



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

**Úloha radiologického asistenta
při zabezpečení radiační ochrany
na operačních sálech**

**The Radiologist Assistant's Role in Securing
Radiation Protection in Surgery Rooms**

Bakalářská práce

Studijní program:	Specializace ve zdravotnictví
Studijní obor:	Radiologický asistent
Autor bakalářské práce:	Tereza Klementová
Vedoucí bakalářské práce:	Ing. Jana Hudzietzová, Ph. D.

Kladno 2021



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Klementová** Jméno: **Tereza** Osobní číslo: **482844**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Radiologický asistent**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Úloha radiologického asistenta při zabezpečení radiační ochrany na operačních sálech

Název bakalářské práce anglicky:

The Radiologist Assistant's Role in Securing Radiation Protection in Surgery Rooms

Pokyny pro vypracování:

Bakalářská práce se bude zabývat úlohou radiologického asistenta při zabezpečení radiační ochrany na operačních sálech. V teoretické části bude popsána obecná problematika ionizujícího záření, jeho využití ve vybraných oblastech skiaskopie a digitální subtrakční angiografie, principy radiační ochrany pacienta i personálu a úloha radiologického asistenta při vybraných výkonech na sálech. V praktické části bude zpracován na vybraném pracovišti radiodiagnostiky přehled nejčastěji prováděných výkonů na operačních sálech a intervenčních výkonů, na základě výsledků dotazníkového šetření bude popsáno z pohledu radiologického asistenta zabezpečení radiační ochrany na operačních sálech a provedeno vyhodnocení monitorování vybraných skupin pracovníků z konkrétního pracoviště provádějících tyto operační výkony.

Seznam doporučené literatury:

- [1] MALÍKOVÁ, Hana, Základy radiologie a zobrazovacích metod, Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2019, ISBN 978-80-246-4036-5
- [2] SÚKUPOVÁ, Lucie, Radiační ochrana při rentgenových výkonech - to nejdůležitější pro praxi, ed. , Praha: Grada Publishing, 2018, ISBN 978-80-271-0709-4
- [3] HAVRÁNKOVÁ, Renata, Klinická radiobiologie, Praha: Grada Publishing, 2020, ISBN 978-80-247-4098-0

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Jana Hudzietzová, Ph.D.

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Mgr. Tomáš Schilla

Datum zadání bakalářské práce: **15.02.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: **18.09.2021**

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

21. 4. 2021

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem “Úloha radiologického asistenta při zabezpečení radiační ochrany na operačním sále“ vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

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

V Kladně dne 13.05.2021

.....
Tereza Klementová

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucí práce, paní Ing. Janě Hudzietzové, Ph.D., za její odborné vedení, trpělivost a konstruktivní připomínky. Mé poděkování patří též konzultantovi, panu Mgr. Tomášovi Schillovi, za jeho ochotu a cenné rady.

V neposlední řadě chci poděkovat Klinice zobrazovacích metod za umožnění provedení praktické části mé bakalářské práce, a také mé poděkování patří všem pracovníkům, kteří se ochotně účastnili monitorování a dotazníkového šetření, za jejich vstřícnost a spolupráci. Můj dík patří také panu Mgr. Miroslavovi Gáborčíkovi za jeho pomoc při získávání informací, a panu Ing. Martinovi Pytlounovi za konzultaci.

ABSTRAKT

Operační i intervenčních sály jsou dnes již nedílnou součástí zdravotnického oboru radiodiagnostiky. Mobilní a statická C ramena usnadňují a zkvalitňují práci lékařů na sálech. Radiologičtí asistenti jsou tedy nenahraditelnou součástí operačního týmu. Ve své práci se zaměřuji na úlohu radiologického asistenta při zabezpečení radiační ochrany na operačních sálech.

V teoretické části popisuji rentgenové záření, biologické účinky ionizujícího záření, radiační ochranu a legislativu s tím spojenou. Dále popisuji modalitu pro cévní vyšetření, C rameno pro operační sály a úlohu radiologického asistenta na sálech.

Praktická část se poté skládá ze sběru dat o pacientech na angiografickém a spondylochirurgickém sále za rok 2020, monitorování pracovníků při vybraných výkonech osobními elektronickými dozimetry na těchto sálech, a dotazníkového šetření pro radiologické asistenty na tomtéž pracovišti, s otázkami týkajícími se role radiologického asistenta na operačním sále.

Klíčová slova

Radiologický asistent; C rameno; spondylochirurgický sál; angiografický sál; radiační ochrana; osobní dozimetrie; ochranné pomůcky

ABSTRACT

Nowadays, surgical and interventional rooms are an integral part of radiodiagnostic medical field. Mobile and static C arms ease and improve physician's work in the operating rooms. Radiologist assistants are therefore irreplaceable part of surgical team. My thesis focuses on radiologist assistant's role in securing radiation protection in operating rooms.

In the theoretic section are described terms such as X-rays, biological effects of ionizing radiation, radiation protection and related legislation. Next are covered modalities for vascular examination, C arm for surgical rooms and radiologist assistant's role in operating rooms.

Practical section consists of data collection about patients in angiographic and spine surgery room from the year 2020, personnel monitoring during selected operations by personal electrical dosimeters in these operating rooms, and questionnaire survey for radiologist assistants at the same workplace with questions dedicated to radiologist assistant's role in the operating room.

Keywords

Radiologist assistant; C arm; spine surgery room; angiographic room; radiation protection; personal dosimetry; protective equipment

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíle práce	2
3	Přehled současného stavu.....	3
3.1	Rentgenové záření	3
3.2	Vybrané veličiny a jednotky	3
3.3	Osobní dozimetrie	7
3.4	Buněčný cyklus	9
3.4.1	Buněčná smrt.....	10
3.4.2	Přímý a nepřímý účinek ionizujícího záření	11
3.4.3	Stochastické a deterministické účinky záření	11
3.5	Legislativa a atomové právo.....	12
3.5.1	Principy a cíle radiační ochrany	13
3.5.2	Základní způsoby ochrany před ionizujícím zářením	14
3.6	Radiologický asistent na operačních a angiografických sálech.....	16
3.6.1	Angiografický sál	17
3.6.2	Operační sál.....	19
3.6.3	Úloha radiologického asistenta na operačním a angiografickém sále	20
4	Metodika	22
5	Výsledky	26
5.1	Sběr dat a monitorování pracovníků na operačních sálech	26
5.1.1	Popis vybraného pracoviště	26
5.1.3	Sledovaná data pacientů za rok 2020	29
5.1.3	Sběr dat v průběhu měření na angiografickém a spondylochirurgickém sále	34
5.2	Dotazníkové šetření	39
6	Diskuze.....	54

6.1	Sběr dat pacientů na operačních sálech	54
6.2	Dotazníkové šetření	63
7	Závěr	68
8	Seznam použitých zkratk	69
9	Seznam použité literatury.....	71
10	Seznam použitých obrázků	74
11	Seznam použitých tabulek	75
	Seznam Příloh	78

1 ÚVOD

Obor radiodiagnostiky nepředstavuje pouze zobrazování traumat a patologických procesů, zahrnuje i intervenční výkony prováděné pod kontrolou zobrazovacích metod. Nejčastěji jsou zobrazovací techniky v radiodiagnostice založeny na využití ionizujícího záření (např. diagnostický rentgen, výpočetní tomografie), avšak některé modality ionizující záření nevyužívají (např. magnetická rezonance, ultrazvuk). Radiologičtí asistenti jsou nelékařský zdravotnický personál, který má znalosti v oblasti ionizujícího záření a radiální ochrany. Dle znění atomového zákona je radiologický asistent oprávněn vykonávat činnosti spojené s diagnostickou a léčebnou aplikací ionizujícího záření.

Přítomnost radiologických asistentů na operačních sálech je dnes samozřejmostí. Pomocí C ramene usnadňují orientaci lékařům ve vyšetřované oblasti, zároveň pomocí expozičních parametrů se snaží eliminovat absorbovanou dávku ionizujícího záření pacientovi tak, aby byla co nejnižší, ale zároveň byla zachována kvalita zobrazení, dostačující k provedení výkonu lékaře. Také za C rameno a jemu náležící součásti zodpovídá radiologický asistent, který kontroluje funkčnost přístroje pomocí zkoušky provozní stálosti. Zobrazení C ramenem se dnes běžně používá na všech typech operačních sálů.

C rameno slouží jak k pořízení skiagrafičtých snímků, tak k provedení skiaskopie, která je využívána zejména na angiografickém sále. Na angiografickém sále jsou zobrazovány cévy a zároveň je možné ve stejnou chvíli provést jejich revaskularizaci pod skiaskopickou kontrolou, a s pomocí digitální subtrakční angiografie. C rameno tedy usnadňuje intervenci různých chorobných procesů cév zahrnující tromby, stenózy a další cévní patologie, a to pouze s malým zásahem do organismu, často pouze s použitím lokální anestezie.

Ve své práci se zaměřuji na pracovní náplň radiologického asistenta na operačních sálech.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je popsat úlohu radiologického asistenta na operačních sálech, popsat vybraný operační sál a angiografický sál na zvoleném pracovišti a vybraná data o pacientech z těchto dvou sálů, na kterých dále budu monitorovat pomocí elektronických dozimetrů radiologické asistenty a zdravotní sestry za účelem získání informací o obdrženém $H_P(10)$.

Dále je záměrem práce získání informací od radiologických asistentů pomocí dotazníkového šetření, které pokládá otázky o radiační ochraně a roli radiologického asistenta na sálech.

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

Tato kapitola se věnuje obecným principům radiační ochrany, úlohám radiologického asistenta na operačních a angiografických sálech.

3.1 Rentgenové záření

Rentgenové záření (RTG) je elektromagnetické vlnění o vlnové délce v rozmezí $10^{-8} - 10^{-12}$ m. Vzniká po dopadu urychlených letících elektronů na kov, přičemž dochází ke změně jejich kinetické energie na teplo, a v 1 % na elektromagnetické vlnění. [1]

Jako zdroj RTG záření se používá tzv. rentgenka, což je vakuová baňka, zapojená v obvodu s vysokým napětím 20 – 200 kV [2], obsahující elektrody - žhavenou katodu a anodu. Žhavená katoda emituje elektrony, které jsou vysokým napětím dále urychlovány, dokud nedopadnou na anodu. Po dopadu elektronů na nejčastěji wolframovou anodu, dochází k interakci kovu a elektronů, z níž vzniká RTG záření ve dvou podobách – brzdné a charakteristické RTG záření. Velikost vysokého napětí určuje množství emitovaných elektronů, a tím i množství vzniklého RTG záření. [1] [2]

Brzdné záření vzniká v důsledku působení elektrostatického pole jádra na urychlený elektron, přičemž záporný elektron ztrácí svou kinetickou energii, která je vyzářena ve formě RTG brzdného záření a tepelné energie.[3] Energetické spektrum brzdného záření je spojité (dochází k vyzařování částic o různých energiích v určitém energetickém spektru). [1]

Charakteristické záření vzniká při srážce letícího elektronu z katody s elektronem v elektronovém obalu atomu anody. Při srážce je vyražen elektron z elektronového obalu, přičemž dochází ke ztrátě stability atomu, která je obnovena sestupem elektronu z vyšší energetické hladiny na neobsazené místo na nižší hladině. Při sestupu elektronu na nižší hladinu (deexcitaci) je atomem vyzářena energie, která odpovídá rozdílu mezi energetickými hladinami. Tento rozdíl je stále stejný, charakteristický pro každý materiál. Energie charakteristického záření je přímo úměrná hodnotě protonového čísla daného materiálu. Energetické spektrum je čárové (emitované částice mají pouze jednu, nebo několik daných energií), a je závislé na materiálu anody. [1] [2]

3.2 Vybrané veličiny a jednotky

Níže v textu se zabývám některými vybranými veličinami – dozimetrickými veličinami (absorbovaná dávka, kerma, dávkový příkon), veličinami radiační ochrany

(RBU (radiobiologická účinnost), ekvivalentní dávka a efektivní dávka) a operačními veličinami (prostorový, směrový a osobní dávkový ekvivalent)

Absorbovaná dávka

Veličina absorbovaná dávka je definována jako poměr střední energie záření a hmotnosti látky, ve které se energie absorbuje.[4] Veličina má jako jednotku gray a výpočet lze provést dle vzorce níže.

$$D = \frac{d\bar{\epsilon}}{dm} \quad [4]$$

$d\bar{\epsilon}$ je střední energie záření absorbovaná v látce o určité hmotnosti;

dm je hmotnost této látky. [4]

Kerma

„Kerma charakterizuje energii sdělenou nepřímo ionizujícím zářením při první srážce nabitým částicím.“ [5] Veličina má jednotku gray a vypočítá se dle vztahu níže.

$$K = \frac{dE_k}{dm} \quad [4]$$

dE_k součet kinetických energií všech iontů uvolněných po interakci částic ionizujícího záření v látce o objemu a hmotnosti dm [4]

„Kerma se zavedla proto, že základní definice dávky, zahrnující jen uvolněné přímo ionizující částice, nedávala informaci o tom, co se děje v okolí sledovaného objemu látky, zvláště v případě sekundárního nepřímo ionizujícího záření. Pro nabitě primární částice není mezi kermou a dávkou rozdíl.“ [4]

Relativní biologická účinnost

Relativní biologická účinnost (RBU, Relative Biological Effectiveness RBE) veličina je definována jako poměr dvou dávek různých dvou druhů ionizujícího záření potřebný k vyvolání radiobiologického účinku stejného stupně [3].

RBU lze vypočítat podle vzorce níže.

$$RBU = \frac{D_{\text{ref}}}{D_{\text{test}}} \quad [3]$$

D_{ref} je dávka referenčního ionizujícího záření, pro RTG záření o hodnotě E_{max} 200-300 keV nebo záření gama ^{60}Co , ^{137}Cs ; [3]

D_{test} je dávka testovaného záření se stejným biologickým účinkem. [3]

Ekvivalentní dávka

Veličina ekvivalentní dávka je definována jako součin absorbované dávky ve tkáni s radiačním váhovým faktorem daného záření. [6] Je založená na středních dávkách v orgánech a tkáních a bere v potaz druh záření, ale ne individualitu citlivosti orgánů jednotlivců. [3] Jednotka ekvivalentní dávky je sievert, a výpočet probíhá podle vztahu níže.

$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_T$$

Kde w_R je radiační váhový faktor pro daný typ záření a D_T je střední absorbovaná dávka v daném typu tkáně. [3] w_R má hodnoty dle typu záření. Radiační váhový faktor pro fotony a elektrony má hodnotu 1, pro protony 5, pro neutrony 2 – 20 dle jejich energie, pro těžká jádra 20. [7]

Efektivní dávka

Veličina efektivní dávka je definována jako součet ekvivalentních dávek v orgánech či tkáních s tkáňovým váhovým faktorem. Tato veličina se využívá pro plánování a optimalizaci radiační ochrany a k zhodnocení pravděpodobnosti vzniku stochastických účinků. [3] Veličina má jednotku sievert a vypočítá se dle vzorce níže.

$$E = \sum_T w_T \cdot H_T$$

w_T vyjadřuje závažnost biologického účinku daného záření na orgány při celotělovém ozáření. [3] Hodnoty tkáňového váhového faktoru zobrazuje tabulka 1.

Tabulka 1 Tkáňový váhový faktor [8]

Tkáňový váhový faktor				
Tkáň, orgán	Mozek, slinné žlázy, povrch kostí	Plíce, tlusté střevo, žaludek, prsní tkáň, červená kostní dřeň, ostatní orgány*	Gonády	Močový měchýř, játra, jícen, štítná žláza
Hodnota w_T dle ICRP 103	0,01	0,12	0,08	0,04

*Ostatní orgány: „nadledvinky, horní cesty dýchací, žlučník, srdce, ledviny, lymfatické uzliny, svalstvo, sliznice dutiny ústní, slinivka, prostata, tenké střevo, slezina, brzlík, děloha/hrdlo.“ [8]

Operační veličiny

Operační veličiny jsou veličiny zavedené za účelem monitorování prostředí, či osob (pracovníků). V osobní dozimetrii se používá veličina osobní dávkový ekvivalent, v dozimetrii prostředí se používají prostorový dávkový ekvivalent a směrový dávkový ekvivalent. [9]

Dávkový ekvivalent

Dávkový ekvivalent je definován jako součin dávky ve tkáni v určitém bodě a jakostního faktoru v daném bodě. [3] Veličina má jednotku sievert a vypočítá se dle vztahu níže v textu.

$$H = D \cdot Q \quad [3]$$

„Jakostní faktor Q je bezrozměrné číslo, které bere v úvahu vliv mikroskopického rozdělení energie předané tkáni na zdravotní újmu. Jeho hodnoty závisí na lineárním přenosu energie (LET) nabitých částic, které v daném místě ve tkáni přispívají k dávce D .“ [3]

„ Q je definováno jako funkce neomezeného lineárního přenosu energie nabitých částic ve vodě.“ [3] Základní hodnoty jakostního faktoru se určovaly podle hodnot lineárního přenosu energie ve vodě. Hodnota jakostního faktoru se zvyšuje úměrně se zvyšujícím se LET (rostoucí energie předaná zářením vodě na určité délce dráhy – většinou 1 μm) [3]

Prostorový dávkový ekvivalent $H^*(10)$ se používá k odvození efektivní dávky, kterou pracovník obdržel v místě měření. Jednotka veličiny je v sievertech. [9]

Směrový dávkový ekvivalent $H'(10)$ se využívá k odvození ekvivalentní dávky ze slabě pronikavého záření (nejčastěji se využívá u hodnocení ekvivalentní dávky v oční čočce). Jednotkou prostorového dávkového ekvivalentu je sievert. [9]

Osobní dávkový ekvivalent se používá k osobní dozimetrii osob. Udává se v hloubce d pod kůží v místech, kde se nosí osobní dozimetr. *„Pro hodnocení efektivní dávky je vybrána veličina $H_p(10)$ v hloubce $d = 10 \text{ mm}$ a pro hodnocení dávky na kůži, ruce a nohy osobní dávkový ekvivalent $H_p(0,07)$ v hloubce $d = 0,07 \text{ mm}$. Hloubka $d = 3 \text{ mm}$ je navržena pro vzácný případ monitorování dávky na oční čočku.“* Jednotkou veličiny je sievert. [9]

3.3 Osobní dozimetrie

Základní limity, které jsou zobrazené v tabulce 2, jsou využívány jako kvantitativní ukazatele ozáření osob. Jejich překročení je podle atomového zákona nepřijatelné. Odvozené limity se od základních liší v tom, že veličiny zavedené pro odvozené limity jsou lépe měřitelné. [10]

Tabulka 2 Základní limity [11]

	Efektivní dávka	Ekvivalentní dávka		
		Oční čočka	1 cm ² kůže	Končetiny
Obecný limit	1 mSv/1 rok	15 mSv/1 rok	50 mSv/1 rok	-
Radiační pracovníci	20 mSv/1rok 100 mSv/ 5 let	50 mSv/1rok 100 mSv/5 let	500 mSv/1 rok	500 mSv/1 rok
Studenti (16 – 18 let)	6 mSv/1 rok	15 mSv/1 rok	150 mSv/1 rok	150 mSv/1 rok

Radiační pracovníci – pro účely monitorování se radiační pracovníci rozdělují podle očekávané obdržené dávky při běžném provozu do kategorií A a B. Pracovníci kategorie A by mohli obdržet efektivní dávku vyšší než 6 mSv/ 1 rok nebo ekvivalentní dávku vyšší než 3/10 limitu udávanou pro oční čočku a končetiny a kůži. Tito pracovníci se pravidelně podrobují lékařským prohlídkám a školením o radiační ochraně, a zároveň mají přístup do kontrolovaného pásma (na rozdíl od pracovníků kategorie B). Radiační pracovníci, kteří obdrží menší dávku, jsou pracovníci kategorie B. Vyhodnocování dozimetrů pracovníků kategorie A se provádí každý měsíc, u pracovníků kategorie B každé tři měsíce. [3] [12]

Základní veličiny pro radiační ochranu jsou ekvivalentní a efektivní dávka (tyto veličiny jsme již popsali výše). Jestliže nedošlo k překročení limitů odvozených veličin, nedošlo ani k překročení limitů veličin základních. [13] Odvozené limity pro zevní ozáření jsou vyjádřené hodnotami osobního dávkového ekvivalentu v hloubce 0,07 mm, 3 mm a 10 mm a můžeme je vidět v tabulce 3.

Tabulka 3 Odvozené limity pro zevní ozáření [11]

Osobní dávkový ekvivalent	$H_p(0,07)$	$H_p(3)$	$H_p(10)$
Hodnota za 1 kalendářní rok	500 mSv	20 mSv	20 mSv

Pro měření vnějšího ozáření využíváme osobní dozimetry různých typů. Dozimetry pracovníci nosí na referenčním místě, a to na horní levé části hrudi. Tyto dozimetry jsou poté vyhodnocovány v pravidelných intervalech 1x měsíčně službami osobní dozimetrie. [13]

Typy osobních dozimetrů

Osobní dozimetry slouží k monitorování dávky pracovníků vyskytujících se u zdroje ionizujícího záření. V dnešní době se nejvíce ve světě využívají k měření dávky termoluminiscenční (TL) dozimetry, v České republice jsou nejběžnější filmové dozimetry. [13] Dle materiálů a principu můžeme dělit osobní dozimetry na:

1. TL dozimetry – Na termoluminiscenční dozimetry se používají krystaly LiF, CaF₂, MgBeO₄ a CaSO₄. Po ozáření těchto krystalických látek dojde k excitaci elektronů do vodivostního pásu. Elektrony se mohou zachytit v tzv. záchytných centrech, kde vyčkají na dodání energie formou tepla, po kterém z pastí uniknou. Dozimetry se vyhodnotí cíleným zahřátím a následným změřením uvolněné světelné energie pomocí fotonásobičů a přepočtem na dávkový ekvivalent. [13] [14] Výhodou je vysoká citlivost i přesnost odezvy na záření, také možnost opakovaného používání dozimetru. Nevýhodou je vysoká citlivost na světlo. [15]

2. OSL dozimetry – u fotoluminiscenčních dozimetrů se používá nejvíce materiál Al₂O₃:C. [13] Vyhodnocování probíhá pomocí ozáření detektoru UV světlem, za vzniku luminiscence snímané fotonásobičem. Výhodou je vysoká citlivost na ozáření a nízká energetická závislost, nevýhodou je citlivost na světlo. [14]

3. Filmové dozimetry – základní složkou je emulze z AgBr, v níž vzniká na základě RTG záření latentní obraz, který lze následně vyvolat. Film se vyhodnotí změřením optické hustoty a jejím převedením na dávkový ekvivalent. Stejně jako OSL je film citlivý na ozáření světlem za ztráty dozimetrické informace. [13] Výhodou je trvalý záznam na filmu, nevýhodou je citlivost na vlhkost, chemikálie, světlo aj. [13]

4. Elektronické osobní dozimetry – tyto dozimetry na rozdíl od filmových a TL a OSL dozimetrů, poskytují kontinuálně aktuální informaci o dávce. Díky tomu se využívají na pracovištích s rizikem překročení příkonu dávkového ekvivalentu

1 mSv/h. Jejich nevýhodou je vyšší cena, menší citlivost při nižších dávkových příkonech a závislost na výměně baterií. [13]

3.4 Buněčný cyklus

Buňka během svého života projde několika etapami, neboli cyklem, které jsou zakončeny dělením mateřské buňky na buňky dceřiné. Na konci každé fáze buněčného cyklu se vyskytují tzv. *checkpointy*, které slouží k zamezení nadměrné buněčné proliferace, dělení buňky s poškozenou DNA (deoxyribonukleová kyselina) nebo s jinou patologickou změnou. Délka buněčného cyklu závisí na typu buňky i na jejím prostředí. Například buňky svalové nebo neurony, se prakticky nedělí, zatímco prekurzorové buňky kostní dřeně se dělí v rozmezí několika hodin. [16]

První fází cyklu je G1 fáze, taktéž nazývaná presyntetická nebo postmitotická fáze, která trvá nejdéle. V této fázi buňka prochází normálními fyziologickými procesy, během kterých se připravuje na replikaci v S fázi, přičemž zdvojuje buněčnou hmotu a její obsah, dochází k syntéze RNA a proteinů. V této fázi je buňka velice citlivá na záření. V S fázi dochází k replikaci DNA, zdvojení genetického materiálu a vzniku sesterských chromatid. Další fází je G2 – premitotická fáze, při které buňka se zdvojeným genetickým materiálem syntetizuje další proteiny potřebné pro následné buněčné dělení. Je-li buňka připravena na buněčné dělení, postupuje do M fáze, kdy dochází k mitóze nebo meióze za vzniku dvou dceřiných buněk, přesouvajících se do G1 fáze. Pokud se ale jedná o buňku, která se dělit nebude (například výše zmíněná nervová buňka), místo M fáze přejde do G0 fáze. V této fázi buňka přetrvává v klidovém stavu, pokud nedostane pokyn, aby se navrátila do buněčného cyklu. Na konci G2 fáze je buňka také vysoce citlivá na ozáření. [16] [17]

Kontrolní mechanismy posuzují postižení dané buňky, zastavují cyklus a snaží se buňku reparovat. Pokud je pokus o reparaci neúspěšný, buňka podlehne apoptóze. O rychlosti a průběhu buněčného cyklu rozhodují tři hlavní kontrolní body, které jsou také řízené, a to cykliny, cyklin – dependentními kinázami (dále CDK) a inhibitory CDK. První checkpoint je G1/S checkpoint, který se nachází na konci G1 fáze. Buňka zde čeká na signál, že může přejít do S fáze, a že dojde ke správné replikaci. Pokud se signál nedostaví, buňka přetrvává v G0 fázi. G1 cykliny pomáhají průchodu buňky přes checkpoint G1, G1/S cykliny se váží na CDK na konci G1 fáze a směřují buňku do S fáze. Během S fáze se na CDK navážou S cykliny nezbytné pro replikaci DNA.

Druhý kontrolní bod je G2/M checkpoint, kdy dochází ke kontrole replikované DNA na konci G2 fáze. Jestliže proběhla replikace správně, buněčný cyklus může pokračovat k mitóze či meióze – čemuž napomáhají navázané M cykliny. Pokud se DNA replikovala chybně, buňka se pokusí DNA opravit. Poslední kontrolní bod je M/G1 checkpoint, kde se kontroluje připojení chromozomů k dělicímu vřeténku, aby došlo ke správné separaci buňky a rozdělení genetického materiálu na dvě poloviny. [16] [17]

3.4.1 Buněčná smrt

Buňka nejčastěji zaniká dvěma základními způsoby – apoptózou a nekrozou.

Apoptóza, neboli programovaná buněčná smrt, je způsob zániku buňky vlivem kaspáz, přičemž okolní buňky zůstanou zachovány. Signál k apoptóze vychází buď přímo z poškozené buňky (např. když se buňka po ozáření není schopna opravit), nebo z imunitního systému, a to po vnitřní dráze (z mitochondrie) nebo vnější dráze (z cytoplazmatické membrány). Poškození genomu buňky hlídá protein p53, který u poškozené buňky zastaví buněčný cyklus a buňka se pokusí opravit. Pokud p53 vyhodnotí poškození za příliš závažné, iniciuje tvorbu proapoptických proteinů, které následně aktivují kaspázy. Ty poté iniciují rozpad buňky na apoptická tělíska, která jsou následně fagocytována makrofágy. Některé poškozené buňky, mohou mít mutaci p53, čímž se dostanou přes checkpoint G1/S. Tyto buňky jsou ale poté i přes mutaci zablokovány v G2/M checkpointu. [16]

Nekróza, druhý způsob buněčné smrti, se liší od apoptózy tím, že se nerozpadá, ale naopak zvyšuje svůj objem až do prasknutí a vylití obsahu do okolí buňky. Nekróze nejčastěji podléhají buňky ozářené vysokou dávkou záření. [16] Další možností usmrcení buňky je ztráta její schopnosti se dělit. To se týká hlavně menších dávek a tkání, které mají často proliferující buňky, například kostní dřeň. [16]

Interakce ionizujícího záření (IZ) s biologickými systémy – ihned po ozáření ionizujícím zářením probíhá fyzikální stádium interakce. Během tohoto stádia primární záření ionizuje a excituje atomy, přičemž dochází k přijímání energie organismem. Během fyzikálně-chemického stádia vznikají ze vzniklých iontů a okolních molekul volné radikály, které během chemického a biochemického stádia poškozují biomolekuly. Poškozené biomolekuly poté mají narušenou funkci, a v závislosti na dávce záření dochází buď k buněčné smrti, viz. výše, nebo se buňka úspěšně či neúspěšně opraví (při neúspěšné opravě vznikají mutace). [16]

3.4.2 Přímý a nepřímý účinek ionizujícího záření

Účinky ionizujícího záření můžeme dle průběhu jejich vzniku rozlišit na přímé a nepřímé.

Přímý účinek ionizujícího záření – primární nebo sekundární záření fyzikálně-chemicky ovlivňuje přímo atomy biomolekul, přičemž ionizací a excitací narušuje jejich chemické vazby. [16] [3]

Nepřímý účinek ionizujícího záření – ionizující záření ionizuje vodu v biomolekulách (neboli radiolýza vody) za vzniku volných radikálů, jako například vodíkového a hydroxylového radikálu. Pomocí těchto radikálů ionizující záření sekundárně – nepřímo poškozují biomolekuly. [16] [2]

Zatímco záření s malou hustotou (s nízkým lineárním přenosem energie), ionizuje především nepřímo, záření hustě ionizující (s vysokým LET) účinkuje na biomolekuly z větší části přímo. [16]

Dále můžeme dělit účinky záření také jako pozdní / časné a somatické / genetické.

3.4.3 Stochastické a deterministické účinky záření

Deterministické účinky vznikají až při určité prahové dávce, kdy s rostoucí dávkou roste pravděpodobnost vzniku těchto účinků a jejich závažnost. Při vyšších dávkách záření dochází k depleci buněk, kterou již organismus není schopen kompenzovat a nastává jejich nedostatek a tím i začínají projevy těchto účinků (ty nastupují poměrně rychle). Každá tkáň má rozdílnou hodnotu tohoto prahu, a každý organismus je jinak citlivý na záření. [2] Mezi nejznámější deterministické účinky řadíme oční kataraktu, radiační poškození kůže, neplodnost, poškození plodu a akutní radiační syndrom. [18]

Stochastické účinky nemají práh a týkají se nižších dávek, které organismus kompenzuje opravou zasažených buněk. Tato buněčná reparace ale nemusí být vždy úspěšná a může dojít k mutaci buněk. Tyto zmutované buňky, které se mohou dále dělit, mohou poté vést ke karcinogenezi a pozdním radiačním účinkům. Jelikož tyto účinky nemají práh, roste jejich pravděpodobnost lineárně s dávkou od nuly a projevy nastanou po delším časovém úseku. [2] Mezi stochastické účinky řadíme onkogenní účinky a genetické změny způsobené chybnou buněčnou reparací a mutací buňky po jejím ozáření ionizujícím zářením. [18]

3.5 Legislativa a atomové právo

Dohlízejícím orgánem v České republice nad používáním ionizujícího záření a jaderné energie je Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Tento úřad spadá pod vládu České republiky a dohlíží mimo jiné na:

1. mírové užívání jaderné energie;
2. radiační ochranu;
3. nakládání se zdroji IZ, jejich převoz, zabezpečení a odpady;
4. monitorování ozáření populace a radiačních pracovníků;
5. podmínky radiační ochrany při ozáření populace a radiačních pracovníků;
6. havarijní připravenost pracoviště aj. [19]

„Důvodem založení SÚJB je vykonávání státní správy a dozoru nad využíváním jaderné energie a ionizujícího záření, stanovení základních podmínek zajištění jaderné bezpečnosti, radiační ochrany, havarijní připravenosti a fyzické ochrany a výkon státní správy a dozoru při využívání jaderné energie a při činnostech vedoucích k ozáření, vytvoření státem garantovaného režimu pro zajištění bezpečného ukládání radioaktivních odpadů a havarijní připravenost pro případ radiačních nehod.“ [20]

Mírovým využíváním jaderné energie a zdrojů ionizujícího záření se zabývá zákon č. 263/2016 Sb. - Atomový zákon, který upravuje:

1. podmínky mírového využívání jaderné energie;
2. podmínky vykonávání činností v rámci expozičních situací;
3. nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem;
4. schvalování typu některých výrobků v oblasti mírového využívání jaderné energie a ionizujícího záření a podmínky přepravy radioaktivní nebo štěpné látky, radioaktivního odpadu nebo vyhořelého jaderného paliva;
5. monitorování radiační situace;
6. zvládání radiační mimořádné události;
7. podmínky zabezpečení jaderného zařízení, jaderného materiálu a zdroje ionizujícího záření (dále jen "zabezpečení");
8. požadavky k zajištění nešíření jaderných zbraní;
9. výkon státní správy v oblasti mírového využívání jaderné energie a ionizujícího záření.“ [11]

Vyhláška 422/2016 Sb. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje se zabývá:

1. limity (obecné pro obyvatelstvo, pracovníky, studenty, odvozené limity);
2. postupy optimalizace radiační ochrany;
3. kategorizací zdrojů;
4. kategorizací pracovišť;
5. kategorizací radiačních pracovníků;
6. veličinami radiační ochrany;
7. zkouškami zdroje IZ;
8. definicí kontrolovaného a sledovaného pásma aj. [21]

3.5.1 Principy a cíle radiační ochrany

Principy radiační ochrany, které jsou uvedeny níže, se zavedly za účelem upotřebit zdroje IZ pro jejich přínos, a zároveň zajistit ochranu před možnými nežádoucími účinky těchto zdrojů. [22] Rozeznáváme čtyři hlavní principy radiační ochrany.

1. zdůvodnění – princip schválení činnosti (týkající se manipulování s různými formami ionizujícího záření) ještě před jejím vykonáním. Posuzuje se podle toho, zda daná činnost přináší více užitku než újmy. [3] [23]
2. optimalizace – použití všech dostupných metod, aby při činnosti spojené s manipulací s různými formami IZ bylo tak nízké ozáření osob, jak lze se společenskými a ekonomickými možnostmi dosáhnout, neboli ALARA= As Low As Reasonably Achievable, neboli v překladu „*tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout*“. [23]
3. limitování ozáření osob – metody, zavedené pro kontrolu ozáření osob při plánovaných expozicích, s výjimkou lékařské expozice pacientů (pro ty jsou zavedené diagnostické referenční úrovně). Limity jsou stanovené dohlížejícím orgánem. [3] [23] Diagnostické referenční úrovně, jsou úrovně dávek při lékařském ozáření, jejichž překročení se u referenčního pacienta (dospělý člověk, 70 kg) při běžných postupech neočekává. [18]
4. ochrana zdroje ionizujícího záření – zavedená opatření sloužící k ochraně obyvatelstva před zneužitím zdroje záření pro jiné než léčebné a prospěšné účely. [23]

Tyto principy radiační ochrany se uplatňují pro všechny pacienty, nejen pro ty, kteří podstupují radiodiagnostické vyšetření, ale také pro ty, kteří podstupují intervenční zákrok pod skiaskopickou nebo skiagrafickou kontrolou. V praxi je tedy možné nejen

na operačních a intervenčních sálech pacientovi upravovat dávku správnou volbou expozičních parametrů. Expozičními parametry máme na mysli proud a napětí rentgenky, expoziční čas, případně přídavná filtrace. [18] Důležité je také vymezit paprsek pouze na vyšetřovanou oblast, abychom nevystavovali nevyšetřované tkáně expozici. [24]

Cílem radiační ochrany je přizpůsobovat expozici záření pro:

- zabránění deterministickým účinkům;
- snížení rizika vzniku stochastických účinků [3]

3.5.2 Základní způsoby ochrany před ionizujícím zářením

Možnosti ozáření rozlišujeme na zevní a vnitřní, a dle toho přistupujeme i k radiační ochraně.

Způsoby ochrany před zevním ozářením

Jedny z nejvyužívanějších efektivních způsobů ochrany před zevním zářením jsou ochrana časem, stíněním a vzdáleností.

Ochrana časem

Čím delší dobu zůstáváme v blízkosti zdroje ionizujícího záření, tím déle se vystavujeme expozici a přijímáme větší dávku. [25] Proto je důležité na intervenčních sálech expoziční čas zkrátit na nezbytné minimum a zároveň i na operačních sálech omezit snímkování na nezbytné minimum. Dávkový příkon stanovujeme na základně vzorce níže.

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt} \quad [14]$$

dD je přírůstek dávky v časovém intervalu dt . [14]

Proto je důležité dodržovat postupy, díky kterým budeme u zdroje pobývat co nejkratší možnou dobu. Mezi tyto postupy patří například:

- předem si natrénovat daný výkon s neradioaktivní látkou (např. pracoviště nukleární medicíny), a tím získat jistotu a rychlost při výkonu;
- střídání pracovníků na více exponovaných místech;
- pokud to lze, používat pomůcky nebo zapojit více lidí k urychlení práce. [3] [25]

Ochrana vzdáleností

Dávkový příkon klesá s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje. Poloha místnosti se zdrojem IZ bývá co nejdál od pracovních prostor. Pro další zvětšení vzdálenosti

mezi zdrojem a radiologickým asistentem můžeme využít manipulátory (např. v nukleární medicíně). [3] [25] Nejvíce je ochrana vzdáleností využívána v nukleární medicíně. Dávkový příkon lze spočítat vzorcem níže.

$$\dot{D} = \Gamma \cdot \frac{A}{l^2} \quad [4]$$

A je aktivita; [4]

l^2 je vzdálenost od zdroje; [4]

Γ je dávková konstanta, která popisuje dávkový příkon vzdálený 1 m od zdroje záření o aktivitě 1 Bq. [4]

Ovšem i na operačních a angiografických sálech je žádoucí, aby personál udržoval během expozice co největší vzdálenost od rentgenky, pokud to lze (například na angiografickém sále může angiografický injektor umožnit lékařům odstoupit před expozicí od pacienta). [18] Jednotkou dávkového příkonu je Gy/s.

Ochrana stíněním

Záření procházející absorpčním materiálem je zeslabeno tímto materiálem. [25] Exponenciální zákon pro zeslabení intenzity svazku fotonů vyjadřuje výslednou intenzitu záření, které prošlo vrstvou o dané hloubce a materiálu. [26]

$$\varphi = \varphi_0 \cdot e^{-\mu \cdot d} \quad [3]$$

φ_0 je původní intenzita;

d je vrstva o hloubce d ;

μ je lineární součinitel zeslabení, závisí na protonovém čísle a hustotě daného materiálu a na energii záření. [26]

Pro každý druh záření jsou typické jiné stínící materiály [25]:

1. alfa záření – postačí ke stínění lehký materiál (např. plast);
2. beta záření – odstiňujeme např. dobře dostupným hliníkovým materiálem;
3. gama záření a RTG záření v jeho formách odstiňujeme materiálem o vysokém protonovém čísle a hustotě – olovo, barytový beton a jiné; [3]
4. neutronové záření – „*Stínění proti neutronům obecně se musí sestávat ze tří vrstev: vrstva lehkého materiálu bohatého na vodík (např. polyetylén), vrstva kadmia nebo bóru, a nakonec vrstva olova.*“ [26]

V praxi stíníme záření pomocí zástěn, kontejnerů, ale také pomocí olověných zástěr, nákrčníků, brýlí. [2] Olověné zástěry mohou být jednodílné a dvoudílné, přičemž na operačních a angiografických sálech jsou více doporučovány zástěry dvoudílné, které zakrývají nositeli nejen přední stranu těla, ale i zadní, což je důležité zejména u personálu, u kterého je možné, že během skiaskopie či skiografie bude otočen k rentgence zády (zdravotní sestry). [18]

Ochrana před vnitřní kontaminací

Kontaminace se může týkat např. radiologických asistentů na oddělení nukleární medicíny, kterým se do těla dostane radioaktivní látka a začne ozařovat jejich vnitřní prostředí – tkáně a orgány. Před tímto způsobem kontaminace se nedá chránit žádným z předchozích způsobů. Mezi nejčastější způsoby vnitřní kontaminace patří:

- ingesce – pozření jídla kontaminovanými rukami;
 - inhalace – vdechnutí plynného radionuklidu nebo aerosolu;
 - cílená aplikace – nejčastěji i. v. (intravenózně) nebo p. o (perorálně, týká se pacientů);
 - kůží – schopnost proniknutí radioaktivní látky přes poraněnou, ale i zdravou kůži.
- [2]

Mezi nejdůležitější způsoby ochrany před vnitřní kontaminací radiačních pracovníků patří:

- gumové rukavice, ochranný oděv a brýle;
- nejíst, nekouřit a nepít v blízkosti otevřeného zářiče;
- používání pinzet a manipulátorů;
- používání stínících vest;
- využití digestoří aj. [3]

3.6 Radiologický asistent na operačních a angiografických sálech

V dnešní době je radiologický asistent jedinou oborově vzdělanou osobou, která má oprávnění zacházet s ionizujícím zářením na sálech. [27] Níže se zaměříme na práci radiologického asistenta na angiografických a operačních sálech.

3.6.1 Angiografický sál

Angiografie zůstává nejpoužívanější metodou pro zobrazení periferního žilního systému, na kterou následně můžou navazovat různé intervenční výkony. Nejběžnější je v dnešní době digitální subtrakční angiografie (DSA). [28]

Cílem subtrakce je zvýraznit pomocí kontrastní látky ty struktury, které by nevynikly na RTG snímku. DSA funguje na principu subtrakce dvou snímků jedné oblasti. Nejdříve dochází k nasnímání masky, která je nativním snímkem zobrazované oblasti bez použití kontrastní látky. Následně se vytvoří snímek téže oblasti po použití kontrastní látky, a od tohoto snímku se odečte maska. Odstraníme tím neměnné struktury (např. skelet), a zůstanou na snímku cévy naplněné kontrastní látkou. [12] V angiografii používáme nejčastěji níže uvedené přístupy:

1. femorální tepna – hlavní přístup pro katetrizace;
2. axiální tepna – při nemožnosti přístupu ve femorální tepně, horší komprese;
3. brachiální tepna – častěji používaný přístup nežli tepna axiální, punkce tepny snadná a komprese bezpečná, je ale téměř nemožné provádět odtud intervence;
4. radiální tepna – stejné indikace jako u brachiální tepny, nutný test na průchodnost ulnární tepny a palmárního oblouku. [28]

Příklady cévních zobrazovacích metod

V této podkapitole uvádím výčet často užívaných cévních zobrazovacích metod.

Duplexní ultrasonografie

Je neinvazivní metoda cévního zobrazení využívající Dopplerův efekt. Metoda hodnotí rychlost krevního toku, a zároveň v reálném čase dvourozměrně zobrazuje cévy. [12]

CT angiografie

CT angiografie je metoda využívající zobrazení intravenózní aplikace kontrastní látky za účelem zobrazení kardiovaskulárního systému pomocí výpočetní tomografie. Kontrastní látka zvýší jinak nulový kontrast cév a odliší je tím od okolních tkání. Velkou výhodou je velká dostupnost a prakticky neinvazivita. Ve srovnání s MR angiografií (MRA) či Dopplerovským ultrazvukem je u této metody lepší prostorové rozlišení. [29] Mezi indikace pro CTA patří např. podezření na plicní embolii, aneurysma (CTA aorty), stenózy (splachnické cévy, dolní končetiny aj.). [12]

MR angiografie

MR angiografii lze provádět nativně a s kontrastní látkou. Výhodou všech typů MRA je jejich neinvazivnost a absence ionizujícího záření. Na rozdíl od CT zde není obraz narušován kalcifikacemi, a alergie na jódomý kontrast není kontraindikací k vyšetření, jelikož kontrastní látka je vhodná i pro alergiky. Mezi indikace k vyšetření patří zobrazení plicních žil, renální tepny, arteriovenózní malformace a stenózy tepen aj. [30]

Výhody a nevýhody jednotlivých zobrazovacích metod jsou zobrazeny v tabulce 4, která je převzata ze zdroje [28]

Tabulka 4 Přehled cévních zobrazovacích metod [28]

Zobrazovací metoda pro vyšetření cév	Výhody	Nevýhody
Duplexní ultrazvuk	Může diagnostikovat postižení periferních tepen, lokalizovat stenozu/uzávěr Metoda volby pro sledování průchodnosti žilních bypassů Na základě duplexního ultrazvuku lze rozhodnout o užití další zobrazovací metody, někdy i o tom, zda je indikována konzervativní, či invazivní léčba	Méně přesný v proximálních úsecích iliackých tepen (obézní pacienti, střevní plyn) Extenzivní kalcifikace mohou omezit přesnost diagnózy Omezená přesnost u stenóz distálně („po proudu“) od proximální stenózy Ne zcela přesné výsledky při sledování bypassů s umělou protézou
MRA	Dobře hodnotí cévní řečiště až po odstupy bérceových tepen Většinou postačuje rozhodnutí o endovaskulární či chirurgické terapii (neplatí pro bérceové řečiště) Možná 3D rekonstrukce Kalcifikace jen minimálně ovlivňují kvalitu obrazu	Prostorové rozlišení je horší ve srovnání s DSA Artefakty ze žilní náplně mohou překrývat tepny Asymetrický průtok dolními končetinami může znemožnit hodnocení jedné z nich Vyžaduje větší množství kontrastní látky a ionizujícího záření Kvalita zobrazení se zhoršuje u nemocných s nízkým srdečním výdajem Výrazné kalcifikace v cévách zhoršují kvalitu obrazu
CTA	Hodnotí dobře cévní anatomii a přítomnost významných stenóz Dobře rozliší pacienty pro chirurgickou či endovaskulární léčbu (ev. konzervativní) Prospěšná v diagnostice přidružených lézí (výdutě, popliteální entrapment, cystická medionekróza) Kovové implantáty působí jen malé artefakty Rychlejší ve srovnání s MRA Možná 3D rekonstrukce	Prostorové rozlišení je horší ve srovnání s DSA Artefakty ze žilní náplně mohou překrývat tepny Asymetrický průtok dolními končetinami může znemožnit hodnocení jedné z nich Vyžaduje větší množství kontrastní látky a ionizujícího záření Kvalita zobrazení se zhoršuje u nemocných s nízkým srdečním výdajem Výrazné kalcifikace v cévách zhoršují kvalitu obrazu
DSA	Prozatím nejdetailnější zobrazení tepenného řečiště Na angiografii může v mnoha případech bezprostředně navázat endovaskulární výkon	Invazivní vyšetření s možností řady komplikací (místo vpichu, periferní embolizace, disekce) Nutnost podání kontrastní látky a ionizujícího záření

Skioskopie

Skioskopie je způsob využití RTG záření ke kontinuálnímu sledování intervenčních výkonů, například zavádění katetrů do cév, dilatování cév pomocí balonkových katetrů. V dnešní době je více využívána v angiografii pulzní skioskopie, jelikož na rozdíl od kontinuální poskytuje kvalitnější zobrazení při nižší dávce pacientovi. Nejběžnější je počet 7,5 – 15 pulzů za sekundu, a rychlost pulzů se odvíjí od pracoviště a pohybuje se od 3 do 30 ms. [18]

Akviziční mód je typ zobrazovacího módu využívajícího rentgenové záření pro sledování dynamických dějů, např. nasycení orgánů kontrastní látkou po jejím nástřiku z vhodného místa. Akviziční mód využívá vyšší proud a zároveň nižší přídavnou filtraci. Tento mód je stejně jako u skioskopie pulzní, a buď je uvedený ve framech nebo pulsech za sekundu. Pro sycení dolních končetin se udávají 2 – 4 fr/s. [18]

3.6.2 Operační sál

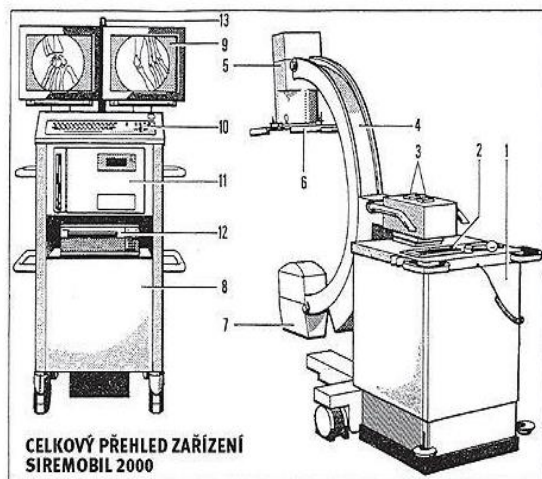
Na operačním sále se řeší často tyto výkony – osteosyntéza (OS) končetin, extrakce osteosyntetického materiálu, repozice pod skioskopickou kontrolou, cholangiografie, extrakce cizího tělesa. [27]

Mezi operační sály řadíme i spondylochirurgický sál, na který se v této práci zaměřím. Jedná se o specializované pracoviště zabývající se léčbou traumatických, vrozených i degenerativních postižení páteře.

Radiologický asistent, jakožto součást operačního týmu, musí být seznámen s prací na operačním a angiografickém sále. Musí si být vědom toho, jak probíhají jednotlivé zákroky, že je nutné se dopředu domluvit s operátorem, kde má stát s přístrojem tak, aby operátor viděl co nejlépe, a v jaké poloze bude přístroj a pacient. Nejčastěji proto RDG (radiodiagnostické) oddělení vyškolí několik radiologických asistentů, kteří se specializují na obsluhu přístrojů na sále více než ostatní. [27]

Mobilní RTG přístroj je složený z C – ramene (stativu), které obsahuje zesilovač obrazu s televizní kamerou na jedné straně, a se zdrojem záření na straně protilehlé. Druhou část mobilního RTG přístroje tvoří monitor. [27] Rameno má motorčky, pomocí kterých ho můžeme natáčet do různých úhlů tak, abychom byli co nejlépe vyšetřované oblasti pacienta a mohli co nejlépe vyšetřovanou oblast zobrazit. [12] Další součástí C ramene je DAP metr (Dose Area Product) nebo KAP (Kerma Area Product) metr,

kteře mají jako jednotku $\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$ a slouží k měření plošné kermy (KAP) nebo dávky (DAP) a jsou využívány k měření radiační zátěže pacientů. [31] Příklad pojezdného RTG přístroje je možné vidět na obrázku 1, který je i s popisem převzatý ze zdroje [27].



Popisky k obrázku 1:

- 1 stativ přístroje
- 2 ovládací panel
- 3 spínač magnetických brzd pro pohyby systému ramena ve tvaru C
- 4 rameno ve tvaru C
- 5 obrazový zesilovač s integrovanou televizní kamerou
- 6 držák kazet (volitelný doplněk)
- 7 zdroj rentgenového záření s integrovaným kolimátorem
- 8 vozík na monitory, klávesnici, obrazovou paměť, dokumentační kameru
- 9 monitory (vlevo monitor A, vpravo monitor B)
- 10 ovládací konzole na vozíku pro monitory
- 11 dokumentační kamera MULTISPOT 2000 (volitelný doplněk)
- 12 přihrádka na tiskárnu (volitelný doplněk)
- 13 žárovka signalizující stav, kdy je produkováno rentgenové záření

Obrázek 1 C rameno [27]

3.6.3 Úloha radiologického asistenta na operačním a angiografickém sále

Radiologický asistent jako jediný smí zacházet s přístroji s ionizujícím zářením a musí pracovat bez prodlev, správně a dle domluvy s operátorem. Na sál musí jít dříve, aby zkontroloval funkčnost přístroje a připravil ho. Poté se domluví s operátorem na umístění přístroje a vykoná zkoušku poloh v daných projekcích. Po vyzkoušení poloh a připravení přístroje radiologický asistent vyčká, až sestra sterilně zakryje přístroj. Televizní obrazovky se nastaví podle operátora, aby mu vyhovovala poloha a mohl sledovat průběh výkonu. Radiologický asistent dohlíží, aby všechny osoby přítomné na sále během snímkování měly ochranné pomůcky – olověnou vestu a límec (operátér je má oblečené pod sterilním pláštěm), každý člověk na sále má svůj osobní dozimetr. Před skiaskopií všechny osoby, které nejsou na sále nezbytné, okamžitě sál opouští. Radiologický asistent vykonává práci pečlivě a snižuje expoziční čas na nutné minimum, aby personál nebyl vystaven větší expozici, než je nutné. Výsledné snímky (skiaskopické či skiagrafické) nahrává RA (radiologický asistent) na PACS (Picture Archiving and Communication System), přístroj vrací na původní místo (např. sklad ve vedlejší místnosti), vypíná přístroj a poté ho dezinfikuje. [27] [33]

Ochranné pomůcky slouží nejen pro radiologické asistenty a pacienty, ale také například pro personál na operačních sálech (lékaře i sestry) a další osoby, které se pohybují v blízkosti RTG záření. Mezi ochranné pomůcky používané v praxi patří:

1. stínění citlivých orgánů pacienta – nejčastěji je stínění kontaktní, a to položením olověné destičky nebo hmoty s olovem na okolí vyšetřované oblasti, které musíme vykryt (aniž by nám vykrytí zasahovalo do oblasti, ze které vyžadujeme informace). Nejčastěji se jedná o vykrytí ženských nebo mužských gonád při vyšetření břicha. U vyšetření, kde se předpokládá vysoká dávka v oblasti očí, se mohou použít ochranné brýle s příměsí olova. U zubního rentgenu RA poskytuje pacientovi olověný límec na ochranu štítné žlázy. Olověnou zástěru při zubním rentgenu poskytuje RA pacientce jen když je podezření na graviditu. [33]

2. ochrana pracovníků provádějících vyšetření – ochrana pracovníků je nejvíce zajištěna technickými úpravami jako např. zajištění barytové stěny v ovládací místnosti (dále „ovladovně“). Pokud je RA nebo jiný pracovník přítomen při vyšetření, je vybaven ochrannými pomůckami, chránícími před rozptýleným zářením z pacienta jako olověné zástěry nebo límce, které obsahují množství olova podle energie záření daného RTG přístroje. Pracoviště musí mít úměrné množství těchto pomůcek v různých velikostech, počtu vyšetření a osob, které se vyšetření účastní. [33]

3. ochrana doprovázejících a pomáhajících osob – platí pro osoby doprovázející vyšetřované osoby dobrovolně, zejména rodiče doprovázející děti. Ochrana se provádí zejména pomocí zástěr, případně rukavic, nejčastěji při přidržování dětí na skiagrafii. Doprovázející osoba je radiologickým asistentem poučena a podepisuje souhlas. [33]

4 METODIKA

Sběr dat, měření a dotazníkové šetření probíhalo v pražské fakulní nemocnici, která se dělí na dospělou a dětskou část. Z důvodu sběru dat jsem se zaměřila na dospělou část, na níž se nachází 13 sálů se skiagrafickým vybavením, 2 angiografické sály, 18 rentgenových přístrojů s C ramenem, 3 výpočetní tomografie, 1 mamograf, 2 magnetické rezonance 1,5 T, 1 magnetická rezonance 3 T, 14 stacionárních RTG přístrojů. Přístrojové vybavení oddělení je nejčastěji od výrobců Siemens, Philips a Toshiba. Na dospělé části pracoviště je přibližně 40 radiologických asistentů, z nichž přibližně 23 dochází na sály.

K měření jsem měla zapůjčené elektronické dozimetry, které jsou vidět na obrázku 2 a obrázku 3, a v tabulce 5 jsou uvedeny vybrané parametry těchto dozimetrů. Tyto dozimetry byly k dispozici na angiografickém sále, kde také docházelo k vyhodnocování $H_p(10)$.



Obrázek 2 Displej elektronického dozimetru



Obrázek 3 Elektronický dozimetr

Tabulka 5 Vybrané parametry osobního elektronického dozimetru DMC 2000 S [34] [35]

Vybrané parametry osobního elektronického dozimetru DMC 2000 S	
Rozsah měřitelné dávky Rozsah měřitelného dávkového příkonu	1 μ Sv až 10 Sv 0,1 μ Sv/h až 10 Sv/h
Linearita	< \pm 20 % až do 1 Sv/h < \pm 30 % až do 10 Sv/h
Přesnost	10 %, \pm 5 % odchylka
Energetický rozsah pro záření X a γ	50 keV až 6 MeV
Skladování	-30 °C až + 71 °C

Na angiografickém sále se kromě dozimetrů nacházelo také čtecí zařízení pro aktivaci dozimetru a jeho vyhodnocení. Čtecí zařízení zobrazovalo danou dávku z displeje dozimetru, stejně tak jako malý displej na dozimetru samém.

Na obrázku 4 vidíme čtecí zařízení z angiografického sálu, které bylo používáno k vyhodnocování $H_p(10)$.



Obrázek 4 Čtecí zařízení elektronického dozimetru

Měření jsem prováděla na dvou sálech. První sál jsem si vybrala jeden z pěti nejvíce vytěžovaných sálů na daném pracovišti – spondylochirurgický sál, a pro srovnání poté sál angiografický, na kterém se provádí více skiaskopie. Na každém z těchto sálů jsem byla přítomna pět dnů. Každého měření jsem se osobně zúčastnila.

V tabulce 6 jsou sledované parametry v rámci mého měření pro praktickou část bakalářské práce z angiografického a spondylochirurgického sálu.

Tabulka 6 Sledované parametry na angiografickém a spondylochirurgickém sále

	Angiografický sál	Spondylochirurgický sál
Počet monitorovaných pracovníků	6	7
Počet operací	21	14
Celková doba měření	5 dnů (17. 2 – 23. 2. 2021)	5 dnů (24. 2. – 2. 3. 2021)

Na spondylochirurgickém sále jsem byla přítomna u čtrnácti operací a na sále angiografickém jsem se účastnila 21 intervenčních výkonů.

Na spondylochirurgickém sále jsem zajišťovala, aby operační sestra a radiologický asistent ode mě před každou operací obdrželi zapůjčený elektronický dozimetr, který měli umístěný na olověné zástěře na referenčním místě, a poté jsem zapisovala data, která se týkala pacienta:

1. datum výkonu (pro snazší orientaci v systému);
2. pohlaví pacienta;
3. ročník pacienta;
4. přibližný začátek a konec výkonu (pro snazší orientaci v systému);
5. typ výkonu;
6. skiaskopický čas;
7. DAP.

Dále jsem zapisovala data týkající se pracovníka:

1. pohlaví pracovníka;
2. jméno pracovníka (pouze pro orientační účely vzhledem k výkonům);
3. $H_p(10)$ z dozimetru pracovníka.

Další měření probíhala na angiografickém sále, který byl vybrán pro srovnání, jelikož je taktéž velice vytížený, navíc zde na rozdíl od spondylochirurgického sálu převažuje skiaskopie, nikoliv skiografie. Na angiografickém sále jsem si počínala obdobně jako na sále spondylochirurgickém, ale dozimetr obdržely pouze sestry, jelikož radiologický asistent nebyl při výkonech na sále přítomen, a pracoval z ovládací místnosti. Data jsem sbírala stejná jako u spondylochirurgického sálu, taktéž pět dní, během kterých jsem byla přítomna u 21 výkonů.

Data o pohlaví pacientů, provedených výkonech a DAP z těchto dvou sálů jsem poté sbírala za rok 2020, pomocí informačního systému a DICOMu

(Digital Imaging and Communications in Medicine). Vedení pracoviště, kde probíhal sběr dat, mi poskytlo přístup k elektronickému provoznímu deníku za daný rok. Informace, které zde nebyly uvedeny, jsem poté dohledávala podle rodných čísel pacientů v DICOMu. Na angiografickém sále bylo dohromady 1213 vyšetření, z nichž jsem poté vyřadila neuskutečněné operace, chybové záznamy a nedohledatelné záznamy a zůstalo 1160 vyšetření. Data jsem sbírala přibližně dalších pět dní (jiný časový interval než v tabulce 6). Na spondylochirurgickém sále jsem si počínala obdobně, celkem jsem obdržela výpis s 791 operacemi, z nichž jsem vyřadila záznamy z výše popsanych důvodů, přičemž zůstalo 782 vyšetření. Sběr dat na tomto sále mi trval dalších 6 dní (jiný časový interval než v tabulce 6).

Dále jsem asistentům připravila dotazníkové šetření v elektronické podobě přes google formulář. Dotazník byl v elektronické podobě, protože pracovníci na něj mohli odpovědět v jakýkoliv čas, i mimo pracovní dobu, nehrozila ztráta vytištěných dotazníků a zároveň jsem měla průběžně přehled o počtu odpovědí. Pracovníci měli na vyplnění dotazníku pět dnů, z toho tři pracovní. Dotazník byl tvořený ze 14 otázek s předvolenými odpověďmi. Otázky se týkaly práce radiologického asistenta na sále. Většina otázek také obsahovala možnost vlastního vyjádření asistentů. Otázky se týkaly vzdělávání asistentů, radiační ochrany a ochranných pomůcek na sále a preferencí modalit. Dotazník byl rozeslán pomocí odkazu 23 asistentům docházejícím na sály, z čehož jsem obdržela plný počet odpovědí.

5 VÝSLEDKY

V této kapitole jsou popsány výsledky praktické části bakalářské práce, týkající se sběru vybraných dat za rok 2020 a monitorování pracovníků.

5.1 Sběr dat a monitorování pracovníků na operačních sálech

Tato podkapitola se zabývá popisem vybraného pracoviště (angiografický a spondylochirurgický sál), vybranými daty pacientů z těchto dvou sálů za rok 2020, a vybranými patientskými daty ve sledovaném období 5 dnů na sálech, spolu s výsledky měření $H_p(10)$ pracovníků na těchto sálech ve stejném období (5 dnů).

5.1.1 Popis vybraného pracoviště

Níže v textu se zabývám popisem dvou sálů, na kterých jsem sbírala data pacientů a monitorovala pracovníky.

Angiografický sál

Tento sál se nachází mezi ovládací místností, a místností, která tento sál spojuje s chodbou. V místnosti spojující sál s chodbou byly k dispozici materiály, například stříkačky do kontrastní pumpy. Operační místnost jako taková je oddělená zdmi s 30 mm barytu a dveřmi s 1 mm olova. Je zde několik skříní se zdravotnickým materiálem (např. katetry, dilatátory, stenty aj.), zároveň je zde pracovní deska pro sestru, případně pro radiologického asistenta, který zde může v případě potřeby připravovat kontrastní látku do pumpy. Dále se v místnosti nachází pohyblivý stůl pro pacienta, statické C rameno, které asistent před zákrokem sterilně zajišťuje, a které se ovládá od operačního stolu (tudíž C ramenem pohybují lékaři dle svých potřeb), a pohyblivé monitory. Dále pracoviště disponuje pojízdným ultrazvukem, který je používán na neinvazivní typy vyšetření jako biopsie jater. Dle zvyku pracoviště, dva lékaři (sterilně oblečení s olověnou zástěrou, límecem, dvěma páry chirurgických rukavic a chirurgickým pláštěm) stojí za operačním stolem na opačné straně místnosti proti oknu ovládací místnosti, vedle sebe na pravé straně mají instrumentační stolek s instrumentáři připraveným sestrou, která stojí po pravé straně stolku, poblíž výše zmíněné pracovní desky. Pokud je potřeba, pohybuje se sestra na sále, a na žádost lékaře připravuje zdravotnický materiál. Lékaři proti sobě mají monitory, které před výkonem nastavil radiologický asistent. Radiologický asistent se nejčastěji vyskytuje v ovládací místnosti, kde plní pokyny lékařů

týkající se frekvence snímání, ukládání a úpravy snímků, zároveň vybrané snímky zobrazuje na monitorech, pro lepší orientaci lékařů. Zároveň asistent v ovládací místnosti kontroluje žádanky, zapisuje do počítače údaje o pacientovi a dále informaci o dávce, kterou pacient obdržel. V případě, že by bylo nutné použít pumpu, kontrastní látku i pumpu chystá radiologický asistent. Většina zákroků probíhá s lokální anestezií. Jestliže je pacientem dítě nebo nespolupracující člověk, spolu s ním přijde i anesteziologický tým, který pacienta uspí, a po operaci probouzí.

Na obrázku 5 lze vidět angiografický sál s C ramenem, monitory a lůžkem pro pacienta.



Obrázek 5 Angiografický sál s C ramenem

Spondylochirurgický sál

Na spondylochirurgickém sále jsou dva vstupní filtry (pro muže a pro ženy), kde se zdravotnický personál převléká do sterilního nemocničního oblečení, včetně jednorázových operačních čepic. V předsáli jsou tři umyvadla s mýdlem i dezinfekcí, a zároveň je zde věšák na olovené zástěry, některé ve vlastnictví konkrétních pracovníků, jiné pro návštěvy. Dále jsou v předsáli také operační čepice. Na sál tedy vstupují všichni ve sterilním oděvu, s operační čepicí, olovenou zástěrou a vydezinfikovanými rukama, a osobními dozimetry. Na sále jsou dva lékaři proti sobě u stolu, každý lékař má dva páry chirurgických rukavic a chirurgický plášť. Taktéž tam jsou dvě sestry, z čehož operační

sestra (také s chirurgickým pláštěm a rukavicemi) i instrumentační stolek jsou vždy na straně hlavního operátora, druhá sestra zajišťuje zdravotnický materiál potřebný během operace. Radiologický asistent před operací připraví z vedlejší místnosti C rameno (výjimečně O rameno) vyhrazené tomuto sálu, zapíše pacienta do systému, a čeká na pokyn od lékaře. Ve chvíli pokynu zajistí sterilně spolu s druhou sestrou C rameno a nastavuje ho nad operovanou oblast. Podle požadavků lékařů snímkuje. U hlavy pacienta po celou dobu operace sedí anesteziolog a anesteziologická sestra, kteří zajišťují usnutí pacienta na sále, během operace hlídají jeho životní funkce, a po operaci pacienta probouzejí. Na obrázku 6 lze vidět spondylochirurgický sál s jeho vybavením na anestezii, C ramenem, operačními stoly.



Obrázek 6 Spondylochirurgický sál s C ramenem

Na obrázku 7 lze vidět C rameno ze spondylochirurgického sálu a na obrázku 8 je méně užívané O rameno.



Obrázek 7 C rameno na spondylochirurgickém sále



Obrázek 8 O rameno na spondylochirurgickém sále

5.1.3 Sledovaná data pacientů za rok 2020

V této podkapitole jsou popsána a graficky znázorněna data z angiografického a spondylochirurgického sálu z roku 2020, a to počet vyšetřených pacientů rozdělených dle pohlaví a věku, rozdělení vyšetření podle oblasti zájmu a dle hodnot DAP při vybraných typech vyšetření.

Angiografický sál

V tabulce 7 můžeme vidět souhrnné počty vyšetření z angiografického sálu za rok 2020.

Tabulka 7 Celkový počet vyšetření rozdělený dle pohlaví na angiografickém sále za rok 2020

Celkový počet vyšetření	Počet mužů	Počet žen
1160	726	434

Z tabulky 7 je patrné, že v roce 2020 převažovala na angiografickém sále vyšetření mužů.

Sebraná data za rok 2020 jsem roztrídila. Vyšetření cév jsem si rozdělila podle částí těla, kde se tyto cévy nachází. Některé výkony zahrnovaly najednou více oblastí těla (např. páteř, hlava). Tabulka 8 nám znázorňuje četnosti vyšetření rozdělených dle oblastí a pohlaví na angiografickém sále za rok 2020. V tabulce máme zvlášť výkony na jednotlivých končetinách (např. pravá dolní končetina), a zvlášť výkony obou končetin v rámci jednoho zákroku (dolní končetiny).

Tabulka 8 Průměrné, maximální a minimální DAP rozlišené dle oblastí vyšetření za rok 2020.

Oblast vyšetření	Celková četnost	Počet mužů	Počet žen
Pravá dolní končetina	193	131	62
Levá dolní končetina	188	134	54
Břicho	146	86	60
Pánev	132	98	34
Hlava	121	53	68
Perkutánní transluminální cholangiografie (PTC)	99	65	34
Levá horní končetina	64	38	26
Krk	52	26	26
Hrudník	41	21	20
Páteř	41	18	23
Pravá horní končetina (PHK)	34	22	12
Dolní končetiny	12	9	3
Pánev, dolní končetiny	9	6	3
Břicho, pánev, dolní končetiny	5	4	1
Hlava, krk	5	3	2
Horní končetiny, hlava, krk	4	2	2
Břicho, dolní končetiny	4	3	1
Jícen	3	2	1
Páteř, hlava	2	1	1
Krk, páteř	1	1	0
Hrudník, krk,	1	1	0
Krk, hrudník	1	1	0
Hrudník, krk, PHK	1	0	1
Horní končetiny	1	1	0

Nejvíce vyšetřovanými oblastmi u mužů v roce 2020 byly oblastí pravé a levé dolní končetiny, ženy spíše podstupovaly zákroky hlavy, pravé dolní končetiny a břicha.

U jednotlivých oblastí, vyšetřovaných za rok 2020, jsou v tabulce 9 stanoveny hodnoty průměrné, maximální a minimální DAP.

Tabulka 9 Průměrné, maximální a minimální DAP dle oblasti vyšetření v roce 2020 na angiografickém sále

Oblast vyšetření	Četnost	Minimální DAP [Gy · cm ²]	Maximální DAP [Gy · cm ²]	Průměrné DAP [Gy · cm ²]	Směrodatná odchylka
Pravá dolní končetina	193	2,28	550,62	27,64	51,9
Levá dolní končetina	188	0,12	1225,34	42,09	107,3
Břicho	146	3,55	1312,27	198,02	230,5
Pánev	132	1,34	634,08	81,89	152
Hlava	121	0,32	304,89	53,47	45,2
PTC	99	2,76	385,17	38,20	51,5
Levá horná končetina	64	0,12	35,14	6,68	7,2
Krk	52	0,99	211,80	43,49	67,32
Hrudník	41	0,12	893,88	124,06	192
Páteř	41	10,55	725,88	190,49	192,2
Pravá horní končetina	34	0,08	55,44	12,47	27,3
Dolní končetiny (DK)	12	12,00	284,54	80,24	81,7
Pánev, DK	9	43,47	230,58	105,41	58,5
Břicho, pánev, DK	5	95,57	461,34	219,47	161,6
Hlava, krk	5	51,77	139,33	86,15	32,8
Břicho, DK	4	69,11	87,69	78,40	61,1
HK, Hlava, krk	4	19,48	82,45	50,97	39
Jícen	3	11,25	11,25	11,25	7,2
Páteř, hlava	2	65,69	95,69	80,69	21,2
Horní končetiny	1	14,86	14,86	14,86	0
Hrudník, krk,	1	54,11	54,11	54,11	0
Hrudník, krk, PHK	1	7,97	7,97	7,97	0
Krk, páteř	1	9,83	9,83	9,83	0
Krk, hrudník	1	15,80	15,80	15,80	0

Nejnižší hodnoty DAP můžeme vidět u pravé dolní končetiny a nejvyšší DAP u vyšetření břicha.

Tabulka 10 představuje četnosti pacientů dle intervalů ročníků narození.

Tabulka 10 Četnost vyšetření dle ročníků narození a pohlaví na angiografickém sále za rok 2020

Intervaly ročníků pacientů	Počet pacientů dle ročníku narození	Počet mužů	Počet žen
<1920;1930)	16	5	12
<1930;1940)	106	47	59
<1940;1950)	330	209	121
<1950;1960)	281	197	84
<1960;1970)	132	91	41
<1970;1980)	85	47	38
<1980;1990)	57	34	23
<1990;2000)	43	22	21
<2000;2010)	81	59	22
<2010;2020]	29	16	13

Nejvíce vyšetření bylo provedeno u pacientů narozených mezi 1940 – 1949 a 1950 – 1959. Nejméně zákroků na angiografickém sále v roce 2020 podstoupili pacienti v intervalu ročníků 1920 – 1929.

Spondylochirurgický sál

Tabulka 11 zobrazuje počty vyšetření rozdělených dle pohlaví ze spondylochirurgického sálu za rok 2020.

Tabulka 11 Celkový počet pacientů rozdělený dle pohlaví na spondylochirurgickém sále za rok 2020

Celkový počet vyšetření	Počet mužů	Počet žen
782	411	371

Z tabulky 11 je zřejmé, že převažovala na spondylochirurgickém sále v roce 2020 vyšetření mužů.

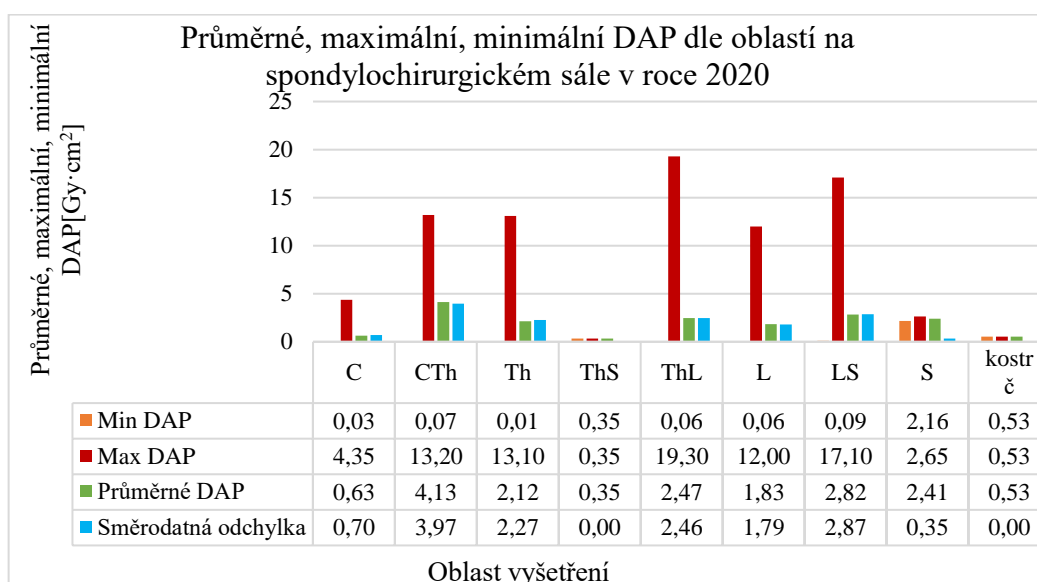
Tabulka 12 znázorňuje četnost operací, které jsou rozdělené do skupin dle oblastí a pohlaví. Tato data znázorňují činnost spondylochirurgického sálu za rok 2020. V tabulce jsou použité zkratky pro části těla – krční páteř (C), krční + hrudní páteř (CTh), hrudní (Th), hrudní + bederní (ThL), bederní (L), bederní + křížová kost (LS), křížová kost (S), hrudní + křížová (ThS).

Tabulka 12 Četnost vyšetření dle oblastí a pohlaví na spondylochirurgickém sále za rok 2020

Oblast vyšetření	Celková četnost	Počet mužů	Počet žen
C	212	116	96
CTh	12	7	5
Th	99	54	45
ThS	1	0	1
ThL	136	68	68
L	174	87	87
LS	145	79	66
S	2	0	2
kostrč	1	0	1

Z dat vyplývá, že u mužů i žen nejvíce převládají operace krční a bederní páteře, nejméně jsou zastoupeny operace kostrče, křížové kosti a hrudní páteře s křížovou kostí.

Na obrázku 9 máme hodnoty DAP rozlišené dle oblastí operací za rok 2020.



Obrázek 9 Průměrné, maximální, minimální DAP dle oblastí na spondylochirurgickém sále v roce 2020

Nejvyšší hodnotu DAP můžeme vidět u oblasti thoracolumbální, z průměrných hodnot DAP byla nejvyšší hodnota v oblasti cervicothoracální. Nejnižší hodnotu DAP vidíme v oblasti hrudní.

Tabulka 13 znázorňuje pacienty rozdělené dle ročníků narození a pohlaví na spondylochirurgickém sále za rok 2020.

Tabulka 13 Četnost pacientů dle ročníku narození a pohlaví na spondylochirurgickém sále

Ročník pacienta	Počet pacientů dle ročníku	Počet mužů	Počet žen
<1929; 1939)	11	7	4
<1939; 1949)	81	43	38
<1949; 1959)	151	89	62
<1959; 1969)	134	73	61
<1969; 1979)	142	58	84
<1979; 1989)	108	58	50
<1989; 1999)	67	42	25
<1999;2009)	70	31	39
<2009;2019>	18	10	8

Nejvíce vyšetření podstoupilo v roce 2020 na spondylochirurgickém sále pacientů narozených v letech 1949 – 1958, nejméně podstoupilo pacient narozených 1929 – 1938.

5.1.3 Sběr dat v průběhu měření na angiografickém a spondylochirurgickém sále

Tato podkapitola se zabývá sledovanou skupinou pacientů v rámci časového období, ve kterém probíhalo monitorování pracovníků a dále výsledky z monitorování pracovníků na sálech (angiografickém a spondylochirurgickém) pomocí elektronického dozimetru.

Sběr dat pacientů během měření na angiografickém sále

Tabulka 14 znázorňuje počet vyšetřených mužů a žen z angiografického sálu za pět dnů měření 17. 2. – 23. 2. 2021.

Tabulka 14 Celkový počet vyšetření dle pohlaví na angiografickém sále za pět dnů

Celkový počet vyšetření	Počet mužů	Počet žen
21	18	3

Z tabulky vyplývá, že za monitorované období bylo vyšetřeno šestkrát více mužů než žen.

V tabulce 15 máme informace o pacientech vyšetřených během monitorovacího období na angiografickém sále rozdělené dle pohlaví a věku.

Tabulka 15 Četnost pacientů dle pohlaví a věku na angiografickém sále za pět dnů

Věkové intervaly pacienta [rok]	Počet mužů	Počet žen
<10;20)	4	0
<20;30)	0	0
<30;40)	1	0
<40;50)	2	0
<50;60)	0	0
<60;70)	5	1
<70;80)	4	2
<80;90)	2	0

Z tabulky vyplývá, že nejvíce pacientů podstupujících vyšetření během sledovaného období 17. 2. – 23. 2. 2021 bylo nad 60 let, mužů bylo konkrétně nejvíce ve věku 60 – 70 let, žen bylo nejvíce ve věku 70 – 80 let.

V tabulce 16 můžeme vidět minimální, maximální a průměrný věk pacientů rozdělený dle pohlaví, za období mého měření na angiografickém sále.

Tabulka 16 Průměrný, minimální a maximální věk dle pohlaví na angiografickém sále

	Muži	Ženy
Průměrný věk	53	71
Směrodatná odchylka	27,7	6,1
Maximální věk	84	76
Minimální věk	16	64

Z tabulky vyplývá, že průměrný věk byl vyšší u žen. Nejmladšímu pacientovi bylo 16 let (muž), nejstaršímu pacientovi bylo 84 let (muž).

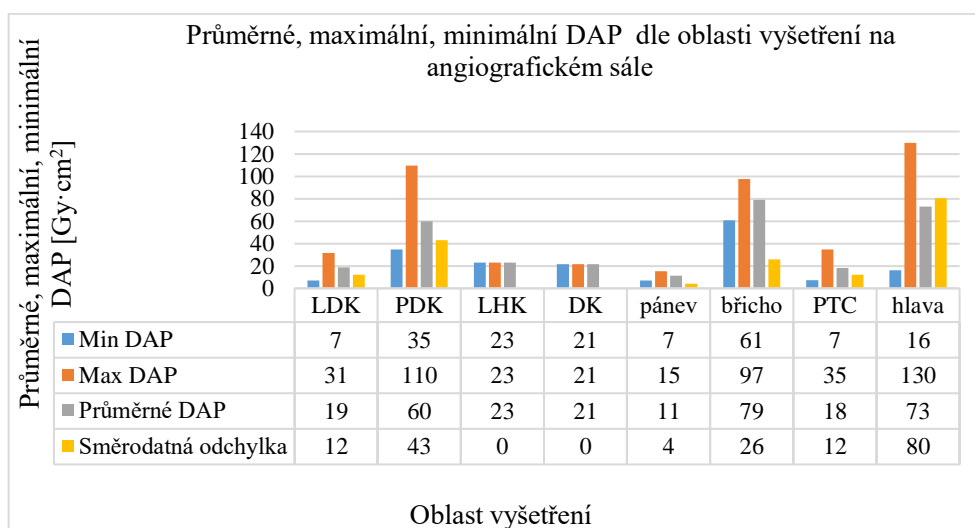
Tabulka 17 zobrazuje četnost vyšetření rozdělených podle oblastí těla a pohlaví pacient. V tabulce jsou použité zkratky pro části těla – obě dolní končetiny (DK) v rámci jednoho zákroku a perkutánní transhepatální cholangiografie (PTC). Pravá horní končetina nebyla během sledovaného období 17. 2. – 23. 2. 2021 vyšetřována.

Tabulka 17 Četnosti vyšetření dle oblastí a pohlaví na angiografickém sále za pět dnů

Oblast vyšetření	Celková četnost	Počet mužů	Počet žen
Levá dolní končetina	3	3	0
Pravá dolní končetina	4	3	1
Levá horní končetina	1	0	1
DK	1	1	0
Pánev	4	4	0
Břicho	2	2	0
PTC	4	3	1
Hlava	2	2	0

Nejvíce početná byla vyšetření pravé dolní končetiny (PDK), pánve a perkutánní transhepatální cholangiografie (PTC). U mužů, kterých bylo šestkrát více než žen, převládalo vyšetření pánve.

Na obrázku 10 můžeme vidět hodnoty DAP za 5 dní na angiografickém sále, které jsou rozdělené podle oblastí těla, na kterých byl zákrok proveden. V obrázku 10 jsou použité zkratky pro části těla – levá dolní končetina (LDK), pravá dolní končetina (PDK), levá horní končetina (LHK), obě dolní končetiny (DK) v rámci jednoho zákroku, perkutánní transhepatální cholangiografie (PTC).



Obrázek 10 Průměrné, maximální, minimální DAP dle oblastí vyšetření na angiografickém sále

Z pohledu průměrných hodnot DAP za monitorované období 17. 2. – 23. 2. 2021, byla nejvyšší hodnota DAP v oblasti hlavy, nejnižší DAP v oblasti levé dolní končetiny, pánve a PTC.

Monitorování pracovníků na angiografickém sále

Na angiografickém sále se během pěti dnů měření střídalo 6 sester, které byly měřeny pomocí elektronického dozimetru. Sestra 2 byla měřená dvakrát, jednou jí byl naměřen nenulový $H_p(10)$ o hodnotě 0,003 mSv. Sestra 3 byla měřena pětkrát, z čehož dvakrát jí byl naměřen nenulový $H_p(10)$ o hodnotě 0,001 mSv a 0,002 mSv. Sestra 4 byla měřena šestkrát, jednou jí byl naměřen nenulový $H_p(10)$ o hodnotě 0,002 mSv. Sestry 1 a 5 byly monitorovány třikrát, sestra 6 dvakrát, a všem třem sestřím byly naměřeny nulové hodnoty $H_p(10)$. Tabulka 18 zobrazuje četnosti hodnot mnou naměřeného $H_p(10)$ na angiografickém sále za 5 dní.

Tabulka 18 Četnost naměřených $H_p(10)$ na angiografickém sále

Četnost $H_p(10)$	17	1	2	1
Naměřené $H_p(10)$ [mSv]	0	0,001	0,002	0,003

Sběr dat pacientů během měření na spondylochirurgickém sále

Tabulka 19 znázorňuje počty vyšetření z mnou vybraného spondylochirurgického sálu za pět dnů měření 24. 2. – 2. 3 2021.

Tabulka 19 Celkový počet vyšetření dle pohlaví na spondylochirurgickém sále za pět dnů

Celkový počet vyšetření	Počet mužů	Počet žen
14	8	6

Z tabulky 19 plyne, že za monitorovací období bylo vyšetřováno více mužů než žen (u mužů byly provedeny o 2 vyšetření více než u žen)

V tabulce 20 je znázorněný počet pacientů v období mého monitorování na spondylochirurgickém sále rozlišený podle věku a pohlaví.

Tabulka 20 Četnost pacientů dle pohlaví a věku na spondylochirurgickém sále za pět dnů

Věkový interval pacienta [rok]	Počet mužů	Počet žen
<10;20)	2	0
<20;30)	1	1
<30;40)	1	0
<40;50)	0	1
<50;60)	1	2
<60;70)	3	1
<70;80)	0	1

Z tabulky 20 vyplývá, že nejvíce zastoupená věková kategorie u mužů za období monitorování sálu, je kategorie 60 – 70 let, u žen je to kategorie 50 – 60 let.

V tabulce 21 je znázorněný průměrný, minimální a maximální věk pacientů podle pohlaví.

Tabulka 21 Průměrný, minimální a maximální věk dle pohlaví na spondylochirurgickém sále

	Muži	Ženy
Průměrný věk	43	54
Směrodatná odchylka	2, 2	1, 9
Minimální věk	17	26
Maximální věk	69	73

Z tabulky vyplývá, že maximální věk pacientů za období monitorování sálu byl u žen (73 let), a minimální věk u mužů (17 let). Průměrný věk byl vyšší u žen (54 let) než u mužů (43 let).

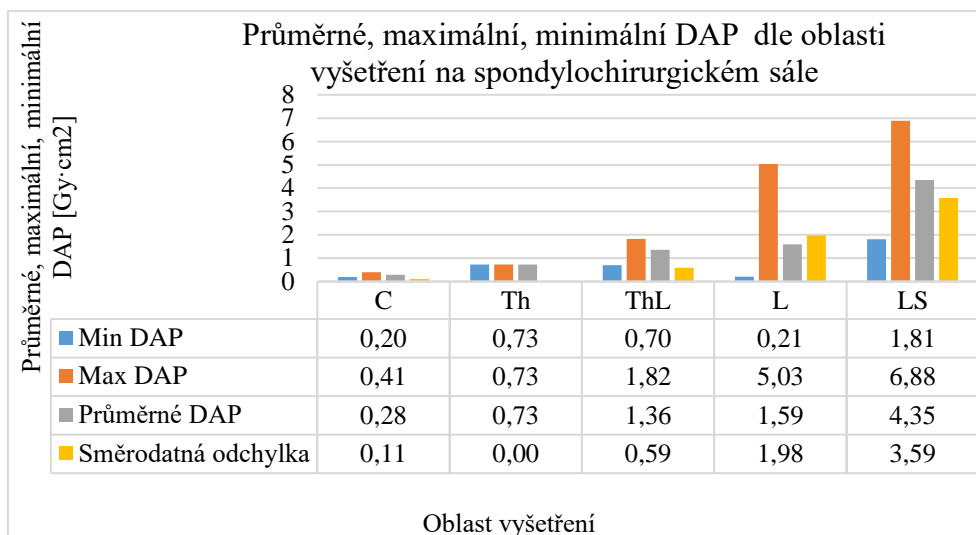
Tabulka 22 nám znázorňuje četnost vyšetření podle oblastí a pohlaví pacientů.

Tabulka 22 Četnost vyšetření dle oblasti a pohlaví na spondylochirurgickém sále

Oblasti vyšetření	Celková četnost	Počet mužů	Počet žen
C	3	1	2
Th	1	0	1
ThL	3	2	1
L	5	3	2
LS	2	2	0

Tabulka vypovídá, že nejvíce zastoupené vyšetření ve sledovaném období pěti dnů bylo v oblasti bederní páteře, které podstoupilo 5 pacientů (3 muži a 2 ženy).

Obrázek 11 je zobrazením hodnot DAP rozlišených podle vyšetřovaných oblastí.



Obrázek 11 Průměrné, maximální, minimální DAP dle oblasti vyšetření na spondylochirurgickém sále

Hodnoty nejvyššího průměrného a maximálního DAP jsou z operací lumbosakrální páteře. Nejnižší hodnota DAP je z operace krční a bederní páteře.

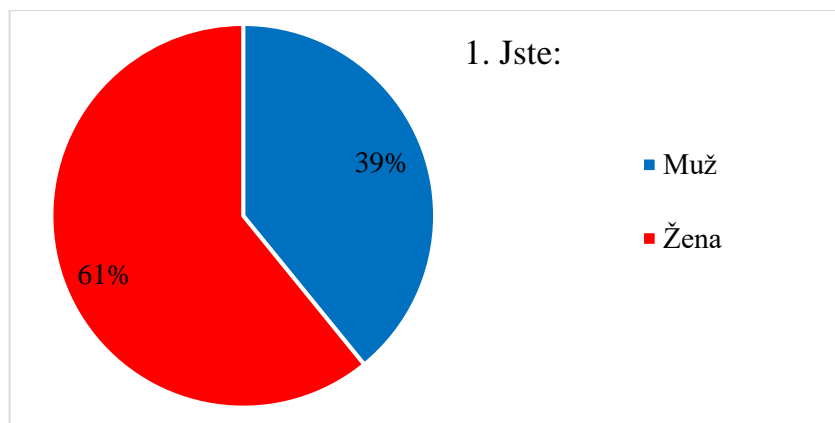
Monitorování pracovníků na spondylochirurgickém sále

Ve sledovaném období 24. 2 – 2. 3. 2021 se na spondylochirurgickém sále střídali dva radiologičtí asistenti a pět operačních sester. RA 1 byl monitorován jedenáctkrát, RA 2 třikrát. Sestry 2, 3 a 5 byly monitorovány dvakrát, sestry 1 a 4 byly monitorovány čtyřikrát. Oba radiologičtí asistenti i všechny sestry obdrželi nulovou hodnotu $H_P(10)$.

5.2 Dotazníkové šetření

V této kapitole se zabývám výsledky dotazníkového šetření mezi radiologickými asistenty na mnou vybraném pracovišti.

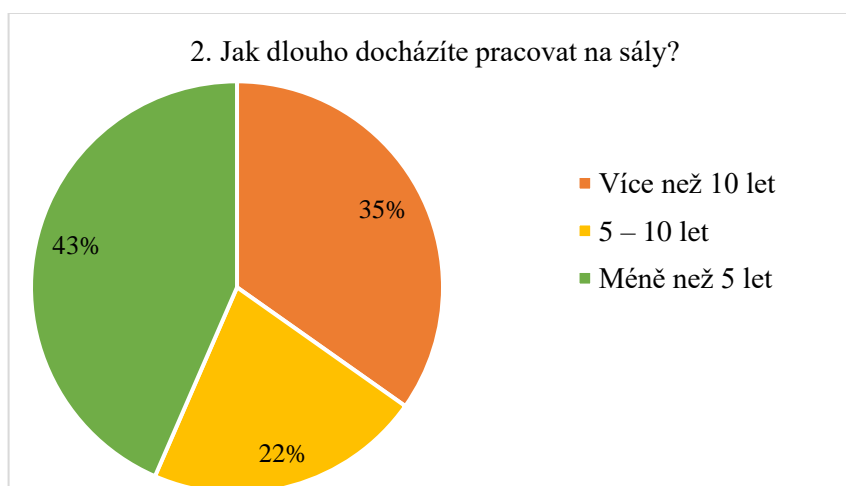
Na obrázku 12 lze vidět vyhodnocení první otázky zabývající se pohlavím respondentů.



Obrázek 12 Pohlaví respondentů

Na obrázku 12 můžeme vidět, že žen je mezi radiologickými asistenty 61 % (14 pracovníků).

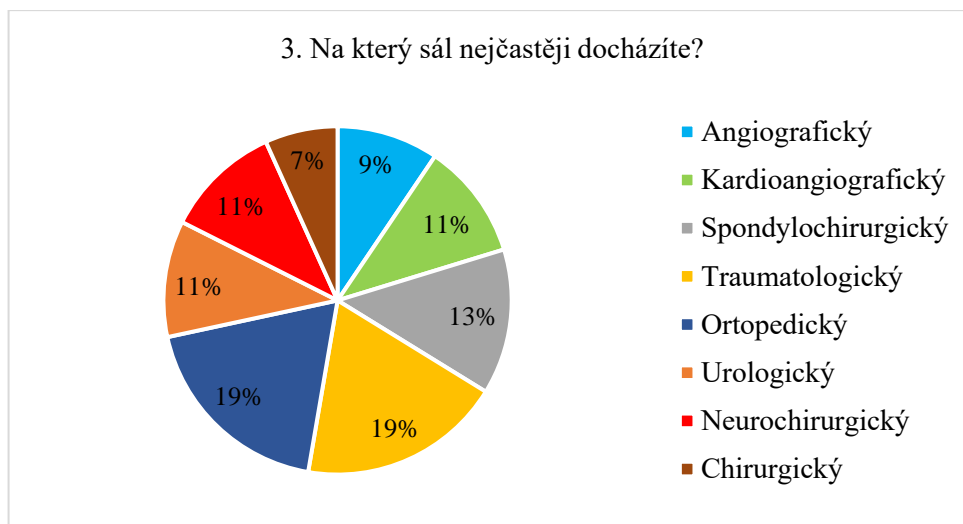
Obrázek 13 zobrazuje, jak dlouho dotazovaní asistenti docházejí na operační sály.



Obrázek 13 Praxe asistentů na sálech

Z obrázku 13 vyplývá, že nejvíce respondentů (10 pracovníků), docházelo na operační sály méně než pět let, druhá nejpočetnější skupina (8 osob) docházela na sály naopak delší dobu než 10 let. Nejméně respondentů docházelo na operační sály 5 – 10 let (5 respondentů).

V otázce 3 byli respondenti tázáni, na které sály dochází nejčastěji. Pracovníci měli možnost zvolit více odpovědí. Vyhodnocení je na obrázku 14.



Obrázek 14 Znárodnění sálů, na kterých respondenti nejčastěji pracují

Na obrázku 14 můžeme vidět, že nejčastěji respondenti dochází na traumatologický (14 osob), ortopedický (14 pracovníků) a spondylochirurgický sál (10 osob), naopak nejméně chodí na sál chirurgický (5 pracovníků).

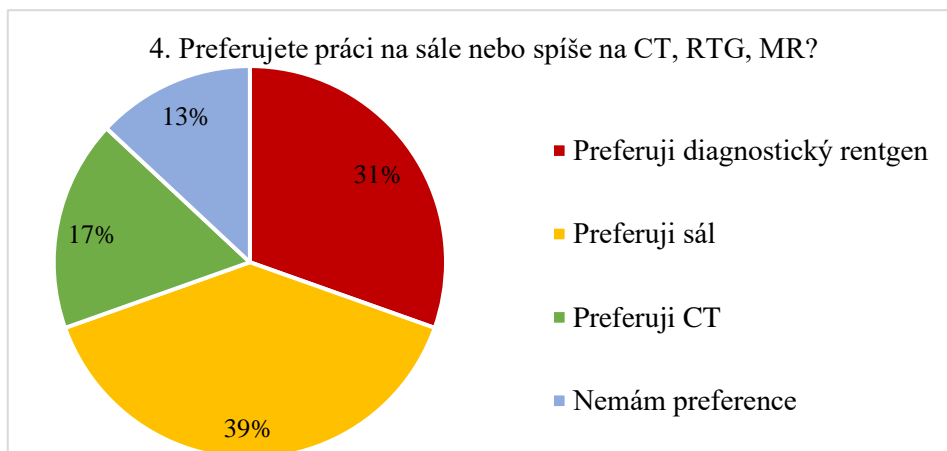
V tabulce 23 jsou znázorněny kombinace odpovědí na otázku 3, a počty pracovníků, kteří tyto kombinace volili.

Tabulka 23 Četnosti kombinací volených odpovědí na otázku 3

3. Na který sál nejčastěji docházíte?	
Počet	Odpověď
2	Traumatologický, ortopedický, neurochirurgický, chirurgický
1	Traumatologický, ortopedický, urologický, neurochirurgický
2	Spondylochirurgický, traumatologický, ortopedický, urologický, neurochirurgický
1	Angiografický, traumatologický, ortopedický, urologický, chirurgický
2	Angiografický, spondylochirurgický, traumatologický, ortopedický, urologický, neurochirurgický, chirurgický
1	Kardioangiografický, spondylochirurgický, traumatologický, ortopedický, urologický, neurochirurgický
1	Angiografický, kardioangiografický
1	Spondylochirurgický, ortopedický
1	Spondylochirurgický, traumatologický
2	Spondylochirurgický, traumatologický, ortopedický
1	Angiografický, traumatologický, ortopedický
1	Kardioangiografický, spondylochirurgický, traumatologický, ortopedický, urologický

5 pracovníků zvolilo pouze kardioangiografický sál, 2 pracovníci pouze sál angiografický. Zbytek pracovníků volil různé kombinace sálů (tabulka 24).

Na obrázku 15 vidíme preferované modality pracovníků na vybraném pracovišti radiodiagnostiky. Pracovníci poté měli možnost se vyjádřit, proč mají v oblibě danou modalitu. Vyhodnocení těchto odpovědí je v tabulkách 24 až 26.



Obrázek 15 Preferované modality respondentů

Nejvíce preferované jsou operační sály (9 pracovníků), druhou nejpopulárnější modalitou je mezi oslovenými pracovníky diagnostický rentgen (7 pracovníků).

V rámci otázky 4 byli pracovníci, kteří preferovali diagnostický rentgen tázáni, z jakých důvodů vychází jejich preference. V tabulce 24 jsou odpovědi respondentů.

Tabulka 24 Důvody preference diagnostického rentgenu

Proč preferujete diagnostický rentgen?	
Pracovník	Odpověď
1	Jsem si více jistý při práci
2	Ze sálů bývám mnohem více unavená než ze skiagrafie
3	Oceňuji více pohybu a volnou ruku při rozhodování
4	Oceňuji více pohybu i více práce
5 a 6	Mám rád klidnější prostředí
7	Baví mě skiagrafie, hlavně při urgentních výkonech, pro svou variabilitu, svižnost provozu a možnost zapojení kreativity

V tabulce 24 jsou vidět uvedené výhody jako jistota při práci, více pohybu a volnější ruka při rozhodování, klidnější prostředí a další.

V rámci téže otázky (otázka 4) respondenti komentovali z jakých důvodů preferují CT. V tabulce 25 jsou odpovědi respondentů.

Tabulka 25 Důvody preference CT

Proč preferujete CT?	
Pracovník	Odpověď
1	Zajímavější práce
2	Větší pracovní pestrost
3	Je to smysluplnější a odbornější práce
4	Osobně mě momentálně nejvíce baví

Mezi obdržnými komentáři byly důvody jako zajímavost, pestrost a odbornost této modalitty.

V neposlední řadě se v této 4. otázce pracovníci vyjadřovali, z jakých důvodů preferují sály. V tabulce 26 jsou zobrazeny důvody respondentů.

Tabulka 26 Důvody preference sálu

Proč preferujete sál?	
Pracovník	Odpověď
1	Kardioangiografie je pro mě nejvíce zajímavá část radiodiagnostiky
2	Preferuji sál kvůli týmové práci
3	Sál je rušnější a je zde více akce
4	Vždy mě zajímala chirurgie a operační sály
5	Velmi mě to baví
6	Práce je zajímavá a různorodá a jsem součástí operačního týmu
7	Více akce, stále nové situace, které se musí řešit na místě
8 a 9	Preferuji angiografický sál

Respondenti uváděli, že operační sály preferují pro akčnost, zajímavost, různorodost práce a týmovou práci, zároveň někteří uvedli jako důvody konkrétní sály, nejvíce angiografický sál, ale také sál kardioangiografický a chirurgický.

V tabulce 27 jsou zvolené odpovědi pracovníků na otázku 5, která se zabývala střídáním pracovníků mezi modalitami a sály.

Tabulka 27 Střídání pracovníků mezi operačními sály a zobrazovacími modalitami

5. Jak často se střídáte mezi sály a jinými zobrazovacími modalitami na pracovišti (CT, MR, RTG)?	
Počet	Předvolená odpověď
6x	Po týdnu
0	Po měsíci
1x	Chodím na sál pouze 1-2 do měsíce
0	Chodím na sál pouze 1-2 ročně

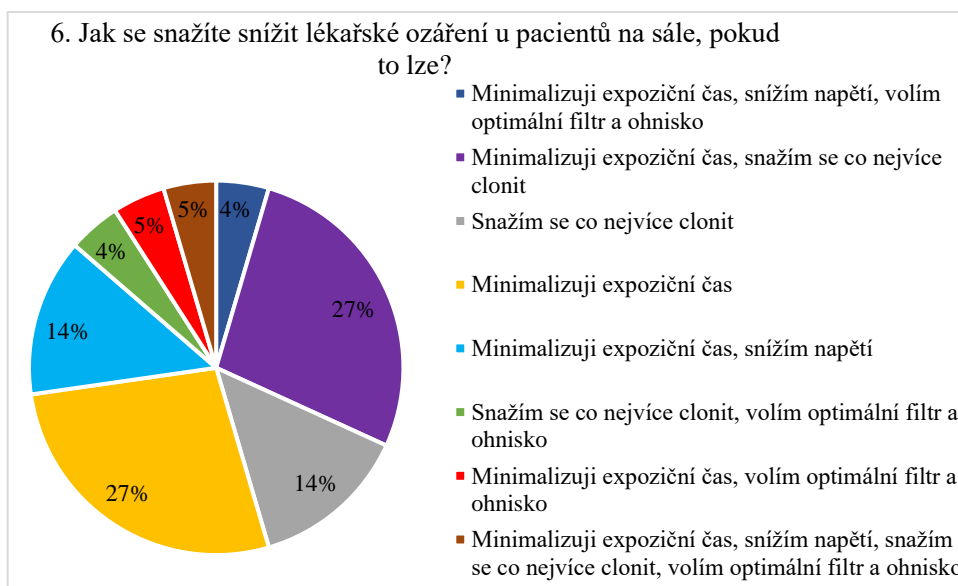
V tabulce 27 byla nejpočetněji zvolená (6 osob) odpověď střídání po týdnu. Ostatní odpovědi pracovníci téměř nevolili, měli ovšem možnost využít vlastní komentář, což je zobrazené v tabulce 28.

Tabulka 28 Střídání na pracovišti - komentáře pracovníků

5. Jak často se střídáte mezi operačními sály a jinými zobrazovacími modalitami na pracovišti (CT, MR, RTG)?	
Počet	Komentované odpovědi
5x	Denně
1x	Chodím na sál 3 - 4x za měsíc
5x	1 - 3x týdně jsem na sále
1x	Převážně jsem na sále
1x	Jsem jen na sále
3x	Různě, podle potřeby a rozpisu.

Nejvíce komentářů vypovídá o častém střídání pracovníků. Nejvíce pracovníků (5 pracovníků) napsalo, že se střídají mezi modalitami na denní bázi, stejný počet pracovníků (5 pracovníků) odpovídal, že asistenti jsou na sále 1 – 3x týdně.

Na obrázku 16 jsou zobrazeny výsledky zvolené odpovědi respondentů, na otázku 6, která se zabývá možnostmi snížení lékařského ozáření u pacientů. V otázce bylo možné zvolit více odpovědí.



Obrázek 16 Možnosti snížení lékařského ozáření

6 respondentů volilo kombinaci odpovědí: minimalizaci expozičního času a clonění. Dalších 6 pracovníků volilo pouze minimalizaci expozičního času.

Respondenti mohli v otázce 6 volit více odpovědí, v tabulce 29 jsou shrnuty celkové počty (z 22 pracovníků) u jednotlivých nabízených možností snížení lékařského ozáření.

Tabulka 29 Celkové počty u jednotlivých nabízených možností snížení lékařského ozáření.

6. Jak se snažíte snížit lékařské ozáření u pacientů na sále, pokud to lze?		
Počet odpovědí	Procentuální zastoupení	Předvolená odpověď
18	78,3 %	Minimalizuji expoziční čas
5	21,7 %	Snížím napětí
11	47,8 %	Snažím se co nejvíce clonit
4	17,4 %	Volím optimální filtr a ohnisko

Z tabulky je patrné, že nejvíce respondentů (78,3 %) se snaží eliminovat lékařské ozáření pomocí snížení expozičního času, další často zvolený způsob je clonění, které zvolilo 47,8 % pracovníků.

Dále pracovníci měli možnost k otázce 6 na snížení lékařského ozáření doplnit komentář. Komentáře 4 pracovníků jsou zobrazeny v tabulce 30.

Tabulka 30 Komentáře respondentů k otázce 6.

6. Jak se snažíte snížit lékařské ozáření u pacientů na sále, pokud to lze?	
Pracovník	Odpověď
1	Používám pulzní režim
2	Volím přednastavený režim Low Dose
3	Exponuji na ¼ dávky během celé operace, na vyžádání lékaře (když chce kvalitnější snímky) zvýším na ½ dávky, případně celou dávku
4	Na kardioangiografickém sále tyto věci řeší lékař, který je na sále

Z tabulky vyplývá, že respondenti dále používají přednastavené režimy, které snižují dávku pacientovi. Pracovník 4 jediný nevolil žádnou odpověď, pouze komentoval.

V tabulce 31 jsou zobrazeny zvolené kombinace přednastavených odpovědí pracovníků na otázku 7, která se zabývala pracovní náplní radiologického asistenta na operačních/intervenčních sálech. Pracovníci měli možnost zvolit více odpovědí.

Tabulka 31 Kombinace odpovědí pracovníků na otázku 7

7. Jaké vykonáváte na sále úkony kromě skiografie/skiaskopie?	
Počet	Kombinace odpovědí
19	Kontrola žádanky a zápis pacienta do systému, manipulace s přístrojem, nastavení monitorů před zákrokem, dezinfekce přístroje
1	Kontrola žádanky a zápis pacienta do systému, nastavení monitorů před zákrokem, dezinfekce přístroje
1	Kontrola žádanky a zápis pacienta do systému, manipulace s přístrojem, nastavení monitorů před zákrokem, zkouška provozní stálosti, dezinfekce přístroje
1	Kontrola žádanky a zápis pacienta do systému, manipulace s přístrojem, dezinfekce přístroje

Nejvíce pracovníci volili kombinaci odpovědí: kontrola žádanky a zápis pacienta, manipulace s přístrojem, nastavení monitorů před zákrokem a dezinfekce přístroje (83 %). Ostatní kombinace odpovědí byly zvolené jednou.

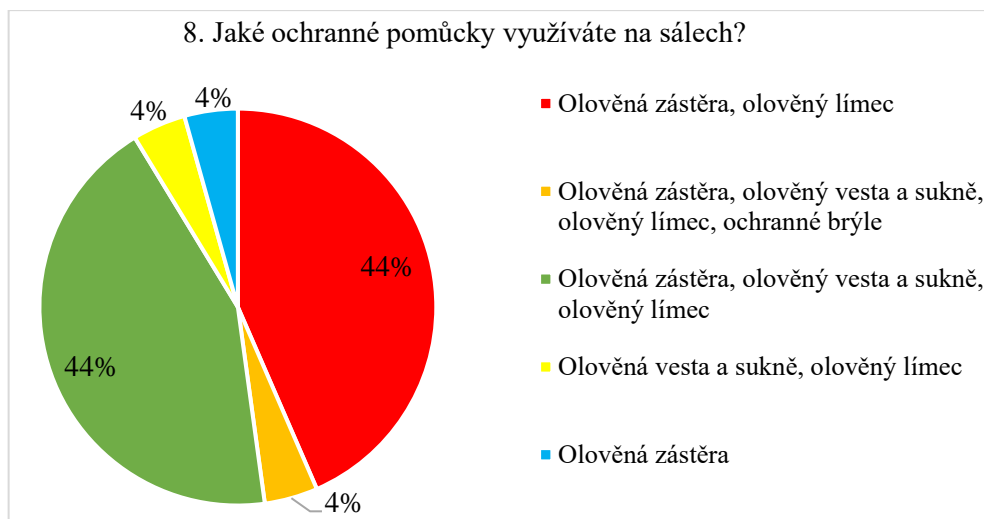
V tabulce 32 jsou poté souhrnné počty jednotlivých zvolených odpovědí na otázku 7.

Tabulka 32 Počty odpovědí RA na úkony na sále

7. Jaké vykonáváte na sále úkony kromě skiografie/skiaskopie?	
Počet	Předvolená odpověď
23	Kontrola žádanky a zápis pacienta do systému
22	Manipulace s přístrojem
22	Nastavení monitorů před zákrokem
1	Zkouška provozní stálosti
Komentovaná odpověď	2 Asistence sálové sestře (sterilní povlékání, dolévání roztoků aj.)

Všichni respondenti zvolili odpověď „kontrola žádanky a zápis pacienta do systému“, 95, 6 % respondentů poté volilo odpovědi „manipulace s přístrojem“ a „nastavení monitorů před zákrokem“. V tabulce 32 je zobrazen kromě četností volených odpovědí také doplňující komentář, ve kterém dva dotazovaní popisují asistenci sálové sestře jako další prováděný úkon na sále.

Na obrázku 17 jsou poté pracovníky zvolené kombinace přednastavených odpovědí na otázku na 8, která se týkala využívání ochranných pomůcek na sálech. Pracovníci měli možnost zvolit více odpovědí.



Obrázek 17 Používané ochranné pomůcky

Z obrázku 17 je patrné, že nejvíce byly voleny tyto kombinace volených odpovědí:

1. olověná zástěra a olověný límec (10 odpovědí)
2. olověná zástěra, olověná vesta a sukně a olověný límec (10 odpovědí).

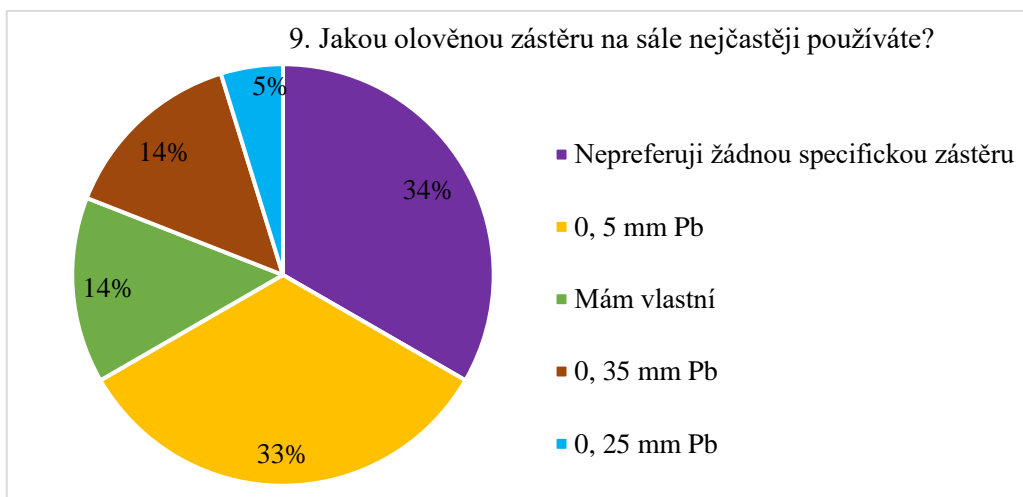
V tabulce 33 máme znázorněné odpovědi na otázku 8, která se zabývala využíváním ochranných pomůcek na sále. Pracovníci měli možnost volit více odpovědí.

Tabulka 33 Ochranné pomůcky na sálech

8. Jaké ochranné pomůcky využíváte na sálech?	
Počet	Předvolené odpovědi
22	Olověná zástěra
12	Olověná vesta a sukně
22	Olověný límec
1	Ochranné brýle

Z tabulky je patrné, že nejvíce volené pomůcky byly olověná zástěra a olověný límec (22 odpovědí). Ochranné brýle byly zvolené pouze jednou.

Obrázek 18 zobrazuje zvolené odpovědi respondentů na otázku 9, která se týkala ekvivalentů olova ochranných zástěr.



Obrázek 18 Preference olověné zástěry

Na obrázku je vidět, že pracovníci nejvíce používají zástěru 0, 5 mm olova (7 pracovníků), další nejčastější odpovědí pracovníků bylo, že nepreferují žádnou konkrétní zástěru (také 7 pracovníků).

V tabulce 34 jsou doplňující psané komentáře k odpovědi „mám vlastní zástěru“.

Tabulka 34 komentáře pracovníků, kteří zvolili odpověď "mám vlastní zástěru"

Jakou zástěru máte? (mm Pb) – pouze u odpovědi „mám vlastní zástěru“	
Pracovník	Odpověď
1	0, 25 mm Pb
2 a 3	0, 35 mm Pb

Dva pracovníci komentovali, že mají svou vlastní zástěru se stínícím ekvivalentem 0, 35 mm olova, jeden pracovník má zástěru se stínícím ekvivalentem 0, 25 mm olova.

Na obrázku 19 jsou odpovědi pracovníků na otázku 10, zda mají na pracovišti k dispozici ochranné pomůcky ve své velikosti.



Obrázek 19 Dostupnost stínících zástěr v různých velikostech

Na obrázku vidíme, že nejvíce volenými odpověďmi bylo „spíše ano“ (9 odpovědí) a „ano, ve své velikosti mám vždy k dispozici ochranné pomůcky“ (8 odpovědí). Přednastavenou odpověď „Ne, nikdy v mé velikosti nemám k dispozici ochranné pomůcky“ zvolilo 0 pracovníků.

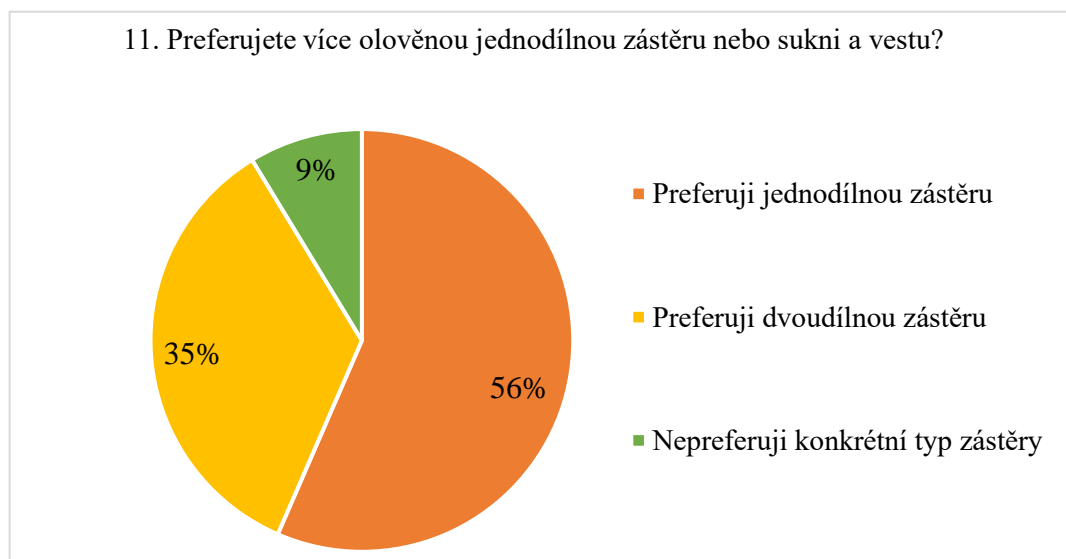
V tabulce 35 jsou znázorněny komentáře pracovníků k otázce 10. Dotazovala jsem se pracovníků, zda mají na pracovišti ochranné pomůcky ve své velikosti.

Tabulka 35 Komentáře k otázce 10.

10. Máte na Vašem pracovišti k dispozici ochranné pomůcky ve své velikosti (např. XS – XXXL, MV – LE)?	
Pracovník	Odpověď
1	Na jednom sále mám vlastní zástěru, na jiných si vždy vyberu.
2	Vezmu si zástěru, která je k dispozici, na velikosti mi nezáleží.

Tabulka 34 zobrazuje dva komentáře. Jeden z pracovníků napsal, že má svou zástěru, ale neuvedl, jaký stínící ekvivalent olova zástěra má (mm Pb). Na ostatních sálech si dle komentáře vybere. Druhý pracovník uvedl, že si dle velikosti nevybírání, vezme si vždy zástěru, která je zrovna k dispozici.

V rámci dotazníkového šetření jsme zjišťovali v otázce 11, zda preferují pracovníci jednodílnou nebo dvoudílnou zástěru. Odpovědi můžeme vidět na obrázku 20.



Obrázek 20 Preference olověných zástěr

Jednodílnou zástěru preferuje 13 radiologických asistentů, dvoudílnou zástěru má v oblibě 8 pracovníků a 2 pracovníci neměli preference.

V tabulce 36 jsou uvedeny psané odpovědi pracovníků k otázce na důvody preferování jednodílné zástěry.

Tabulka 36 Důvody preferování jednodílné zástěry

Proč preferujete jednodílnou zástěru?	
Počet	Odpověď
2	Jednodušší oblékání
3	Rychlejší oblékání
1	Rychlejší oblékání a větší pohodlí
2	Jsem na ni zvyklý/á
1	Pohodlné
1	Praktická
1	Lehčí váha, rychlé oblékání
1	Jednoduchá a rychlá manipulace, pohodlné
1	Lépe mi sedí

Nejčastějším důvodem (3 odpovědi) byla rychlost oblékání, dále jednoduchost oblékání (2 odpovědi) a zvyklost odpovídajících (2 odpovědi).

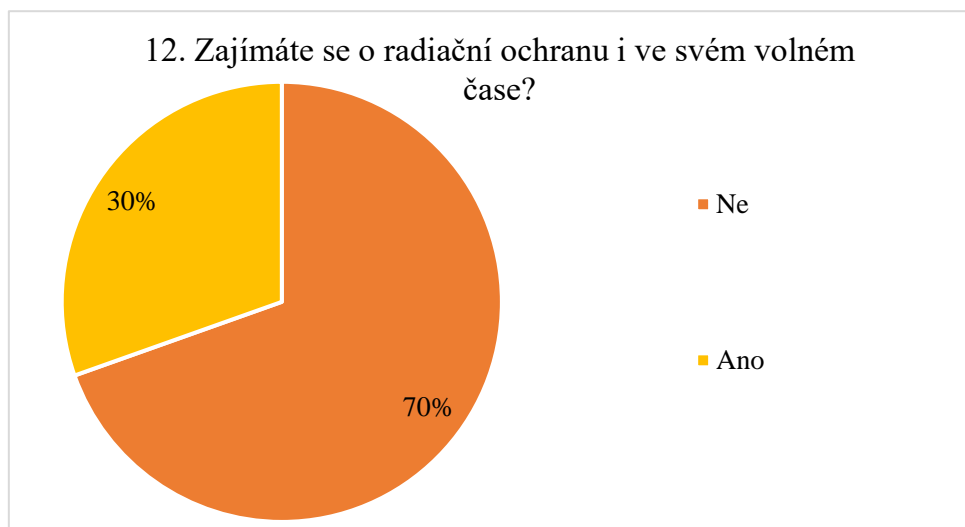
V tabulce 37 jsou uvedeny psané odpovědi pracovníků k otázce na důvody preferování dvoudílné zástěry.

Tabulka 37 Důvody preferování dvoudílné zástěry

Proč preferujete dvoudílnou zástěru?	
Počet odpovědí	Odpověď
3	Lepší rozložení váhy
1	Je pohodlnější
1	Není tak těžká jako jednodílná
1	Lepší ochrana před zářením a rozdělení váhy mezi ramena a pánev
1	Lepší ochrana zad
1	Je lehčí, lépe se v ní pohybují, nerozepíná se

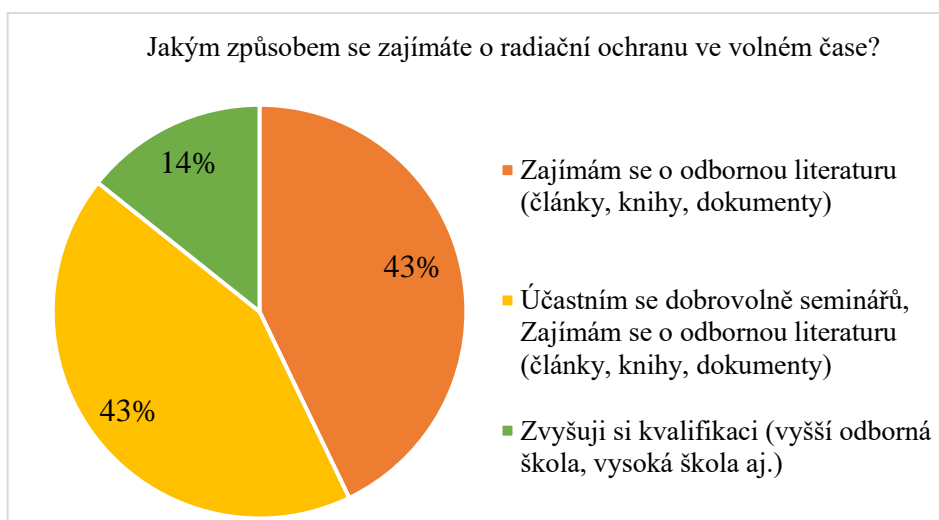
Nejčastěji pracovníci dávají přednost dvoudílné zástěře kvůli rovnoměrné zátěži.

Na obrázku 21 jsou znázorněny odpovědi pracovníků na otázku 12, jestli se zajímají o radiační ochranu ve svém volném čase.



Obrázek 21 Zájem o radiační ochranu ve volném čase

Převážně pracovníci odpovídali záporně (16 pracovníků). Ti pracovníci, kteří odpovídali kladně (7 pracovníků) byli dále tázáni, jakým způsobem se o radiační ochranu zajímají (obrázek 22). Pracovníci měli možnost volit více odpovědí.



Obrázek 22 Způsoby dalšího vzdělávání respondentů v oboru

Nejvíce se pracovníci zajímají o radiační ochranu pomocí odborné literatury (3 pracovníci). Stejný počet pracovníků poté volil kombinaci „zajímám se o odbornou literaturu“ a „účastním se dobrovolně seminářů“ (3 odpovědi). Shrnutí jednotlivých odpovědí je zobrazené v tabulce 38.

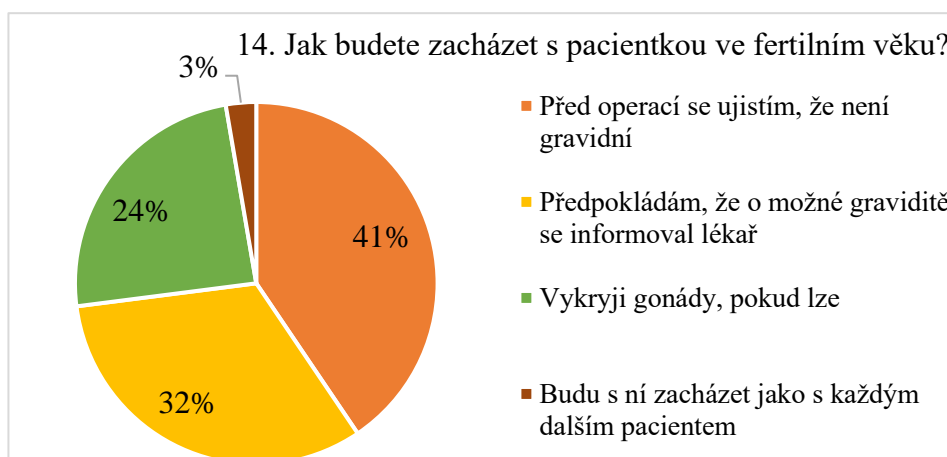
Tabulka 38 Souhrnné odpovědi na otázku 12

Jakým způsobem se zajímáte o radiační ochranu ve volném čase?	
Počet	Odpověď
6	Zajímám se o odbornou literaturu (články, knihy, dokumenty)
3	Účastním se dobrovolně seminářů
1	Zvyšuji si kvalifikaci (vyšší odborná škola, vysoká škola aj.)

Nejvíce se pracovníci zajímají ve volném čase o radiační ochranu pomocí odborné literatury (6 odpovědí).

V otázce 13 jsou pracovníci tázáni, kam si umíšťují dozimetr při práci na sále. Všichni pracovníci (100 %) odpověděli, že mají dozimetr v kapse v olovené zástěře vlevo.

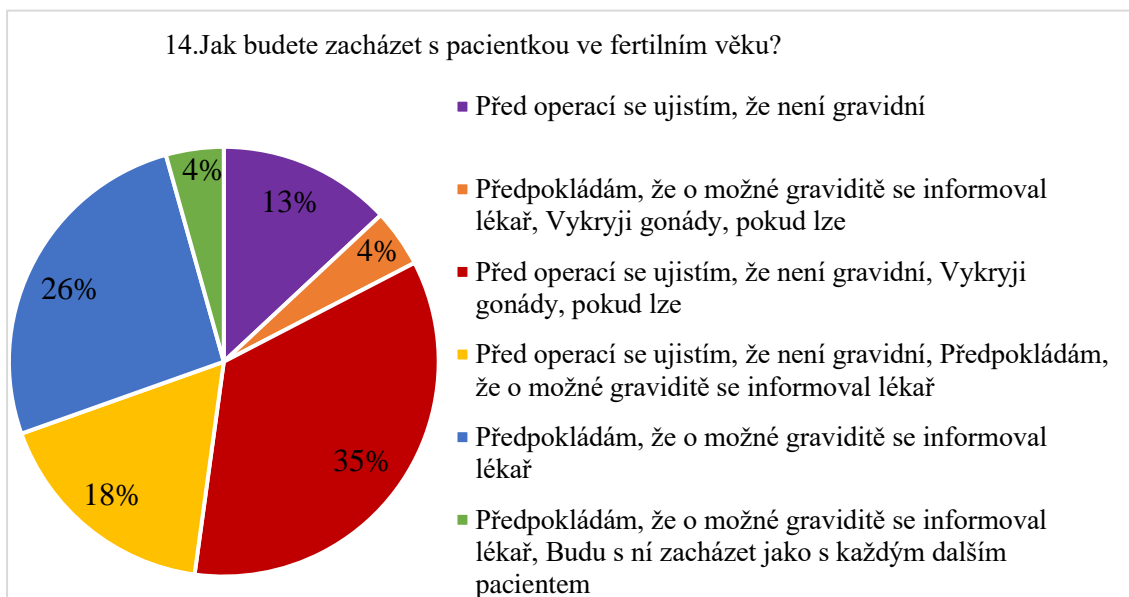
V rámci dotazníkového šetření jsme se ptali pracovníků v otázce 14, jakým způsobem budou zacházet s pacientkou v reprodukčním věku (obrázek 23). Pracovníci měli možnost zvolit více odpovědí.



Obrázek 23 Zacházení s pacientkou ve fertilním věku

Nejvíce početná odpověď (15 odpovědí) byla, že se asistenti před operací ujistí, že pacientka není gravidní. Druhá nejčastější (12 odpovědí) byla odpověď, že pracovníci předpokládají, že se o možné graviditě pacientky ujistí lékař.

Na obrázku 24 lze vidět kombinace odpovědí, jak by oslovení pracovníci zacházeli s pacientkou ve fertilním věku.



Obrázek 24 Vyhodnocení odpovědí na otázku způsobů zacházení s pacientkou ve fertilním věku

Nejvíce pracovníci volili odpověď „Před operací se ujistím, že není gravidní“ v kombinaci s „vykryji gonády, pokud lze“ (8 pracovníků).

6 DISKUZE

V diskuzi se zabývám porovnáním a vyhodnocováním výsledků dat, které jsem zpracovala během vypracovávání praktické části bakalářské práce.

6.1 Sběr dat pacientů na operačních sálech

V této podkapitole praktické části se zabývám vybranými daty o pacientech na angiografickém a spondylochirurgickém sále za rok 2020. Souhrnná čísla počtu pacientů a počtu vyšetření na mnou vybraném pracovišti se výrazně nelišila od let 2018 - 2019.

Angiografický sál

Tabulka 39 zobrazuje srovnání angiografických sálů dvou nemocnic – nemocnice, ve které jsem sbírala data (uvedené ve sloupci „Autor“) a nemocnice v Havlíčkově Brodě (publikace [36]).

Tabulka 39 Angiografický sál - srovnání nemocnic v počtu pacientů [36]

Sledované období	Autor	Publikace [36]
2020	1160	598
2019	1360	1020
2018	1249	706

Z tabulky vyplývá, že ve fakultní nemocnici, ve které jsem sbírala data, se dělal dvojnásobný počet angiografií za rok 2020 než v nemocnici v Havlíčkově Brodě [36]. Jedním z důvodů vysokého počtu vyšetření ve fakultní nemocnici bude velikost dané nemocnice, ale také velikost spádové oblasti a s tím spojený počet pacientů. V roce 2019 se v nemocnici v Havlíčkově Brodě provedlo 1020 angiografií, v roce 2018 zde proběhlo 706 intervencí. V pražské fakultní nemocnici se v roce 2019 uskutečnilo 1360 vyšetření a v roce 2018 proběhlo 1249 zákroků. V roce 2020 byla v nemocnici v Havlíčkově Brodě pozastavena činnost v měsících března a dubna pro plánované výkony, a od října téhož roku byl poté omezen provoz nemocnice. Z toho důvodu došlo také ke snížení provedených plánovaných zákroků na tomto sále [36]. Chod angiografického sálu ve fakultní nemocnici, ve které jsem sbírala data, nebyl výrazně ovlivněn epidemiologickou situací.

V tabulce 40 srovnávám DAP dolních končetin (průměrné DAP zahrnuje vyšetření pravé dolní končetiny, levé dolní končetiny a obou dolních končetin, vyšetřovaných během jednoho zákroku) v mnou vybrané nemocnici, se zahraniční studií [37], která zahrnovala DAP končetin všech pacientů, vyšetřovaných od ledna 2013 do dubna 2013 v 7 nemocnicích v Queenslandu. Dolní končetiny byly nejčastěji vyšetřované na pracovišti, na kterém jsem sbírala data pacientů.

Tabulka 40 Srovnání angiografie dolních končetin se studií [37]

	Autor	Studie [37]
Oblast vyšetření	Angiografie dolních končetin	Angiografie dolních končetin
Četnost	393	947
Průměrné DAP [mGy · cm ²]	5006	8736 (5449–12 900)

Z tabulky plyne, že průměrné DAP ve studii [37] bylo vyšší než průměrné DAP téhož vyšetření na pracovišti, kde jsem sbírala data. Studie ale měla větší množství zákroků, tím i vyšší rozpětí dat.

Spondylochirurgický sál

Tabulka 41 zobrazuje porovnání počtu pacientů za roky 2019 a 2020 na spondylochirurgickém sále, na kterém jsem sbírala data.

Tabulka 41 Srovnání počtu pacientů na spondylochirurgickém sále za roky 2019 a 2020

Spondylochirurgický sál – počet pacientů		
Rok	2019	2020
Počet pacientů	815	782

Z tabulky vyplývá, že během uvedených dvou let se počet odoperovaných pacientů, i přes epidemiologickou situaci spojenou s výskytem SAR – CoV – 2, nijak výrazně nelišil.

Tabulka 42 znázorňuje porovnání počtu pacientů ze spondylochirurgických sálů dvou velkých nemocnic (nemocnice, ve které jsem sbírala data a nemocnice [38]) v letech 2018 – 2020 .

Tabulka 42 Porovnání nemocnic v počtu pacientů za rok 2020 na spondylochirurgickém sále [38]

Nemocnice	Autor	Publikace [38]
2020	782	603
2019	815	706
2018	186	702

Z tabulky vyplývá, že obě nemocnice mají za roky 2019 a 2020 přibližně podobný celkový počet vyšetřených pacientů. Obě nemocnice disponují jedním spondylochirurgickým sálem, sály obou nemocnic mají přibližně stejný provoz 4 – 5 dnů v týdnu, a mohly by tedy být přibližně stejně frekventované. V nemocnici v Ústí nad Labem byl v roce 2020 omezený provoz sálu v důsledku epidemiologické situace. [38]

Dále spondylochirurgický sál z mnou vybrané nemocnice srovnávám se studií [39], kde byla použita dvě C ramena (C ramena byla užívána střídavě) na sálech zaměřených na operace páteří. Studie sledovala údaje u 100 pacientů podstupujících stabilizační operaci páteře (nejčastěji zlomeniny páteře), a probíhala 5 měsíců (listopad 2014 – duben 2015). Údaje z mnou vybraného pracoviště jsou z celého roku 2020.

V tabulce 43 je přehled četností operací dle oblastí vyšetření, rozdělené podle studií – mnou prováděné studie a studie [39] (při rozdělování vyšetření dle oblastí jsou ve studii [39] zahrnuty vyšetření se dvěma C rameny (tedy 100 pacientů)).

Tabulka 43 Srovnání četnosti vyšetření na spondylochirurgickém sále se studií [39]

Autor		Studie [39]	
Časový údaj	Rok 2020	Časový údaj	listopad 2014 – duben 2015
Oblast vyšetření	Četnost	Oblast vyšetření	Četnost
Th	99	Th	9
ThL	136	ThL	45
L	174	L	31
LS	145	LS	15
Celkový počet vyšetření	554	Celkový počet vyšetření	100

Z tabulky se dozvídáme, že studie [39] vybrala pouze 100 pacientů během 5 měsíců od listopadu 2014 do dubna 2015, nejvíce se jednalo o operace thoracolumbální

páteře. Na pracovišti, kde jsem sbírala data, za rok 2020 bylo 554 pacientů, přičemž nejvíce převládalo vyšetření L páteře.

V tabulce 44 srovnávám DAP dle oblastí za rok 2020 na mnou vybraném pracovišti se studií [39].

Tabulka 44 Porovnání DAP spondylochirurgického sálu dle oblastí se studií [39]

Autor		Studie [39]		
Časový údaj	Rok 2020	Časový údaj	listopad 2014 – duben 2015	listopad 2014 – duben 2015
Použité C rameno	C rameno 1	Použité C rameno	C rameno 1	C rameno 2
Oblast vyšetření	Průměrné DAP [mGy · cm ²]	Oblast vyšetření	Průměrné DAP [mGy · cm ²]	Průměrné DAP [mGy · cm ²]
Th	2119 ± 2270	Th	1089 ± 705	676 ± 454
ThL	2474 ± 2460	ThL	417 ± 267	1435 ± 908
L	1832 ± 1790	L	854 ± 856	1619 ± 848
LS	2818 ± 2870	LS	2118 ± 2745	1732 ± 264

Z tabulky vyplývá, že hodnoty DAP z mnou vybrané nemocnice z roku 2020 jsou odlišné než u zahraniční studie z roku 2014 – 2015. Studie měla několikanásobně menší rozsah dat, stejně tak i časový interval a počet pacientů byl menší (tabulka 43).

Monitorování pracovníků na sálech

V této kapitole se zabývám diskutováním a srovnáním svých výsledků z monitorování na dvou sálech – angiografickém a spondylochirurgickém.

Angiografický sál

Hodnoty $H_p(10)$ monitorování pracovníků na angiografickém sále porovnávám s bakalářskou prací [41], která se zabývala monitorováním pracovníků na oddělení intervenční radiologie Radiologické kliniky fakultní nemocnici v Olomouci v roce 2008. V této bakalářské práci jsou výkony podobně jako v mé práci rozděleny do oblastí. Jelikož se dělení v některých případech rozcházejí, porovnávám pouze srovnatelné skupiny.

Rozdělení výkonů do skupin dle publikace [40]:

Skupina 1 – intervenční výkony prováděné na žlučových cestách (PTD).

Skupina 2 – intervenční výkony na dolních končetinách (PTA, lokální trombolýza, popřípadě zavedení stentu).

Skupina 3 - PTA levé horní končetiny (ve většině případů dilatace AV shuntů).

Mé rozdělení vyšetření do skupin pro porovnání:

1. PTC
2. Intervenční zákroky na levé horní končetině
3. Intervenční zákroky na dolních končetinách (zárok jednotlivých končetin, ale i obou končetin najednou)

V tabulce 45 jsou naměřené průměrné hodnoty $H_p(10)$, které jsou rozdělené podle vyšetření, které zrovna probíhalo, když byl měřený pracovník na sále.

Tabulka 45 Průměrné naměřené hodnoty $H_p(10)$ pracovníků podle oblasti intervence na angiografickém sále

Skupiny vyšetření	Autor	Dle publikace [40]
	(průměrné hodnoty) $H_p(10)$ [μSv]	průměrné hodnoty $H_p(10)$ [μSv]
PTC – drenáž	0	23,21
Dolní končetiny	0,4	2,36
Levá horní končetina	0	7,35

Z tabulky vyplývá, že v práci [40] byly naměřeny vyšší hodnoty osobního dávkového ekvivalentu ve srovnání s mnou vypracovanými výsledky. Jedna z nejvyšších hodnot $H_p(10)$ naměřená během mého monitorování byla 2 μSv u cévní intervence v oblasti hlavy. V publikaci [40] byla uvedena jako nejvyšší hodnota v téže oblasti 24 μSv . Zatímco v publikaci [40] byli monitorováni radiologičtí asistenti, já monitorovala sestry na angiografickém sále, jelikož byly přibližně v téže vzdálenosti od C ramene, ve které by byl radiologický asistent, který na mnou monitorovaném pracovišti trávil většinu vyšetření v ovládací místnosti, a proto nebyl monitorován. Mnou provedené monitorování mohlo být limitováno dobou monitorování a počtem vyšetření (tabulka 46).

Tabulka 46 Porovnání doby monitorování a počtu výkonů na angiografickém sále dvou nemocnic

	Autor	Publikace [40]
Doba monitorování	5 dnů	prosinec 2007 až březen 2008
Počet výkonů během monitorování	21	150

V tabulce 47 jsou skiaskopické časy u tří nejpočetnějších vyšetření na angiografickém sále, vybrané dle jejich četnosti v roce 2020, srovnané se skiaskopickými časy stejných vyšetření za sledované období 17. 2. – 23. 2. 2021.

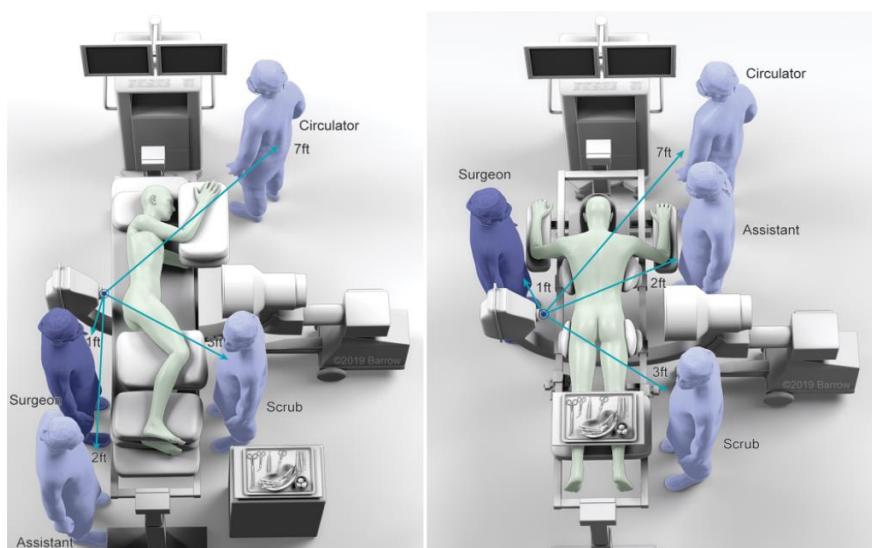
Tabulka 47 Průměrný skiaskopický čas na angiografickém sále

Časové období	Celý rok 2020		17. 2. – 23. 2. 2021	
Oblast vyšetření	Počet vyšetření	Průměrný skiaskopický čas [min]	Počet vyšetření	Průměrný skiaskopický čas [min]
PDK	193	10,3	4	17,3
LDK	188	11,5	3	7,9
Břicho	146	12,3	2	6,1

Průměrné skiaskopické časy vybraných oblastí jsou v roce 2020 velmi podobné. Průměrné skiaskopické časy vybraných oblastí ve sledovaném období 17. 2. – 23. 2. 2021 jsou rozdílné jak mezi sebou, tak ve srovnání s rokem 2020.

Spondylochirurgický sál

Hodnoty $H_p(10)$ monitorování pracovníků na spondylochirurgickém sále porovnávám s článkem [42], ve kterém je popsáno monitorování chirurgů a ostatního zdravotnického personálu na spondylochirurgickém sále v USA, konkrétně při operacích: laterální lumbální meziobratlová fúze (LLIF) a miniinvazivní tranforaminální meziobratlové fúze (MI - TLIF). Studie byla vedena pod jedním chirurgem během půlročního časového úseku a byla schválena nemocnicí St. Joseph's Hospital and Medical Center in Phoenix, Arizona. [41]



Obrázek 25 Plánek sálu s personálem (41)

Jelikož během studie [41] nebyl monitorován radiologický asistent, budu svá naměřená data radiologických asistentů porovnávat se sestrou (která na sále asistovala operační sestře a nosila potřebný materiál, který si vyžádal operující lékař), jelikož vzdálenost dle obrázku 25 nejvíce odpovídá mnou monitorovanému radiologickému asistentovi (v tabulce 48). Poté budu porovnávat data z monitorování operačních sester (tabulka 48). Během půlročního monitorování pracovníků se uskutečnilo dohromady 39 operací bederní páteře (LLIF a MI – TLIF dohromady) [41], zatímco během pěti dnů mého monitorování se uskutečnilo 5 operací bederní páteře, přičemž bylo vyšetření této oblasti, v době mého monitorování, nejpočetnější. V arizonské studii byl použit real time dose aware dozimetr značky Philips [41], který je blíže popsán v tabulce 49.

Tabulka 48 Porovnání hodnot z Arizonské studie a mého monitorování [41]

	Výsledky studie [41] $H_p(10)$ [μSv]	Autor $H_p(10)$ [mSv]
Sestra (sledována ve studii (41)) Radiologický asistent [Autor]	1, 6 (LLIF) 183 (MI – TLIF)	0
Operační sestra (sledována v obou studiích)	19, 2 (LLIF) 102, 3 (MI – TLIF)	0

Studie obě probíhaly na pracovišti spondylochirurgie, přičemž oblast bederní páteře byla během mnou vybraného sledovaného období nejpočetněji operována. Také složení rozmístění personálu odpovídá obrázku 25 ze studie, pouze zde není zobrazen radiologický asistent. Porovnání dat může být limitováno rozdílným počtem vyšetření a odlišnou délkou monitorování.

V tabulce 49 jsou porovnané vybrané parametry dozimetru značky Phillips [42] a dozimetru DMC 2000 S [34] [35]

Tabulka 49 Vybrané parametry dozimetru značky Philips [42] a dozimetru DMC 2000 S [34] [35]

Maximálně měřitelná hodnota dozimetru	10 Sv	10 Sv
Nejistota dozimetru	5 % nebo 1 μSv	5 %
Linearita	10 % nebo 10 $\mu\text{Sv/h}$ (40 $\mu\text{Sv/h}$ – 150 mSv/h) 20 % (150 mSv/h – 300 mSv/h) 40 % (300 mSv/h – 500 mSv/h)	< \pm 20 % až do 1 Sv/h < \pm 30 % až do 10 Sv/h

Maximálně měřitelné hodnoty obou dozimetrů jsou shodné (10 Sv), stejně tak i nejistota dozimetrů (5 %). Vybrané parametry dozimetrů se liší v linearitě.

V tabulce 50 je zobrazeno srovnání skiaskopických časů tří nejčastějších vyšetření na spondylochirurgickém sále za rok 2020 a za sledované období 24. 2. – 2. 3. 2021.

Tabulka 50 Skiaskopické časy na spondylochirurgickém sále

Časové období	Celý rok 2020		24. 2. – 2. 3. 2021	
Oblast vyšetření	Počet vyšetření	2020	Počet vyšetření	24. 2. – 2. 3. 2021
C	212	24,91	3	15
L	174	23,46	5	17,6
LS	145	27,13	2	39,5

V tabulce vidíme, že průměrné skiaskopické časy na spondylochirurgickém sále za rok 2020 jsou vyšší než za sledované období, s výjimkou oblasti LS páteře, která byla ale během sledovaného období vyšetřována pouze dvakrát. Zároveň se výsledky mohou lišit v důsledku srovnávání kratšího sledovaného období (5 dnů) s výsledky z celého roku.

Na angiografickém sálu jsou obecně průměrné hodnoty skiaskopického času vyšší (tabulka 47) než na spondylochirurgickém sále, což je způsobené tím, že na angiografickém sále je skiaskopie využívána více než na sále spondylochirurgickém.

V tabulce 51 jsou srovnány vybrané hodnoty pacientů z obou sledovaných sálů za rok 2020 i za období monitorování pracovníků. V tabulce je uvedeno nejvíce vyšetřované pohlaví pacientů. Dále zde porovnááme z hlediska mužů i žen nejvíce vyšetřovanou věkovou skupinu, oblast vyšetření (u angiografického sálu se ve sledovaném období 17. 2. – 23. 2. 2021 jednalo o 3 oblasti) a průměrné DAP této nejčastěji vyšetřované oblasti.

Tabulka 51 Srovnání angiografického a spondylochirurgického sálu

Sál	Angiografický sál		Spondylochirurgický sál	
Časové období	2020	17. 2. – 23. 2. 2021	2020	24. 2. – 2. 3. 2021
Pohlaví	Muži	Muži	Muži	Muži
Věková skupina [rok]	70 – 80	60 – 80	60 – 70	60 – 70
Oblast vyšetření	Pravá dolní končetina	PDK PTC Pánev	C páteř	L páteř
Počet vyšetření	193	4 3 2	212	5
Průměrné DAP [Gy · cm ²]	27,85	60 35 15	0,63	1,59

V tabulce vidíme srovnání vybraných hodnot sledovaných sálů. Srovnáváme hodnoty z roku 2020 a hodnoty z vybraného období, ve kterém probíhalo monitorování pracovníků. Níže v textu porovnávám údaje z tabulky 51 u vybraných sálů.

Angiografický sál

Převládající pohlaví vyšetřovaných pacientů během sledovaného období 17. 2. – 23. 2. 2021 se shoduje s rokem 2020. Věková skupina pacientů v roce 2020 byla vyšší. V obou sledovaných obdobích se shoduje pravá dolní končetina jako nejpočetnější vyšetřovaná oblast. V období 17. 2. – 23. 2. 2021 jsou ale také nejvíce zastoupeny vyšetření PTC a vyšetření pánve. DAP pravé dolní končetiny bylo vyšší za období 17. 2. – 23. 2. 2021 než za rok 2020.

Spondylochirurgický sál

Častěji vyšetřované pohlaví pacientů během monitorovacího období 24. 2. – 2. 3. 2021 se shoduje s rokem 2020, shodují se i nejběžnější věky pacientů. Neshoduje se nejčastější oblast vyšetření – v roce 2020 bylo nejčastější vyšetření C páteře, v období 24. 2. – 2. 3. 2021 vyšetření L páteře. Zároveň jsou rozdílné i průměrné DAP, u kterého jsou naměřené hodnoty za období 24. 2. – 2. 3. 2021 větší přibližně o faktor 2,54.

Při srovnání obou sálů je patrné, že během sledovaných období převládala vyšetření mužů. Na angiografickém sále byli v mnou sledovaném období vyšetřováni pacienti starší

než na sále spondylochirurgickém. DAP jsou rozdílné, což může být způsobené tím, že na angiografickém sále se více používá skiaskopie.

6.2 Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření určené radiologickým asistentům probíhalo v mnou vybrané pražské fakultní nemocnici, která disponovala čtyřiceti radiologickými asistenty, z nichž 23 jich docházelo na operační a intervenční sály. Na dotazníkové šetření jsem obdržela 100 % odpovědí.

První otázka se týkala pohlaví respondentů. Ze 23 tázaných bylo 61 % žen, což může souviset s obecnou převahou tohoto pohlaví na pracovišti.

Druhá otázka objasňovala, jak dlouho radiologičtí asistenti dochází pracovat na operační sály. Nejvíce radiologických asistentů docházelo na sály méně než 5 let (10 pracovníků). Což může být způsobené krátkou praxí asistentů, nebo třeba nedávný nástup do zaměstnání. Druhá nejčastější odpověď bylo docházení na sály déle než 10 let (8 pracovníků) Tito radiologičtí asistenti mohou být na práci na sálech více zvyklí a mají zde větší praxi. Zároveň pracovníci s praxí na sálech nad 10 let více upřednostňovali práci na sálech, což jsme zjistili na základě vyhodnocení otázky 4.

V otázce 3 se dotazují radiologických asistentů, na které sály nejčastěji dochází (bylo možné zvolit více odpovědí), abych tím zjistila, zda na sály chodí rovnoměrně, či jsou více zaměřeni na určitý sál. Z 23 pracovníků 7 zvolilo jednoznačnou odpověď, zbytek volil různé kombinace sálů. Z těchto sedmi radiologických asistentů 5 zvolilo jako nejčastější sál kardioangiografický, 2 zvolili angiografický sál. Z pohledu celkových počtů jednotlivých sálů ale byly nejvíce voleny sály traumatický a ortopedický, poté spondylochirurgický a další. Tedy z těchto výsledků může vyplynout, že většina pracovníků se možná rovnoměrně střídá na všech sálech, pouze někteří jsou zřejmě zaměřeni více na určitý sál.

V otázce 4 se dotazují radiologických asistentů, jaké druhy modalit více preferují. Nejvíce (9 respondentů) preferují operační sál, z čehož více než polovina pracovníků s touto zvolenou odpovědí byli v kategorii „docházím na sály déle než 10 let“. Zbytek odpovědí byl rovnoměrně rozdělen mezi pracovníky docházející na sály méně než 5 let a mezi radiologické asistenty docházející na sály 5 – 10 let. Druhou nejčastěji preferovanou modalitou byl diagnostický rentgen, který byl zvolen 7x. Bakalářská práce [43] pokládala radiologickým asistentům z FN Plzeň otázku, jestli preferují sál

nad diagnostickým rentgenem. Nejčastější odpovědí bylo „nemám preference“, dalšími často volenými odpověďmi bylo „ne“ a „spíše ne“ v tomto pořadí. Preference radiologických asistentů z FN Plzeň byly tedy odlišné než radiologických asistentů odpovídajících na mé dotazníkové šetření.

Otázka 4 byla poté rozvedena o komentáře asistentů, proč upřednostňují zvolenou modalitu. Jako důvody preferování operačního sálu byly uvedeny například: zajímavost práce, různorodost, týmová práce a adrenalin (tabulka 28). Někteří pracovníci uvedli jako důvody preferování práce na sále přímo konkrétní sály, zejména angiografický sál. V bakalářské práci [43] byli asistenti z FN Plzeň tázáni, v čem spatřují výhody práce na sále. Nejvíce procent volilo odpověď „zajímavá práce“, dále „týmová práce“ a stejné procento volilo odpověď „žádnou výhodu neshledávám“. Odpovědi od asistentů ve FN Plzeň byly tedy podobné jako odpovědi na otázku z mého dotazníkového šetření.

V otázce 5 jsem zjišťovala, jak se střídají radiologičtí asistenti na sálech a ostatních modalitách, jestli rovnoměrně nebo zda někteří na sály chodí častěji. Nejčastěji zvolenou odpovědí, byla odpověď „po týdnu“, dále se pracovníci mohli samostatně vyjádřit, a nejčastěji se vyjadřovali ke střídání odpovědí „střídání denně“, a stejný počet respondentů uvedl, že na sály dochází 1 – 3x týdně. Málo početné odpovědi, které je ale vhodné zmínit, byly odpovědi „většinou jsem na sále“ a „jsem jen na sále“. Odpovědi mohou napovídat, že pracovníci se střídají různě, někteří chodí výhradně na sály, možná z důvodu dlouholeté praxe nebo specializace na daný sál (otázka 3).

Otázka 6 se dotazovala radiologických asistentů, jakým způsobem snižují lékařské ozáření pacientů na sálech, pokud to lze. Naprostá většina respondentů zvolila jako odpověď „minimalizují expoziční čas“, protože je obeznámena s faktem, že dávka pacienta roste lineárně s dobou expozice. [44] Druhou nejčastěji volenou odpovědí bylo „snažím se co nejvíce clonit“, jelikož vymezením paprsku nedochází ke zbytečnému exponování nevyšetřovaných oblastí. [24] Dále měli asistenti možnost se sami vyjádřit, mezi dalšími odpověďmi byla například pulzní skiaskopie a přednastavené režimy, např. low dose režim.

V 7. otázce jsem se asistentů ptala, jaké další úkony na sále dělají, kromě skiaskopie a skiografie. 100 % pracovníků vybralo odpověď „kontrola žádanky a zápis pacienta“. Většina asistentů (22 z 23) volilo dále odpovědi „manipulace s přístrojem“, „nastavení monitorů před zákrokem“ a „dezinfekce přístroje“. Všechny tyto úkony jsou také popsány

v článku [27]. I v této otázce byla možnost vlastního komentáře, ve kterých pracovníci psali o asistenci sálovým sestřám.

V otázce 8 jsem se ptala asistentů na používání ochranných pomůcek. Nejvíce pracovníků (20 pracovníků) vybralo kombinaci olověná zástěra (nebo vesta a sukně) a olověný límec. V bakalářské práci [45] byl položen obdobný dotaz radiologickým asistentům, ale i dalším zdravotnickým oborům. Z 27 dotazovaných radiologických asistentů, 20 zvolilo tutéž odpověď – tedy kombinaci olověné vesty (zástěry) a límce. Sedm zbylých asistentů zvolili pouze olověnou vestu (zástěru). Nejvíce pracovníků na obou pracovištích volilo olověné zástěry a límce, ostatní ochranné pomůcky nejsou tolik rozšířené.

V otázce 9 jsem se poté pracovníků ptala, jaké zástěry (s jakým ekvivalentem olova) nejvíce na sálech používají. Nejpočetnější byly dvě odpovědi. Pracovníci nejvíce používají zástěry s ekvivalentem 0, 5 mm Pb (7 pracovníků). Pracovníci mohli volit tuto odpověď z více důvodů. Jedním z důvodů může být, že zástěr s tímto ekvivalentem olova je na pracovišti nejvíce. Dalším možným vysvětlením je, že pracovníci upřednostňují vyšší ekvivalent olova. Stejný počet pracovníků poté volil, že nemají ohledně zástěr preference, tudíž nepoužívají nejčastěji konkrétní typ zástěry.

V otázce 10 jsem se ptala pracovníků, jestli mají na pracovišti dostatek pomůcek v různých velikostech, včetně své velikosti. Nejvíce pracovníků (9 pracovníků) odpovědělo „spíše ano“, dalších 8 pracovníků poté zvolilo odpověď „ano, v mé velikosti mám vždy k dispozici ochranné pomůcky“. Většina pracovníků (17 pracovníků) je tedy spokojená s velikostmi ochranných pomůcek na pracovišti.

V otázce 11 jsem se zajímala, zda mají pracovníci oblibu více ve dvoudílných nebo jednodílných zástěrách a proč. Nejčastější volenou odpovědí (13 odpovědí) byla jednodílná zástěra. Nejčastějšími uvedenými důvody (uvedli 3 pracovníci) byla rychlost oblékání, dále poté jednoduchost oblékání (uvedli 2 pracovníci) a zvyk pracovníků (uvedli 2 pracovníci). Rychlost a jednoduchost oblékání spočívá v tom, že stačí uvolnit suchý zip, a následně zástěra lze lehce sundat (tato výhoda je např. u lékařů, kteří tímto způsobem mohou zástěru sundat ještě před svléknutím sterilního pláště). [46] 8 pracovníků poté volilo dvoudílnou zástěru, zejména kvůli rozložení zátěže (3).

Otázka 12 se týkala zájmu dotazovaných o radiační ochranu ve volném čase. 16 odpovědí bylo záporných, pouze 7 radiologických asistentů zvolilo kladnou odpověď.

Pracovníků, kteří zvolili kladnou odpověď, jsem se následně zeptala, jakým způsobem se o radiační ochranu zajímají. Pracovníci měli předvolené možnosti odpovědí a zároveň možnost se samostatně vyjádřit. Obecně nejvíce volenou odpovědí, byla odpověď „zajímám se o odbornou literaturu“ (uvedlo 6 pracovníků), která byla třemi pracovníky zvolena samostatně, třemi pracovníky byla zvolena v kombinaci s odpovědí „účastním se dobrovolně seminářů“. Důvodem, proč se někteří pracovníci ve volném čase nevěnují samostudiu o radiační ochraně může být fakt, že zákony a vyhlášky týkající se tohoto tématu se obměňují v rozmezí několika let (přičemž jsou pracovníci pravidelně jednou ročně přezkušováni z radiační ochrany), zároveň mohou hrát roli i časové důvody. V důsledku toho si pracovníci, kteří mají hlubší zájem o toto téma, rozšiřují obzory odbornou literaturou, případně semináři.

Otázka 13 se zabývala referenčním místem dozimetru. Plný počet pracovníků umísťuje dozimetr na referenční místo dle vyhlášky 422/2016 Sb, tedy přední levá strana hrudníku vně olověné zástěry. [21] V publikaci [45] odpovědělo na tuto otázku stejnou odpovědí pouze 62 % dotazovaných. Zbylí respondenti odpovídali, že dozimetr nosí pod olověnou vestou, nebo že se dozimetr nachází uvnitř sálu, ale nenosí ho u sebe, anebo nenosí dozimetr vůbec. [45]

Otázka 14 se zaměřovala na radiační ochranu žen ve fertilním věku. Nejvíce radiologických asistentů (8 radiologických asistentů) volilo přednastavené odpovědi „před operací se ujistím, že není pacientka gravidní“ a „vykryji gonády, pokud to lze“, čímž bylo myšleno, že vyšetřovaná oblast se netýká břišní a pánevní partie. Šest odpovídajících poté volilo odpověď „předpokládám, že se o možné graviditě informoval lékař“. 4 pracovníci poté zvolili odpovědi „předpokládám, že se o možné graviditě informoval lékař“ a „před operací se ujistím, že není pacientka gravidní“. Dvanáct pracovníků se tedy ujistí, že pacientka není gravidní a 8 pracovníků se snaží vykrývat gonády, pokud to lze.

Na základě sběru dat pro praktickou část mé bakalářské práce, z vlastní praxe a z literatury níže v textu popisují vyzorované postupy radiologického asistenta na sále:

1. radiologický asistent si dopředu přichystá své ochranné pomůcky, C rameno, zkontroluje pacientovu žádanku, případně si ověří nesrovnalosti;

2. provádí zápis pacienta do informačního systému a sterilně zajišťuje C rameno (pokud není zvykem pracoviště, že je to práce sestry), nastavuje monitory dle požadavků lékaře;
3. na pokyn lékaře obratně a rychle nastavuje C rameno na potřebnou oblast;
4. podle potřebné kvality zobrazení přizpůsobuje expoziční parametry (na orientační snímky není potřeba taková kvalita zobrazení jako na snímky ukládané do systému);
5. vhodnou volbou expozičních parametrů, mezi které řadíme např. napětí rentgenky, proud, přídavnou filtraci a expoziční čas, může snížit expozici tak, aby pacient obdržel pouze optimalizovanou dávku nutnou k vyšetření, ale zároveň nedošlo k podexponování;
6. vhodnou volbou expozičních parametrů také zabraňuje přexponování pacienta;
7. radiologický asistent v průběhu zákroku upozorňuje operujícího lékaře na celkový skiaskopický čas;
8. jako součást týmu je k dispozici sestrám a lékařům, jestliže je to potřebné, i jiným způsobem než obsluhou C ramene (např. podáváním potřebného materiálu);
9. po ukončení expozice odsune C rameno do ústraní, posílá snímky vybrané lékařem do PACSu;
10. odstraní sterilní krytí z C ramene, vydesinfikuje ho a odveze na místo jemu vyhrazené. [27] [45]

7 ZÁVĚR

V teoretické části bakalářské práce je popsáno rentgenové záření, jeho účinky na organismus a s tím spojené principy a cíle radiační ochrany. Dále je zde uvedeno atomové právo a s ním související legislativa. V neposlední řadě se v práci zabývám osobní dozimetrií a vybranými veličinami a jednotkami.

V praktické části bakalářské práce jsou popsána vybraná data o pacientech z angiografického a spondylochirurgického sálu, a poté srovnána s publikacemi.

Dotazníkovým šetřením jsem zjistila, že radiologičtí asistenti velmi dbají na radiační ochranu pacienta, používáním přednastavených režimů ale i vlastním přizpůsobováním expozičních parametrů. Dále všichni tázaní pracovníci nosí na referenčním místě dozimetry dle vyhlášky 422/2016 Sb.

Monitorováním pracovníků osobními elektronickými dozimetry jsem zjistila, že pracovníci (radiologičtí asistenti a zdravotní sestry) obdrželi za monitorované období nulové nebo minimální dávky.

Nakonec je v praktické části popsána úloha radiologického asistenta na operačních sálech, která nespočívá pouze v obsluze C ramene a dohlížení na dodržování radiační ochrany. Radiologický asistent je součástí operačního týmu, a proto se částečně podílí na hladkém průběhu operačního výkonu.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ALARA – „As Low As Reasonably Achievable“

AV – arteriovenózní

C – krční páteř

CDK – cyklin – dependentní kináza

CT – výpočetní tomografie

CTA – CT angiografie

CTh – krční + hrudní páteř

DAP – Dose Area Product

DICOM – Digital Imaging and Communications in Medicine

DK – obě dolní končetiny

DNA – deoxyribonukleová kyselina

DSA – digitální subtrakční angiografie

FN – Fakultní nemocnice

ICRP – International Commission on Radiological Protection

i.v. – intravenózní

IZ – ionizující záření

KAP – Kerma Area Product

L – bederní páteř

LDK – levá dolní končetina

LET – lineárního přenosu energie

LHK – levá horní končetina

LLIF – Lateral Lumbar Interbody Fusion

LS – bederní páteř + křížová kost

MI – TLIF – Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion

MR – magnetická rezonance

MRA – MR angiografie

OS – osteosyntéza

OSL – scintilační dozimetr

PACS – Picture Archiving and Communication System

PDK – pravá dolní končetina

PHK – pravá horní končetina

p.o – perorální

PTA – perkutánní transluminální angiografie

PTC – perkutánní transhepatální cholangiografie
PTD – perkutánní transhepatální drenáž
RA – radiologický asistent
RBÚ – radiobiologická účinnost
RDG – radiodiagnostika
RNA – ribonukleová kyselina
RTG – rentgenové záření
S – křížová kost
SAR – Cov – 2 – onemocnění COVID – 19
SÚJB – Státní úřad pro jadernou bezpečnost
Th – hrudní páteř
ThL – hrudní + bederní páteř
ThS – hrudní páteř + křížová kost
TL – termoluminiscenční dozimetr
TLIF – Transforaminal Lumbar Interbody Fusion
USA – Spojené státy americké

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. **Malíková, Hana.** *Základy radiologie a zobrazovacích metod.* Praha : nakladatelství Karolinum, 2019. ISBN 978-802-4640-365.
2. **Ullmann, Vojtěch.** Jaderná fyzika. *AstroNuklFyzika.* [Online] 2020. <http://astronuklfyzika.cz/strana2.htm>.
3. **Podzimek, František.** *Radiologická fyzika.* Praha : ČVUT, 2015. ISBN: 978-80-01-05319-5.
4. **Ullmann, V.** Účinky záření na látku. Základní veličiny dozimetrie. *AstroNuklFyzika.* [Online] [Citace: 1. únor 2021.] <https://astronuklfyzika.cz/strana2.htm>.
5. **Navrátil, Leoš a Havránková, Renata a kolektiv.** Veličiny dozimetrie ionizujícího záření. *Radiobiologie.* [Online] [Citace: 12. únor 2021.] <http://fbmi.sirdik.org/1-kapitola/15/154.html>.
6. **SÚRO, v.v.i.** Základní pojmy. *SÚRO.* [Online] [Citace: 15. únor 2021.] <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/zakladni-pojmy>.
7. **Súkupová, Lucie.** Jaké existují „dávky“ v radiodiagnostice? *sukupova.* [Online] 13. březen 2013. [Citace: 9. březen 2021.] <http://www.sukupova.cz/jake-existuji-davky-v-radiodiagnostice/>.
8. **Státní úřad pro jadernou bezpečnost.** Radiační ochrana. *Státní úřad pro jadernou bezpečnost.* [Online] 15. Březen 2009. [Citace: 23. Duben 2021.] https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/ICRP103_dokument.pdf.
9. **Navrátil, Leoš a Havránková, Renata a kolektiv.** Radiační ochrana. *Radiobiologie.* [Online] [Citace: 4. únor 2021.] <http://fbmi.sirdik.org/7-kapitola/74/742.html>.
10. **SÚRO, v.v.i.** SÚRO. *Principy radiační ochrany.* [Online] [Citace: 1. únor 2021.] <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/principy-radiacni-ochrany>.
11. **Česká republika.** 263/2016 Sb. *SÚJB.* [Online] 14. červenec 2016. [Citace: 18. únor 2021.] https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/263_2016_AZ_20210101.pdf.
12. **Seidl, Zdeněk a Burgetová, Andrea a kolektiv.** *Radiologie pro studium i praxi.* Praha : Grada Publishing, a.s., 2012. ISBN 978-80-247-8221-8.
13. **Ekenhdahl, Daniela.** Osobní dozimetrie. *RENTGEN Bulletin.* Duben 2012.
14. **Kubinyi, Jozef, Sabol, Jozef a Vondrák, Andrej.** *Principy radiační ochrany v nukleární medicíně.* Praha : Grada Publishing, a.s., 2018. ISBN 978-80-271-2162-5.
15. **Navrátil, Leoš a Halaška, Jiří a spol.** Termoluminiscenční dozimetrie. *Radiobiologie.* [Online] [Citace: 17. únor 2021.] <http://fbmi.sirdik.org/1-kapitola/16/164.html>.
16. **Havránková, Renata.** *Klinická radiobiologie.* Praha 7 : Grada Publishing, 2020. ISBN 978-80-247-4098-0.
17. **Feltl, David a Cvek, Jakub.** *Klinická radiobiologie.* Havlíčkův Brod : Tobiáš, 2008. ISBN 9788073111038.
18. **Súkupová, Lucie.** *Radiační ochrana při rentgenových výkonech - to nejdůležitější pro praxi.* Praha : Grada, 2018. ISBN 978-80-247-2842-1.
19. **Státní úřad pro jadernou bezpečnost.** Úvod. *Státní úřad pro jadernou bezpečnost.* [Online] [Citace: 20. březen 2021.] <https://www.sujb.cz/o-sujb/uvod>.
20. **SÚJB.** Vznik a vývoj SÚJB. *SÚJB.* [Online] [Citace: 18. únor 2021.] <https://www.sujb.cz/o-sujb/15-let-sujb/vznik-a-vyvoj-sujb>.
21. **Česká republika.** 422. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. *SÚJB.* [Online] 23. prosinec 2016. [Citace: 18. únor 2021.] <https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlasky/sb0172-2016.pdf>.

22. **SÚRO, v.v.i.** Radiační ochrana. *SÚRO*. [Online] [Citace: 1. únor 2021.] <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana>.
23. **Státní úřad pro jadernou bezpečnost.** Zabezpečení osobního monitorování při činnostech vedoucích k ozáření. *sujb*. [Online] červenec 2005. https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/Zabezpeceni_os_monit_pri_ozareni.pdf.
24. **Súkupová, Lucie.** Používat ochranné stínění u rtg a CT vyšetření? *sukupova*. [Online] 25. Únor 2019. [Citace: 3. Květen 2021.] <http://www.sukupova.cz/pouzivat-ochranne-stineni-u-rtg-a-ct-vysetreni/>.
25. **Chvátalová, Barbora, Brounková, Dana.** Pravidla radiační ochrany (příručka k e-learning kurzu). *cez*. [Online] duben 2018. https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/skoleni/kp/pravidla_ro-prirucka_e-kurzu.pdf.
26. **Ullmann, Vojtěch.** Ionizující záření. *AstroNuklFyzika*. [Online] [Citace: 1. únor 2021.] <https://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika6.htm#Absorbce>.
27. **Miženková, Lenka.** Radiologický asistent jako součást operačního týmu. *Zdravotnictví a medicína*. [Online] 11. duben 2007. [Citace: 4. únor 2021.] <https://zdravi.euro.cz/clanek/sestra-priloha/radiologicky-asistent-jako-soucast-operacniho-tymu-301167>.
28. **Krajíček, Milan a Roček, Miloslav a kolektiv.** *Chirurgická a intervenční léčba cévních onemocnění*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2011. ISBN 978-80-247-6777-2.
29. **Ferda, Jiří.** *CT angiografie*. Praha : Galén, 2004. ISBN 80-7262-281-1.
30. **Procházka, Václav.** *Vaskulární diagnostika a intervenční výkony*. Praha : Maxdorf, 2012. ISBN 978-80-7345-284-1.
31. **Súkupová, Lucie.** Princip fungování expoziční automatiky a její využití. *sukupova*. [Online] 4. Červen 2018. [Citace: 4. Květen 2021.] <http://www.sukupova.cz/princip-fungovani-expozicni-automatiky-a-jeji-vyuziti/>.
32. **Dzurenda, Josef.** Radiologický asistent na sálech. *Zdravotnictví a medicína*. [Online] 16. prosinec 2005. [Citace: 4. únor 2021.] <https://zdravi.euro.cz/clanek/sestra/radiologicky-asistent-na-salech-283653>.
33. **Žáčková, Helena.** Rizika únosná avšak nezanedbatelná. [Online] 2006. [Citace: 1. únor 2021.] https://www.suro.cz/cz/publikace/lekarske-ozareni/rentgen_8_2006.pdf.
34. **Testima.** Osobní dozimetr DMC 2000 S. *Testima*. [Online] [Citace: 27. Duben 2021.] <http://www.testima.eu/osobni-dozimetr-dmc-2000-s>.
35. **Gammadata.** DMC 2000S - electronic dosimeter. *gammadata*. [Online] [Citace: 10. Květen 2021.] <https://www.gammadata.se/assets/Uploads/DMC2000S-144269EN-C-.pdf>.
36. **Nemocnice Havlíčkův Brod.** Výroční zpráva 2020. *Nemocnice Havlíčkův Brod*. [Online] 2020. [Citace: 29. Duben 2021.] <http://www.onhb.cz/Data/files/vyrocní%20zpravy/V%C3%BDro%C4%8Dn%C3%AD%20zpr%C3%A1va%202020.%201.pdf>.
37. **Crowhurst, James, a další.** Radiation dose in coronary angiography and intervention: initial results from the establishment of a multi-centre diagnostic reference level in Queensland public hospitals. *Journal of Medical Radiation Sciences*. 16. Červenec 2014, Sv. 61, 3.
38. **Humhej, Ivan.** Ústní sdělení od primáře oddělení Centrálních operačních sálů - MUDr. Ivana Humheje Ph.D. .
39. **Kouyoumdjian, Pascal, a další.** Surgeon's and patient's radiation exposure during percutaneous thoraco-lumbar pedicle screw fixation: : A prospective multicenter study of

100 cases. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 28. Květen 2019, Sv. 104, 5.

40. **Skácelová, Lada**. Sledování radiační zátěže personálu. *Theses*. [Online] [Citace: 29. Duben 2021.] <https://theses.cz/id/x16fuq/404067>.

41. **Godzik, Jakub, a další**. Surgeon and staff radiation exposure in minimally invasive spinal surgery: prospective series using a personal dosimeter. *Journal of neurosurgery*. 7. Únor 2020, Sv. 32, 6.

42. **Philips**. Philips DoseAware product overview. *Philips*. [Online] 2019. [Citace: 29. Duben 2021.] <https://www.documents.philips.com/assets/20190725/886a9b4950344bbe873caa9500c472ad.pdf>.

43. **Kozáková, Barbora**. Radiologický asistent na operačním sále. *Theses*. [Online] 31. Březen 2016. [Citace: 3. Květen 2021.] <https://dspace5.zcu.cz/handle/11025/24974>.

44. **Súkupová, Lucie**. Jak se mění dávka pacientovi se změnou expozičních parametrů? *sukupova*. [Online] 21. Říjen 2019. [Citace: 3. Květen 2021.] <http://www.sukupova.cz/jak-se-meni-davka-pacientovi-se-zmenou-expozicnich-parametru/>.

45. **Tesková, Barbora**. Radiační ochrana při vyšetření na operačních sálech. *Digitální knihovna Západočeské univerzity v Plzni*. [Online] 30. Duben 2020. [Citace: 3. Květen 2021.] <https://dspace5.zcu.cz/handle/11025/40929>.

46. Ochranné oděvy, rukavice, brýle proti rentgenovému záření. *vmk-rtg*. [Online] 2014. [Citace: 3. Květen 2021.] <http://www.vmk-rtg.cz/radprom-ochranne-odevy-rukavice-bryle.htm>.

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 C rameno [27].....	20
Obrázek 2 Displej elektronického dozimetru.....	22
Obrázek 3 Elektronický dozimetr	22
Obrázek 4 Čtecí zařízení elektronického dozimetru	23
Obrázek 5 Angiografický sál s C ramenem.....	27
Obrázek 6 Spondylochirurgický sál s C ramenem.....	28
Obrázek 7 C rameno na spondylochirurgickém sále.....	29
Obrázek 8 O rameno na spondylochirurgickém sále	29
Obrázek 9 Průměrné, maximální, minimální DAP dle oblastí na spondylochirurgickém sále v roce 2020	33
Obrázek 10 Průměrné, maximální, minimální DAP dle oblasti vyšetření na angiografickém sále	36
Obrázek 11 Průměrné, maximální, minimální DAP dle oblasti vyšetření na spondylochirurgickém sále	39
Obrázek 12 Pohlaví respondentů	40
Obrázek 13 Praxe asistentů na sálech	40
Obrázek 14 Znázornění sálů, na kterých respondenti nejčastěji pracují	41
Obrázek 15 Preferované modality respondentů	42
Obrázek 16 Možnosti snížení lékařského ozáření.....	44
Obrázek 17 Používané ochranné pomůcky	47
Obrázek 18 Preference olověné zástěry	48
Obrázek 19 Dostupnost stínících zástěr v různých velikostech.....	48
Obrázek 20 Preference olověných zástěr	49
Obrázek 21 Zájem o radiační ochranu ve volném čase.....	51
Obrázek 22 Způsoby dalšího vzdělávání respondentů v oboru	51
Obrázek 23 Zacházení s pacientkou ve fertilním věku	52
Obrázek 24 Vyhodnocení odpovědí na otázku způsobů zacházení s pacientkou ve fertilním věku.....	53
Obrázek 25 Plánek sálu s personálem (41)	59

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 Tkáňový váhový faktor [8].....	5
Tabulka 2 Základní limity [11].....	7
Tabulka 3 Odvozené limity pro zevní ozáření [11].....	8
Tabulka 4 Přehled cévních zobrazovacích metod [28]	18
Tabulka 5 Vybrané parametry osobního elektronického dozimetru DMC 2000 S [34] [35].....	23
Tabulka 6 Sledované parametry na angiografickém a spondylochirurgickém sále ...	24
Tabulka 7 Celkový počet vyšetření rozdělený dle pohlaví na angiografickém sále za rok 2020	29
Tabulka 8 Průměrné, maximální a minimální DAP rozlišené dle oblasti vyšetření za rok 2020.	30
Tabulka 9 Průměrné, maximální a minimální DAP dle oblasti vyšetření v roce 2020 na angiografickém sále	31
Tabulka 10 Četnost vyšetření dle ročníků narození a pohlaví na angiografickém sále za rok 2020.....	32
Tabulka 11 Celkový počet pacientů rozdělený dle pohlaví na spondylochirurgickém sále za rok 2020	32
Tabulka 12 Četnost vyšetření dle oblastí a pohlaví na spondylochirurgickém sále za rok 2020	33
Tabulka 13 Četnost pacientů dle ročníku narození a pohlaví na spondylochirurgickém sále	34
Tabulka 14 Celkový počet vyšetření dle pohlaví na angiografickém sále za pět dnů	34
Tabulka 15 Četnost pacientů dle pohlaví a věku na angiografickém sále za pět dnů	35
Tabulka 16 Průměrný, minimální a maximální věk dle pohlaví na angiografickém sále	35
Tabulka 17 Četnosti vyšetření dle oblastí a pohlaví na angiografickém sále za pět dnů	36
Tabulka 18 Četnost naměřených $H_p(10)$ na angiografickém sále	37
Tabulka 19 Celkový počet vyšetření dle pohlaví na spondylochirurgickém sále za pět dnů	37
Tabulka 20 Četnost pacientů dle pohlaví a věku na spondylochirurgickém sále za pět dnů	37

Tabulka 21 Průměrný, minimální a maximální věk dle pohlaví na spondylochirurgickém sále	38
Tabulka 22 Četnost vyšetření dle oblasti a pohlaví na spondylochirurgickém sále...	38
Tabulka 23 Četnosti kombinací volených odpovědí na otázku 3.....	41
Tabulka 24 Důvody preference diagnostického rentgenu	42
Tabulka 25 Důvody preference CT	43
Tabulka 26 Důvody preference sálu.....	43
Tabulka 27 Střídání pracovníků mezi operačními sály a zobrazovacími modalitami	43
Tabulka 28 Střídání na pracovišti - komentáře pracovníků	44
Tabulka 29 Celkové počty u jednotlivých nabízených možností snížení lékařského ozáření.....	45
Tabulka 30 Komentáře respondentů k otázce 6.	45
Tabulka 31 Kombinace odpovědí pracovníků na otázku 7	46
Tabulka 32 Počty odpovědí RA na úkony na sále.....	46
Tabulka 33 Ochranné pomůcky na sálech.....	47
Tabulka 34 komentáře pracovníků, kteří zvolili odpověď "mám vlastní zástěru"	48
Tabulka 35 Komentáře k otázce 10.	49
Tabulka 36 Důvody preferování jednodílné zástěry	50
Tabulka 37 Důvody preferování dvoudílné zástěry	50
Tabulka 38 Souhrnné odpovědi na otázku 12	52
Tabulka 39 Angiografický sál - srovnání nemocnic v počtu pacientů [36].....	54
Tabulka 40 Srovnání angiografie dolních končetin se studií [37].....	55
Tabulka 41 Srovnání počtu pacientů na spondylochirurgickém sále za roky 2019 a 2020	55
Tabulka 42 Porovnání nemocnic v počtu pacientů za rok 2020 na spondylochirurgickém sále [38].....	56
Tabulka 43 Srovnání četnosti vyšetření na spondylochirurgickém sále se studií [39]	56
Tabulka 44 Porovnání DAP spondylochirurgického sálu dle oblastí se studií [39]...	57
Tabulka 45 Průměrné naměřené hodnoty $H_p(10)$ pracovníků podle oblasti intervence na angiografickém sále	58
Tabulka 46 Porovnání doby monitorování a počtu výkonů na angiografickém sále dvou nemocnic	58
Tabulka 47 Průměrný skiaskopický čas na angiografickém sále	59

Tabulka 48 Porovnání hodnot z Arizonské studie a mého monitorování [41].....	60
Tabulka 49 Vybrané parametry dozimetru značky Philips [42] a dozimetru DMC 2000 S [34] [35].....	60
Tabulka 50 Skiaskopické časy na spondylochirurgickém sále.....	61
Tabulka 51 Srovnání angiografického a spondylochirurgického sálu	62

SEZNAM PŘÍLOH

Vážená paní/pane, jsem studentkou 3. ročníku oboru Radiologický asistent na FBMI ČVUT v Praze, a píšu bakalářskou práci na téma „Úloha radiologického asistenta při zabezpečení radiační ochrany na operačních sálech“. Dovoluji si Vám proto poslat dotazníkové šetření, které se tímto tématem zabývá. Dotazník bude anonymní. Velice Vás tímto žádám, zda by bylo možné dané dotazníkové šetření vyplnit.

Předem Vám mockrát děkuji za Váš čas

Tereza Klementová.

1. Jste:

- a) Žena
- b) Muž

2. Jak dlouho docházíte pracovat na sály?

- a) Méně než 5 let
- b) 5 – 10 let
- c) Více než 10 let
- d) Jiné.....(doplňte)

3. Na který sál nejčastěji docházíte? (možno více odpovědí)

- a) Angiografický sál
- b) Kardioangiografický
- c) Ostatní sály
- d) Spondylochirurgický
- e) Traumatologický
- f) Ortopedický
- g) Urologický
- h) Neurochirurgický
- i) Chirurgický
- j) Jiné.....(doplňte)

4. Preferujete práci na sále nebo spíše na CT, RTG, MR?

- a) Preferuji CT,
protože.....(doplňte)
- a) Preferuji diagnostický rentgen,
protože.....(doplňte)
- b) Preferuji snímkování na sále,
protože.....(doplňte)
- c) Preferuji MR,
protože.....(doplňte)

- d) Nemám preference,
protože.....(doplňte)
- e) Jiné, protože.....(doplňte)

5. Jak často se střídáte mezi operačními sály a jinými zobrazovacími modalitami na pracovišti (CT, MR, RTG)?

- a) Po týdnu
- b) Po měsíci
- c) Chodím na sál pouze 1-2 do měsíce
- d) Chodím na sál pouze 1-2 ročně
- e) Jiné.....(doplňte)

6. Jak se snažíte snížit lékařské ozáření u pacientů na sále, pokud to lze? (možno více odpovědí)

- a) Minimalizuji expoziční čas
- b) Snižím napětí
- c) Snažím se co nejvíce clonit
- d) Volím optimální filtr a ohnisko
- e) Jiné.....(doplňte)

7. Jaké vykonáváte na sále úkony kromě skiografie/skiaskopie? (možno více odpovědí)

- a) Kontrola žádanky a zápis pacienta do systému
- b) Manipulace s přístrojem
- c) Nastavení monitorů před zákrokem
- d) Zkouška provozní stálosti
- e) Dezinfekce přístroje
- f) Jiné.....(doplňte)

8. Jaké ochranné pomůcky využíváte na sálech? (možno více možností)

- a) Olověná zástěra
- b) Olověná vesta a sukňe
- c) Olověný límec
- d) Ochranné brýle
- e) Jiné.....(doplňte)

9. Jakou olověnou zástěru na sále používáte?

- a) 0,25 mm Pb
- b) 0,35 mm Pb
- c) 0,5 mm Pb
- d) 0,7 mm Pb
- e) Jiné.....(doplňte)
- f) Nepreferuji žádnou specifickou zástěru
- g) Mám
vlastní.....(doplňte)

10. Máte na Vašem pracovišti k dispozici ochranné pomůcky ve své velikosti (např. XS – XXXL, MV – LE)?

- a) Spíše ano
- b) Ano, v mé velikosti mám vždy k dispozici ochranné pomůcky
- c) Ano, v mé velikosti mám vždy k dispozici ochranné pomůcky, protože mám vlastní
- d) Spíše ne
- e) Ne, nikdy v mé velikosti nemám k dispozici ochranné pomůcky
- f) Jiné.....(doplňte)

11. Preferujete raději olověnou jednodílnou zástěru nebo raději sukni a vestu?

- a) Určitě jednodílnou zástěru, protože.....(doplňte)
- b) Určitě dvoudílnou zástěru, protože.....(doplňte)
- c) Nepreferuji konkrétní typ zástěry
- d) Jiné.....(doplňte)

12. Zajímáte se o radiační ochranu i ve svém volném čase?

- a) Ano (možno více odpovědí)
 - i. Účastním se dobrovolně seminářů
 - ii. Zvyšuji si kvalifikaci (vyšší odborná škola, vysoká škola aj.)
 - iii. Zajímám se o odbornou literaturu (tématické články, knihy, dokumenty)
- b) Ne

13. Kde máte při vykonávání činnosti na sále umístěný dozimetr (referenční místo)

- a) Do kapsy na olověné zástěře vlevo
- b) Pod olověnou zástěru (do kapsy u košile vlevo)
- c) Na rukáv košile vlevo
- d) Na rukáv košile vpravo
- e) Na výstřih košile
- f) Jiné.....(doplňte)

14. Jak budete zacházet s pacientkou ve fertilním věku? (možno více odpovědí)

- a) Před operací se ujistím, že není gravidní
- b) Předpokládám, že o možné graviditě se informoval lékař
- c) Vykryji gonády, pokud lze
- d) Budu s ní zacházet jako s každým dalším pacientem
- e) Jiné.....(doplňte)