

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Adam Pecháček

**Radiologický asistent - vývoj oboru**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Jolana Pokorná

Olomouc 2017

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 03. 07. 2017

-----

podpis

Tímto děkuji Mgr. Jolaně Pokorné za odborné vedení a rady, které mi během psaní mé práce poskytla. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům za podporu během studia.

## **ANOTACE**

<b>Typ závěrečné práce:</b>	Bakalářská práce
<b>Téma práce:</b>	Radiologický asistent - vývoj oboru
<b>Název práce:</b>	Radiologický asistent - vývoj oboru
<b>Název práce v AJ:</b>	Radiographer - Evolution of Specialization
<b>Datum zadání:</b>	2016-06-01
<b>Datum odevzdání:</b>	2017-08-01
<b>Vysoká škola, fakulta, ústav:</b>	Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta zdravotnických věd Ústav radiologických metod
<b>Autor práce:</b>	Adam Pecháček
<b>Vedoucí práce:</b>	Mgr. Jolana Pokorná
<b>Oponent práce:</b>	Mgr. Lada Skácelová, MBA

**Abstrakt v ČJ:**

Tato bakalářská práce se zabývá vznikem a historickým vývojem profese radiologický asistent. Současně popisuje rozvoj přístrojové techniky a radiologie jako medicínského oboru. Radiologie se ve velmi krátkém čase stala jednou z nejdůležitějších a nejpoužívanějších diagnostických a terapeutických metod ve zdravotnictví. Tato bakalářská práce je vypracována na základě informací z odborných publikací a článků.

**Abstrakt v AJ:**

The subject of this bachelor thesis is the origin and evolution of the medical radiographer profession. It also describes evolution of radiological technology and radiology as a subject of medicine. Radiology became within a very short time one of the most important and most often used method for medical diagnosis and subsequent medical therapy. This thesis is based on information published in technical publications.

**Klíčová slova v ČJ:**

Radiologický asistent, radiologie, radiodiagnostika, radioterapie, nukleární medicína, rentgenový přístroj, historie, vývoj.

**Klíčové slova v AJ:**

Radiographer, radiology, radiodiagnostics, radiotherapy, nuclear medicine, X ray machine, history, evolution.

**Rozsah:** 58 stran / 2 přílohy

# Obsah

Úvod .....	8
<b>1 Radiologie</b> .....	<b>10</b>
1. 1 Objev rentgenového záření.....	11
1. 1. 1 Objev neznámých paprsků X .....	11
1. 1. 2 Vlastnosti rentgenového záření .....	12
1. 1. 3 Zdroj rentgenového záření .....	13
1. 1. 4 Zviditelňování a uchování RTG obrazu .....	14
1. 1. 5 Analogový princip vyvolání obrazu.....	16
1. 1. 6 Moderní metody zpracování a archivace .....	17
1. 2 Praktické využití rentgenového záření v medicíně .....	18
1. 2. 1 Začátky využívání RTG záření v lékařství.....	18
1. 2. 2 Vývoj oboru radiodiagnostika v období 1905 – 1918.....	19
1. 2. 3 Vývoj radiodiagnostiky v období 1919 – 1945.....	20
1. 2. 4 Vstup výpočetní techniky do radiodiagnostiky (od 1946 po současnost).....	21
1. 2. 5 Radiologie – součást diagnostiky a terapie .....	24
<b>2 Radiologický asistent</b> .....	<b>27</b>
2. 1 Historie oboru radiologický asistent .....	27
2. 1. 1 Období 1. poloviny 20. století.....	27
2. 1. 2 Období 2. poloviny 20. století.....	28
2. 1. 3 Historický vývoj profese radiologický laborant v ČSSR v letech 1949 – 1989 ..	28
2. 1. 4 Historický vývoj profese radiologický asistent v ČR v období 1989 - 2017 .....	29
2. 2 Požadované vzdělání radiologického asistenta v ČR.....	29
2. 3 Kompetence a náplň práce radiologického asistenta v ČR .....	30
2. 4 Celoživotní vzdělávání a specializace radiologického asistenta v ČR.....	32
2. 5 Odborová organizace radiologických laborantů (asistentů) v ČSSR (ČR) .....	34

2. 6 Počet radiologických laborantů (asistentů) v ČSSR (ČR) v období 1949 - současnost..	35
<b>Závěr</b> .....	36
<b>Referenční seznam</b> .....	38
<b>Seznam zkratk</b> .....	41
<b>Seznam tabulek</b> .....	42
<b>Seznam příloh</b> .....	43
<b>Přílohy</b> .....	44

## Úvod

V současné době jsou zobrazovací metody základním lékařským klinickým oborem, zahrnujícím diagnostické i terapeutické výkony. Oddělení radiodiagnostiky se nacházejí v každém nemocničním zařízení nebo poliklinice, jejich vybavení tvoří nejen klasické rentgenové přístroje, ale i CT, ultrazvuk a v poslední době stále častěji i magnetické rezonance. Většina pracovišť je digitalizována, analogové zpracování rentgenového obrazu nacházíme ojediněle. Ve větších zdravotnických zařízeních jsou k dispozici specializovaná pracoviště nukleární medicíny, která disponují nejmodernějšími diagnostickými a terapeutickými přístroji, ke kterým patří například hybridní PET/CT a PET/MR (pozitronová emisní tomografie fúzovaná s CT nebo s magnetickou rezonancí) a oddělení radioterapie, vybavené moderními lineárními urychlovači umožňující IMRT (Intensity Modulated Radiotherapy) a IGRT (Image Guided Radiotherapy) techniky, k dispozici je Lekselův gama nůž, Cyberknife a protonová terapie.

Radiologický asistent je nelékařský zdravotnický pracovník, který nachází uplatnění na oddělení radiodiagnostiky, nukleární medicíny a radiační onkologie (radioterapie). K výkonu své profese musí mít ucelené vědomosti a znalosti technického i zdravotnického charakteru. Na odděleních radiodiagnostiky, nukleární medicíny a radiační onkologie provádí široké spektrum výkonů. Zhotovuje například rentgenovou obrazovou dokumentaci, provádí CT, MR, PET/CT a PET/MR vyšetření, aplikuje kontrastní látky dle indikace lékaře. Při mamografických vyšetřeních provádí specializovaný screening prsu, při náročnějších výkonech asistuje lékaři. Provádí peroperační skioskopii na operačních sálech. Aplikuje některá radiofarmaka, provádí scintigrafická vyšetření, provádí postprocesingové zpracování dat, eventuálně se podílí na aplikaci terapeutických radiofarmak. Zhotovuje plánovací CT vyšetření před radioterapií, obsluhuje ozařovací přístroje, zodpovídá za přesné ozáření dle ozařovacího protokolu a provádí verifikační snímky.

I když radiologický asistent provádí většinu vyšetření samostatně, je jeho práce zakončena diagnostickým závěrem lékaře – radiologa. (Vomáčka, Nekula, Kozák 2012, s. 11)

Je obdivuhodné, jaký obrovský a dynamický pokrok udělala radiologie, když od pořízení prvního rentgenového snímku letos uplynulo 122 let.



***Historický vývoj oboru radiologický asistent není v současně dostupné literatuře podrobněji zpracován, proto jsem si položil otázky:***

Otázka 1 – Jak se vyvíjela vyšetřovací technika od pořízení prvního rentgenového snímku?

Otázka 2 – Kdy vznikla profese radiologický asistent a jaké změny proběhly v této profesi po současnost?

***V souladu s určenými otázkami jsem si vytyčil cíle:***

Cíl 1 – Shromáždit a sepsat stručný přehled vývoje přístrojové a vyšetřovací techniky v radiologii.

Cíl 2 – Shrnout historický vývoj profese radiologický asistent.

***Při tvorbě bakalářské práce jsem použil tyto vstupní zdroje:***

VOMÁČKA, Jaroslav, Josef NEKULA, Jiří KOZÁK. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 1. vydání. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2012, 160 s. ISBN 978-80-244-3126-0

CHUDÁČEK, Zdeněk. *Radiodiagnostika*. 1. vydání. Martin: Osvěta, 1993. 443 s. ISBN 80-217-0571

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

HLAVA, Antonín. *Počátky rentgenologie v českém lékařství 1896-1918*. 1. vydání. Hradec Králové: Auris, 2002, 640 s. ISBN 80-238-9276-2

SCHOTT, Heinz a NIKLÍČEK. Ladislav, ed. *Kronika medicíny*. 1. vydání. Praha: Fortuna Print, 1994, 648 s. ISBN 80-85873-16-8

Při tvorbě teoretické části bakalářské práce jsem v úvodní části rešeršní činnosti použil k vyhledávání této literatury a článků databáze: Medvik, EBSCO, Medline a databáze Ústavu zdravotnické informatiky a statistiky.

Jazykem pro vyhledávání byla čeština a angličtina. Dále jsem pracoval s databází knihovny Univerzity Palackého v Olomouci a Vědeckou knihovnou v Olomouci.

Pro účely rešeršní činnosti jsem použil tato klíčová slova: radiologický asistent, radiologie, radiodiagnostika, radioterapie, nukleární medicína, rentgenový přístroj historie, vývoj.

# 1 Radiologie

Radiologie je lékařský klinický obor, který se zabývá diagnostikou a terapií širokého spektra onemocnění. (Heřman, 2014, s. 11) Radiologii můžeme rozdělit podle zaměření na radiodiagnostiku, nukleární medicínu a radiační onkologii (radioterapii). V poslední době ovšem existují hybridní přístroje, smývající linii mezi jednotlivými obory, jsou jimi například přístroje kombinující diagnostiku a nukleární medicínu - SPECT/CT, PET/CT a PET/MR.

Radiodiagnostika se v současné době zaměřuje na diagnostiku chorob lidského těla pomocí ionizujícího záření - skiaskopická a skiagrafická vyšetření a CT. K diagnostice chorob jsou používány i metody, které nepoužívají ionizující záření, jako jsou ultrazvuk a magnetická rezonance.

Radiační onkologie je medicínský obor, který se zabývá kurativní a paliativní terapií nádorových onemocnění. K radioterapii přiřazujeme také terapii nenádorových onemocnění. V tomto oboru radiologie se využívají svazky elektromagnetického záření (rentgenového či gama) nebo záření korpuskulárního (elektrony, neutrony nebo pozitrony).

(Šlampa, 2007, s. 9)

Nukleární medicína využívá radionuklidové zdroje (radioizotopy) ve formě pevných látek, kapalin, aerosolů či plynů, které slouží k diagnostice i terapii. Ve srovnání s jinými zobrazovacími metodami nejsou vyšetření nukleární medicíny vhodná k zobrazení anatomických struktur, jejich předností je schopnost poskytovat informace o funkci orgánů, průběhů fyziologických a patologických dějů. Hybridní přístroje umožňují vytvářet anatomicko-funkční zobrazení a umožňují přesnější interpretaci výsledků medicínských vyšetření. (Koranda a kol., 2014, s. 7)

## 1. 1 Objev rentgenového záření

Objevu rentgenového záření předcházelo mnoho výzkumů, před rentgenovými paprsky bylo objeveno záření, způsobující světélkování na stěně vakuové trubice, které vycházelo z katody, umístěné uvnitř. První přístroj, na kterém bylo možné toto záření pozorovat, sestrojil fyzik *Johann Hittorf*. Na jeho pokusy navázal fyzik *Eugene Goldstein* a pojmenoval toto záření katodovým. Dalším fyzikem, který se zabýval tímto zajímavým jevem, byl *William Crookes*. Ten sestrojil skleněnou trubici s elektrodami naplněnou zředěným plynem, při přiložení vysokého stejnosměrného napětí došlo k výboji. Když Crookes před trubici umístil fotografické desky, objevily se na deskách po jejich vyvolání šmouhy. Všechny své objevy publikoval ve zprávě z roku 1879 *Radiating Material, or the Fourth of Matter*.

Byli i další vědci, kteří se zabývali tímto zářením, např. Nikola Tesla, Phillipe Lenard nebo Heinrich Hertz, ale nezjistili, že se jedná o rentgenové záření. Na zmíněné objevy navazoval německý fyzik *Wilhelm Conrad Röntgen*. (Hlava, 2002, s. 15 – 16)

### 1. 1. 1 Objev neznámých paprsků X

Dne 8. listopadu 1895 ve Fyzikálním ústavu ve Würzburgu v Německu byly objeveny německým fyzikem Wilhelmem Conradem Röntgenem neznámé pronikavé paprsky. Tento objev učinil Röntgen při výzkumu vlastností záření záporných elektrod. Po zapojení Hittorfovy trubice na katodové záření si všiml, že papírové stínítko, na kterém byly nanесeny krystaly barya, vydává záření, přestože trubici přikryl černým kartonem. Záření bylo možné sledovat ze vzdálenosti dvou metrů. Tento jev byl u katodových trubic doposud nevídaný, proto Wilhelm Röntgen nabyl tušení, že objevil něco nového. Zmíněné paprsky nazval paprsky X, které popsal ve své zprávě „O novém druhu záření“, kterou předložil 28. prosince 1895 ve Fyzikálně – lékařské společnosti ve Würzburgu. Ještě před zveřejněním své zprávy, pořídil dne 22. 12. 1895 první rentgenový snímek na světě. Figurantkou byla jeho žena. Pořízení snímku trvalo 20 minut. Na pořízení snímku použil fotografickou desku. Zjistil, že kosti a měkké tkáně jsou na snímku zřetelně rozeznatelné. (Schott, Niklíček, 1995, s. 334) Datum 22. 12. 1895 se pokládá za den vzniku nového lékařského oboru – radiologie. (Šmoranc, 2004, s. 6)

Přístroj, který Röntgen ke svým pokusům používal, byla vakuová Hittorfova trubice. V trubici byla uložena katoda a anoda, záření bylo tvořeno svazkem urychlených elektronů. K získání snímku použil fotografickou desku.

Röntgen demonstroval dne 23. ledna 1896 před Fyzikálně – lékařskou společností ve Würzburgu účinky paprsků X. Názorně ukázal, že paprsky pronikají pevnými látkami jako je papír, dřevo nebo kovy. Když se mu během přenášky podařilo vyfotografovat ruku würzburgského anatoma Alberta von Kölikera, byli posluchači uchvázeni. Sám Kölliker navrhl, aby nové paprsky se jmenovaly po svém objeviteli. Díky tomu se stal Röntgenův objev známým po celém světě a sám Röntgen obdržel v roce 1901 za svůj objev první Nobelovu cenu za fyziku. Röntgen svůj objev nikdy nedal patentovat a rozhodl se ho dát k dispozici celému světu. (Schott, Niklíček, 1995, s. 334)

### **1. 1. 2 Vlastnosti rentgenového záření**

Rentgenové záření je elektromagnetické vlnění o velmi krátkých vlnových délkách a vysokých frekvencích. Záření má schopnost pronikat hmotou i vakuem, jeho intenzita slábne se vzdálenosti od zdroje a šíří se přímočaře. Rentgenové paprsky mají ionizační účinky (množství energie, které nese, stačí na uvolnění elektronu z atomu). Ionizující záření je nebezpečné pro živé organismy. Při běžném rentgenovém vyšetření aplikovaná dávka nijak pacienta významně nezatíží. (Seidl, 2012, s. 22)

***Dle vlnové délky můžeme dělit RTG záření na dva typy:***

- tvrdé rentgenové záření s vlnovou délkou  $10^{-8}$  až  $10^{-10}$  m.
- měkké RTG záření s vlnovou délkou  $10^{-10}$  až  $10^{-12}$  m.

***Dle způsobu vzniku můžeme dělit RTG záření na dva typy:***

- brzdné rentgenové záření, kdy se rychle letící elektrony, emitované katodou, po dopadu na anodu prudce zbrzdí a přemění na rentgenové záření se spojitým spektrem.
- charakteristické rentgenové záření, které má čárové spektrum, odpovídající materiálu anody.

### ***Vlastnosti RTG záření***

- Pronikání hmotou – závisí na vlastnostech absorbující hmoty a na energii záření.
- Luminiscenční efekt – schopnost záření se přeměnit na viditelné světlo. Tento efekt je využíván zesilovacími fóliemi při analogovém pořizování rentgenového obrazu.
- Fotochemický efekt – působením rentgenového záření na fotografický materiál dochází ke změnám v jeho chemickém složení, je to schopnost uvolnit vzájemnou vazbu v halogenidech stříbra (AgBr) a měnit atomy bromu a stříbra v neutrony. Využívá se při tvorbě rentgenového obrazu.
- Ionizační efekt – vzniká dopadem rentgenového kvanta na elektron atomu, dochází k vyražení elektronu z atomu. Využívá se k měření intenzity rentgenového záření. Čím je záření intenzivnější, tím je ionizace větší.
- Biologické účinky – pokud rentgenové záření působí na živou hmotu, dochází k absorpci ionizujících částic. Ionizované části molekul se stávají vysoce reaktivní a vedou k řadě chemických reakcí, které mohou způsobit změnu genetické informace či dokonce smrt buňky. Biologický účinek je využíván především v radioterapii. (Ullmann, 2002, [online])

### **1. 1. 3 Zdroj rentgenového záření**

Zdrojem rentgenového záření je **rentgenová lampa** (rentgenka). Skládá se z vnitřní části, krytu a vysokonapěťových kabelů. Rentgenka je vysoce vakuovaná dioda s dvěma elektrodami, zápornou katodou a kladnou anodou. V dnešní době se používá sklokeramický materiál. Rentgenová lampa, kterou používal Röntgen, byla skleněná, později se vyráběla z olovnatého skla.

Vakuum je nezbytné pro správnou funkci rentgenky, pokud by bylo porušeno, docházelo by k ionizaci vzduchu v rentgence a do svazku letících elektronů na anodu by se dostávaly neplánovaně další elektrony. Tím bychom nemohli stanovit správné snímkovací parametry a došlo by také k poškození rentgenky.

Součástí **katody** jsou kovové spirálky, které jsou v současnosti nejčastěji vyráběny z wolframu, ty jsou uloženy v malé kolébce – fokusační misce. Spirála se zahřívá a po nažhavení vlákna se uvolňují elektrony (termoemise). Takto uvolněné elektrony vytvářejí v okolí katody tzv. elektronový mrak. Mrak je přitahován ke spirále, která zůstává kladná. Fokusační miska má negativní náboj, shromažďující elektrony do úzkého svazku. Katoda je žhavena vlastním elektrickým obvodem s napětím 10 V a proudem 7 – 10 A. Katoda má dvě spirálky, jednu větší, druhou menší z důvodu, že na anodě jsou dvě ohniska.

Po zapojení vysokého napětí (anodového napětí) putují mezi katodou a anodou elektrony v úzkém svazku a dopadají na anodu. Při dopadu se jejich energie přemění na 99 % tepla a 1% rentgenového záření.

**Anoda** je kladná elektroda, dopadá na ni svazek elektronů. V místě dopadu se elektrony zabrzdí za vzniku rentgenového záření. Místo, kam elektrony dopadají, se nazývá ohnisko. Ohniska máme dvojí, termické a optické. **Termické ohnisko** je plocha, kde dopadá svazek elektronů a místo, kde vychází rentgenové záření, se nazývá **optické ohnisko**.

Anoda musí být odolná proti vysoké teplotě. Materiál, ze kterého anoda je vyrobena, je kov s vysokou teplotou tání. Nejčastěji se používá wolfram (bod tání 3300 °C), dále se využívá molybden (rentgenky pro mamografii), rhenium, rhodium nebo grafit (rentgenky pro CT). Anody můžeme dělit dle konstrukce na rentgenky s pevnou anodou nebo s rotační anodou. Část skleněné baňky naproti anodě je zúžená a nazýváme ji **výstupní okénko**. (Vomáčka, Nekula, Kozák 2012, s. 15)

#### **1. 1. 4 Zviditelňování a uchování RTG obrazu**

Rentgenový obraz je dvourozměrný obraz trojrozměrného objektu.

***Ke vzniku rentgenového obrazu je potřeba tří nezbytných komponentů:***

- Zdroj záření – ohnisko rentgenky

- Objekt – vyšetřovaný pacient

- Zobrazovací médium - u analogových přístrojů film, luminiscenční plocha nebo u digitálních přístrojů detektor (Vomáčka, Nekula, Kozák, 2012, 28 – 29)

Rentgenové záření, vycházející z rentgenky, prochází vyšetřovaným objektem nebo pacientem. Část záření se absorbuje v závislosti na tloušťce a hustotě tkáně, zbylá část záření prochází tkání a je zobrazována fotograficky nebo na luminiscenčním stínítku. V současnosti je zobrazována především pomocí elektronických detektorů. Rentgenový obraz vzniká expozicí filmu či zobrazovacího detektoru po dopadu rentgenového záření, vycházejícího z rentgenky a po průchodu přes tkáňové struktury vyšetřovaného objektu s odlišnými absorpčními koeficienty a různými tloušťkami. Díky rozdílné absorpci rentgenového záření ve tkáních jsou na obrazu různé intenzity šedi, které jsou zviditelněny buď analogovým způsobem (zčernání filmu) nebo digitálně (elektronické zobrazovací detektory + počítač).

Po expozici rentgenovým zářením vzniká latentní obraz, který je pro lidské oko neviditelný. Obraz se musí zviditelnit, k tomu dochází buď využitím luminiscenčního efektu či efektu fotochemického. Luminiscenční efekt využíváme především při skiaskopii, fotochemický efekt využíváme při skiagrafii. (Chudáček, 1993, s. 27)

### ***Parametry ovlivňující kvalitu RTG obrazu***

- **Ostrost a rozlišovací schopnost zobrazení** – čím je menší dopadové ohnisko, tím je lepší ostrost výsledného obrazu. V rentgenové diagnostice se používá ohnisko o velikosti 0,5 – 2 mm, rozlišovací schopnost se tak pohybuje 0,5 – 2 mm. K zhoršení ostrosti a rozlišovací schopnosti dochází nejčastěji při pohybu pacienta nebo orgánů během expozice – pohybová neostrost. Riziko rozmazání se eliminuje u moderních přístrojů zkrácením expozice.

- **Kontrast zobrazení** – zobrazení rozdílů v absorpci rentgenového záření pomocí stupnice šedi je dán dvěma faktory. Kontrast je určený poměrem absorpčních koeficientů pro různé druhy zobrazované tkáně (rozdíly v hustotě neboli denzitě v jednotlivých částech tkáně). Druhým faktorem je energie RTG záření, která ovlivňuje kontrast obrazu.

- **Počet fotonů v obrazu, expozice** – pro získání kvalitního a dobře exponovaného obrazu je nutný optimální počet fotonů rentgenového záření. Snímek může být podexponovaný (malý počet fotonů záření) nebo přeexponovaný (velký počet fotonů). U filmů a luminiscenčních stínítek je tento počet dán především citlivostí použitého materiálu. Při využití digitálního zobrazení můžeme výsledný obraz dodatečně upravit pomocí postprocessingu.

- **Artefakty v RTG obrazu** – jsou nežádoucí součástí rentgenového obrazu. Mohou se objevit některé struktury, které nemají svůj původ v zobrazovaném předmětu, jejich nejčastější příčinou jsou například defekty nebo nečistoty na fotografickém filmu a zesilovacích fóliích nebo nežádoucí (nejčastěji kovové) předměty ve svazku rentgenového záření. Při analogovém zpracování obrazu se může jednat také o chybný postup při vyvolávacím procesu. (Ullmann, 2002, [online])

### 1. 1. 5 Analogový princip vyvolání obrazu

S nástupem digitalizace bylo vyvolávání filmového materiálu mokrou cestou pomocí **vývojky** a **ustalovače** téměř vytlačeno z praxe. Zpracování analogového záznamu je zdoluhavý proces s následnými velkými prostorovými nároky na archivaci snímkové dokumentace. Rentgenové filmy se archivovaly v rentgenových obálkách, seřazené podle data pořízení snímku, podle číselného kódu, případně podle data narození. Rentgenové snímky se archivovaly dle zákona pět let, poté byly skartovány. Archivy zabíraly velké prostory radiologických oddělení. (Svoboda, 1974, s. 164)

Pro zviditelnění rentgenového obrazu musíme obraz vyvolat a ustálit. Tento proces se nazývá fotochemický jev. Film musíme podrobit chemickému zpracování ve vývojce a ustalovači. Vývojka je zásaditá a dochází v ní k redukci stříbra z AgBr (vznikají  $\text{Ag}^-$  a  $\text{Br}^+$  ionty), brom se odplavuje a stříbro zůstává ve formě černě zabarveného povlaku s intenzitou přímo úměrně odpovídající expozici rentgenového záření.

#### *Vývojka se skládá ze základních látek:*

- Redukční činidla – nejpoužívanější je fenidon (působí na povrchu emulze) a hydrochinon (působí v hloubce).
- Urychlovače, zásadité látky – především soda a potaš (zlepšují účinek činidel).
- Konzervační látky – zabraňují oxidaci vývojky.
- Zpomalovač – zpomalení procesu umožňuje průnik redukčních činidel do hloubky.

Dalším procesem vyvolávání rentgenového filmu je ustálením v ustalovači. Dochází k odstranění stříbra buď chemickou cestou, nebo elektrolýzou. Hlavní složkou je sirnatan sodný a kyselý siřičitan sodný nebo draselný. Po procesu ustálení je film oplachován v proudící vodě a potom dokonale vysušen. Tento proces probíhá v temné komoře.

Nejprve je exponovaný film vyjmut z rentgenové kazety, osignován identifikačními údaji a upnut do kovového rámečku. Po vyvolání ve vývojce je krátce opláchnut ve vodní lázni a ustálen v ustalovači. Po dokonalém ustálení je nutné snímek umístit do vodní vypírací lázně, aby byly odstraněny veškeré zbytky použitých chemikálií. Snímek je krátce ponořen do lázně se smáčedlem, které urychluje proces usychání snímku. Po dokonalém usušení a popsání lékařem je snímek založen do archivační obálky a uložen v rentgenovém archivu.



Od 60. let 20. století začaly klasickou temnou komoru s vyvolávacími káděmi nahrazovat vyvolávací automaty, které zrychlily a zredukovaly mokrý proces vyvolávání. Zmíněný princip vyvolávání obrazu je nazývaný jako analogový. (Vomáčka, Nekula, Kozák, 2012, s. 33)

### **1. 1. 6 Moderní metody zpracování a archivace**

V dnešní době dochází k prudké digitalizaci radiografie. Při digitalizaci se mění elektromagnetické záření na elektrický proud, který je převeden na binární systém. Na rozdíl od analogového získání obrazu je oddělena detekce záření a následné zobrazení. Digitální obraz se vytváří pomocí jednotlivých obrazových elementů (pixelů). Každý z nich má v sobě danou souřadnici a stupeň šedi. Původní informace (surová data – raw dates) se mohou upravovat pomocí postprocessingu.

Digitalizace se dělí na typy:

- Nepřímá digitalizace (Computed Radiography) – základem je paměťová folie (CR plate).
- Přímá digitalizace (Direct Radiography) – základem přeměny elektromagnetického záření na elektrický proud jsou fotodiody. (Vomáčka, Nekula, Kozák, 2012, s. 33 – 34)

## 1. 2 Praktické využití rentgenového záření v medicíně

Rentgenové záření se v krátké době po svém objevení začalo ve velké míře používat v diagnostice úrazů a chorob, své místo našlo záhy i v terapii. Vznikl nový obor medicíny, který se výhradně zabýval diagnostikou či léčbou pomocí rentgenových paprsků.

### 1. 2. 1 Začátky využívání RTG záření v lékařství

Skutečnost, že Röntgen nikdy nedal svůj objev patentovat, způsobila velký rozvoj vznikajícího oboru radiologie. Už na konci ledna roku 1896 zveřejnil časopis Wiener klinische Wochenschrift *první rentgenový snímek cév* (angiogram) na ruce zemřelého, který dokazoval, že je možné zobrazit vnitřní orgány.

V říjnu 1896 lékař Max Levy – Dorn založil v Berlíně první soukromou laboratoř řízenou lékařem. Následující měsíc poprvé použil lékař Leopold Freund rentgenové záření pro terapeutické účely. *Ozářil mateřské znaménko* (névus). Na univerzitě ve Vídni se v akademický rok 1896/1897 začal přednášet samostatný obor rentgenologie. Roku 1896 Walter vylepšil původní Röntgenův přístroj a přidal *vodní chlazení rentgenky*. Téhož roku Henri Becquerel objevil *přirozenou radioaktivitu*, tento objev přispěl taktéž vývoji oboru radiologie, především v terapii.

V roce 1897 lékař Heinrich Albers – Schönberg založil v Hamburгу Rentgenologický institut. Stal se prvním odborným lékařem, který se věnoval výhradně tomuto oboru. Také začal vydávat první rentgenologický časopis *Forschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen* (Pokroky v oblasti rentgenových paprsků). Ve stejném roce byla provedena první operace na základě diagnostiky rentgenem, jednalo se o odstranění spolkutého hřebíku ze žaludku. Operaci provedl Karel Maydl na chirurgické klinice české lékařské fakulty v Praze. (Schott, Niklíček, 1995, s. 335)

V roce 1898 objevili manželé Pierre Curie a Marie Curie – Sklodovská radioaktivní částice polonia a rádia, umožnili tím použití zmíněných prvků v terapii. Rádium se používalo především k léčbě zhoubných nádorů kůže či hrtanu. (Seidl, 2012, s. 18)

Do roku 1901 se stanovila základní pravidla pro *snímkování hrudníku*. (Svoboda, 1976, s. 14) Americkým lékařům Nicholasovi Sennovi a Williamu Puseyovi se podařilo docílit zlepšením hodnot krevního obrazu u pacientek s leukémií při použití rentgenového záření. Díky tomuto úspěchu započala éra „hloubkové terapie“ rentgenovými paprsky. (Schott, Niklíček, 1995, s. 335)

Ve stejný rok použil Heinrich Albers – Schönberg kompresní tubu jako primární clonu. V roce 1904 začíná německý lékař Hermann Rieder provádět první **vyšetření trávící trubice** pomocí kontrastní látky (sůl bizmutu). (Svoboda, 1974, s. 15) A v stejném roce lékař Rudolf Grashey začal používat rentgenové záření **na operačních sálech**.

Rentgenologie (radiologie) začala být za velmi krátkou dobou nepostradatelným oborem v medicíně. V důsledku rozvoje techniky a poznatků se radiologie začala rozdělovat na radiodiagnostiku a terapii, později na třetí odvětví – nukleární medicínu. (Schott, Niklíček, 1995, s. 335)

### 1. 2. 2 Vývoj oboru radiodiagnostika v období 1905 – 1918

V roce 1905 byla provedena **první retrográdní (vzestupná) urografie** lékaři Friedrichem Voelckerem a Alexandrem von Lichtenbergem. Ve stejném roce byla provedena první **pneumoartrografie** (rentgenové znázornění měkkých částí kloubů s užitím vzduchové náplně) lékaři Robinshnem a Werndorffem. V roce 1908 se začal využívat **transformátor** jako zdroj vysokého napětí. Ve stejném roce 1908 použili poprvé Groedel s Hornem **zesilovací fólie**. Úkolem zesilovací fólie bylo převést rentgenové záření na viditelné světlo. (Svoboda, 1974, s. 13 – 14)

#### **Typy zesilovacích fólií:**

- Jemně kreslicí fólie – poskytovala ostrý obraz, avšak její zesilovací účinek byl nízký.
- Univerzální fólie – středně zesilovala a poskytovala střední ostrost obrazu.
- Vysoce zesilující fólie – měla velký zesilovací účinek, ale zhoršenou ostrost.

(Chudáček, 1993, s. 89)

V roce 1910 byla provedena první **ureterografie** lékařem Cunninghamem a **hysterosaplingografie**, provedená lékařem Rindfleischem. (Svoboda, 1974, s. 13)

Dalším vylepšením pro zaznamenání obrazu byl **film s oboustrannou emulzí**. Film se skládal z polyesterové či triaceátové podložky. Z obou stran byla nalita pojivová vrstva, která se spojovala s fotocitlivou vrstvou. Citlivá vrstva byla tvořena emulzí želatiny s krystaly stříbra a příměsemi (stabilizátor, emulgátor, tvrdidla, konzervační látky, senzibilátory). Na povrchu byla ochranná vrstva z želatiny. (Chudáček, 1993, s. 93) Poprvé tento film použil Groedel v roce 1912. (Svoboda, 1974, s. 14)

V roce 1913 byla sestrojena *vakuová rentgenka s wolframovým žhavicím vláknem*. Sestrojil ji americký inženýr William D. Coolidge. Ve stejném roce se začala užívat *sekundární Buckyho clona*. (Svoboda, 1974, s. 13 – 14) Sekundární clona měla za úkol zachytit sekundární záření, které nemělo směr primárního záření a tím zlepšit kvalitu zobrazení. Byla umístěna mezi objektem a filmem. Skládala se z velkého počtu olovených lamel. (Vomáčka, Nekula, Kozák, 2012, s. 19) Ve stejném roce byla provedena první *sialografie*, provedena lékařem Arcelinem.

První světová válka pomohla radiologii zakořenit v každodenní medicíně ve vojenských nemocnicích a lazaretech. V roce 1917 se objevuje motorové sklápění vyšetřovacích stěn, což urychlilo vyšetření a snížilo fyzickou zátěž obsluhujícího personálu. Do konce první světové války byla provedena první *ventrikulografie*. Provedl ji americký chirurg Walter E. Dandy. Stejný lékař provedl o rok později první *pneumoencefalografii*. V roce 1918 bylo poprvé použito *čárové ohnisko rentgenky*. (Svoboda, 1976 s. 14 - 15)

### 1. 2. 3 Vývoj radiodiagnostiky v období 1919 – 1945

Po 1. světové válce došlo k dalšímu vylepšení rentgenky. Zavedl se *pohybový mechanismus sekundární clony*, který byl poprvé použit americkým radiologem Hollisem Potterem. Další novinkou bylo *vodní chlazení rentgenky*.

V roce 1922 se poprvé zavedl *jodovaný olej* do rentgenové diagnostiky lékaři Jeanem – Athanasem Sicardem a Jacquesem Forestierem. Zmínění lékaři v roce 1923 poprvé provedli *pozitivní myelografii*.

V roce 1924 se objevily první pokusy s *tvrdou snímkovací technikou* a bylo provedeno nové uspořádání stěny *vakuové rentgenky*. V stejném roce byla provedena první *cholecystografie* lékaři Evertsem Grahamem a Warrenem Colem.

V roce 1926 byla vytvořena souhrnná analýza zákonů tvorby rentgenového obrazu. Analýzu vytvořil doktor Bronckhorst. O rok později byla provedena první *mozková angiografie* neurochirurgy Antoniem Monizem a Pedrem Limou.

V roce 1927 lékaři Leopoldem Lichtwitz a Moses Swick provedli první *i. v. urografii*. Ve stejném roce byl vytvořen první *kryt rentgenky*.

První *břišní aortografie* byla provedená portugalským chirurgem Reynaldem Dos Santosem v roce 1928. Ve stejném roce se objevila první prakticky použitelná *rentgenka s rotační anodou*.

V roce 1930 poprvé byla použita *klasická tomografie*. Metoda, při které je možno získat ostré zobrazení jednotlivé vrstvy objektu se současným rozmazáním ostatních vrstev. Základem je pohyb dvou ze tří komponentů obrazu (objekt, rentgenka, film). O rok později byla provedena *angiokardiografie* lékaři Wernerem Forssmanem, Antoniem Monizem a Pedrem Limou. (Svoboda, 1976, s. 14- 15)

V roce 1941 byla provedena *břišní angiografie retrográdním postupem*. Provedl ji lékař Fariñas.

#### **1. 2. 4 Vstup výpočetní techniky do radiodiagnostiky (od roku 1946 po současnost)**

Po druhé světové válce se do radiologie začala dostávat především zdokonalující se technika. V roce 1946 švýcarský fyzik Felix Bloch ve spolupráci s americkým fyzikem Edwardem Purcellem objevil *teorii magnetické rezonance*, ale na použití toho to přístroje se čekalo ještě více než 20 let. Z důvodu nedostatečné dostupnosti a znalosti výpočetní techniky. (Chudáček, 1993, s. 14) Další technickou novinkou byl *zesilovač obrazu*, který umožnil vznik rentgenové kinematografie (skiaskopie). (Svoboda, 1976 s. 15) Další vynález byl první pulz – echo *ultrazvukový skener*, který byl předchůdcem ultrazvukového přístroje. (Seidl, 2002, s. 18) Ve stejném roce byla provedena *portografie*, lékaři de Souza a Pereirou.

V roce 1951 byla provedena první *splenoportografie*, zákrok vedli lékaři Abeatici, Campi a Boulvin. O rok později je uskutečněna lékařem Kinmonthem *lymfografie*. (Svoboda, 1976, s. 14 – 15)

V roce 1953 byla poprvé použita *Seldingerova metoda* vyšetřování cév. Bylo použito speciální instrumentarium, které umožnilo provádět selektivní arteriografii. Ve stejném roce se začaly sériově vyrábět *zesilovače obrazu*. (Svoboda, 1976, s. 15) V 50. letech minulého století se začal uplatňovat ultrazvuk v záznamu A módu. (Chudáček, 1993, s. 13)

V roce 1963 jihoafricko - americký fyzik Allan Cormack *publikoval teorii o výpočetní tomografii*. Od roku 1965 narůstá snaha o využití počítačů v radiologii. (Svoboda, 1976 s. 14) Od 60. let 20. století se začaly používat *vyvolávací automaty a expoziční automatika*, která změnila a urychlila vyvolávání rentgenového obrazu. Od té doby se objevilo používání ultrasonografie v reálném čase. (Chudáček, 1993, s. 14)

## **Digitalizace v radiodiagnostice**

Od konce 60. let 20. století se začala objevovat v radiologii postupná *digitalizace obrazu*. V roce 1969 se poprvé představil systém nepřímé digitalizace – *CCD (Charge Coupled Device)*.

V roce 1971 anglický inženýr Godfrey N. Hounsfield navázal na práci Allana Cormacka a sestrojil první *CT přístroj*. Dalším přístrojem, který byl sestrojen na základě teorie, která se objevila o několik let dřív, byla *magnetická rezonance*. Sestrojil ji americký chemik Paul Lauterbur v roce 1973. (Chudáček, 1993, s. 14)

V roce 1979 byla poprvé použita *digitální subtrakční angiografie (DSA)*. (Chudáček, 1993, s. 14). V dalším období 80. let 20. století se především vyvíjela digitalizace obrazu a jeho uchování. Roku 1982 se poprvé objevila zkratka systému *PACS (Picture Archiving Communications System)*. V roce 1984 se začaly uchovávat obrazy na optické disky. Kolem roku 1990 firma Toshiba předložila první úvahy o svém obrazovém detektoru „*flat panel X-ray*”.

V roce 1992 vznikl systém pro zobrazení a distribuci rentgenových snímků *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)*. V roce 1995 firma Toshiba poprvé veřejně přednášela o technologii *Flat Panel Detector (FPD)* s přímou konverzí pro statický obraz (skiografii) na kongresu Radiological Society of North America v Chigacu. Stejná firma v roce 1997 poprvé prezentovala výsledky vývoje FPD s nepřímou konverzí pro skiografii. V období 1997 – 1999 zaznamenala úspěchy vývoje v konstrukci FPD s přímou konverzí pro dynamické zobrazení skiaskopii. A v roce 1999 uvedla první komerčně dostupný FPD systém s nepřímou konverzí pro mamografické přístroje.

V letech 2001 – 2002 uvedla firma Toshiba na trh komerčně dostupné typy skiaskopicko – skiagrafičkových systémů využívající FPD s nepřímou i přímou konverzí. V roce 2006 taktéž firma Siemens uvedla první *dual-source and multi-slice CT*. Historický přehled oboru radiodiagnostiky viz Tabulka 1 str. 44.

## Historický přehled radioterapie

Terapie rentgenovým zářením se objevovala už od svého objevu, ale vznik oboru radioterapie je datován až od roku **1922**, kdy francouzský lékař Henri Coutard se svým kolegou Hatantem přednášeli na Mezinárodním onkologickém kongresu v Paříži o tom, že pokročilý karcinom hrtanu je možné vyléčit zářením, aniž by se objevil rozvoj těžkých komplikací u pacientů.

V roce 1930 Henri Coutard poprvé použil metodu *frakcionace* v radioterapii, tato událost znamenala obrovský pokrok v terapii rentgenovým zářením. Celkově byla první polovina 20. století érou *ortovoltážních* rentgenových přístrojů. Zmíněné přístroje produkovaly záření o nízké energii, a proto nebylo možné ozářit hlouběji uložený nádor. Velkým pokrokem v léčbě hlouběji lokalizovaných nádorů bylo sestrojení kruhového urychlovače – prvního *cyklotronu* v roce 1932.

V druhé polovině 20. století se lineární urychlovače začaly užívat komerčně. V roce 1951 se začaly instalovat první *kobaltové ozařovače* a roku 1953 byl ve Velké Británii poprvé použit lineární urychlovač. Použití lineárních urychlovačů se rychle ujalo na celém světě a dodnes je jedním ze standardních zdrojů záření v zevní terapii. (Kubecová, 2011, s. 11 – 12) Přehled vybraných historických dat oboru radioterapie viz Tabulka 2 str. 45

## Historický přehled nukleární medicíny

Obor nukleární medicína je ze všech větví radiologie nejmladší. Jedním z objevů, který pomohl ke vzniku tohoto oboru, byl objev umělé radioaktivity Fredericem a Irene Joliot – Curie. V roce **1940** byl poprvé aplikován *radiojód (<sup>131</sup>I)* při léčbě štítné žlázy.

Dalším důležitým milníkem bylo sestrojení pohybového scintigrafu, který byl první komerčně využívaný v nukleární medicíně. Sestrojil ho B. Cassen v roce 1951. Dalším novým přístrojem byla *Angerova kamera* pro jednofotonové emisní zobrazování sestrojena v roce 1958. Pojmenována po svém strůjci H. Angerem.

V roce 1963 Německý přírodovědec a cytolog William Kuhl publikoval svoji práci o Single Photon Emission Computer Tomography (jednofotonová emisní počítačová tomografie), zkráceně *SPECT*.

Dalším přístrojem, který ovlivnil nukleární medicínu, byla *pozitronová emisní tomografie (PET)*. Sestrojena arménsko – americkým fyzikem Michealem Ter – Pogossianem. (Seidl, 2012, s. 19)

V roce 2000 firma Siemens uvedla na trh hybridní systém *PET/CT*, který spojoval pomocí fúze obrazů funkční informace z nukleární medicíny a anatomickou přesnost CT. První PET/CT přístroj v ČR byl v Nemocnici Na Homolce v Praze v roce 2003. A stejná firma v roce 2010 uvedla na trh první hybridní přístroj *PET/MR*. V ČR byl první hybridní přístroj PET/MR ve Fakultní nemocnici v Plzni. Historický přehled oboru nukleární medicína viz Tabulka 3 str. 45.

### **1. 2. 5 Radiologie – součást diagnostiky a terapie**

Od pořízení prvního rentgenového snímku uplynulo 122 let. Radiologie během tohoto období prošla velkou změnou. Od prvních snímků, které byly prováděny v kavárnách jako zábava pro hosty až po vstup výpočetní techniky a použití nových přístrojů (výpočetní tomografie, magnetická rezonance) a digitalizování obrazu uběhla relativně krátká doba. Zkrátila se doba vyšetření, od původních desítek minut na několik minut až vteřin. Vznikly nové obory radiologie. Radioterapie, jejíž vznik se datuje od roku 1922 a nukleární medicína, kterou můžeme považovat za samostatný obor od roku 1940.

V dnešní době je velká šíře modalit a výkonů, od klasických skiagrafičkových, skiaskopických metod až po vyšetření pomocí CT, MR a metod nukleární medicíny (PET, SPECT, scintigrafie, PET/CT, SPECT/CT, PET/MR). Radiologie zakořenila a stala se nezbytnou součástí medicíny, je jednou z nejzákladnějších diagnostických metod.

Radiační onkologie se také stala jedním pilířů terapie především onkologických onemocnění. Přístrojová technika taktéž prodělala značný vývoj. Od prvních ortovoltážních přístrojů až po nástup lineárních urychlovačů. Radioterapie se nejčastěji využívá v léčbě karcinomu prostaty, lymfomu, karcinomu prsu a kolorektálního karcinomu.

Nejmladší obor je nukleární medicína, také od svého vzniku udělala velký pokrok. Díky pokroku ve výpočetní technice nastal dynamický rozvoj přístrojové techniky. Došlo ke spojení diagnostických přístrojů a přístrojů nukleární medicíny do hybridních systémů, které umožnily fúze diagnostických anatomických obrazů CT a MR a funkčních vyšetření nukleární medicíny (SPECT, PET). Dalším podstatnou částí nukleární medicíny je terapie otevřenými zářiči, které jsou taktéž žádané a stávají se jednou z primárních možností léčby např. hypertyroid (zvýšená funkce štítné žlázy).



V dnešní době v radiodiagnostice, radioterapii a nukleární medicíně můžeme využít následující metody:

***Zobrazovací metody, které využívají ionizující záření:***

- Skiografie
- Skiaskopie
- Mamografie
- Dentální radiologie
- Výpočetní tomografie (CT)
- Intervenční radiologie (angiografie neboli AG)

***Zobrazovací metody, které nevyužívají ionizující záření:***

- Ultrazvuk
- Magnetická rezonance (MR)

***Typy radioterapie, které využíváme v léčbě nádorových i nenádorových onemocnění:***

- Zevní terapie – zdroj záření se nachází mimo těla pacienta a zdrojem jsou lineární urychlovače, betatrony, rentgenové záření či cyklotrony.

- Brachyterapie – zdroj záření se nachází buď v původním místě nádoru (eventuálně v jeho lůžku) nebo v jeho těsné blízkosti.

- Konformní terapie – cílem terapie je přizpůsobit ozařovaný objem nepravidelnému tvaru nádorového ložiska. Mezi konformní terapii patří Leksellův gama nůž, Cyberknife nebo Tomotherapy.

- Protonová terapie – při léčbě se využívají urychlené protony.

***Diagnostické metody nukleární medicíny:***

- Scintigrafie (gamakamery)
- Jednofotonová emisní výpočetní tomografie (SPECT)
- Pozitronová emisní tomografie (PET)
- Hybridní přístroje (SPECT/CT, PET/CT, PET/MR)

***Terapeutické metody nukleární medicíny:***

- Terapie otevřenými zářiči
  - Nádorová terapie – terapie karcinomů štítné žlázy, terapie kostních metastáz, indukční terapie folikulárního lymfomu a pozitivního folikulárního B non-Hodgkinského lymfomu (NHL), radioimunoterapie.
  - Nenádorová terapie – terapie synoviortézy  
(Koranda a kol., 2014, s. 7,27,29,30,31)

Přehled přístrojových vybavení radiodiagnostických, onkologických oddělení a oddělení nukleární medicíny v České republice za období 2001 – 2015 viz Tabulka 4 str. 46, Tabulka 5 str. 47. Tabulka 6 str. 48.

## **2 Radiologický asistent**

Radiologický asistent, dříve nazývaný radiologický laborant, se řadí do kategorie nelékařských zdravotnických pracovníků. Radiologičtí asistenti působí na odděleních radiodiagnostiky, nukleární medicíny a na onkologických ozařovnách. Radiologičtí asistenti samostatně vykonávají a řídí průběh vyšetření. Závěrečné hodnocení výsledků provádí lékař, nejčastěji radiolog se zaměřením na radiodiagnostiku, radiační onkologii nebo nukleární medicínu. Součástí radiologie jsou také výkony, které zahrnují více oborů (tzv. interdisciplinární). Radiologický asistent má nezastupitelnou úlohu při skiaskopiích na chirurgických a ortopedických operačních sálech, při skiaskopiích během ERCP, koronarografiích nebo urologických výkonech. (Vomáčka, 2015, s. 12)

### **2.1 Historie oboru radiologický asistent**

Po objevení rentgenového záření Wilhelmem Röntgenem a rychlém uvedení snímkových technik do lékařské praxe vyvstala otázka, jak bude probíhat manipulace s rentgenovým přístrojem a kdo bude provádět vyšetření. Prvotní obsluhu přístroje zastávali lékaři, především z oboru chirurgie. Později, když se zformoval obor radiologie, manipulaci s přístrojem převzali lékaři - radiologové.

#### **2.1.1 Období 1. poloviny 20. století**

V roce 1914 vypukla první světová válka, lékaři, kteří obsluhovali rentgenové přístroje do této doby, byli potřební na jiných pracovištích. Z toho to důvodu obsluhu rentgenového přístroje převzaly zdravotní sestry. Ty měly na starost i vyvolání snímků, ale zároveň musely plnit své povinnosti na odděleních, na kterých pracovaly. V dalším období obsluha přístrojů dále zůstávala v povinnostech sester. Kvůli zvyšujícímu se počtu vyšetření a časovým nárokům na obsluhu rentgenových přístrojů a vyvolávání snímků, převzal otěže pomocný personál, který se stal součástí rentgenových pracovišť. (Vodstrčil, 2000, [online])

### 2. 1. 2 Období 2. poloviny 20. století

Po druhé světové válce byl zaznamenán dynamický vývoj nových diagnostických technik a přístrojů. Bylo potřebné mít odborně vyškolený personál na obsluhu nových přístrojů a vyvolávání snímků. Začal se formovat nový obor *radiologický asistent* (radiographer). Důležitým milníkem této profese bylo založení International Society of Radiographers and Radiological Technologist (ISRRT) v roce 1962. Prezidentkou Mezinárodní Společnosti Radiologických Laborantů se stala nizozemská laborantka Dien van Dijk.

### 2. 1. 3 Historický vývoj profese radiologický laborant v ČSSR v letech 1949 – 1989

Po druhé světové válce se objevily první požadavky z řad zdravotníků na vznik nové profese rentgenového laboranta. Tato snaha však nebyla úspěšná, protože neexistovala právní podpora pro obor rentgenologický laborant, toto vzdělání nebylo uzákoněné. V roce 1949 byl otevřen *první půl roční kurz*, určený pro pracovníky rentgenových oddělení. Kurz byl garantován primářem radiodiagnostického oddělení Fakultní nemocnice Na Bulovce **MUDr. Josefem Slaninou** a uskutečnil se ve stejné nemocnici. Podmínkou přijetí do kurzu byla praxe na radiodiagnostickém či oddělení terapie minimálně tři roky.

Důležitou právní normou pro profesi rentgenologického laboranta bylo nařízení z roku 1949, které znemožňovalo práci na oddělení radiologie bez potřebného vzdělání. Dalším důvodem rozvoje této profese byl rozmach celého oboru radiologie a byla tedy potřeba odborně vzdělaných specialistů, kteří by pracovali na odděleních radiodiagnostiky a terapie. (Vodstrčil, 2000, [online])

V 50. letech 20. století se objevily dvě formy vzdělávání, které byly schváleny Ministerstvem zdravotnictví. První bylo maturitní vzdělávání, jehož absolventi získali titul *Diplomovaný radiologický asistent*. Výuka trvala tři roky. Druhou formou bylo *pomaturitní vzdělávání*. Studium trvalo jeden rok a bylo určeno pro absolventy maturitního vzdělání (především gymnázií), kteří se neúspěšně hlásili na medicínu. Pro nutné doplnění vzdělání pracovníků, kteří pracovali na odděleních diagnostiky a terapie před rokem 1949, probíhalo toto studium dálkově. (Šimůnková, 2006)

Změna ve vzdělání laborantů následovala v roce 1957, kdy obě formy studia byly zrušeny a to především z důvodu, že studenti chodili na praxe nezletilí a porušovali tak Zákon o ochraně zdraví, který jim znemožňoval práci se zdroji ionizujícího záření. Byla zahájena nová forma studia - *nadstavbové pomaturitní studium*, které trvalo 2 roky. Forma studia se zachovala a nezměnila až do devadesátých let 20. století. Studium se muselo přizpůsobit vývoji nových modalit a techniky. Od roku 1970 se začal vyučovat nejmladší obor radiologie nukleární medicína. (Šimůnková, 2006)

#### **2. 1. 4 Historický vývoj profese radiologický asistent v ČR v období 1989 - 2017**

Po roce 1989 se název profese změnil z rentgenového laboranta na *radiologického asistenta*. Další reforma ve vzdělávání proběhla v devadesátých letech 20. století. Od školního roku 1996/1997 byla zahájena výuka, která probíhala prostřednictvím odborných škol v rámci oboru *Diplomovaný radiologický asistent*. Doba výuky trvala tři roky a byla ukončena absolutoriem. Absolvent získal titul *Diplomovaný specialista (Dis.)*. Zmíněná forma studia neměla dlouhou dobu trvání, a již v roce 2007 skončila.

V roce 2003 se již objevila výuka v rámci *bakalářského vysokoškolského studia*. Výuka probíhala současně jako středoškolské i vysokoškolské vzdělání. Po skončení výuky na vyšších odborných školách 2007 probíhá studium oboru již jen v rámci vysokých škol, je zakončeno státní závěrečnou zkouškou se ziskem *titulu Bc.* (Šimůnková, 2006) Přehled vybraných studijních programů od roku 1949 – 2007 v oboru radiologický laborant (asistent) v ČSSR (ČR) viz Tabulka 7 strana 48.

## **2. 2 Požadované vzdělání radiologického asistenta v ČR**

Radiologický asistent musí mít v současnosti pro výkon svého povolání odpovídající znalosti a vzdělání. Dle Zákona č. 96/2004 Sb., O podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání (ve znění pozdějších předpisů) je nutné k vykonávání povolání radiologického asistenta:

- Dosáhnout bakalářského titulu v akreditovaném oboru Radiologický asistent nebo
- Absolvovat tříleté studium v oboru Diplomovaný radiologický asistent, do kterého nastoupil do prvního ročníku nejpozději ve školním roce 2004/2005, nebo
- Dokončit střední zdravotnickou školu, pokud vzdělání bylo zahájeno nejpozději ve školním roce 1996/1997. (Zákon 96/2004 Zákon o nelékařských povoláních)

***Vysokoškolský bakalářský obor lze nyní studovat na:***

- Lékařské fakultě Masarykovy univerzity v Brně
- Lékařské fakultě Ostravské univerzity
- Fakultě zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci
- Zdravotně sociální fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
- Fakultě Zdravotnických studií Západočeské univerzity v Plzni
- Fakultě Zdravotnických studií Univerzity Pardubice
- Fakultě biomedicínského inženýrství Českého vysokého učení technického v Praze
- Vysoké školy zdravotnické v Praze (soukromá vysoká škola)

***Magisterské studium*** k vykonávání profese radiologický asistent není prozatím potřebné a v České republice ani neexistuje přímo navazující magisterský obor. (Zákon č. 96/2004Sb., Zákon o nelékařských povoláních)

### **2.3 Kompetence a náplň práce radiologického asistenta v ČR**

Kompetence a náplň práce radiologického asistenta jsou dány Vyhláškou ministerstva zdravotnictví č. 55/2011 Sb., O činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků, §3, odstavec 1:

*"Radiologický asistent jako zdravotnický pracovník může vykonávat tyto indikace bez odborného dohledu:*

- *Poskytuje zdravotní péči v souladu s právními předpisy a standardy*
- *Dbá na dodržování hygienicko-epidemiologického režimu v souladu s právními předpisy upravující ochranu veřejného zdraví*
- *Vede zdravotnickou dokumentaci a další dokumentaci, pracuje s informačním systémem zdravotnického systému*
- *Poskytuje pacientovi informace v souladu se svou odbornou způsobilostí, případně pokyny lékaře*
- *Podílí se na praktickém vyučování ve studijních oborech k získání způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání uskutečňovaných středními školami a vyššími odbornými školami, v akreditovaných zdravotnických studijních programech k získání způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání vysokými školami v České republice a vzdělávacích programech akreditovaných kvalifikačních kurzů*
- *Podílí se na přípravě standardů*

*Radiologický asistent dále dle Vyhlášky 55/2011 paragrafu 7 odstavce jedna může vykonávat tyto indikace bez odborného dohledu:*

- *Provádět a vyhodnocovat provozní stálosti zdrojů ionizujícího záření a souvisejících přístrojů ve všech typech zdravotnických radiologických pracovišť*
- *Zajišťovat, aby lékařské ozáření nebylo v rozporu se zásadami radiační ochrany a v rozsahu své odborné způsobilosti vykonávat činnosti při zajišťování optimalizace radiační ochrany, včetně zabezpečování jakosti.*
- *Vykonávat činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany, pokud splní požadavky jiného právního předpisu*
- *Provádět specifickou ošetrovatelskou péči poskytovanou v souvislosti s radiologickými výkony.*
- *Přejímat, kontrolovat a ukládat léčivé přípravky, manipulovat s nimi a zajišťovat jejich dostatečnou zásobu*
- *Přejímat, kontrolovat a ukládat zdravotnické prostředky a prádlo, manipulovat s nimi a zajišťovat jejich dezinfekci a sterilizaci a jejich dostatečnou zásobu*

*Radiologický asistent může provádět jako aplikující odborník, v obecně odůvodněných případech stanovených standardy, bez odborného dohledu na základě požadavku indikujícího lékaře:*

- *Skiagrafické zobrazovací postupy včetně screeningových*
- *Peroperační skiaskopii*
- *Kostní denzitometrii a nese za ně klinickou odpovědnost*

*Radiologický asistent může provádět bez odborného dohledu na základě požadavku indikujícího lékaře na základě indikace lékaře, který je aplikujícím odborníkem, praktickou část jednotlivého lékařského ozáření, především jeho konkrétní provedení.*

*Při tom může:*

- *Provádět radiologické zobrazovací postupy používané při lékařském ozáření*
- *Asistovat a instrumentovat při postupech intervenční radiologie*
- *Provádět léčebné ozařovací techniky*
- *Provádět nukleárně medicínské zobrazovací i nezobrazovací postupy*
- *Za tuto část přebírá klinickou zodpovědnost.*

*Radiologický asistent bez odborného dohledu na základě indikace lékaře může:*

- *Provádět léčebné a zobrazovací výkony, které využívají jiné fyzikální principy než ionizující záření*
- *Aplikovat léčivé přípravky nutné k provedení výkonů trávicím traktem, dýchacími cestami, formou podkožních, kožních a nitrosvalových injekcí*

*Radiologický asistent může aplikovat pod odborným dohledem lékaře intravenózní léčiva nutné k realizaci zmiňovaných výkonů a vykonávat pod odborným dohledem radiologického fyzika dílčí činnost při plánování radioterapie." (MZ ČR Vyhláška 55/2011 Sb. O činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků)*

## **2. 4 Celoživotní vzdělávání a specializace radiologického asistenta v ČR**

Radiologický asistent jako pracovník ve zdravotnictví je povinen se celoživotně vzdělávat. Forma celoživotního vzdělávání je Specializační vzdělávání, dříve nazývané Pomaturitní specializační studium (atestace), které probíhalo pomocí kreditového systému. Specializační vzdělávání zajišťují pouze akreditovaná zařízení. Akreditace ke specializačnímu vzdělávání vydává Ministerstvo zdravotnictví ČR. (Nařízení vlády č. 31/2010 Sb., Nařízení vlády o oborech specializačního vzdělávání a označení odbornosti zdravotnických pracovníků se specializovanou způsobilostí)

Většina specializačních zkoušek probíhá ve Středisku pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků, které se nachází v rámci Národního centra ošetrovatelství a nelékařských oborů v Brně a v Plzni. (Šimůnková, 2006) Specializační vzdělávání je ustaveno Zákonem č. 31/2010 Sb., O oborech specializačního vzdělávání a označení odbornosti zdravotnických pracovníků se specializovanou způsobilostí. (Nařízení vlády č. 31/2010 Sb. O oborech specializačního vzdělávání a označení odbornosti zdravotnických pracovníků se specializovanou způsobilostí)



### ***Průběh specializačního vzdělávání***

Cílem vzdělávacího programu je získání specializované způsobilosti osvojením si potřebných teoretických znalostí, praktických dovedností, prohloubení samostatného rozhodování a návyků týmové spolupráce.

Podmínkou pro získání specializované způsobilosti v oboru radiodiagnostika je:

- Získání odborné způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání Radiologický asistent dle Zákona č. 96/2004 Sb., Zákon o nelékařských zdravotnických povoláních.

- Zařazení do oboru specializačního vzdělávání.

- Výkon praxe v příslušném oboru specializace minimálně 1 rok z období šesti let, v rozsahu minimálně poloviční stanovené týdenní doby, nebo minimálně 2 roky v rozsahu minimálně pětiny stanovené týdenní pracovní doby, do data přihlášení k atestační zkoušce.

- Absolvování povinné odborné praxe v rozsahu stanoveném vzdělávacím programem.

- Absolvování teoretické výuky.

- Získání stanoveného počtu kreditů určených vzdělávacím programem.

- Úspěšné složení atestační zkoušky.

- Získaná zvláštní odborná způsobilost pro nakládání se zdroji ionizujícího záření na radiodiagnostickém pracovišti jako osoba s přímou odpovědností za zajištění radiační ochrany.

Specializační vzdělávání nemusí být prováděno při výkonu povolání, ale účastník vzdělávání musí před přihlášením se k atestační zkoušce splnit dobu výkonu povolání stanovenou § 56 odstavec 6 Zákona č. 96/2004 Sb.

Část specializačního vzdělávání lze absolvovat distanční formou studia např. metodou e – learningu. Studium tvoří alespoň 50 % celkového počtu hodin vzdělávacího programu praktická výuka.

Vzdělávací program zahrnuje modul základní a modul odborný se stanoveným počtem kreditů. Podmínkou pro zařazení účastníka vzdělávání ke studiu odborného modulu je úspěšné ukončení základního modulu. Části odborného modulu mohou být uskutečňovány pomocí certifikovaných kurzů akreditovaných Ministerstvem zdravotnictví České republiky.

Hodnocení výsledků vzdělávání v průběhu specializačního vzdělávání probíhá pomocí hodnocení odborného školitele, který je zaměstnanec akreditovaného zařízení. Školitel pro teoretickou výuku vypracovává studijní plán i plán pro plnění praktických výkonů. Odborná praxe probíhá pod vedení přiděleného školitele, který je zaměstnancem daného pracoviště a má specializovanou způsobilost v oboru a osvědčení k výkonům bez odborného dohledu.

***Specializační vzdělávání se dělí na tyto vzdělávací programy:***

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

(Věstník Ministerstva zdravotnictví č. 8/2011)

Základní rozdělení a typy vzdělávacích modulů jednotlivých programů viz Tabulka 8 na str. 49, Tabulka 9 na str. 49, Tabulka 10 na str. 50.

## **2.5 Odborová organizace radiologických laborantů (asistentů) v ČSSR (ČR)**

Brzy po vzniku nové nelékařské profese, zabývající se radiologií, se začaly objevovat první snahy o setkání radiologických laborantů. Na těchto setkáních si chtěli laboranti vyměňovat vzájemné zkušenosti a projednávat otázky ohledně právních norem a zákonů, které se jich týkaly. Tato snaha vyvrcholila v roce 1957, kdy se uskutečnilo první velké setkání radiologických laborantů v Purkyňově ústavu na Albertově v Praze. Kongresu se zúčastnilo přes 300 laborantů z tehdejší republiky a byla schválena existence odborové organizace, která spadala pod Radiologickou společnost České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně (ČLS JEP). Tato událost znamenala trvalé zastoupení v radiologické společnosti a tedy právní podporu a možnost pořádat pravidelné semináře, školení a sjezdy.

Odborová společnost díky politickým změnám po roce 1968 musela změnit politiku i vedení. V roce 1971 byla založena nová organizace - Společnost středních zdravotnických pracovníků. Ta stále spadala pod Radiologickou společnost ČLS – JEP, až v roce 2001 se společnost osamostatnila a vznikla Společnost radiologických laborantů a asistentů České republiky (SRLA ČR).

V dnešní době organizace spolupracuje s legislativními orgány, spolupracuje s ISRRT (International Society of Radiographers and Radiological Technologists), podílí se na přípravě programu specializací. SRLA ČR aktivně působí v problematice vzdělání a školství a usiluje také o lepší společenské postavení a odbornou prestiž profese radiologický asistent. Organizace vydává odborný časopis Praktická radiologie. (Vodstrčil, 2000, [online])

## **2.6 Počet radiologických laborantů (asistentů) v ČSSR (ČR) v období 1949 – současnost**

Od 50. let se počet radiologických laborantů v Českých zemích několikanásobně zvýšil. Důvodem byl rychlý rozvoj radiodiagnostiky a přístrojové techniky, projevila se nezbytná potřeba vzdělaného personálu na obsluhu stále modernějších přístrojů a kvalitní zpracování rentgenového obrazu. V roce 1957 činil počet radiologických laborantů 1405 v celém Československu. (Zdravotnická ročenka republiky Československé 1957, 1958, s. 53)

Za deset let došlo téměř k dvojnásobnému zvýšení pracovníků na 2758 laborantů. (ČSSR Zdravotnictví 1968, 1968, s. 75) V roce 1977 se počet zvýšil na 3923 a o dalších deset let na 4482. (ČSSR zdravotnictví 1978, 1978 s. 365 ČSSR Zdravotnictví 1987, 1988, s. 314)

Po roce 1989 se již uvádějí pouze počty radiologických asistentů v České republice, statistické sčítání ze Slovenska není po rozpadu ČSSR započítáno, proto se počet pracovníků opticky snížil. V roce 1997 počet radiologických asistentů v ČR činil 3096 a ve Slovenské republice pracovalo 1697 radiologických asistentů. Po otevření hranic mnoho radiologických laborantů zvolilo možnost práce mimo Českou republiku. (Zdravotnická ročenka České republiky 1997, 1998, s. 123)

V roce 2015 počet radiologických asistentů v ČR činil 3102 (Zdravotnická ročenka 2015, 2016, s. 134) Graficky znázorněný počet radiologických laborantů (asistentů) v ČSSR (ČR) viz strana 51.

## Závěr

Ve své teoretické bakalářské práci jsem se zabýval vývojem profese radiologický asistent.

Před psaním své práce jsem si položil tyto otázky. První otázka zněla: *Jak se vyvíjela vyšetřovací technika od pořízení prvního rentgenového snímku?* Na kterou navazoval můj první cíl bakalářské práce: *Shromáždit a sepsat stručný přehled vývoje přístrojové a vyšetřovací techniky v radiologii.*

Technika v radiologii se vyvíjela hned od sestrojení první rentgenky. Postupně byla rentgenka zdokonalována, bylo instalováno nejprve vodní chlazení, později vzduchové a olejové. K rentgence byly napojeny transformátory jako zdroje vysokého napětí a vysokonapěťové kabely. Původní rentgenová lampa byla postupně nahrazena vakuovou rentgenkou s wolframovým žhavicím vláknem, později se začaly vyrábět rentgenky s rotační anodou.

Byla sestrojena sekundární Buckyho clona. Postupně se začalo modernizovat ovládání rentgenky a celého přístroje, například motorové sklápění vyšetřovacích stěn. Dále vznikaly nové vyšetřovací techniky a modalitty - klasická tomografie a především zesilovač obrazu, který posunul radiologii vpřed.

Největšími posuny za 122 let v historii radiologie byly objevy výpočetní tomografie, magnetické rezonance a postupná digitalizace přístrojů v radiodiagnostice. Současně s tím proběhly i dynamické změny při zpracování RTG obrazu - od původních fotografických desek přes zesilovací fólie, oboustranně polévané filmy až po postupné zavedení nepřímé a přímé digitalizace.

Vývoj přístrojové techniky neproběhl nejen v radiodiagnostice, ale i v radioterapii. Na začátku zmíněného oboru se používaly rentgenové a ortovoltážní přístroje, které byly postupně zdokonalovány a v 50. letech 20. století se začaly v radioterapii používat lineární urychlovače. Také v radioterapii se začalo využívat CT, především v diagnostice nádoru a pozdějším plánování terapie.

Také technika a vyšetřovací postupy v nejmladším oboru - nukleární medicíně - dosáhly úctyhodného pokroku. Prvním přístrojem, schopným detekovat radioizotopy, byla jednoduchá scintigrafická sonda. Dnes je nacházíme na odděleních nukleární medicíny spíše ojediněle. Byly nahrazeny moderními scintilačními kamerami, umožňujícími vyšetřovat v různých režimech, provádět statické a dynamické záznamy vyšetření, SPECT (jednofotonová emisní tomografie) a nejnověji SPECT/CT. Pozitronová emisní tomografie (PET) je v současnosti na ústupu, tuto modalitu nahrazují dokonalejší hybridní přístroje PET/CT a PET/MR.

Druhá otázka, kterou jsem si položil, zněla: *Kdy vznikla profese radiologický asistent a jaké změny proběhly do současnosti?* Na druhou otázku navazoval druhý cíl mé práce: *Shrnout historický vývoj profese radiologický asistent.*

Profese radiologického asistenta začala postupně vznikat po druhé světové válce. Vývoj této profese určoval především rozvoj radiologie a přístrojové techniky. Dalším důležitým milníkem pro profesi radiologický asistent bylo uzákonění vzdělávání, které od roku 1949 – 1957 probíhalo v rámci kurzů. Od roku 1957 probíhalo studium v rámci nadstavbového pomaturitního dvouletého studia.

V roce 1997 bylo změněno na studium na Vyšších odborných školách. V současnosti lze tento obor studovat pouze v rámci bakalářského studia na vysokých školách. Postupně se profese začlenila k nelékařským profesím ve zdravotnictví a pracovníci si postupně získali úctu a uznání dalších nelékařských profesí. Také byla vytvořena mezinárodní odborová organizace ISRRT. V Československé republice vznikla odborová organizace, která byla součástí Radiologické společnosti ČSL JEP. V roce 2001 vznikla samostatná odborová organizace SRLA.

Otázky a cíle, které jsem si stanovil, byly splněny. Radiologie se za 122 let od svého vzniku stala nedílnou součástí každodenní medicíny. Radiologický asistent se stal nepostradatelným členem zdravotnických týmů všech zdravotnických zařízení, které potřebují ke své diagnostické nebo terapeutické práci ionizující záření.

## Referenční seznam

1. HEŘMAN, Miroslav. *Základy radiologie*. 1. vydání. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2014. 314 s. ISBN 978-80-244-2901-4
2. HLAVA, Antonín. *Počátky rentgenologie v českém lékařství 1896-1918*. 1. vydání. Hradec Králové: Aurius, 2002. 640 s. ISBN 80-238-9276-2
3. CHUDÁČEK, Zdeněk. *Radiodiagnostika*. 1. vydání. Martin: Osvěta, 1993. 443 s. ISBN 80-217-0571
4. KUBECOVÁ, Martina. *Onkologie: Učební texty pro studenty 3. LF* [online]. 1. vydání. V Praze: Univerzita Karlova, 3. lékařská fakulta, Radioterapeutická a onkologická klinika, 2011. 178 s. ISBN: 978-80-254-9742-5  
Dostupné z www: <http://www.lf3.cuni.cz/cs/pracoviste/onkologie/skripta/>
5. KORANDA, Pavel a kolektiv. *Nukleární medicína*. 1. vydání. V Olomouci: Univerzita Palackého. 2014, 201 s. ISBN 978-80-4031-6
6. Nařízení vlády 31/2010 Sb. *Nařízení vlády o oborech specializačního vzdělávání a označení odbornosti zdravotnických pracovníků se specializovanou způsobilostí*, dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2010-31>
7. SEIDL, Zdeněk a kolektiv, *Radiologie pro studium i praxi*, 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2012. 368 s. ISBN 978-80-247-4108-6
8. SCHOTT, Heinz, NIKLÍČEK, Ladislav, ed. *Kronika medicíny*. 1. vydání. Praha: Fortuna Print, 1994. 648 s. ISBN 80-85873-16-8
9. ŠIMŮNKOVÁ, Anna. *Vzdělávání radiologických asistentů dříve a nyní*. České Budějovice: Praktická radiologie, Společnost radiologických asistentů ČR, 2006. ISSN 1211-5053

10. ŠLAMPA, Pavel a Jiří PETERA. *Radiační onkologie*. Praha: Galén, c2007, xviii, 457 s. ISBN 978-80-7262-469-0
11. ŠMORANC, Pavel. *Rentgenová technika v lékařství*. 1. vydání. V Pardubicích: Střední průmyslová škola elektrotechnická a Vyšší odborná škola, 2004. 264 s. ISBN 80-85438-19-4
12. SVOBODA, Milan. *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. 2. doplněné vydání. Praha: Učební text pro střední zdravotnické školy obor radiologických laborantů. 1976. 608 s., ISBN: 08-013-76
13. ULLMANN, Vojtěch. *Jaderná fyzika a fyzika ionizujícího záření* [online]. Ostrava: 2002. [cit. 2017 – 05 – 25] Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm#>
14. Věstník Ministerstva zdravotnictví č. 8/2011
15. VODSTRČIL, Ivan, *Historie oboru a Společnosti radiologických asistentů* [online], České Budějovice: Společnost radiologických asistentů, 2000. [ cit. 2017-03-30], dostupné z <http://srlacr.cz/historie-oboru-a-spolecnosti-radiologicky-ch-asistentu/>
16. VOMÁČKA, Jaroslav, Josef NEKULA a Jiří KOZÁK. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2012. 153 s. ISBN 978-80-244-3126-0
17. Vyhláška 55/2011 Sb. *O činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků*, dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-55>
18. Zákon 96/2004, Zákon o nelékařských povolání, *Zákon o podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činnosti souvisejících s poskytováním zdravotní péče a o změně některých souvisejících zákonů* dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2010-31>
19. *Zdravotnická ročenka České republiky 2015*. Zdravotnická statistika. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, Praha. 2016. 223 s. ISSN 1210 – 9991

20. *Zdravotnická ročenka České republiky 2007*. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky, 2008. 260 s. ISBN 978 – 80 – 7280 – 783 – 3
21. *Zdravotnická ročenka České republiky 1997*. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky, 1998. 194 s. ISBN 80 – 86100 – 71 – 5
22. *ČSSR zdravotnictví 1988 (údaje z roku 1987)*. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky, 1988. 465 s. ISBN 735 330/365
23. *ČSSR zdravotnictví 1978 (údaje z roku 1977)*. Praha: Ústav pro zdravotnických statistiku, 1978. 500 s. ISBN 98 1919 0
24. *ČSSR zdravotnictví 1968 (údaje z roku 1967)*. Praha: Ústav pro zdravotnickou statistiku, 1968. 342 s.
25. *Zdravotnická statistika republiky Československé 1957*. Praha: Statistické oddělení Ministerstva zdravotnictví, 1958. 230 s.



## Seznam zkratek

A	Ampér
AG	Angiografie
AgBr	Bromid stříbrný
Bc.	Bakalářský titul
CCD	Charge Coupled Device
CR	Computed Radiography
CT	Computed Tomography
ČLS JEP	Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
Dis.	Diplomovaný specialista
DSA	Digital subtraction angiography
ERCP	Endoskopická retrográdní cholangiopankreatografie
FPD	Flat Panel Detector
ISRRT	International Society of Radiographers and Radiological Technologists
i.v.	Intravenózně
IMRT	Intensity Modulated Radiotherapy
IGRT	Image Guided Radiotherapy
MR	Magnetic resonance (magnetická rezonance)
PACS	Picture Archiving Communications System
PET	Positron Emission Tomography (Pozitronová emisní tomografie)
PET/CT	Pozitronová emisní tomografie s výpočetní tomografií
PET/MR	Pozitronová emisní tomografie s magnetickou rezonancí
RTG	Rentgenové
SRLA	Společnost radiologických asistentů České republiky
SPECT	Single – Photon Emission Computed Tomography (Jednofotonová emisní tomografie)
SPECT/CT	Jednofotonová emisní tomografie s výpočetní tomografií
V	Volt

## Seznam tabulek

<b>Tabulka 1</b> – Přehled vybraných historických dat v oboru radiodiagnostiky.....	44
<b>Tabulka 2</b> – Přehled vybraných historických dat v oboru radioterapie .....	45
<b>Tabulka 3</b> – Přehled vybraných historických dat v oboru nukleární medicíny.....	45
<b>Tabulka 4</b> – Přehled vybraných dat o přístrojovém vybavení na radiodiagnostických odděleních v ČR v období 2001 - 2015.....	46
<b>Tabulka 5</b> – Přehled vybraných dat o přístrojovém vybavení radioterapeutických oddělení v ČR v období 2001 – 2015.....	47
<b>Tabulka 6</b> – Přehled vybraných dat o přístrojovém vybavení oddělení nukleární medicíny v ČR v období 2001 – 2015.....	48
<b>Tabulka 7</b> – Přehled vybraných studijních programů oboru radiologický laborant (asistent) v ČSSR (ČR) .....	48
<b>Tabulka 8</b> – Typy modulů Specializačního vzdělávání v oboru Zobrazovací technologie v radiodiagnostice.....	49
<b>Tabulka 9</b> – Typy modulů Specializačního vzdělávání v oboru Zobrazovací technologie a ozařování v radioterapii.....	49
<b>Tabulka 10</b> – Typy modulů Specializačního vzdělávání v oboru Zobrazovací technologie a ozařování v nukleární medicíně.....	50

## Seznam příloh

<b>Obrázek 1</b> - Graficky znázorněný počet radiologických laborantů (asistentů) v ČSSR (ČR)	51
<b>Obrázek 2</b> - Původní rentgenová lampa, kterou používal Wilhelm Röntgen.....	52
<b>Obrázek 3</b> – Nalevo Wilhelm Conrad Röntgen a napravo první rentgenový obraz na světě .	52
<b>Obrázek 4</b> – První rentgenový přístroj na Moravě.....	53
<b>Obrázek 5</b> – Rentgenová vyšetřovna z roku 1927.....	53
<b>Obrázek 6</b> – Rentgenka z roku 1960.....	54
<b>Obrázek 7</b> – Moderní rentgenový skiagrafický přístroj.....	54
<b>Obrázek 8</b> – CT přístroj ze 70. let 20. století v nemocnici St. George’s Hospital, Tooting, v Londýně.....	55
<b>Obrázek 9</b> – Nejmodernější CT přístroj.....	55
<b>Obrázek 10</b> – Lineární urychlovač z 50. let na univerzitě Stanford v USA.....	56
<b>Obrázek 11</b> – Moderní lineární urychlovač.....	56
<b>Obrázek 12</b> – První PET přístroj se svým vynálezcem Michele M. Ter- Pogossianem. ....	57
<b>Obrázek 13</b> – Moderní hybridní PET/CT přístroj.....	57
<b>Obrázek 14</b> – Předchůdce radiologického laboranta (asistenta), sestra obsluhující rentgen na pracovišti ve vojenské nemocnici ve Francii během 1. světové války v roce 1918.....	58
<b>Obrázek 15</b> – Student oboru radiologický asistent, obsluhující mamografický přístroj v současné době.....	58

## Přílohy

### Příloha č. 1

**Tabulka 1** – Přehled vybraných historických dat v oboru radiodiagnostiky

Rok	
1842	Popsán Dopplerův jev (CH. Doppler)
1895	Objev RTG záření (W. Röntgen)
1896/1897	První přednášky o radiologii na Univerzitě ve Vídni
1897	Vznik Rentgenologického ústavu (H. Albers – Schönberg)
1904	Trvalé namontování RTG. přístroje na operační sály (R. Grashey)
1908	Zesilovací fólie (Grodal a Horn)
1929	Provedena první břišní aortografie (Dos Santos, Lamas, Caldas)
1949	Sestrojení prvního pulz- echo ultrazvukového skeneru – předchůdce ultrazvuku (D. H. Howry)
1949	Zesilovač obrazu (Coltman)
1953	Seldingerova metoda vyšetřování cév (S. I. Seldinger)
1969	Nepřímá digitalizace- CCD
1971	Sestrojení prvního CT přístroje (G. N. Hounsfield)
1973	Sestrojení první magnetické rezonance (Paul Lauterbar)
1979	První použití DSA
1982	Poprvé použita zkratka PACS
1984	Poprvé použity optické disky k archivaci dat
1992	Vznik DICOMU
1999	První komerčně dostupný FPD s nepřímou konverzí pro dynamické zobrazení skiaskopie
1999	První multislice CT
2002	Komerčně dostupné různé typy skiaskopicko – skiagrafických systémů využívající FPD s přímou konverzí
2006	První dual source multislice CT

(Zdroj: Chudáček, 1993, s. 13-14, Svoboda, 1974, s. 14-15, Seidl, 2012, s. 18 -19,

Vomáčka, Nekula, Kozák, 2012, s. 11, Schott, Niklíček, s. 335)

**Tabulka 2** – Přehled vybraných historických dat v oboru radioterapie

Rok	
1896	Poprvé použito rentgenové záření v léčbě névusu (Leopold Freud)
1898	Objev částice polonia a rádia (M. Curie – Sklodowská, P. Curie)
1902	Zlepšení výsledků u pacientů s leukémií při léčbě rentgenovým zářením, zahájení éry léčby „hloubkovou terapií“ (N. Senna a W. Pusey)
1922	Vznik radioterapie jako lékařského oboru
1930	Vytvoření frakcionace v radioterapii (H. Coutard)
1932	Kruhový urychlovač – první cyklotron (M. S. Livingston a E. Lawrence)
1949	Onkologická klinika ve FN Královské Vinohrady
1953	První lineární urychlovač ve Velké Británii
1986	První lineární urychlovač v Čechách (FNKV)

(Zdroj: Schott, Niklíček, 1995, s. 335, <http://www.fnkv.cz/historie.php>, Kubecová, 2011, s. 11 – 12)

**Tabulka 3** – Přehled vybraných historických dat v oboru nukleární medicíny

Rok	
1934	Objev umělé radioaktivity (F a. I. Joliot – Curie)
1940	První použití radiojodu v terapii onemocnění štítné žlázy
1951	Pohybový scintigraf – první komerčně používaný v NM (B. Cassen)
1958	Angerova kamera pro jednofotonové emisní zobrazování (H. Anger)
1963	První práce o SPECT (W. Kuhl)
1975	Sestrojení PET (M. Ter-Pogossian)
1996	SPECT/CT (Hasegawa)
1999	První PET přístroj v ČR (Nemocnice Na Homolce v Praze)
2000	První hybridní přístroj PET/CT (Siemens)
2003	První PET/CT v ČR (Nemocnice Na Homolce)
2005	SPECT Infina/Hawkey 4 (GE Medical Systems)
2010	První hybridní přístroj PET/MR (Siemens)
2015	První PET/MR v ČR (Fakultní nemocnice v Plzni)

(Zdroj: Chudáček, 1993, s. 13-14, Schott, Niklíček, 1995, s. 551, Seidl, 2012, s. 18-19, <https://www.siemens.com/history/en/innovations/healthcare.htm#toc-1>, <http://www.ge.com/>, <https://www.homolka.cz/cs-CZ/o-nas/historie/udalosti-roku-2003.html>, <https://www.fnplzen.cz/node/116>)

**Tabulka 4** – Přehled vybraných dat o přístrojovém vybavení na radiodiagnostických odděleních v ČR v období 2001 - 2015

<b>Rok</b>	<b>2001</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>
<b>Typ přístroje</b>	Počet přístrojů	Počet přístrojů	Počet přístrojů	Počet přístrojů
<b>RTG skiagrafické stacionární</b>	950	884	477	150
<b>RTG skiagrafické mobilní</b>	443	412	395	393
<b>RTG skiagrafické s nepřímou digitalizací</b>			262	429
<b>RTG přístroje - skiagrafické s přímou digitalizací</b>			87	186
<b>RTG přístroj skiaskopicko – skiagrafický s digitalizací kategorie I. a II.</b>	80	112	117	116
<b>Skiaskopicko - skiagrafické mobilní C ramena</b>	336	373	442	442
<b>CT konvenční</b>	49	15	1	5
<b>CT spirální</b>	68	111	151	165
<b>RTG přístroje - konvenční angiokomplementy</b>	27	10	2	4
<b>RTG přístroje - digitální angiokomplementy s DSA</b>	45	59	79	91
<b>Mamografické RTG přístroje II. kategorie</b>	76	80	77	67
<b>RTG přístroje - kostní denzitometry</b>	44	58	52	63
<b>RTG zubní</b>	3811	4035	5238	6740
<b>Ultrazvukové zobrazovací přístroje</b>	2264	3275	4512	5710
<b>Magnetická rezonance</b>	19	32	66	88

(Zdroj: Zdravotnická ročenka České republiky 2001, Zdravotnická ročenka České republiky 2005, Zdravotnická ročenka České republiky 2010, Zdravotnická ročenka České republiky 2015)

**Tabulka 5** – Přehled vybraných dat o přístrojovém vybavení radioterapeutických oddělení v ČR v období 2001 – 2015

<b>Rok</b>	<b>2001</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>
<b>Typ přístroje</b>	Počet přístrojů	Počet přístrojů	Počet přístrojů	Počet přístrojů
<b>RTG terapeutické</b>	32	24	26	25
<b>RTG simulátor</b>	16	19	19	17
<b>CT simulátor</b>	1	5	11	15
<b>Lineární urychlovač s více energiemi X a s elektrony</b>	11	21	38	49
<b>Radionuklidový ozařovač pro teleterapii Co - 60</b>	30	19	18	9
<b>Radionuklidový ozařovač pro teleterapii Cs - 137</b>	19	15	10	3
<b>Kruhové urychlovače</b>	2			
<b>Radionuklidový ozařovač AFL brachyterapeutický s LDR/MDR</b>	7	6	2	2
<b>Radionuklidový ozařovač AFL brachyterapeutický s HDR</b>	11	13	15	14
<b>Systém pro plánování léčby v radioterapii 2D</b>	24	12	12	7
<b>Systémy pro plánování léčby v radioterapii 3D</b>	17	34	51	60

(Zdroj: Zdravotnická ročenka České republiky 2001, Zdravotnická ročenka České republiky 2005, Zdravotnická ročenka České republiky 2010, Zdravotnická ročenka České republiky 2015)

**Tabulka 6** – Přehled vybraných dat o přístrojovém vybavení oddělení nukleární medicíny v ČR v období 2001 – 2015

<b>Rok</b>	<b>2001</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>
<b>Typ přístroje</b>	Počet přístrojů	Počet přístrojů	Počet přístrojů	Počet přístrojů
<b>Scintilační kamera planární</b>	53	44	36	33
<b>Scintilační kamera SPECT s 1 detektorem</b>	24	23	13	5
<b>Scintilační gama kamera SPECT s 2 a více detektory</b>	33	52	73	84
<b>Pozitronová emisní tomografie (PET)</b>	1	5	1	1
<b>Pozitronová emisní tomografie s CT (PET/CT)</b>			6	10
<b>Pozitronová emisní tomografie s MR (PET/MR)</b>				1

(Zdroj: Zdravotnická ročenka České republiky 2001, Zdravotnická ročenka České republiky 2005, Zdravotnická ročenka České republiky 2010, Zdravotnická ročenka České republiky 2015)

**Tabulka 7** – Přehled vybraných studijních programů oboru radiologický laborant (asistent) v ČSSR (ČR)

<b>Rok</b>	<b>Forma</b>	<b>Doba studia</b>	<b>Titul</b>
<b>1949</b>	Kurz – pro pracovníky rentgenologických pracovišť v Praze	6 měsíců	
<b>1953</b>	Kurz- rentgenologický laborant v Praze	1 rok	
<b>1957</b>	Vznik pomaturitního nadstavbového studia – rentgenologický laborant	2 roky	
<b>1996</b>	Výuka prostřednictvím Vyšších odborných škol – Diplomovaný radiologický asistent	3 roky	Diplomovaný specialista (Dis.)
<b>2007</b>	Výuka přešla na vysokoškolské bakalářské studium	3 roky	Bakalářský (Bc.)

(Zdroj: Šimůnková, 2006, Vodstrčil, 2000)



**Tabulka 8** - Typy modulů Specializačního vzdělávání v oboru Zobrazovací technologie v radiodiagnostice

<b>Kód</b>	<b>Typ</b>	<b>Název</b>
<b>ZM (základní modul)</b>	Povinný	Organizačně - provozní problematika radiologických pracovišť
<b>OM 1 (Odborný modul)</b>	Povinný	Radiodiagnostika
<b>OM – RDG 2 a</b>	Povinně volitelný certifikovaný kurz	Analogová a digitální skiografie
<b>OM – RDG 2 b</b>	Povinně volitelný certifikovaný kurz	Zobrazování výpočetní tomografií
<b>OM – RDG 2 c</b>	Povinně volitelný certifikovaný kurz	Zobrazování magnetickou rezonancí
<b>OM – RDG 2 d</b>	Povinně volitelný certifikovaný kurz	Zobrazovací postupy v intervenční radiologii a kardiologii
<b>OM – RDG 2 e</b>	Povinně volitelný certifikovaný kurz	Zobrazování v mamární diagnostice
<b>OM – 3</b>	Povinný	Odborná praxe

(Zdroj: Věstník Ministerstva zdravotnictví č. 8/2011)

**Tabulka 9** - Typy modulů Specializačního vzdělávání v oboru Zobrazovací technologie a ozařování v radioterapii

<b>Kód</b>	<b>Typ</b>	<b>Název</b>
<b>ZM (základní modul)</b>	Povinný	Organizačně – provozní problematika radiologických pracovišť
<b>OM 1 (odborný modul)</b>	Povinný	Radioterapie
<b>OM 2</b>	Povinný	Klinická radioterapie
<b>OM 3</b>	Povinný	Odborná praxe

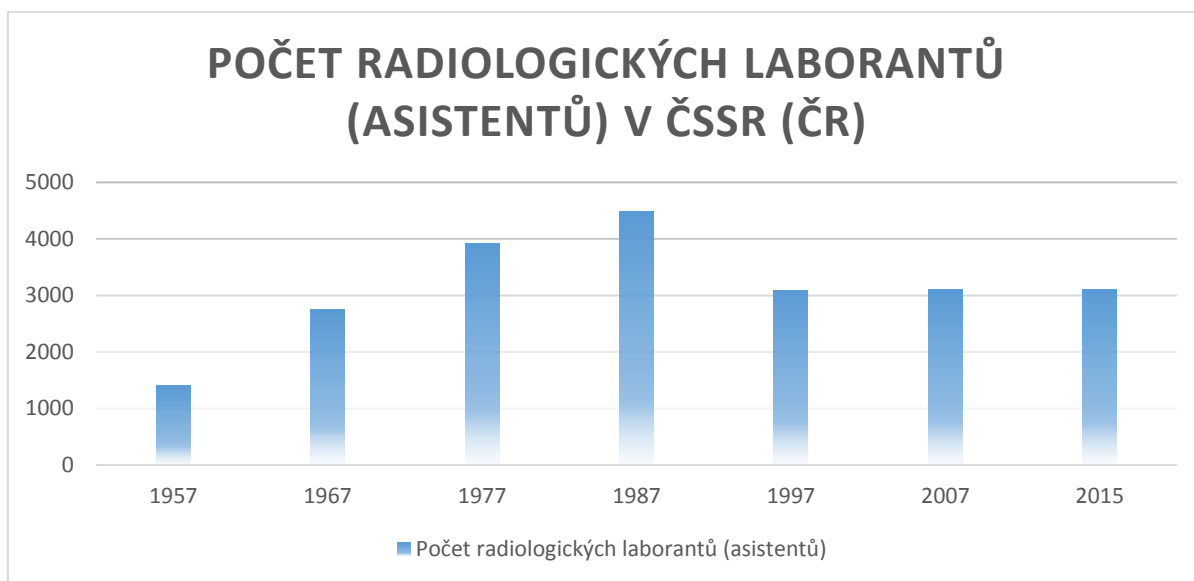
(Zdroj: Věstník Ministerstva zdravotnictví č. 8/2011)

**Tabulka 10** – Typy modulů Specializačního vzdělávání v oboru Zobrazovací technologie a ozařování v nukleární medicíně

<b>Kód</b>	<b>Typ</b>	<b>Název</b>
<b>ZM (základní modul)</b>	Povinný	Organizačně – provozní problematika radiologických pracovišť
<b>OM 1 (odborný modul)</b>	Povinný	Nukleární medicína
<b>OM 2</b>	Povinný	Diagnostické metody v nukleární medicíně
<b>OM 3</b>	Povinný	Odborná praxe

(Zdroj: Věstník Ministerstva zdravotnictví č. 8/2011)

## Příloha č. 2



**Obrázek 1** - Graficky znázorněný počet radiologických laborantů (asistentů) v ČSSR (ČR)

(Zdroj: Zdravotnická statistika ČSR 1957, ČSR Zdravotnictví 1968 (1967), (údaje roku 1967), ČSSR Zdravotnictví 1978 (údaje roku 1977), ČSSR Zdravotnictví 1988 (údaje roku 1986), Zdravotnická ročenka České republiky 1997, Zdravotnická ročenka Slovenskej republiky 1997, Zdravotnická ročenka České republiky 2007, Zdravotnická ročenka České republiky 2015)



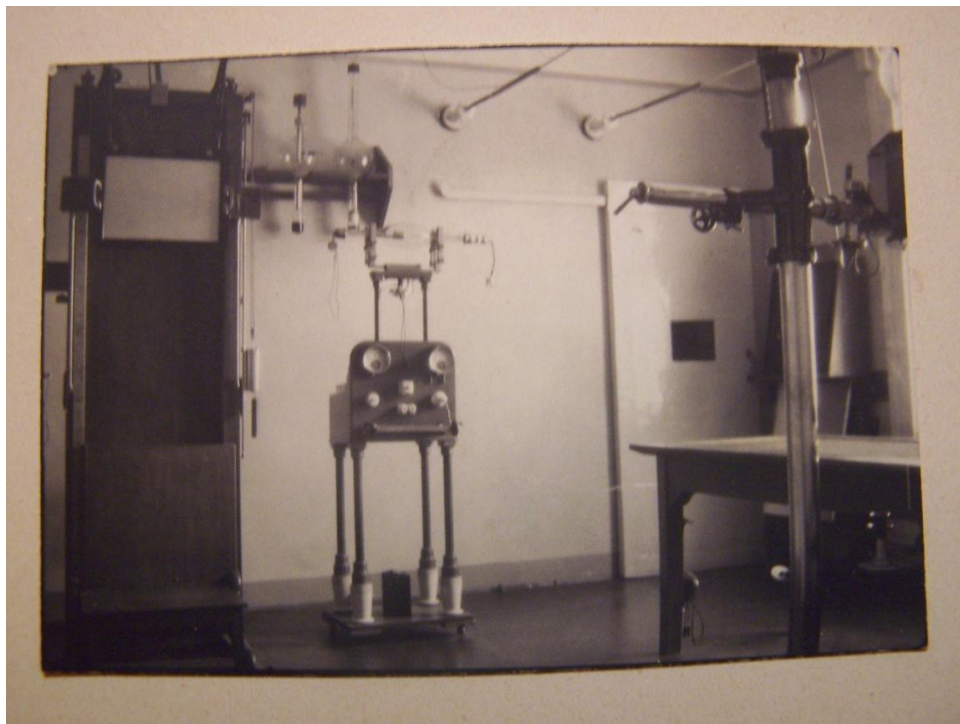
**Obrázek 2** - Původní rentgenová lampa, kterou používal Wilhelm Röntgen

(Zdroj: <http://rentgeny.blog.cz/1601/rentgen-historie>)



**Obrázek 3** – Nalevo Wilhelm Conrad Röntgen a napravo první rentgenový obraz na světě

(Zdroj: <https://www.famousscientists.org/5-best-accidental-inventions/>)



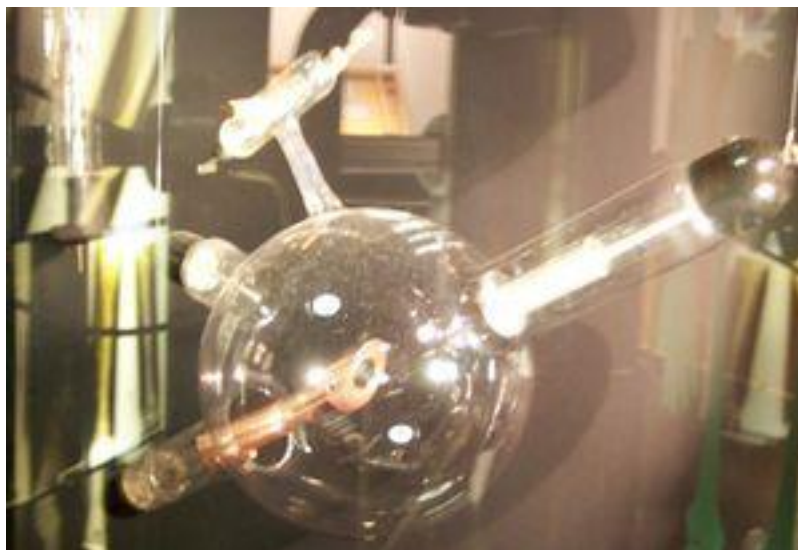
**Obrázek 4** – První rentgenový přístroj na Moravě

Zdroj: <http://www.techmagazin.cz/82>



**Obrázek 5** – Rentgenová vyšetřovna z roku 1927

(Zdroj: [http://neviditelnypes.lidovky.cz/lekarstvi-z-historie-rtg-0hf-/p\\_veda.aspx?c=A070402\\_113424\\_p\\_veda\\_wag](http://neviditelnypes.lidovky.cz/lekarstvi-z-historie-rtg-0hf-/p_veda.aspx?c=A070402_113424_p_veda_wag))



**Obrázek 6** – Rentgenka z roku 1960

(Zdroj: <http://cz7asm.wz.cz/fyz/index.php?page=histrent>)



**Obrázek 7** – Moderní rentgenový skiografický přístroj

(Zdroj: <http://www.Nemocnice-vs.cz/?sekce=cosedaje&text=fotoarchiv&id=194&kategorie=27>)



**Obrázek 8** – CT přístroj ze 70. let 20. století v nemocnici St. George's Hospital, Tooting, v Londýně

(Zdroj: <http://www.impactscan.org/background.htm>)



**Obrázek 9** – Nejmodernější CT přístroj

(Zdroj: <http://www.siemens.cz/press/novy-ct-pristroj-somatom-definition-flas-2-x-128-pro-nemocnici-liberec>)





**Obrázek 10** – Lineární urychlovač z 50. let na univerzitě Stanford v USA

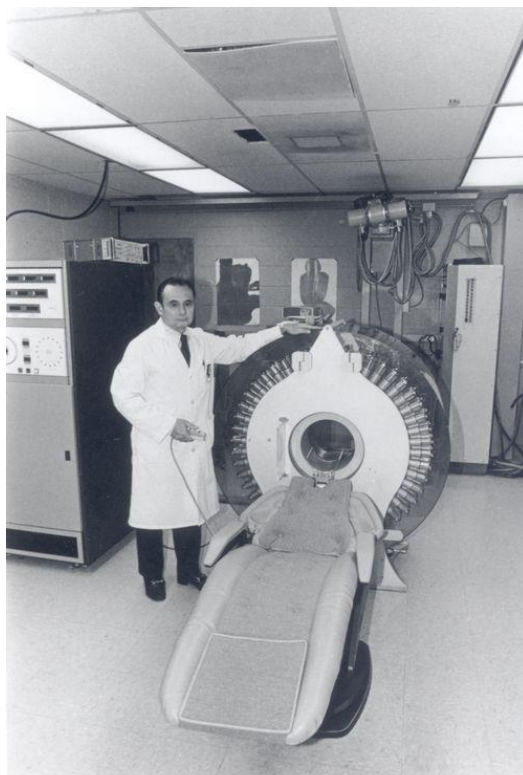
(Zdroj - <http://news.stanford.edu/news/2007/april18/med-accelerator-041807.html>)



**Obrázek 11** – Moderní lineární urychlovač

(Zdroj: <http://beckerarchives.wustl.edu/?p=collections/findingaid&id=8604&q=>)





**Obrázek 12** – První PET přístroj se svým vynálezcem Michele M. Ter- Pogossianem.

(Zdroj: <http://beckerarchives.wustl.edu/?p=collections/findingaid&id=8604&q=>)



**Obrázek 13** – Moderní hybridní PET/CT přístroj

(Zdroj: <https://www.siemens.com/press/en/presspicture/?press=en/presspicture/2013/healthcare/h201309021-04.htm>)



**Obrázek 14** – Předchůdce radiologického laboranta (asistenta), sestra obsluhující rentgen na pracovišti ve vojenské nemocnici ve Francii během 1. světové války v roce 1918

(Zdroj: <https://cz.pinterest.com/explore/medical-photos>)



**Obrázek 15** – Student oboru radiologický asistent, obsluhující mamografický přístroj v současné době

(Zdroj: Mgr. Jolana Pokorná, snímek je použit s povolením autora)