

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Pavλίna KOUKALOVÁ

**Zobrazovací metody – role radiologického asistenta,
radiologického fyzika a radiologa**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. MUDr. Zuzana Sedláčková, Ph.D.

Olomouc 2022

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

V Olomouci dne 29. dubna 2022

Podpis

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce doc. MUDr. Zuzaně Sedláčkové Ph.D. za odborné vedení, velkou trpělivost, vstřícnost, cenné rady, připomínky a veškerý věnovaný čas, který mi během zpracování práce věnovala.

ANOTACE

Typ závěrečné práce:	Bakalářská práce
Téma práce:	Zobrazovací metody – role radiologického asistenta, radiologického fyzika a radiologa
Název práce v AJ:	Imaging methods – work of radiology assistant, radiology physicist and radiologist
Datum zadání:	2021-01-11
Datum odevzdání:	2022-04-29
Vysoká škola, fakulta, ústav:	Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta zdravotnických věd Ústav radiologických metod
Autor práce:	Koukalová Pavlína
Vedoucí práce:	doc. MUDr. Zuzana Sedláčková, Ph.D.
Oponent práce:	Mgr. Lada Skácelová, MBA
Klíčová slova v ČJ:	radiologie, radiodiagnostika, radiologický asistent, radiologický fyzik, radiolog
Klíčová slova v AJ:	radiology, radiodiagnostics, radiology assistant, radiology medical physicist, radiologist

Abstrakt v ČJ:

Tato přehledová bakalářská práce popisuje role tří profesí v oblasti radiologie. Jsou to radiologičtí asistenti, radiologičtí fyzici a samotní radiologové. Dozvíte se v ní, jak o samotném vývoji radiologie, tak o vývoji jednotlivých profesí, jejich spolcích, vzdělávání a o kompetencích těchto pracovníků. Vzhledem k tomu, že všichni tyto lidé vykonávají práci na odděleních s ionizujícím zářením, nebyla opomenuta ani radiační ochrana. Text je napsán na základě informací z odborné literatury a internetových zdrojů.

Abstrakt v AJ:

This bachelor thesis describes the role of three professions connected with radiology. They are radiology assistants, radiology medical physicists and radiologists. In this work you will learn about development of radiology as well as about development of individual professions, their associations, education and competencies of these workers. Because all these people work with ionizing radiation, part of this thesis is also radiation protection. The text is written on the basis of specialized publications and internet sources.

Rozsah práce: 53 stran / 0 příloh

Obsah

ÚVOD	8
1 RADIOLOGICKÝ ASISTENT	12
1.1 Kdo je Radiologický asistent?	12
1.2 Společnost radiologických asistentů ČR (SRLA)	12
1.3 Působíště radiologického asistenta	13
1.4 Vývoj vzdělávání v oboru	14
1.5 Práce radiologického asistenta	17
2 RADIOLOGICKÝ FYZIK	22
2.1 Kdo je radiologický fyzik?	22
2.2 Česká společnost fyziků v medicíně (ČSFM)	23
2.3 Vzdělávání v oboru	23
2.4 Práce radiologického fyzika	24
2.5 Zdroje ionizujícího záření	26
3 RADIOLOG	27
3.1 Kdo je radiolog?	27
3.2 Radiologická společnost (ČSL JEP)	27
3.3 Vzdělávání v oboru	28
3.4 Nástavbové obory pro radiology	30
3.5 Práce Radiologa	31
4 PRAVOMOCI A ODPOVĚDNOSTI PRACOVNÍKŮ SE ZDROJI IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ	36
4.1 Radiodiagnostika	36
4.2 Nukleární medicína	37
4.3 Radioterapie	38

5 RADIAČNÍ OCHRANA.....	39
5.1 Biologické účinky ionizujícího záření	39
5.2 Limit ozáření	40
5.3 Radiodiagnostika	42
5.4 Nukleární medicína	44
5.5 Radioterapie	45
ZÁVĚR	46
REFERENČNÍ SEZNAM	48
SEZNAM ZKRATEK	51
SEZNAM TABULEK	53

ÚVOD

Na podzim roku 1895 bylo Wilhelmem Conradem Röntgenem náhodně objeveno rentgenové záření. Stalo se tak při pokusech s katodovými paprsky v jeho laboratoři ve Würzburgu. Röntgen označil tyto neznámé paprsky matematickým symbolem pro neznámou, tedy symbolem X. Už sám Röntgen popsal jejich vlastnosti. První rentgenový snímek na světě zhotovil už měsíc po objevení paprsků, a to obraz ruky jeho ženy s prstenem. Snímek byl zhotoven na fotografickou desku. Tento objev dal vzniknout novému lékařskému oboru – radiologii a roku 1901 za něj získal, jako první fyzik, Nobelovu cenu. Díky tomu, že svůj objev nenechal patentovat, mohlo se využití těchto paprsků X začít rychle rozvíjet, jak v lékařství, tak v dalších oborech (Seidl, Radiologie pro studium a praxi, 2012).

Rentgenové záření (paprsky x) je elektromagnetické záření o krátkých vlnových délkách a vysokých frekvencích. Má schopnost pronikat vakuem i hmotou. Má ionizující účinky, šíří se přímočaře od zdroje a slábne se čtvercem vzdálenosti. Mezi jeho další vlastnosti patří luminiscence (schopnost světélkování), fotochemický efekt, kdy vlivem působení záření dochází ke změnám fotografického materiálu. Další vlastností je biologický efekt, který v těle vyvolává řadu chemických reakcí, které mohou vést k buněčné smrti, či změně DNA a nádorovému bujení. Zároveň se ale tohoto jevu využívá v radioterapii (Seidl, Radiologie pro studium i praxi, 2012).

Radiologie se stala jedním z nejvíce se rozvíjejících oborů současnosti. Žijeme v době, kdy oddělení Radiologické diagnostiky patří mezi základní a nepostradatelné pracoviště prakticky každé nemocnice. Tato oddělení patří mezi klinické obory. Jejich vybavení už dávno netvoří jen rentgeny, ale i moderní CT přístroje, MR přístroje, ultrazvuky, mamografy, angiografické linky a C-ramena využívaná na operačních sálech. Větší nemocnice, jako jsou nemocnice krajské nebo fakultní, mívají často také pracoviště Nukleární medicíny a v onkologii se může uplatnit Radioterapie.

Na všech těchto odděleních pracují radiologičtí asistenti a radiologičtí fyzici. Samotnou diagnostiku pak má na starosti radiolog. Přestože většina lidí už se s některými vyšetřeními na těchto odděleních setkala, jsou tato povolání laické veřejnosti poměrně málo známa.

Tato bakalářská práce má tři hlavní části, ve kterých jsou popsány jednotlivé profese. Nechybí ani kategorizace pracovišť a radiační ochrana, kterou musí tito pracovníci přísně dodržovat.

Práce se snaží odpovědět na otázky:

- Jak probíhá vzdělávání pracovníků vykonávajících práci na odděleních s ionizujícím zářením?
- Co je náplň jejich práce?
- Jakými způsoby sebe a pacienty chrání před nežádoucím ionizujícím zářením?

Cílem bakalářské práce je:

- Shromáždit dostatečné informace o zmíněných povoláních. Zaměřit se na jejich vzdělávání a náplň jejich povolání, a to tak, aby po přečtení této práce bylo případné laické veřejnosti a studentům středních škol, kteří se rozhodují pro další studium známo, kdo je radiologický asistent, kdo je radiologický fyzik a co dělá radiolog.

Jako vstupní literaturu jsem použila:

HEŘMAN, Miroslav. Základy radiologie, 1. vydání, Univerzita Palackého v Olomouci 2014, 314 stran. ISBN 978-80-244-2901-4

HUŠÁK, Václav. Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 1. vydání, Univerzita Palackého v Olomouci, 2009, 138 stran. ISBN 978-80-244-2350-0

SEIDL, Zdeněk. Radiologie pro studium i praxi. 1. vydání, Praha: Grada Publishing, 2012, 368 stran. ISBN 978-80-247-4108-6

Při tvorbě své bakalářské práce jsem provedla rešerši odborné literatury. Využila jsem databáze Lékařské fakulty Univerzity Palackého a Fakulty zdravotnických věd Univerzity Palackého. Odborné články jsem studovala v databázích PubMed a Medvik. K vyhledávání byla použita klíčová slova radiologie, radiodiagnostika, radiologický asistent, radiologický fyzik, radiolog a jejich anglické ekvivalenty. Využila jsem také zákony a vyhlášky ČR.

Významná data v radiologii

1895 Wilhelm Conrad Röntgen objevil paprsky X a zhotovil první rentgenový snímek, za což později získal Nobelovu cenu.

1896 Antoine Henri Becquerel při pokusech s uranovou rudou objevil přirozenou radioaktivitu. V roce 1903 získal Nobelovu cenu za fyziku.

1898 Marie Curie Skłodovská a Pierre Curie objevili radium a polonium. Spolu s A. H. Becquerelem získali v roce 1903 Nobelovu cenu, M. C. Skłodovská pak získala ještě v roce 1911 druhou Nobelovu cenu za chemii.

1900 Max Planck je považován za zakladatele kvantové teorie. V roce 1918 získal Nobelovu cenu za fyziku.

1923 Georg Karl von Hevesy při studiu metabolických procesů rostlin a zvířat začal používat radioaktivní izotopy. V roce 1943 získal Nobelovu cenu za chemii.

1927 Hermann Joseph Müller dokázal mutagenní účinky ionizujícího záření. V roce 1946 získal Nobelovu cenu za fyziologii a medicínu.

1938 Otto Hahn objevil jaderné štěpení. V roce 1946 získal Nobelovu cenu za chemii.

1940 Joseph Hamilton a Mayo Soley při diagnostice onemocnění štítné žlázy začali používat jód.

1949 Douglass Howry, sestavil předchůdce ultrazvukového přístroje (pulz-echo ultrazvukový skener).

1971 Godfrey Newbold Hounsfield a Allan McLeod Cormack se zasloužili o objev CT. V roce 1979 získali Nobelovu cenu za fyziologii a medicínu.

1973 Paul Christian Lauterbur vyvinul magnetickou rezonanci. V roce 2003 získal Nobelovu cenu za fyziologii a medicínu.

1975 Michel Ter-Pogossian se svými spolupracovníky sestrojil PET přístroj (Seidl, Radiologie pro studium a praxi, 2012).

1 RADIOLOGICKÝ ASISTENT

1.1 Kdo je Radiologický asistent?

Podle Zákona o podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činností souvisejících s poskytováním zdravotní péče je náplní práce radiologického asistenta provádění radiologických zobrazovacích i kvantitativních postupů, léčebné aplikace ionizujícího záření a poskytování specifické ošetrovatelské péče související s radiologickými výkony. Při diagnostice a následné péči radiologický asistent spolupracuje s lékařem a plní požadavky na radiační ochranu, která je vymezena zákonem č.263/2016 Sb. – Atomovým zákonem.

Podle Ústavu zdravotnických informací a statistiky vykonávalo v roce 2018 na území České republiky povolání radiologického asistenta **3 102** lidí (Zdravotnická ročenka ČR, 2018).

1.2 Společnost radiologických asistentů ČR (SRLA)

Nemalá skupina radiologických laborantů se v polovině padesátých let chtěla začít setkávat se svými dalšími kolegy a vyměňovat si pracovní zkušenosti. Nezůstalo jen u snah a v roce 1957 byla svolána první konference radiologických laborantů. Sjelo se více než 300 odborníků z celé republiky a tato konference dala vzniknout Společnosti radiologických asistentů ČR (Společnost radiologických asistentů ČR, 2000).

1.3 Působíště radiologického asistenta

Radiodiagnostika

- Rentgen
- Zubní rentgen
- Kostní denzitometrie
- Mamografie
- Angiografie
- Výpočetní tomografie (CT)
- Magnetická rezonance (MR)
- Operační sály – ortopedické, chirurgické, urologické, kardiologické...

Nukleární medicína

- Gama kamery
- PET, PET/CT a PET/MR
- SPECT a SPECT/CT
- Terapie otevřenými zářiči
- Aplikace radiofarmak

Radioterapie

- Nenádorová RTG terapie
- Fotonová terapie
- Protonová terapie
- Brachyterapie
- Radioterapeutický simulátor
- CT simulátor
- Plánování radioterapie

1.4 Vývoj vzdělávání v oboru

Po objevu rentgenového záření a jeho následnému uvedení do lékařské praxe nastala otázka, jak a kdo by měl s rentgenovým přístrojem pracovat. Z počátku se provádění rentgenových vyšetření ujali převážně chirurgové. Později po vzniku oboru radiologie se manipulace ujali radiologové. V průběhu první světové války však lékaři museli s obsluhou rentgenových zařízení přestat, neboť jich bylo potřeba jinde. Obsluhy se tak ujaly zdravotní sestry. Ty přitom kromě obsluhy rentgenu a vyvolávání rentgenových snímků musely pracovat na svých odděleních a dál pečovat o nemocné. Kvůli zvyšujícímu se počtu rentgenových vyšetření, a tím pádem velké časové náročnosti, začal rentgenové přístroje obsluhovat pomocný personál, který se stal součástí rentgenových pracovišť. Období po druhé světové válce přineslo velký rozvoj nových vyšetřovacích metod a přístrojů. Zvýšily se nároky na řádně kvalifikovaný a proškolený personál. Tímto se začal formovat nový zdravotnický obor **Rentgenový laborant** (později radiologický asistent). Kromě velkolepého rozvoje radiologie a potřeby obsadit pracovní pozice na odděleních diagnostiky a terapie přispělo k rozvoji tohoto oboru také nařízení z roku 1949, které neumožňovalo pracovat s radiologickými přístroji na odděleních radiologie osobám bez dostatečné kvalifikace. Mimo jiné se též začal klást důraz na radiační ochranu (Vodstrčil, Praktická radiologie, 2000).

Počátky vzdělávání v oboru Rentgenových laborantů se datují k roku 1949, kdy byl na v pražské nemocnici Na Bulovce připraven půlroční kurz pro laboranty s minimální tříletou praxí na oddělení diagnostiky nebo terapie. Garantem kurzu byl MUDr. Josef Slanina, CSc., který byl současně jedním z prvních lékařů – radiologů, kteří měli zájem na vzdělávání rentgenových laborantů v České republice (Společnost radiologických asistentů ČR, 2000).

V padesátých letech minulého století pak probíhalo vzdělávání na středních zdravotnických školách. Studium bylo zakončeno maturitní zkouškou. Absolventi získali odbornost **Diplomovaný radiologický laborant**. Případně se radiologičtí asistenti vzdělávali v jednoletém pomaturitním studiu. Toto studium bylo převážně určené pro absolventy gymnázií. Své vzdělání si mohli doplnit samozřejmě také pracovníci z radiologických oddělení, kteří se stali zaměstnanci před rokem 1949.

V roce 1957 se obě tyto formy studia zrušily. Bylo tomu zejména proto, že zákon O ochraně zdraví znemožňuje nezletilým pracovat s ionizujícím zářením. Vznikla nová forma pomaturitního vzdělávání, tentokrát dvouletá.

Od roku 1996 byl systém vzdělávání asistentů opět změněn. Z dvouletého nástavbového studia se stalo tříleté studium vyučované na vyšších odborných školách. Studium bylo zakončeno absolutoriem. Absolventi se stali **Diplomovanými radiologickými asistenty** a získali titul Dis. (Šimůnková 2006, Praktická radiologie). Tato forma vzdělávání však neměla dlouhého trvání a v roce 2007 zanikla.

Od roku 2007 probíhá vzdělávání pouze formou vysokých škol bakalářského stupně. Je to rovněž tříleté vzdělávání, ovšem v akreditovaném studijním programu Radiologický asistent na **vysoké škole**. Požadavkem pro přijetí na vysokou školu je úspěšně zakončení středoškolského vzdělání maturitní zkouškou a složení přijímacích zkoušek většinou z biologie, fyziky a všeobecného přehledu. Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou a obhajobou bakalářské práce. Závěrečná státnicová zkouška se skládá ze tří předmětů: **Diagnostické zobrazovací postupy, Nukleární medicína a Radiační onkologie**. Absolventi získají titul Bc.

Od akademického roku 2019/2020 je možné studovat na Fakultě zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci **navazující magisterský** studijní program pro Radiologické asistenty – Zobrazovací technologie v radiodiagnostice, absolventi získají titul Mgr. (Univerzita Palackého v Olomouci, 2021).

Radiologický asistent je tedy řádně kvalifikován, pokud vystudoval:

SŠ – Středoškolské vzdělání s maturitní zkouškou v oboru Radiologický laborant, pakliže zahájil studium nejpozději v roce 1996/1997.

VOŠ – Radiologičtí laboranti, kteří zahájili studium nejpozději v roce 2004/2005. Před jménem uvádí titul Dis.

VŠ – Radiologičtí asistenti, před jménem uvádí titul Bc.

(Zákon 96/2004 Zákon o nelékařských povoláních).

Seznam vysokých škol v České republice umožňujících studium na radiologického asistenta

Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta zdravotnických věd

- Bakalářský studijní program Radiologická asistence
- Navazující magisterský studijní program Zobrazovací technologie v radiodiagnostice

Masarykova univerzita v Brně, Lékařská fakulta

- Bakalářský studijní program Radiologická asistence

Ostravská univerzita, Lékařská fakulta

- Bakalářský studijní program Radiologická asistence

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství – Kladno

- Bakalářský studijní program Radiologická asistence

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta

- Bakalářský studijní program Radiologická asistence

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta zdravotnických studií

- Bakalářský studijní program Radiologická asistence

Univerzita Pardubice, Fakulta zdravotnických studií

- Bakalářský studijní program Radiologická asistence

Technická univerzita v Liberci, Fakulta zdravotnických studií

- Bakalářský studijní program Radiologická asistence

(Ministerstvo zdravotnictví České republiky, Přehled současných stanovisek VŠ, 2021)

1.5 Práce radiologického asistenta

Dle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR č. 55/2011 Sb. může radiologický asistent bez odborného dohledu a indikace provádět zkoušky provozní stálosti přístrojů radiologických pracovišť a zajišťovat, aby lékařské ozáření nebylo v rozporu s radiační ochranou. Dále provádí radiologické zobrazovací postupy (č. 55/2011 Sb. Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků).

V praxi to znamená, že přijme pacienta, zkontroluje jeho totožnost, vysvětlí mu, o jaké vyšetření se jedná a co se během něj bude dít. Jakou část oděvu a proč si má sundat a v případě, že to dané vyšetření vyžaduje, převzít, případně pomoci vyplnit informovaný souhlas s vyšetřením. V případě snímkování a CT vyšetření je třeba se u mladých žen ptát na případné těhotenství. Samozřejmostí je vykrývání gonád u snímkování mladých lidí, pokud to požadované vyšetření dovolí.

Dále radiologický asistent provádí ošetrovatelskou péči v souvislosti s radiologickými úkony, což zahrnuje zejména pomoc špatně se pohybujícím pacientům do kabinky, z kabinky a při vylézání na vyšetřovací stůl. Radiologický asistent může pacientům v případě nutnosti pomoci svléct oděv nebo sundat šperky, které by překážely při vyšetřování. Zároveň kontroluje, aby u sebe pacient neměl žádné kovové či jiné předměty, které by vyšetření znehodnocovaly. Radiologický asistent musí své pokyny přizpůsobit pacientovi, jedná-li se o starší osobu, mluví pomalu a hlasitě. S malými dětmi komunikuje mile, přátelsky, úměrně věku, všechno jim i jejich rodičům vysvětlí.

V rámci své kompetence může radiologický asistent manipulovat se zdravotnickými prostředky, které se užívají před, během nebo po vyšetření a zajišťovat jejich dezinfekci. Dezinfekce je rutinní činnost, kdy se po každém pacientovi vydezinfikuje vše, s čím přišel do kontaktu.

Dále může radiologický asistent provádět jako odborník v odůvodněných případech ozáření skiagrafické, včetně screeningových metod (například preventivní mamografické vyšetření, na které má každá žena nárok jednou za dva roky po čtyřicátém pátém roce života), pooperační skiaskopii a kostní denzitometrii. Pod dohledem specializovaného radiologického fyzika může plánovat léčebné

postupy v radioterapii (č. 55/2011 Sb. Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků).

Radiologický asistent pomáhá u výkonů v intervenční radiologii, kde je především k ruce lékaři a plní jeho pokyny. Dále může provádět léčebné ozařovací techniky a nukleárně medicínské postupy, či zobrazovací postupy, které využívají i jiných fyzikálních principů než ionizujícího záření. Sem řadíme například ultrazvukové vyšetření.

V České republice stejně jako v řadě dalších zemí, vykonávají vyšetření lékaři a asistent je spíše k ruce lékaři. Výjimku mají například v USA, Austrálii a Velké Británii, kde odborně proškolený Radiologický asistent sám provádí ultrasonografii (Medical Tribune, 2007). U nás má tedy asistent na starost příjem pacientů, jejich polohování, zapisování lékařova nálezu a následnou dezinfekci ultrazvukových sond a předmětů, se kterými byl pacient v kontaktu.

Dalším takovým vyšetřením je magnetická rezonance, kdy radiologický asistent opět přijme pacienta, řádně ho poučí, zkontroluje informovaný souhlas, případně po dohodě s lékařem může pacientům trpícím klaustrofobií aplikovat léky na uklidnění a provede vyšetření. Na základě indikace lékaře může během vyšetření podat kontrastní látku. V kompetenci radiologického asistenta je i aplikace periferních žilních katetrů a podávání léčebných či diagnostických přípravků potřebných k výkonu (trávicím traktem, dýchacími cestami, formou podkožních, kožních a nitrosvalových injekcí). Za tyto výkony nese plnou zodpovědnost (č. 55/2011 Sb. Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků).

Radiologický asistent se specializovanou způsobilostí může bez odborného dohledu a indikace vysvětlovat principy vyšetření pacientům a připravovat pro ně informační materiály, koordinovat členy v týmu a působit jako jejich konzultant, provádět odborný dohled radiologickým asistentům bez příslušné specializace, hodnotit kvalitu poskytované péče, ověřovat získané informace a navrhnout metody zlepšení, vyhodnocovat rizika pochybení, provádět výzkum, připravovat standardy specializovaných postupů a vést celoživotní vzdělávání, připravovat pacienty na specifické diagnostické výkony, asistovat během nich a poskytovat pacientům

specifickou ošetrovatelskou péči po výkonu (č. 55/2011 Sb. Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků).

Pro získání specializované způsobilosti musí Radiologický asistent absolvovat některé ze specializačních vzdělávání v akreditovaných zařízeních.

Vybrat si může ze specializací:

- **Zobrazovací metody v radiodiagnostice**
- **Zobrazovací a ozařovací technologie v radioterapii**
- **Zobrazovací a ozařovací technologie v nukleární medicíně**

Specializační vzdělávání mohou zajišťovat pouze akreditovaná zdravotnická zařízení. Právo vydávat akredityce ke specializačnímu vzdělávání má pouze Ministerstvo zdravotnictví ČR (č. 55/2011 Sb. Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků).

Odborný radiologický asistent pro radiodiagnostiku může v rozsahu své specializace zajišťovat přípravu vyšetřovacích protokolů, poskytovat specifickou ošetrovací péči, sledovat dodržování referenčních diagnostických úrovní, spolupracovat s klinickým radiologickým fyzikem. Dále může provádět informativní odhad efektivní dávky pro jednotlivé ozáření a provádět skiagrafické zobrazovací postupy (č. 55/2011 Sb. Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků).

Prvním krokem je správná identifikace pacienta a jeho správná příprava, která u klasické skiografie není nijak složitá. Stačí pouze, aby si pacient v kabině odložil oděv a šperky z vyšetřované oblasti. Radiologický asistent dává pacientovi potřebné pokyny, například u vyšetření plic: „Nadechnout a nedýchat!“. V případě, že se jedná o pacienta, který není schopen asistentovým pokynům dostát (většinou se jedná o starší pacienty, lidi s velkými bolestmi a děti), musí asistent na tuto skutečnost upozornit popisujícího lékaře. Jakmile asistent zhotoví snímky, v rámci post-processingu je upraví a pošle do PACSu.

Odborný radiologický asistent pro radiodiagnostiku se specializací v **mamární diagnostice** může provádět zobrazovací postupy mamografického screeningu,

kteřý slouží k včasnému záchytu nádorových onemocnění prsou. Pro radiologického asistenta to opět znamená příjem pacientky, poučení o vyšetření, převzetí informovaného souhlasu a dotazníku ohledně anamnézy, provedení samotného vyšetření pomocí mamografu a následné zaslání snímků do PACSu.

Odborný radiologický asistent pro radiodiagnostiku se zvláštní odbornou způsobilostí v **zobrazování magnetickou rezonancí** může bez odborného dohledu a na základě indikace lékaře provádět zobrazovací postupy a spektroskopii pomocí magnetické rezonance (č. 55/2011 Sb. Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků).

Odborný radiologický asistent pro radiodiagnostiku se zvláštní odbornou způsobilostí v **zobrazování pomocí výpočetní tomografie** může bez odborného dohledu a na základě indikace lékaře provádět zobrazovací postupy výpočetní tomografie, (č. 55/2011 Sb. Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků) které mimo již zmíněné zahrnují správné položení pacienta na základě vyšetření, které se bude provádět, případné zavedení periferního žilního katetru, při podání kontrastní látky, obsluhu CT přístroje a asistenci lékaři u terapeutických vyšetření prováděných na CT jako například drenáž, biopsie, RFA a PRT. Samozřejmostí je práce s post-processingem a následné odesílání zhotovených CT řezů a snímků do PACSu.

Odborný radiologický asistent pro radiodiagnostiku se zvláštní odbornou způsobilostí v zobrazovacích postupech **intervenční radiologie a kardiologie** bez odborného dohledu a na základě indikace lékaře, který je aplikujícím odborníkem, může provádět zobrazovací postupy intervenční radiologie a kardiologie, (č. 55/2011 Sb. Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků) zde je hlavní rolí asistenta obsluha C – ramene a práce s počítačem.

Odborný radiologický asistent pro diagnostiku může na základě indikace lékaře aplikovat intravenózní diagnostické přípravky s výjimkou radiofarmak. Za všechny tyto postupy nese odpovědnost (č. 55/2011 Sb. Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků).

Odborný radiologický asistent pro radioterapii musí být k lidem zvláště empatický, milý a trpělivý, pracuje totiž s těžce nemocnými lidmi a musí jim přizpůsobit své chování. Je nutné pacienty řádně poučit a ptát se, zda opravdu všemu rozumí. Je samozřejmostí pomáhat lidem se svlékáním, vylézáním na stůl a následným slézáním z něj.

Radiologický asistent obsluhuje ozařovací přístroje, provádí lékařské ozáření podle ozařovacího plánu a zachází s fixačními pomůckami, pečlivě nastavuje pacienta do ozařovací polohy, dále provádí dozimetrii na pacientovi a plánování léčby, na kterém pracuje s fyziky a lékaři. Samozřejmostí je dezinfekce (Šlampa, Radiační onkologie v praxi, 2014).

Odborný radiologický asistent pro nukleární medicínu provádí měření dávek u pacientů v rámci radionuklidové terapie, manipuluje s radiofarmaky a provádí dekontaminaci použitých prostředků. Pomůcky během výkonu použité patří do příslušných kontejnerů na radioaktivní odpad. Jeho úkolem je také provádět základní analýzu obrazových dat a následně je zpracovávat. V rámci svého povolání poskytuje ošetrovatelskou péči (č. 55/2011 Sb. Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků). Ta je v nukleární medicíně specifická, protože zdrojem záření je zde pacient. Opět radiologický asistent obeznámí pacienta s vyšetřením, přebere informovaný souhlas, pomůže hůře mobilním pacientům. Může zavést periferní žilní katetr a následně podat radiofarmaka a kontrastní látky. Jakmile je pacientovi aplikováno radiofarmakum, personál se musí snažit kvůli ochraně před zářením trávit s ním co nejkratší čas a dodržovat od něj optimální vzdálenost.

2 RADIOLOGICKÝ FYZIK

2.1 Kdo je radiologický fyzik?

Dle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR č. 55/2011 Sb. může radiologický fyzik vykonávat činnosti pod odborným dohledem specializovaného fyzika a bez indikace lékaře provádět radiologické postupy a další činnosti související s radiační ochranou. Zajišťuje dozimetrii a vyhodnocuje dávky lékařského ozáření. Podílí se na zavádění nových metod a zařízení do praxe, poskytuje dalším zdravotnickým pracovníkům konzultace ohledně optimalizace a radiační ochrany. Zabezpečuje optimalizaci při poskytování zdravotní péče. Dohlíží nad dodržováním radiační ochrany, sleduje radiační zátěž, navrhuje a kontroluje postupy, které by měly vést ke snížení zátěže a školí další zdravotnické pracovníky. Pod odborným dohledem může provádět technickou část lékařského ozáření (Vyhláška č. 55/2011 Sb., Vyhláška o činnosti zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků).

Podle Ústavu zdravotnických informací a statistiky ČR vykonávalo v roce 2018 na území České republiky povolání radiologického fyzika **136** lidí (Zdravotnická ročenka ČR, 2018).

Klinický radiologický fyzik navrhuje vnitřní havarijní plány, provádí výzkumnou činnost v oboru, vede a zajišťuje přejímání, kontrolu, manipulaci a uložení přístrojů. Dohlíží nad opatřeními proti úniku radioaktivních látek do životního prostředí. Ověřuje měřidla užívaná radiologickými pracovišti a zajišťuje jejich kalibraci. Inicjuje opatření, která mají za cíl snížit radiační zátěž u pacientů. Dále může klinický radiologický fyzik vést specializační vzdělávání, hodnotit radiologické události a případy selhání techniky, podílet se na tvorbě preventivních opatření pro tyto situace, připravovat standardy specializovaných postupů v rozsahu své odbornosti, optimalizovat nastavení zdrojů ionizujícího záření, provádět měření nutná pro ověření množství aplikované dávky. Vydávat opatření proti rizikům, která vznikají při radiačních činnostech. Provádí činnosti spojené se zkouškami provozní stálosti, dlouhodobé stability a přijímacími zkouškami u zdrojů záření na radiologických pracovištích (Vyhláška č. 55/2011 Sb., Vyhláška o činnosti zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků).

2.2 Česká společnost fyziků v medicíně (ČSFM)

Tato společnost vznikla jako dobrovolné sdružení radiologických fyziků a dalších fyziků působících ve zdravotnictví. Ministerstvem vnitra České republiky byla zaregistrována 6. dubna 2004. V roce 2015 se ze sdružení stal spolek. Cílem společnosti je hájit profesní zájmy fyziků, kteří pracují ve zdravotnictví, podporovat jejich vzdělávání a odborné znalosti. Spolupracují s národními a mezinárodními organizacemi a společnostmi. Řídícím orgánem je výbor složený ze sedmi členů. Kontrolním orgánem je komise složená ze tří členů (Česká společnost fyziků v medicíně, z.s.).

2.3 Vzdělávání v oboru

Radiologický fyzik je navazujícím magisterským studiem.

Seznam vysokých škol v ČR umožňujících studium na radiologického fyzika

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

- Radiologická fyzika

Masarykova univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta

- Radiologická fyzika

(Ministerstvo zdravotnictví České republiky, Přehled současných stanovisek VŠ, 2021).

Specializační vzdělávání pro radiologické fyziky

Podmínkou pro zařazení do specializačního vzdělávání je získání způsobilosti podle zákona č 96/2004 Sb. a to absolvováním magisterského studijního programu radiologická fyzika nebo absolvováním matematicko-fyzikálního zaměření a absolvováním akreditovaného kurzu Radiační fyzika. Specializační vzdělávání trvá nejméně 24 měsíců. Během nichž fyzici projdou základním kmenem a specializací z jednoho konkrétního oboru.

Vybrat si mohou:

- **Nukleární medicínu**
- **Radioterapii**
- **Radiodiagnostiku**

Specializované vzdělávání je zakončeno atestační zkouškou. Vzdělávání se skládá z teoretické a praktické části, povinných praxí a z odborné stáže, kde si fyzik osvojuje praktické dovednosti. Nezbytností při specializačním vzdělávání je vedení záznamu o provedených výkonech do takzvaného logbooku, ten obsahuje seznam výkonů a minimální počet jejich provedení, aby byl fyzik schopný zvládnout daný úkol prakticky, ne pouze teoreticky (Specializace v oboru Radiologická fyzika podle nařízení vlády č. 381/2010 Sb.).

2.4 Práce radiologického fyzika

Radiologický fyzik v Radiodiagnostice si osvojil znalosti principů fungování rentgenky, konstrukce rentgenového přístroje, procesy rentgenového záření ve tkáních organismu, vznik a kvalitu rentgenového obrazu. Principy metod používaných v diagnostice jako klasická skiografie, skiaskopie, ultrasonografie, výpočetní tomografie, magnetická rezonance, angiografie, mamografie, zubní rentgen. Zná principy obrazových rekonstrukcí, kalibrace a nastavení parametrů zobrazovacích systémů, radiační ochrany pacientů s tím související metody snížení dávek a také ochranu personálu (Specializace v oboru Radiologická fyzika podle nařízení vlády, č. 381/2010 Sb.).

Radiologický fyzik pro nukleární medicínu sleduje během terapie otevřenými zářiči dávky, které absorbuje pacient, provádí příslušné výpočty a odhady ohledně posuzování radiačního rizika. Tyto údaje poskytuje lékařům. Také dohlíží na radiační ochranu v pokojích pacientů. Na základě indikace lékaře může provádět fyzikálně technickou část ozáření (Vyhláška č. 55/2011 Sb., Vyhláška o činnosti zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků).

Radiologický fyzik v radioterapii se přímo podílí na plánování ozařovacích protokolů, které sestává ze stanovení cílových objemů, vytyčení kritických orgánů, které probíhá pomocí zobrazovacích metod, modelaci svazků, kdy se využívají bloky, klínové filtry, kolimátory a IMRT. Má na starost verifikační informační systémy, parametry vstupních informací, lokalizace ozařovaných objemů, simulaci plánů, verifikační protokoly a hodnocení výsledků terapie. Odpovídá za kontroly správnosti ozařovacích plánů, kontroly správnosti provádění a vyhodnocování zkoušek provozní stálosti, kalibraci ozařovačů a vytváření metodik pro zkoušky provozní stálosti (Šlampa, Radiační onkologie v praxi, 2014).

Zkoušky generátorů záření

Je nutné sledovat všechny parametry důležité z hlediska radiační ochrany. Z vyhlášky č. 307/2002/ Sb. je povinností testovat na radiologických pracovištích zdroje záření. Jedná se o zkoušky přejímací, dlouhodobé stability a provozní stálosti.

Přejímací zkoušky se provádí ihned po převzetí přístroje a zjišťujeme kvalitu řídicích, bezpečnostních, ovládacích, indikačních, signalizačních a zobrazovacích systémů. Ověřuje se, zda parametry souhlasí s dokumentací od výrobce a s českými normami. Tyto zkoušky jsou prováděny pouze osobami se speciální způsobilostí a povolením ze Státního úřadu pro jadernou bezpečnost.

Zkouška dlouhodobé stability je testování, které se provádí při každém podezření na špatné fungování přístroje, také při údržbě nebo po opravě, která by mohla mít vliv na funkci stroje. Většinou se provádí jednou za rok. Provádějící pracovník musí být specialista. Výsledky této zkoušky se zaznamenávají do protokolu, který se následně zašle na Státní ústav pro jadernou bezpečnost.

Zkoušky provozní stálosti ověřují typické provozní vlastnosti. Nejedná se pouze o parametry radiační, ale i o zobrazování a kvalitu obrazu. Tyto zkoušky provádí vybraný pracovník s odpovídajícími zkušenostmi a znalostmi. Při zjištění závady se musí provést příslušná náprava (Hušák, Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 2009).

2.5 Zdroje ionizujícího záření

Mimo přírodní zdroje radiačního záření existují zdroje uměle vytvořené člověkem. Tyto zdroje jsou popsány v tabulce číslo 1.

Tabulka 1- Zdroje záření na pracovištích s ionizujícím zářením

OBOR	ZDROJ	ZÁŘENÍ	POUŽITÍ
Radiodiagnostika	Rentgenka	Rentgenové	Zobrazování struktur těla
Nukleární medicína	Radionuklidy (gama zářiče)	Gama	Zobrazování po aplikaci radiofarmak
	Radionuklidy (beta zářiče)	Beta nebo smíšené záření beta a gama	Terapie po aplikaci radiofarmak
Radioterapie	Radionuklidy (uzavřené zářiče)	Gama	Radioterapie zhoubných nádorů
	Urychlovače	Urychlené elektrony	
	Rentgenky	Rentgenové	Radioterapie nenádorových onemocnění

(Hušák, Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 2009).

3 RADIOLOG

3.1 Kdo je radiolog?

Lékař se specializací v oboru radiologie, který samostatně vykonává diagnostické činnosti v celé obecné radiologii, včetně intervenčních metod (například biopsií a drenáží pod UZ či CT kontrolou, ve kterých byl vyškolen). Mezi hlavní náplň jeho práce patří hodnocení a popis nálezů, které provedl radiologický asistent (skiagrafické, CT, MR) a nálezů, které sám provedl (UZ, skiaskopie a intervence). Popis se skládá ze tří částí, názvu vyšetření a techniky provedení, vlastního popisu a závěru, ve kterém lékař komentuje popis v souvislosti s klinickou anamnézou. Zdrojem klinické anamnézy by měla být dobře vyplněná žádanka. Popis by měl být na tolik informativní, aby bylo možné si udělat představu i bez snímku. Snímky a popisy se dokumentují a archivují (Heřman, Základy radiologie, 2014).

3.2 Radiologická společnost (ČSL JEP)

Radiologická společnost České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně byla založena v sanatoriu v Pražském Podolí. Její vznik se datuje k 28. červenci 1924. Původní název byl Česká společnost pro rentgenologii a radiologii. Iniciátorem byl pan doktor Antonín Čipera, plzeňský rentgenolog. Zakladatelem se však stal profesor chirurgie a radiologie Rudolf Jedlička. Až do roku 1948 se společnost neúspěšně snažila o uznání radiologie jako samostatného oboru. Nesouhlasilo s tím pražské akademické prostředí, a nepomohly tomu ani rozbroje mezi radiodiagnostiky a radioterapeuty. Do roku 1926 se společnosti velmi dařilo, poté po smrti pana profesora Jedličky vedli společnost klinikové (Antonín Ostrčil – gynekolog, Kristián Hynek – internista, Jiří Diviš – chirurg...), kteří neměli o osamostatnění zájem.

V roce 1940 se předsedou stal rentgenolog Bohumír Polland a místopředsedou doktor František Novotný. Roku 1942 Společnost publikovala plán ochrany personálu proti škodlivému ionizačnímu záření postavený na technických kontrolách, atestech zařízení a pravidelných lékařských prohlídkách zaměstnanců. Až do konce války Společnost nikdy nespravovala vzdělávání v oboru

radiodiagnostiky a terapie. Dařilo se však alespoň budovat centrální rentgeny ve velkých nemocnicích.

Odpor na akademické půdě byl překonán teprve v roce 1945. V průběhu let došlo ve Společnosti na přeorientování spíše na činnost sociální a zdravotnickou. Jednalo se například o pomoc lékařům zasažených radiací. Po válce vytvořili požadavek na snížení důchodové daně, zkrácení pracovní doby a vyplácení rizikových příplatků (Radiologická společnost, 2021).

Pod Českou lékařskou společností patří mimo jiné také Česká společnost intervenční radiologie.

3.3 Vzdělávání v oboru

Dle zákona č. 95/2004 Sb. získá lékař odbornou způsobilost k výkonu povolání po absolvování minimálně šesti let prezenčního studia v programu Všeobecné lékařství. (Zákon č. 95/2004 Sb.).

Seznam vysokých škol v české republice pro lékaře

Univerzita Palackého v Olomouci, Lékařská fakulta

- Všeobecné lékařství

Masarykova univerzita v Brně, Lékařská fakulta

- Všeobecné lékařství

Univerzita Karlova, První, Druhá a Třetí lékařská fakulta v Praze; Lékařská fakulta v Plzni; Lékařská fakulta v Hradci králové

- Všeobecné lékařství

Ostravská univerzita, Lékařská fakulta

- Všeobecné lékařství

(Ministerstvo zdravotnictví České republiky, Přehled současných stanovisek VŠ, 2021).

Specializované vzdělávání pro radiology

Po získání způsobilosti k povolání lékaře si absolvent volí specializaci. Specializovanou způsobilost získává lékař po ukončení specializačního vzdělávání složením atestační zkoušky, na jejímž základě je lékařovi vydán diplom o příslušné specializaci. Skládá se ze základního kmene, na který navazuje vzdělání ve vlastním specializovaném výcviku.

Základní kmen

Délka vzdělávání v základním radiologickém kmeni činí minimálně 30 měsíců a ukončuje se zkouškou. Po absolvování zkoušky v základním kmeni získá lékař certifikát. Zkouška se může opakovat nejdříve za půl roku od minulé neúspěšné a nejvýše třikrát. Základní radiologický kmen se skládá se z 2 měsíců anesteziologie a intenzivní medicíny, 2 měsíců chirurgie, 2 měsíců vnitřního lékařství a 24 měsíců radiologie a zobrazovacích metod. Dále musí lékař absolvovat povinné kurzy z lékařské první pomoci, zdravotnické etiky, komunikace a legislativy, Prevence a škodlivosti užívání návykových látek, Radiační ochrany a Radiobiologie (č. 221/2018 Sb. Vyhláška v základních kmenech lékařů).

Specializační způsobilost

Podmínkou pro její získání je zařazení do oboru, absolvování základního kmene v délce 30 měsíců, vlastního specializačního vzdělávání v délce 24 měsíců, závěrečné zkoušky v základním kmeni a zkoušky atestační. Radiolog tedy absolvuje specializační vzdělávání v oboru Radiologie a zobrazovací metody v minimální délce 4,5 roku (Věstník MZ ČR 3/2019, Vzdělávací program specializačního oboru radiologie a zobrazovací metody) Během této doby musí nasbírat stanovený počet kreditů z dalších volitelných kurzů z různých odvětví Radiologie.

Na konci specializovaného vzdělávání radiolog pozná normální anatomické a patologické obrazy a funkční odchylky na všech vyšetřovacích metodách. Provádí a organizuje screeningové programy v rámci zobrazovacích metod. Podílí se na diagnostice dětských pacientů a zná principy přístrojového vybavení. Pod kontrolou radiologických metod (skioskopie, CT, ultrasonografie) provádí intervenční výkony (Věstník MZ ČR 3/2019, Vzdělávací program specializačního oboru radiologie a zobrazovací metody).

Tabulka 2- Výkony v rámci specializačního vzdělávání

Výkon	Počet nejméně	Celkem
CT		
CT mozku	250	1500
CT hrudníku	250	
CT angiografie	250	
CT břicha a pánve	250	
MR		
MR mozku	200	1000
MR páteře	150	
MR muskuloskeletálního systému	150	
MR hrudníku, břicha a pánve	150	
Hybridní výkony (SPECT/CT, PET/CT, PET/MR)		200
Mamografie		200
Intervence		20

(Věstník MZ ČR 3/2019, Vzdělávací program specializačního oboru radiologie a zobrazovací metody).

3.4 Nástavbové obory pro radiology

Intervenční radiologie

Lékař specializovaný pro intervenční radiologii provádí intervenční výkony a určuje nejvhodnější diagnosticko-terapeutický postupy. Výkon provádí samostatně a je schopen zvládnout případné komplikace. Podílí se také na vzdělávání dalších intervenčních radiologů (Vzdělávací program v oboru Intervenční radiologie, MZČR, 2015). Atestovaný intervenční radiolog není jen diagnostikem, ale i ošetřujícím lékařem, který pacienta léčí, sleduje a rozhoduje o dalších terapeutických postupech. Součástí jeho týmu pro provádění intervenčních výkonů radiologie je také radiologický asistent a zdravotní sestra (Konceptce oboru intervenční radiologie, Česká radiologie, 2015).

Neuroradiologie

Lékař specializovaný pro neuroradiologii posuzuje indikace k neuroradiologickým výkonům, určuje nejvhodnější vyšetřovací metodu a případná další vyšetření. Podílí se na vzdělávání dalších neuroradiologů a provádí konzultace s dalšími klinickými obory (Vzdělávací program v oboru Neuroradiologie, MZČR, 2015). Zaměřuje se zejména na vyšetření CNS (tedy mozku a páteře).

Dětská radiologie

Lékař specializovaný pro dětskou radiologii je schopen samostatně vykonávat činnosti v celém spektru dětské radiologie včetně intervencí. Hodnotí a popisuje nálezy skiagrafické, ultrasonografické, tomografické, angiografické a nálezy z magnetické rezonance. Vzdělává další specialisty a provádí konzultace pro další klinické obory (Vzdělávací program v oboru Dětská radiologie, MZČR, 2015).

3.5 Práce Radiologa

Výkony prováděné v Radiodiagnostice, které slouží k zobrazování lidského těla, díky nimž lékař posuzuje anatomii, fyziologii a zejména případné patologické změny:

Snímkování

Skiografie neboli prosté RTG snímkování, je nejběžnější diagnostická zobrazovací metoda. RTG záření vznikající v rentgence prochází vyšetřovaným objektem, kde se částečně absorbuje a rozptyluje a dopadá na film. Vzniklý RTG obraz představuje negativní zobrazení tkáně, je to dvojrozměrný obraz trojrozměrného objektu. Na základě hustoty tkání rozlišujeme místa s nízkou hustotou, které absorbují méně záření, ty se jeví zastíněně a místa s vysokou hustotou, což jsou například kosti. Ty absorbují více záření a jsou proto na filmu projasněné. Pro prostorové rozlišení struktur snímujeme z pravidla ve dvou základních projekcích, předozadně a bočně. Pro určení strany na snímku používáme písmena P a L umístěná v horním rohu snímku (Heřman, Základy radiologie, 2014).

Skioskopie

Umožňuje souvislé sledování vyšetřované oblasti pomocí rentgenového obrazu. Přímá skioskopie patřila dříve k běžnému vyšetření. Dnes je vzhledem k vysoké radiační zátěži vyšetřujícího radiologa i pacienta využívána sporadicky. Nepřímou skioskopii umožňuje zesilovač obrazu s elektronickým digitálním snímáním obrazu. Využívá se k vyšetřování dynamických dějů, zejména v oblasti gastrointestinálního traktu a při hysterosalpingografii, cholangiografii, fistulografii a intravenózní vylučovací urografii (v současnosti využívané spíše u dětí). S její pomocí jde zhodnotit případnou parézu (části) bránice. Dále umožňuje vizuální kontrolu a navigaci při zavádění sond, katétrů, kardiostimulátorů, angioplastik a zavádění stentů cév (Seidl, Radiologie pro studium i praxi, 2012).

Angiografie

Angiografie se týká zejména zobrazování cévního řečiště. Cévní řečiště samozřejmě můžeme zobrazovat neinvazivně pomocí jiných metod jako například sonografie, MR, angiografie nebo CT angiografie. Při invazivním zobrazování používáme metodu intravaskulární angiografie. Při metodách intervenční angiografie podáváme kontrastní látku nitrožilně a následně zobrazujeme její průběh cévou. Angiografické vyšetřování se provádí na speciálně vybavených sálech. Angiografická linka je specificky uzpůsobená pro zobrazování instrumentáří používaných při intervenčních výkonech, jako jsou například katetry a vodící dráty. Systém obsahuje rentgenku připevněnou na C-rameno naproti níž je umístěn detektor. Pacient leží na pohyblivém stole. Pro distribuci kontrastní látky do cévního řečiště používáme tlakovou stříkačku, která zajišťuje přesné dávkování a koordinaci se zobrazováním (Heřman, Základy radiologie, 2014).

DSA – digitální substrakční angiografie

Je nejčastější metoda při angiografických výkonech. Je to jednoduchá metoda, jejíž význam spočívá v odečítání dvou snímků, které se liší přítomností kontrastní látky na druhém z nich. Pozadí zůstává stejné a cílem je kontrastní látkou zvýraznit cévy, které by jinak byly málo viditelné a těžko rozpoznatelné (Heřman, Základy radiologie, 2014). Do paměti počítače je snímán nejprve nativní obraz vyšetřované oblasti bez kontrastu a následně RTG obraz po aplikaci kontrastu. Digitálním odečtením nativního obrazu od obrazu s kontrastem zmizí struktury, které se nezměnily a zůstávají struktury, kterými se snímky liší, tedy náplň cév (Seidl, Radiologie pro studium i praxi, 2012).

Mamografie

Zobrazuje případné nehomogenity prsní tkáně, které by mohly nasvědčovat nádorovému procesu. Využíváme nízké energie RTG záření, což poskytuje vyšší kontrast. Pro dosažení optimálního kontrastu a rozlišení co nejmenších lézí provádíme kompresi prsu. Tkáň prozáříme měkkým RTG zářením o energii cca 20 keV, což umožňuje speciální rentgenka s molybdenovou anodou. Vzniklý snímek prsní žlázy se nazývá mamogram. Mamografie je vhodné vyšetření i v rámci screeningu. Mamograf může být doplněn zařízením pro stereotaxi, která umožňuje přesné zaměření a lokalizaci podezřelých struktur. Pomocí biopsie máme možnost odběru vzorku pro histologické vyšetření cév (Seidl, Radiologie pro studium i praxi, 2012).

Ultrasonografie

Diagnostická zobrazovací metoda založená na snímání ultrazvukových vln odražených od tkání na základě tkáňové interference. Užíváme frekvence 2–20 MHz. Prostupnost ultrazvuku prostředím a jeho rychlost šíření není ve všech tkáních stejná. Pro provedení vyšetření je nezbytné pokrytí povrchu sondy nebo kůže pacienta gelem (Heřman, Základy radiologie, 2014).

Dopplerovská ultrasonografie je založena na takzvaném Dopplerově fenoménu, kdy je sonda schopna zachytit frekvence z pohybujícího se objektu. Lze získat informaci o pohybu krve a její rychlosti. Také při této metodě používáme barevné mapování (Heřman, Základy radiologie, 2014).

Mezi další sonografické metody patří CEUS – kontrastní sonografie, kdy ke klasické Dopplerovské ultrasonografii použijeme kontrastní médium, elastografie, která je neinvazivní zobrazovací metodou sloužící k hodnocení elasticity tkání, nebo endosonografie, používaná k zobrazování dutých orgánů (Heřman, Základy radiologie, 2014).

Výpočetní tomografie

Její využití v diagnostice je velmi širokospektré. Jde o radiologickou vyšetřovací metodu, která pomocí rentgenového záření umožňuje zobrazení vnitřních orgánů. Vyšetřovaná oblast je rozdělena na větší počet tenkých vrstev (řezů) o šířce 0,5 – 5 mm, které si pak prohlížíme po jednotlivých vrstvách. Rentgenka a protilehlý detekční systém jsou upevněny na gantry a rotují během vyšetření kolem pacienta. Pacient leží na vyšetřovaném stole a projíždí skrze gantry. Hlavní předností CT oproti klasickému RTG snímkování je podstatně vyšší kontrast. Před započítím vlastní diagnosticky se na CT provádí topogram, kdy lehátko s pacientem projede gantry, ale rentgenka s detektory nerotuje. Vzniká planární obraz, ten pak slouží pro stanovení začátku a konce zobrazované oblasti. Densita vyšetřované tkáně je uváděna v Hounsfieldových jednotkách (Heřman, Základy radiologie, 2014).

Magnetická rezonance

Magnetická rezonance je založená na sledování magnetických momentů jader u prvků s lichým protonovým číslem, během toho, co je pacient uložen v silném magnetickém poli. Atomová jádra rotují kolem své osy (spin) a vzniká kolem nich magnetické pole. Atom vodíku, který je hojně rozšířen, má v jádře jediný proton, a proto se využívá k zobrazování. Když vložíme pacienta do silného magnetického pole, ve tkáni dojde k uspořádání nadpoloviční části spinů protonů do stejného směru. Jejich magnetický moment koná dva druhy pohybu. Rotuje kolem své osy –

tento pohyb nazýváme spin a druhý pohyb nazýváme precese, kdy jde o rotaci kolem pláště pomyslného kužele. Jestliže dojde k aplikaci frekvenčního pulzu o frekvenci shodné s precesí protonu, dojde k vychýlení magnetického pole o určitý úhel. Po skončení dochází postupně k návratu. Čas, za který k tomu dojde, nazýváme relaxační. Signál získaný po sérii pulzů se skládá z elektromagnetického vlnění, které je registrováno cívkami. Série nutná k získání měřitelného signálu se nazývá sekvence. Cívky musí být co nejbližší vyšetřované oblasti, aby byl obraz co nejkvalitnější. Magnetická rezonance se skládá z vyšetřovacího pohyblivého stolu, gantry, ve které je umístěn silný magnet chlazený heliem, gradientové cívky a základní cívky (Heřman, Základy radiologie, 2014).

4 PRAVOMOCI A ODPOVĚDNOSTI PRACOVNÍKŮ SE ZDROJI IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ

Radiační pracovníci jsou z hlediska monitorování rozděleni do dvou kategorií, podle očekávaného ozáření za běžného provozu, předvídatelných poruch a odchylek od běžného provozu. Nepočítá se s radiačními haváriemi. Kategorie A zahrnuje pracovníky starší osmnácti let, kteří by mohli obdržet efektivní dávku vyšší než 6 mSV ročně nebo 0,3 limitu pro oční čočku, kůži a končetiny. U pracovníků kategorie A je kladen velký důraz na jejich pravidelné osobní monitorování, proškolení z radiační ochrany a pravidelné lékařské prohlídky. Do kategorie B spadají ostatní radiační pracovníci (Seidl, Radiologie pro studium i praxi, 2012).

Osobní dozimetr se nosí na levé přední straně hrudníku, tomuto místu se říká referenční. Detekční film z dozimetru je nošen po dobu jednoho měsíce, poté se odesílá k vyhodnocení (Hušák, Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 2009). Zejména pracovníci na Nukleární medicíně, u kterých se předpokládá větší ozáření končetin, nosí prstové dozimetry na ruce. Prsteny jsou nošeny na ukazováčku, prostředníčku či prsteníčku (Hudzietzová, Česká radiologie, 2014)

4.1 Radiodiagnostika

Indikující lékař (klinik) vyplní a odůvodní požadavek na diagnostické vyšetření a poskytne ho aplikujícímu odborníkovi. Vždy by měl posoudit všechny aspekty tak, aby vyloučil vyšetření, které by bylo pro pacienta zbytečné.

Aplikující odborník (radiolog) zajišťuje provedení vyšetření v souladu s radiologickými standardy. Nese klinickou odpovědnost a v případě nedostatečně indikovaného vyšetření má možnost odmítnout dané vyšetření provést.

Radiologický asistent provádí praktickou část ozáření podle indikace aplikujícího odborníka a na základě požadavku indikujícího lékaře. Radiologický asistent provádí ty úkony, ke kterým je pracovně způsobilý. Všechny výkony provádí v odůvodněných případech, které stanovují národní radiologické standardy. Provedení výkonů stvrzuje podpisem.

Klinický radiologický fyzik dohlíží na fyzikálně technické zabezpečení strojů. Organizuje, řídí a dohlíží na činnost jiných zdravotnických pracovníků z hlediska radiační ochrany. Musí působit na všech pracovištích, kde se vyskytuje ionizující záření. Výjimku tvoří pouze zubní rentgeny a kostní denzitometry (Hušák, Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 2009).

4.2 Nukleární medicína

Indikující lékař doporučuje pacienta k aplikujícímu lékaři, uvede důvod pro dané vyšetření.

Aplikující odborník je lékař v oboru nukleární medicíny. Dohlíží nad průběhem diagnostických nebo léčebných úkonů, poskytuje informace pacientovi nebo indikujícímu lékaři.

Radiologický asistent provádí bez odborného dohledu na základě odborné indikace aplikujícího odborníka a na základě požadavku indikujícího lékaře lékařské ozáření v souladu s národními radiologickými standardy a nese za něj plnou odpovědnost.

Sestra pro nukleární medicínu provádí bez odborného dohledu část lékařského ozáření na základě indikujícího lékaře a spolupracuje při léčbě otevřenými zářiči. Opět se řídí základy radiační ochrany.

Klinický radiologický fyzik v nukleární medicíně má zodpovědnost za zabezpečení provozní stálosti přístrojů a hodnocení jejich chodu.

Do týmu nukleární medicíny zahrnujeme také **farmaceuty** případně **farmaceutické asistenty** specializované na přípravu radiofarmak (Hušák, Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 2009).

4.3 Radioterapie

Radioterapeut (lékař se specializací v oboru radioterapie nebo radiační onkologie) koordinuje práci celého týmu. Vše kontroluje a stvrzuje datem kontroly a svým podpisem, odpovídá za výsledek léčby. Určuje požadovanou dávku v cílovém objemu, stanovuje počet frakcí a limity pro rizikové tkáně. Kontroluje nastavení pacienta do ozařované polohy a má zodpovědnost za každé ozáření pacienta.

Radiologický asistent provádí praktickou část ozáření. Je odpovědný za použití správných pomůcek, zařízení a za správnou péči o onkologického pacienta. To zahrnuje důkladné ověření totožnosti a sledování zdravotního stavu. Vede zdravotní dokumentaci a v ní záznam o každém ozáření. Kontroluje a zabezpečuje ozařovací techniku, chod přístrojů a jakoukoliv odchylku nebo poruchu hlásí fyzikovi nebo biomedicínskému inženýrovi. Dle metodik Státního ústavu pro jadernou bezpečnost vede zkoušky provozní stálosti. Pod dohledem fyzika a lékaře může také vypracovávat ozařovací plány. Stále sleduje dodržování radiační ochrany.

Radiologický fyzik a další technický personál odpovídají za techniku pro léčbu ozáření. Dále je odpovědný za technickou část ozáření, zejména připravuje ozařovací plány a dozimetrii (Šlampa, Radiační onkologie v praxi, 2014).

5 RADIAČNÍ OCHRANA

Atomový zákon udává, že všechna pracoviště, která využívají ionizující záření se musí řídit zásadami radiační ochrany, které jsou v něm uvedené a vyhláškou o radiační ochraně (Vyhláška č. 422/2016 Sb. – O radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje).

5.1 Biologické účinky ionizujícího záření

Radiobiologie je věda, která se zabývá účinky ionizujícího záření na organismus. Je to vědní obor, který je složený ze dvou oborů, a to fyziky a biologie.

Deterministické účinky záření zabraňují dělení buněk a tím pádem vedou k usmrcení celých buněčných populací. Nastávají po překročení dané prahové dávky, proto je také nazýváme prahové. Jejich závažnost roste s velikostí expozice záření. Neprojeví se při dávkách nižších, než je prahová dávka, při kterých sice byla část buněk usmrcena, ale další buňky jsou schopny zastat jejich funkci. Při překročení prahu je poškozeno příliš velké množství buněk. Po překročení této dávky už další expozice nevede ke zhoršení stavu, protože už jsou všechny buňky usmrceny. Zavedením a dodržováním limitů lze zabránit deterministickým účinkům (Súkupová, Radiační ochrana při rentgenových výkonech, 2018).

K deterministickým účinkům patří:

Akutní nemoc z ozáření (akutní radiační syndrom) - rozvíjí se po jednorázovém ozáření celého těla nebo jeho části. V závislosti na dávce má tři stádia. Prvním je poškození kostní dřeně (hematologická dřeňová forma), vzniká při expozici dávkou 3-4 Gy. Projevuje se nauseou, dehydratací, zvýšenou teplotou, apatií a bolestmi hlavy. Následuje poškození gastrointestinálního traktu (střevní forma), nastoupí po dávce vyšší než 6 Gy. Projevuje se krvavými průjmy, příznaky ileu nebo střevní malformace. Posledním stadiem je poškození centrální nervové soustavy, neuropsychická forma nastupuje při dávkách nad 20 Gy, dochází k dezorientaci, zmatení, křečím, bezvědomí až smrti.

Akutní lokální poškození – k tomuto poškození může dojít při radiačních nehodách, ale i při běžném provozu lékařských pracovišť, a to zejména v radioterapii. Do lokálního poškození řadíme poškození kůže, kataraktu (poškození oční čočky) a poškození fertility (Hušák, Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 2009).

Stochastické účinky záření poškozuje DNA buňky. Pro stochastické účinky neexistuje dávkový práh, protože již malá ionizace může způsobit poškození DNA v jádru buňky. Mezi stochastické účinky zařazujeme vznik zhoubných nádorů a leukémií. I když jsou to účinky bezprahové, předpokládáme, že každé zvýšení dávky je spojeno se zvýšením pravděpodobnosti jejich výskytu. Není možné konkrétně poznat, zda se jedná o následek ozáření. Dávky se sčítají (Súkupová, Radiační ochrana při rentgenových výkonech, 2018).

5.2 Limit ozáření

Je to kvantitativní ukazatel pro celkové ozáření, jehož překročení není přípustné pro pracovníky s radiačním zářením. Limit ozáření pro pacienty není stanoven, je třeba vždy zvážit potenciální přínos vůči riziku, i poté se řídit principem ALARA.

- Efektivní dávka je součet ekvivalentních dávek ve tkáních a orgánech. Udává pravděpodobnost vzniku stochastických účinků.
- Ekvivalentní dávka je absorbovaná dávka. Její jednotkou je Sv.
- Gy je jednotkou vyjadřující dávku záření (Hušák, Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 2009).

Tabulka 3 - Limity ozáření

VELIČINY	LIMITY (uváděno v mSv)		
	OBECNÉ	PRO RADIAČNÍ PRACOVNÍKY	PRO STUDENTY
Efektivní dávka za rok	1	50	6
Efektivní dávka za 5 let	5	100	-
Ekvivalentní dávka v oční čočce za rok	15	150	50
Ekvivalentní dávka pro ruce a nohy za 1 rok (mSv)	-	500	150
Průměrná ekvivalentní dávka v 1cm ² kůže za rok (mSv)	50	500	150

(Hušák, Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 2009).

Principy radiační ochrany

Princip zdůvodnění – přínos musí převážit rizika, které při této činnosti mohou vzniknout.

Princip optimalizace – ozáření má být co nejnižší, dávka nesmí být ovšem snižována na úkor kvality, to by přineslo opačný výsledek, protože by se vyšetření muselo opakovat.

Princip fyzické bezpečnosti zdrojů – zdroje ionizujícího záření musí být zabezpečeny, aby za předvídatelných podmínek nedošlo ke ztrátě kontroly nad nimi. Princip zabezpečení zabraňuje manipulaci neoprávněných osob s nimi, technickou bezpečnost a dobrý stav strojů.

Princip limitování – nepřekračování stanovených limitů (Seidl, Radiologie pro studium i praxi, 2012).

Způsoby radiační ochrany

Ochrana časem využívá faktu, že radiační zátěž roste s dobou pobytu u zdroje. Pracovník by měl pobývat v blízkosti zdroje pouze, když je jeho přítomnost bezpodmínečně nutná.

Ochrana vzdáleností pracuje se skutečností, že dávkový příkon klesá s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje.

Ochrana stíněním probíhá tak, že mezi pracovníka a zdroj záření se umístí vrstva, která zeslabuje dávku záření. Používáme zejména materiály jako beton, baryum, olovo a plexisklo (Hušák, Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 2009).

5.3 Radiodiagnostika

Radiační ochrana pacienta

Důležitá je optimalizace expozičních parametrů, tak aby bylo dosaženo kvalitního snímku, ale zároveň co nejnižší radiační zátěže. Se vzrůstajícím napětím na rentgence roste i jeho pronikavost. Při vyšším napětí na rentgence tedy můžeme dosáhnout snížení zátěže. Čím je vzdálenost pacienta od rentgenky větší, tím je dávka nižší. Nastavením co nejmenšího ozařovaného pole přispějeme ke snížení radiační ochrany. Zejména leží-li vyšetřovaná oblast blízko gonád. Velikost ozařovaného pole vymezujeme clonami. Fixace pacienta sice přímo nesnižuje radiační dávku, ale zabraňuje pohybům pacienta, které by vedly k rozmazání snímku, a tedy k nutnosti jeho opakování. Gonády stíníme zejména u mladých pacientů pomocí olověné zástěry. Oči stíníme při vyšetřeních spojených s velkými dávkami, jako je například angiografie. Používáme tedy olověné brýle. Štítnou žlázu stíníme ochranným límcem. Pokud nelze vyloučit těhotenství pacientky, nebo je u vyšetření nutný doprovod, použijeme stínící zástěru.

Při skiaskopii je dávka ovlivněna hlavně kvalitou zesilovače, dávkovým příkonem a časem expozice. Pro snížení dávky lze použít pulzní skiaskopie, kdy nevychází záření kontinuálně, ale v pulzech. Skiaskopie se nesmí používat bez zesilovače obrazu. Přístroj musí umožnit automatické nastavení proudu

a rentgenky podle vyšetřované oblasti. U výpočetní tomografie závisí dávka na proudu rentgenky, zvětší-li se proud rentgenky, zvýší se i dávka. Prodlouží-li se doba rotace, zvýší se stejně i dávka pacientovi. Se vzrůstajícím napětím na rentgence roste dávka záření. Je to tedy opačně než u klasického rentgenového vyšetření, kde dávka s rostoucím napětím klesá. Prodloužíme-li dobu rotace, zvýší se dávka (Daníčková, Česká radiologie 2014).

Radiační ochrana pracovníků

Uplatňují se zde základní způsoby ochrany (časem, vzdáleností, stíněním). Součástí jsou i stavební úpravy vyšetřoven jako dostatečná tloušťka zdiva, baryové omítky, olověné dveře, okno z olověného skla. Při skiagrafii praktikujeme hlavně ochranu stíněním, pracovníci pobývají na ovladovně. V případě, že je nezbytná přítomnost pracovníka u vyšetření, jsou využívány olověné zástěry, límce, případně ochranné rukavice a brýle. Personál nesmí přidržovat pacienty ani jiné komponenty nutné k vyšetření. K tomuto účelu využíváme fixační pomůcky. Při skiaskopických vyšetřeních se musí zdravotník vyskytovat na vyšetřovně. Skiaskopický čas proto musí být co nejkratší a pracovníci by se měli střídat. Dodržujeme bezpečný odstup od pacienta, který je díky rozptýlenému záření též zdrojem záření. V rámci ochrany stíněním lze využít mobilní zástěny, stropní závěsy s olověným sklem, zástěry, límce, rukavice a brýle (Súkupová, Radiační ochrana při rentgenových výkonech – to nejdůležitější pro praxi, 2018)

Radiační ochrana dalších osob

Jedná se o osoby, které dobrovolně pomáhají pacientům při vyšetření. Zpravidla jsou to rodiče přidržující děti, nebo sestry pomáhající starším osobám. Radiologický asistent nesmí přidržovat pacienty. K jejich ochraně využíváme límce a zástěry. Pokud nemá osoba umístěny ruce v blízkosti primárního svazku, nemusíme použít rukavice. Osoby musí být starší osmnácti let, musí být poučeny o rizicích a podepsat souhlas s ozářením, taktéž musí být zaznamenány v dokumentaci (Seidl, Radiologie pro studium i praxi, 2012).

5.4 Nukleární medicína

Radiační ochrana pacienta

Aplikuje se pouze pro dané vyšetření nezbytné množství radiofarmaka požadované čistoty a aktivity. Aktivita radiofarmaka se volí dle požadované dávky v Bq a v souladu s národním radiologickými standardy. Aktivitu ověřujeme pomocí měřiče aktivity. Hydratace pacienta spolu s častým močením vede k vylučování radiofarmaka z těla a snižuje zátěž ledvin a močového měchýře, dále je možné zabránit pronikání radiofarmaka do určitého orgánu podáním jistého preparátu, například jodid draselný blokuje štítnou žlázu. Při metodách SPECT/CT a PET/CT je zátěž zvýšena ještě o radiační dávku z CT (Votrubová, Klinické PET a PET/CT, 2009).

Ochrana těhotných a kojících žen

Obecně platí, že podání radiofarmaka těhotné ženě je kontraindikací, pokud se ale jedná o neodkladné vyšetření, je možné látku podat. Musíme však pečlivě zvážit přínos a rizika vyšetření a použít takovou techniku, která zajistí maximální ochranu plodu. Roční efektivní dávka kojence nesmí překročit dávku 1mSv. Pokud vyšetření nelze odložit, nesmíme podávat radiofarmaka, která způsobují vysokou dávku na plod, jako například ^{67}Ga a ^{131}I (Hušák, Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 2009).

Radiační ochrana pracovníků

Pracovníci nukleární medicíny, kromě klasického pracovního oděvu, dále používají speciální ochranné pomůcky, jako jsou gumové rukavice, zástěry a brýle. Nikdy neberou otevřené zářiče do rukou, ale používají pinzety, kleště, ochranné obaly a stíněné kontejnery na radioaktivní odpad. Vyvarovávají se úniku radioaktivních látek do ovzduší prací s nimi v uzavřených laminárních skříních. V kontrolovaném pásmu též není dovoleno jíst, pít a kouřit (Hušák, Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 2009). U PET vyšetření je anihilační záření daleko více pronikavé, proto byly vyvinuty automaty na plnění stříkaček. Samotné odstínění

stříkaček není úplné i za použití wolframu, který má vyšší absorpci než olovo. Kromě stínění je využívána i ochrana časem, ale to pouze do určité míry, protože musíme provést polohování pacienta případně jiné úkony spojené s vyšetřením. Při těchto úkonech využíváme ochranu vzdáleností. V nukleární medicíně pracujeme s otevřenými zářiči a radioaktivními roztoky, je třeba znát správné zacházení s nimi, první pomoci při potřísnění a další postupy v případě kontaminace prostředí. Pozitivní je poměrně krátký poločas přeměny pozitronových zářičů, kdy není třeba složité dekontaminace, ale stačí prostor přechodně uzavřít (Votrubová, Klinické PET a PET/CT, 2009).

5.5 Radioterapie

Radiační ochrana pacienta

Postupy radiační ochrany v radioterapii se díky faktu, že terapie využívá záměrně ionizující záření k usmrcení nádorových buněk značně liší od ostatních oborů. Nežádoucím jevem je však bohužel poškození okolní zdravé tkáně. Proto se radiační ochrana využívá zejména pro potlačení deterministických účinků ozáření. Nejdůležitější je zdůvodnění indikace a záměru léčby a optimalizace radiační ochrany, kdy v hodnocení rizika nelze využít koncept efektivní dávky, ale získávají se vyhodnocováním konkrétních radiologických událostí, kdy došlo k selhání radiační ochrany (Hušák, Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 2009).

Radiační ochrana personálu

Je podobná jako v ostatních oborech, navíc jsou zde využívány vysoké energie záření, které neumožňuje ochranu stínícími prostředky typu zástěry a límce. Ochranu tedy zajišťují konstrukce stínících bariér ozařovny a takzvaného labyrintu, který zabraňuje pronikání rozptýlených fotonů do prostoru dveří. Personál se v místnosti, kde dochází k ozáření, zdržuje jen na nezbytně nutnou dobu (Hušák, Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 2009).

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo popsat povolání radiologického asistenta, radiologického fyzika a radiologa. Obecná část popisuje základy radiologie, její vznik, významná data a události v oblasti radiologie. Stanovili jsme cíle práce a položili si následující otázky:

Jak probíhá vzdělávání pracovníků vykonávající práci na odděleních s ionizujícím zářením? Dohledali jsme, jak probíhalo vzdělávání asistentů v minulosti a jak probíhá nyní. Tato profese se začala postupně rozvíjet po druhé světové válce, vzdělávání započalo v roce 1949 prostřednictvím kurzů a vyvinulo se až do dnešní podoby, tedy do vzdělávání na univerzitách. Radiologičtí asistenti se samozřejmě mohou specializovat na konkrétní obory prostřednictvím specializačního vzdělávání. Způsoby vzdělávání jsme taktéž dohledali a popsali u Radiologického fyzika a Radiologa.

Co je náplní jejich práce? V dalších kapitolách jsme se soustředili na popis práce Radiologického asistenta na všech pracovištích, na kompetence Radiologického fyzika, mezi něž patří například bdění nad radiační ochranou, zajišťování přejímání, kontroly, manipulace a uložení přístrojů. Dohlížení nad opatřeními proti úniku radioaktivních látek do životního prostředí, dozimetrie, plánování léčby zářením. A popsali jsme práci Radiologa, který popisuje snímky zhotovené asistentem, provádí ultrasonografická vyšetření a terapeutické výkony v rámci diagnostického zobrazování. Společně tvoří funkční tým, kdy práce jednoho navazuje na práci druhého a vzájemně spolu komunikují.

Jakými způsoby sebe a pacienty chrání před nežádoucím ionizujícím zářením? Podrobně jsme popsali i metody používané v rámci radiační ochrany, způsoby, jak chránit pacienty, personál a další osoby, vyskytující se ve sledovaném pásmu. Zmínili jsme i principy optimalizace, limitace, ochranu časem, vzdáleností a stíněním.

Cílem práce bylo *shromáždit dostatečné informace o zmíněných povoláních. Zaměřit se na jejich vzdělávání a náplň jejich povolání, a to tak, aby po přečtení této práce bylo případné laické veřejnosti a studentům středních škol, kteří se rozhodují pro další studium známo, kdo je radiologický asistent, kdo je radiologický fyzik, co dělá radiolog.* Doufám, že se nám tento cíl podařilo splnit

a po prostudování této práce už bude každý vědět, kdo je Radiologický asistent a co jeho povolání obnáší mimo „mačkání čudlíku“ a také, že radiologická asistentka není sestra a muž není lékař, za které jsou mnohdy mylně zaměňováni. Že fyzik nepatří jen do výzkumných ústavů, ale má své nezastupitelné místo i v nemocničním prostředí. A že existuje specializovaný lékař pro radiologii, který čte a popisuje rentgenové i jiné snímky pro ostatní lékaře. Společně tvoří funkční tým, kdy práce jednoho navazuje na práci druhého a vzájemně spolu komunikují. Práce ani jednoho z nich není snadná, všichni musí být dobře edukovaní odborníci. Jejich práce je zajímavá zejména proto, že jako zdravotníci pracují s lidmi a starají se o jejich zdraví, ale zároveň obsluhují a manipulují velmi složitou, náročnou a moderní technikou, využívající ionizující záření, které může být při nesprávné manipulaci životu nebezpečné.

REFERENČNÍ SEZNAM

Knihy

HEŘMAN, Miroslav. Základy radiologie, 1. vydání, Univerzita Palackého v Olomouci 2014, 314 stran. ISBN 978-80-244-2901-4

HUŠÁK, Václav. Radiační ochrana pro radiologické asistenty, 1. vydání, Univerzita Palackého v Olomouci, 2009, 138 stran. ISBN 978-80-244-2350-0

SEIDL, Zdeněk a kolektiv. Radiologie pro studium i praxi, 1. vydání, Grada Publishing Praha, 2012, 368 stran. ISBN 978-80-247-4108-6

SÚKUPOVÁ, Lucie. Radiační ochrana při rentgenových výkonech – to nejdůležitější pro praxi, 1. vydání, Grada Publishing Praha, 2018, 280 stran, ISBN 978-80-271-07909-4

ŠLAMPA, Pavel. Radiační onkologie v praxi, 4. aktualizované vydání, Masarykův onkologický ústav, Brno 2014, 353 stran. ISBN 978-80-86793-34-4

VOTRUBOVÁ, Jana. Klinické PET a PET/CT, 1.vydání, Galén Praha 2009, 207 stran. ISBN 978-80-7262-619-9

Zákony a vyhlášky

ČESKO. Vyhláška č. 422/2016 Sb. *O radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje*, dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/> [online]

ČESKO. Vyhláška č. 55/2011 Sb. *Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků*, dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/> [online]

ČESKO. Zákon č. 221/2018 Sb. *Vyhláška o vzdělávání v základních kmenech lékařů*, dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/> [online]

ČESKO. Zákon č. 263/2016 Sb. *Atomový zákon*, dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/> [online]

ČESKO. Zákon č. 95/2004 Sb. *Zákon o podmínkách získávání a uznávání odborné způsobilosti a specializované způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání lékaře*, dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/> [online]

ČESKO. Zákon č. 96/2004 Sb. *Zákon o nelékařských povoláních*, dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/> [online]

Časopisy

Daníčková, Kateřina. Optimalizace radiační zátěže a přizpůsobení radiologických přístrojů pro vyšetření dětí, *Česká radiologie*, Praha, 2014, ISSN 1210-7883

Hudzietzová, Jana. Radiační zátěž rukou pracovníků během přípravy a aplikace radiofarmak značených radionuklidem ^{18}F , *Česká radiologie*, Praha, 2014, ISSN 1210-7883

Koncepce oboru intervenční radiologie, *Česká radiologie*, Praha, 2015, ISSN 1210-7883

ŠIMŮNKOVÁ, Anna. Vzdělávání radiologických asistentů dříve a nyní. *Praktická radiologie*, Společnost radiologických asistentů, České Budějovice, 2006. ISSN 1211–5053, ISSN 1214-8911, ISSN 1214-8911

Ostatní

Česká společnost fyziků v medicíně, z.s., 2021, Dostupné z <https://www.csfm.cz> [online]

Ministerstvo zdravotnictví České republiky, Přehled současných stanovisek VŠ, 2021, dostupné z <https://www.mzcr.cz> [online]

Radiologická společnost ČSL JEP, 2022, dostupné z <https://www.crs.cz> [online]

Specializace v oboru Radiologická fyzika, 2010, podle nařízení vlády, č. 381/2010 Sb. Dostupné z <https://www.ipvz.cz>. [online]

Univerzita Palackého v Olomouci, 2021 dostupné z <https://www.upol.cz> [online]

Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky 3/2019, Vzdělávací program specializačního oboru radiologie a zobrazovací metody, dostupné z <https://www.mzcr.cz> [online]

VODSTRČIL, Ivan, Historie oboru a Společnosti radiologických asistentů, Společnost radiologických asistentů, České Budějovice, 2000. Dostupné z <http://srlacr.cz> [online]

Vzdělávací program Intervenční radiologie MZČR, 2015, dostupné z <https://www.ipvz.cz> [online]

Vzdělávací program Dětská radiologie MZČR, 2015, dostupné z <https://www.ipvz.cz> [online]

Vzdělávací program Neuroradiologie MZČR, 2015, dostupné z <https://www.ipvz.cz> [online]

Zdravotnická ročenka České republiky (Údaje do roku 2018) Dostupné z <https://www.uzis.cz> [online]

SEZNAM ZKRATEK

ALARA	As low as reasonably achievable (Dávka ionizujícího záření má být tak nízká, jak lze rozumně dosáhnout)
Bc.	Bakalářský titul
Bq	Becquerel (Jednotka aktivity)
CNS	Centrální nervový systém
CSc.	Kandidát věd
CT	Computed tomography (Výpočetní tomografie)
ČR	Česká republika
ČSFM	Česká společnost fyziků v medicíně
ČSL JEP	Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně
Dis.	Diplomovaný specialista
DNA	Deoxyribonucleic acid (Deoxyribonukleová kyselina)
DSA	Digital subtraction angiography (Digitální substrakční angiografie)
DSA	Digitální substrakční angiografie
Ga	Gallium
Gy	Grey (Jednotka absorbované dávky záření)
I	Jód
IMRT	Intensity Modulated Radiotherapy (Modulace svazku)
Iz	Ionizující záření
MeV	Megaelectronvolt (jednotka práce a energie)
Mgr.	Magisterský titul
MHz	Megahertz (jednotka frekvence)
MR	Magnetická rezonance

mSv	MiliSievert (jednotka efektivní dávky ionizujícího záření)
MUDr.	Doktor medicíny
PACS	Picture archiving and communication system (Systém archivace a komunikace obrázků)
PET	Positron Emission Tomography (Pozitronová emisní tomografie)
PET/CT	Hybridní přístroj složený z PET a CT
PET/MR	Hybridní přístroj složený z PET a MR
PRT	Periradikální terapie
RFA	Radiofrekvenční ablace
RTG	Rentgenové záření
SPECT	Single-photon emission computed tomography (Jednofotonová emisní počítačová tomografie)
SPECT/CT	Hybridní přístroj složený ze SPECT a CT
SRLA	Společnost radiologických asistentů České republiky
SŠ	Střední škola
Sv	Sievert (jednotka efektivní dávky ionizujícího záření)
USA	Spojené státy americké
UZ	Ultrazvuk
VOŠ	Vyšší odborná škola
VŠ	Vysoká škola

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1- Zdroje záření na pracovištích s ionizujícím zářením	26
Tabulka 2- Výkony v rámci specializačního vzdělávání	30
Tabulka 3 - Limity ozáření.....	41