8000, který se využívá v obou sledovaných institucích. Byla porovnávána data u nejčastějších operací jednotlivých nemocnic a vzájemně porovnána data u operace kyčle, hlezna a ruky.

Poslední cíl této bakalářské práce bylo vytvoření příručky pro neodborný personál. Důvodem vytvoření této příručky bylo informovat nelékařský personál o pravidlech vedoucích ke snížení dávky.

Až díky této práci jsem zjistila, že RA je standardní součástí operačního týmu napříč sálovým spektrem. Jeho práce významně přispívá ke zdárnému výsledku operace. Je zřejmé, že při srovnání dvou různých pracovišť zde sehrála markantní roli rutinní činnost, která byla zastoupena fakultní nemocnicí díky většímu objemu operací. Operatéri a RA jsou v tomto případě mnohem erudovanější a tím se snižuje radiační zátěž. Vzhledem k většímu objemu operací ve fakultní nemocnici, jsou zde radiologičtí asistenti více vytížení než v okresní nemocnici. Splnila jsem zadání bakalářské práce.

Seznam použité literatury

1. SEIDL, Zdeněk. *Radiologie pro studium i praxi*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2012, 368 s., iv s. barev. obr. příl. ISBN 978-80-247-4108-6.
2. VOMÁČKA, Jaroslav. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 2., doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015, ISBN 978-80-244-4508-3
3. ŠMORANC, Pavel. *Rentgenová technika v lékařství*. 2. vyd. Pardubice: Střední průmyslová škola elektrotechnická a Vyšší odborná škola, 2005. ISBN 80-85438-19-4
4. NAŇKA, Ondřej, Miloslava ELIŠKOVÁ a Oldřich ELIŠKA. *Přehled anatomie*. Třetí, doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-206-0.
5. VIŠŇA, Petr a Jiří HOCH. *Traumatologie dospělých: učebnice pro lékařské fakulty*. Ilustroval Daniel PILOUS. Praha: Maxdorf, 2004. ISBN 80-7345-034-8
6. WENDSCHE, Peter a Radek VESELÝ. *Traumatologie*. Praha: Galén, 2015. ISBN 9788074922114.
7. DUDA, Miloslav. *Práce sestry na operačním sále*. Praha: Grada, 2000. ISBN 8071696420. Madeja, 2016
8. PODZIMEK, František. *Radiologická fyzika: fyzika ionizujícího záření*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2013. ISBN 9788001053195.
9. MADEJA, Roman. *Počítačová navigace v traumatologii* [online]. Brno, 2014 [cit. 01-05-2016]. Disertační práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta. Vedoucí práce Ladislav Plánka Dostupné z: http://is.muni.cz/th/396608/lf_d/

10. Vyhláška SÚJB č. 307 / 2002 Sb., o radiační ochraně, SÚJB [online]. [cit. 2016-4-16]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlasiky/7_307_2002_Sb.pdf
11. Zákon o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů. SÚJB [online]. [cit. 2016-4-23]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/zakony/Atomovy_zakon_20150107.pdf
12. ZiehlImaging, Service manual, manuál pro použití C-ramene Ziehm 8000, vyd. Germany, 2009.
13. ULLMAN, Vojtěch. Jaderná a radiační fyzika. AstroNuklFyzika [online]. [cit. 2016-2-12]. Dostupné z: astronuklfyzika.cz/
14. Autorský kolektiv, *Radiobiologie* [online]. [cit. 2016-3-3]. Dostupné z: fbmi.sirdik.org
15. e-tabulky, Sledované pásmo [online]. [cit. 2016-3-3]. Dostupné z: <http://www.e-tabulky.cz/sledovanepasmosezdrojiionizujicihozareni?ItemIdx=0>
16. lukacek, Kontrolované pásmo [online]. [cit. 2016-5-5]. Dostupné z <http://www.lukacek.sk/e-193-kontrolované-pasmo->
17. lukacek, Nepovolaným vstup zakázán [online]. [cit. 2016-5-5]. Dostupné z <http://www.lukacek.sk/e-55-nepovolanym-vstup-zakazany>

Seznam symbolů a zkratek

3D – Trojrozměrné zobrazení

A – ampér

AO - Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen

AP - anterior – posterior

CT - Computer Tomograph

DAP – Dose area product

DICOM – Digital Imaging and Communications in Medicine

DK – dolní končetina

GIT - gastrointestinální ústrojí

Gy – Gray, jednotka absorbované dávky

HK – horní končetina

m – metr, jednotka délky

PACS – Picture archiving and communicating systém

RA – radiologický asistent

RO - radiační ochrana

RTG – rentgenové, rentgen

SÚJB – Státní úřad jaderné bezpečnosti

Sv – Sievert, jednotka ekvivalentní a efektivní dávky

V – Volt, jednotka elektrického napětí

W – Watt, jednotka výkonu

ZIZ – Zdroj ionizujícího záření

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Ziehm 8000, technický popis C-ramene, zdroj Ziehm Imaging, 2009.....	9
Obrázek č. 2 osobní filmový dozimetr,	22
Obrázek č. 3 otevřený filmový dozimetr	22
Obrázek č. 4 světlotěsně zabalený fotografický papír	22
Obrázek č. 5 Značení sledovaného pásma, zdroj www.etabulky.cz	28
Obrázek č. 6 Označení kontrolovaného pásma, zdroj www.lukacek.sk	29
Graf č. 1 - Rozložení počtu operací	38
Graf č. 2 - Porovnání jednotlivých operací v závislosti na pohlaví - fakulní nemocnice	39
Graf č. 3 - Porovnání jednotlivých operací v závislosti na pohlaví - okresní nemocnice	39
Graf č. 4 - Porovnání jednotlivých operací v závislosti na věku - fakulní nemocnice ...	40
Graf č. 5 - Porovnání jednotlivých operací v závislosti na věku – okresní nemocnice....	40

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Tabulka limitů, zdroj vyhláška č. 307/2002 sb.,.....	20
Tabulka č. 2 - Porovnání muži vs. ženy	36
Tabulka č. 3 - Věkové rozložení.....	36
Tabulka č. 4 - Porovnání muži vs. ženy	37
Tabulka č. 5 - Věkové rozložení.....	37
Tabulka č. 6 - Hodnocení osobních dávkových ekvivalentů radiologických asistentů	41
Tabulka č. 7 - Hodnocení dávkových ekvivalentů ionizujícího záření operatérů	42
Tabulka č. 8 Hodnocení dávkových ekvivalentů ionizujícího záření.....	43
Tabulka č. 9 Průměrné, maximální a minimální hodnoty DAP a průměrný skiaskopický čas u častých operačních výkonů	44
Tabulka č. 10 Průměrné, maximální a minimální hodnoty DAP a průměrný skiaskopický čas u častých operačních výkonů	44