

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta



**Činnost radiologického asistenta z pohledu praktické aplikace
Atomového
zákona**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
prof. MUDr. Stanislav Tůma , CSc.

Vypracovala:
Magdalena Vojtková, DiS

9. května 2008

Abstrakt:

The work of radiologist assistants results from the Act No.13/2002 Coll., Atomic Act, and from executive regulations and must accord with their wording. Practical application of the Act is important especially for radiation protection of patients and medical staff during work with ionizing radiation.

The aim of the thesis was to judge from this point of view the radiologist's activity at my work place in Institution of Imaging Methods in a Teaching Hospital of Saint Anna, Brno. Keeping of legislative rules would confirm their practical applicability and would establish the competency extent of radiologist assistant during performance of his/ her medical job.

In methodological process I chose from the text of Atomic Act and from appropriate decrees the parts dealing with radiologist assistant's activities in a sphere of radiodiagnostics and compared them with their practical keeping.

I think, according to results, that radiologist's work corresponds wording in §7 Radiologist assistant from decree No.424/2004 Coll.

Radiologist assistant keeps rules of practical carrying out all treatments stated in §60 Statement on medical irradiation, in §62 Optimization of radiation protection and in §63 Process of medical irradiation from decree No. 307/202 Coll.

Thanks to this thesis I have deepened my knowledge dealing with Atomic Act. My conclusions can serve to radiologist assistants as a basic survey of important rules resulting from Atomic Act that they must keep in accord with these rules.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Činnost radiologického asistenta z pohledu praktické aplikace Atomového zákona“ vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. Platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě/v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zdravotně sociální fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích.....

Magdalena Vojtková.....

Poděkování:

Na této stránce bych ráda vyjádřila poděkování prof. MUDr. Stanislavu Tůmovi CSc., vedoucímu mé bakalářské práce, za jeho odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi v průběhu zpracování tématu poskytnul.

V Českých Budějovicích, květen 2008

Magdalena Vojtková

Obsah:

Úvod:	6
1. Současný stav dané problematiky	7
1.1 <i>Cíl ochrany před zářením</i>	7
1.1.1 <i>Zdůvodnění činnosti (JUSTIFICATION OF PRACTICE)</i>	8
1.1.2 <i>Optimalizace ochrany (OPTIMISATION OF PROTECTION)</i>	9
1.1.3 <i>Princip pojednávající o nepřekročení limitů</i>	10
1.2. <i>Zajištění bezpečnosti zdrojů</i>	14
1.2.1 <i>Přejímací zkoušky (PZ)</i>	14
1.2.2 <i>Zkoušky dlouhodobé stability (ZDS)</i>	14
1.2.3 <i>Zkoušky provozní stálosti (ZPS)</i>	15
1.2.3.1 <i>Výchozí zkouška provozní stálosti (VZPS)</i>	15
1.2.3.2 <i>Referenční hodnoty</i>	16
1.2.3.3 <i>Následné zkoušky provozní stálosti</i>	16
1.2.3.4 <i>Překročení tolerancí a nápravná opatření</i>	16
1.3 <i>Veličiny užívané v dozimetrii</i>	18
2. Cíle práce a hypotézy	21
3. Metodika	22
4. Vlastní práce	23
4.1 <i>Zásady, z nichž praktické aplikace Atomového zákona vychází v paragrafovaném znění vyhlášek</i>	23
4.2 <i>Postup provádění zkoušky provozní stálosti (ZPS)</i>	27
4.2.1 <i>Seznam pomůcek potřebných k provedení ZPS</i>	27
4.2.2 <i>Postup provádění ZPS</i>	27
4.2.3 <i>Popis exponovaného filmu</i>	28
4.2.4 <i>Zkouška provozní stálosti</i>	29
4.3 <i>Zjištěné diagnostické referenční úrovně</i>	32
4.3.1 <i>Diagnostické referenční úrovně pro skiagrafická vyšetření (Příloha č. 9 k vyhlášce č. 307/2002)</i>	32
4.3.2 <i>Naměřené hodnoty vstupní povrchové kermy</i>	32
4.3.3 <i>Srovnání diagnostických referenčních úrovní</i>	34
5. Diskuse	35
5.1 <i>Základní zásady radiační ochrany při práci radiologického asistenta</i>	35
5.1.1 <i>Činnost radiologického asistenta na oddělení radiodiagnostiky</i>	35
5.1.2 <i>Postup při vyšetření nemocného</i>	35
5.1.3 <i>Základní zásady k ochraně nemocného</i>	36
5.1.4 <i>Souhrn nejdůležitějších pokynů k ochraně personálu před rtg zářením</i>	36
5.2 <i>Komentář k vlastním výsledkům měření</i>	37
6. Závěr	40
7. Seznam použité literatury	41
8. Klíčová slova	42
9. Přílohy	43

Úvod:

Bakalářskou práci na téma, Činnost radiologického asistenta z pohledu praktické aplikace Atomového zákona, jsem si zvolila, neboť tato problematika „ Atomový zákon“ je v současnosti nejen ve zdravotnictví velice aktuální téma.

Činnost radiologického asistenta úzce souvisí s radiační ochranou pacientů a zdravotnického personálu při vyšetřeních rentgenovým zářením. Jsou vypracované přesné standardy pro každý rentgenový přístroj a všechna vyšetření. Ty jsou v souladu se zněním Atomového zákona.

Radiologický asistent uplatňuje principy Atomového zákona tak, aby lékařské ozáření nebylo v rozporu se zásadami radiační ochrany, podílí se na jejich optimalizaci, včetně zabezpečení jakosti.

Praktickou aplikaci Atomového zákona budu realizovat na činnosti radiologického asistenta na Klinice zobrazovacích metod v FN u Sv. Anny v Brně.

1. Současný stav dané problematiky

Dne 1.7. 1997 vstoupil v platnost zákon č. 18/1997 Sb., „Atomový zákon“ (novelizovaný zákonem č. 13/2002 Sb.), který v §4 ukládá každému, kdo provádí činnost vedoucí k ozáření, povinnost přednostně zajišťovat radiační ochranu a zavést systém zabezpečení jakosti (v rozsahu stanoveném vyhláškou č. 214/1997 Sb.). Každému držiteli povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření pak kromě jiného ukládá podle §18 odst.1 písm.a, Atomového zákona, sledovat, měřit, hodnotit, ověřovat a zaznamenávat parametry a vlastnosti (§70 až §72 vyhlášky č.307/202 Sb.)⁵⁾

1.1 Cíl ochrany před zářením:

Smysl radiační ochrany vychází ze současných poznatků o účincích ionizujícího záření.

Cílem je zcela zabránit vzniku škodlivých nestochastických účinků a omezit pravděpodobnost stochastických účinků na úroveň, která je pro jednotlivce i společnost přijatelná.

Účinky nestochastické: příkladem je akutní nemoc z ozáření nebo akutní poškození kůže zářením. Pro nestochastické účinky existuje dávkový práh. Pravděpodobnost a intenzita odezvy jsou závislé na dávce.

Účinky stochastické: příkladem jsou zhoubné nádory a genetické projevy. Každé zvýšení dávky je spojeno s úměrným zvýšením pravděpodobnosti výskytu změn vázaných na ozářenou tkáň nebo orgán a tato závislost platí i pro oblast dávek nejnižších.¹⁾

Radiační ochrana se v praxi řídí třemi základními principy, které byly postulovány ICRP a posléze i legislativou ČR.⁴⁾

(**I**nternational **C**ommission on **R**adiological **P**rotection – **ICRP**, Mezinárodní komise radiologické ochrany, která byla ustanovena v roce 1928 na II. mezinárodním radiologickém kongresu, jako jeho pracovní skupina. ICRP si získala zejména svou aktivitou po druhé světové válce velkou odbornou autoritu a její základní doporučení jsou podkladem pro přípravu zásadních dokumentů v ochraně před zářením prakticky v celém světě.)¹

- Zdůvodnění činnosti
- Optimalizace ochrany
- Princip pojednávající o nepřekročení limitů

1.1.1 Zdůvodnění činnosti (JUSTIFICATION OF A PRACTICE):

Tento princip musí být zvažován ještě dříve, než se přikročí k rozhodnutí o činnosti vedoucí k ozáření. **Je definován v Atomovém zákonu § 4. odstavec 2.**

„ Každý, kdo využívá jadernou energii nebo provádí činnost vedoucí k ozáření, nebo zásahy k omezení přírodního ozáření v důsledku radiačních nehod, musí dbát na to, aby toto jeho jednání bylo odůvodněno přínosem, který vyváží rizika, která při těchto činnostech vznikají nebo mohou vzniknout. “⁶⁾

Znamená to tedy, že všechny činnosti související s radiačním ozářením, musí být před svým prvním zavedením odůvodněny z hlediska ekonomických, společenských a jiných přínosů v porovnání se zdravotní újmou, kterou mohou způsobit.

Princip odůvodnění neboli justifikace se vztahuje na činnosti, jimiž se rozumí ozáření vystavení fyzických osob a životní prostředí ionizujícímu záření. To jsou:

- profesní ozáření fyzických osob v souvislosti s výkonem práce při radiačních činnostech,
- lékařské ozáření fyzických osob:
 - a) v rámci jejich lékařského vyšetření nebo léčby,
 - b) v rámci pracovně lékařské péče a preventivní zdravotní péče,
 - c) v rámci ověřování nových poznatků anebo při použití metod, které dosud nebyly v klinické praxi zavedeny,
 - d) pro účely stanovení zvláštním právním předpisem,
- havarijní ozáření fyzických osob v důsledku radiační nehody nebo radiační havárie, s výjimkou havarijního ozáření zasahujících osob,
- havarijní ozáření zasahujících osob dobrovolně se účastnících zásahu, během kterého by mohl být překročen některý z limitů ozáření stanovených pro radiační pracovníky,

- přetrvávající ozáření vyplývající z dlouhodobých následků po radiační mimořádné situaci nebo vyplývající z činnosti vedoucí k ozáření, jejíž výkon byl již ukončen,
- potenciální ozáření, které nelze s jistotou předvídat, avšak pravděpodobnost jeho vzniku lze předem odhadnout.⁴⁾

1.1.2 Optimalizace ochrany (OPTIMISATION OF PROTECTION):

V odborné veřejnosti je znám jako „ princip **ALARA** „ (As Low As Reasonable Achievable), říká že každý, kdo provádí činnost vedoucí k ozáření, musí dodržovat takovou úroveň radiační ochrany, aby riziko ohrožení života, zdraví osob a životního prostředí bylo tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout při uvážení ekonomických a společenských hledisek.⁴⁾

§ 4. odstavec 2. Atomového zákona :

„ Každý, kdo využívá jadernou energii nebo provádí činnosti vedoucí k ozáření, připravuje nebo provádí zásahy k omezení havarijního, přetrvávajícího nebo přírodního ozáření, je povinen dodržovat takovou úroveň jaderné bezpečnosti, radiační ochrany, fyzické ochrany a havarijní připravenosti, aby riziko ohrožení života, zdraví osob a životního prostředí bylo tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout při uvážení hospodářských a společenských hledisek.“⁶⁾

Prováděcí předpis stanoví technické a organizační požadavky a směrné hodnoty ozáření, které se považují za dostatečné k prokázání rozumně dosažitelné úrovně, nebo postup, jak jinak tuto úroveň prokázat.⁶⁾

Při optimalizaci radiační ochrany se zpravidla porovnávají náklady na různá opatření ke zvýšení radiační ochrany.⁴⁾

Za provozu jsou změny ve stupni ochrany realizovatelné volbou počtu a kvalifikace osob, použitím ochranných pomůcek a nestavebních komponent ochrany, organizací práce, monitorováním ozáření. Dopad těchto prostředků na ochranu, tj. snížení dávek, nelze vždy přesně vymežit a jen zčásti lze vyčíslit náklady na tato opatření.²⁾

K uplatnění optimalizace ochrany v praxi je především požadováno předkládání variantních řešení ochrany před zářením (např. způsobů odlučování radioaktivních látek z výpustí do prostředí), doložených údajů o individuálních a kolektivních dávkách, jako i nákladech spojených s variantními řešeními. V provozních podmínkách se vyžaduje pravidelná analýza dosahovaných dávek a možnosti jejich snížení. Hygienická služba je oprávněná stanovit pro konkrétní akce autorizované limity nižší, než by to vyplývalo z obecných limitů dávkového ekvivalentu, jejím úkolem je rovněž vymezit bližší podmínky optimalizace ochrany jako je stanoví nebo kladné posouzení používaných peněžních ekvivalentů kolektivní dávky, ale i sledování přiměřenosti uváděných nákladů na ochranu záření.²⁾

1.1.3 Princip pojednávající o nepřekročení limitů

§ 4. odstavec 2. Atomového zákona : „ Každý, kdo provádí činnost vedoucí k ozáření je povinen omezovat ozáření fyzických osob tak, aby celkové ozáření způsobené možnou kombinací ozáření z činností vedoucích k ozáření nepřesáhlo v součtu limity ozáření. Limity stanoví Úřad prováděcím právním předpisem.“⁶⁾

Limitům ozáření nepodléhá:

- Lékařské ozáření. Úřad stanoví pro lékařské ozáření diagnostické referenční úrovně.
- Ozáření z přírodních zdrojů, kromě ozáření z těch přírodních zdrojů, které jsou záměrně využívány, a kromě prováděcím právním předpisem stanovených případů, kdy je toto ozáření výrazně zvýšené.
- Havarijní ozáření zasahujících fyzických osob, toto ozáření nesmí překročit desetinásobek limitů stanovených pro ozáření radiačních pracovníků, pokud nejde o případ záchrany lidských životů či zabránění rozvoje radiační mimořádné situace s možnými rozsáhlými společenskými a hospodářskými důsledky. Zasahující fyzické osoby musí být o nebezpečí spojeném se zásahem prokazatelně informovány a musí se zásahu dobrovolně účastnit. .⁶⁾

- Definice kategorie fyzických osob, na které se limity vztahují (podle Atomového zákona):
- Radiačním pracovníkem je každá fyzická osoba vystavená profesnímu ozáření, není přitom podstatné, kdy se jedná o zaměstnance či fyzické osoby vykonávající činnost v jiném právním vztahu.
- Jednotlivcem z obyvatelstva každá fyzická osoba, s výjimkou radiačních pracovníků při výkonu jejich práce, fyzických osob, během jejich praktické přípravy na povolání, fyzických osob vystavených ozáření za účelem jejich lékařského vyšetření nebo léčby, fyzické osoby, které mimo své pracovní povinnosti doprovázejí nebo dobrovolně poskytují pomoc osobám vystaveným ozáření, při lékařském vyšetření nebo léčbě a fyzických osob účastnících se dobrovolně použití metod, které dosud nebyly v klinické praxi zavedeny.
- Kritickou skupinou obyvatel modelová skupina fyzických osob, která představuje ty jednotlivce z obyvatelstva, kteří jsou u daného zdroje a danou cestou ozáření nejvíce ozařováni.⁴⁾

Systém limitů pro omezení ozáření (§ 18 až §22 vyhláška č.307/202 Sb.)

Systém je zajištěn stanovením limitů ozáření, odvozených limitů a autorizovaných limitů.

Limity ozáření jsou závaznými kvantitativními ukazateli pro celkové ozáření z radiační činnosti, jejichž překročení není ve stanovených případech přípustné.

Dělí se na:

- obecné limity (vztahují se na celkové ozáření z radiačních činností = činnosti při využívání umělých i přírodních zdrojů záření, nevztahují se na profesní, lékařské a havarijní ozáření),
- limity pro radiační pracovníky (limity pro profesní ozáření, tj. ozáření v přímé souvislosti s výkonem práce),
- limity pro učně a studenty (od 16 do 18 let věku)

Limity ozáření

limitovaná veličina	obecný limit	limit pro radiační pracovníky	limit pro učně a studenty
součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření	1mSv/rok	100mSv/5roků 50mSv/rok	6mSv/rok
ekvivalentní dávka v oční čočce	15mSv/rok	150mSv/rok	50mSv/rok
průměr.ekvivalentní dávka v 1 cm ²	50mSv/rok	500mSv/rok	150mSv/rok
ekvivalentní dávka v prstech až předloktí a v chodidlech až po kotníky	-	500mSv/rok	150mSv/rok

Odvozené limity jsou pomocnými kvantitativními ukazateli, vyjádřenými v měřitelných veličinách a sloužícími ve vybraných případech k prokazování, že limity pro radiační pracovníky nebyly překročeny:

ozáření	limitovaná veličina	odvozený limit
zevní	H _p (0,07)-osob.dávk. ekv. v hloubce 0,07 mm	500mSv/rok
	H _p (10)- osob.dávk. ekv. v hloubce 10mm	20mSv/rok
vnitřní	příjem radionuklidů požitím	podíl 20mSv/rok a konverzního faktoru h _{ing} pro příjem daného radionuklidu požitím

	příjem radionuklidů vdechnutím	podíl 20mSv/rok a konverzního faktoru h_{inh} pro příjem daného radionuklidu vdechnutím
ozáření produkty přeměny radonu	roční příjem ekvivalentní aktivity radonu	3 MBq
	latentní energie produktů přeměny radonu	17 mJ
	expozice produktům radonu	$2,5 \text{ MBq.H.m}^{-3}$
	celoroční průměrná ekvivalentní objemová aktivita radonu	1260 Bq.m^{-3}
ozáření směsí dlouhodobých radionuklidů emitujících záření alfa uran-radiové řady	příjem vdechnutí za kalendářní rok	1850 Bq

Pro současné zevní i vnitřní ozáření musí platit:

$$H_p(0,07) \leq 500 \text{ mSv} \quad \text{a} \quad H_p(10) + \sum h_{j,inh} I_{j,inh} + \sum h_{j,ing} I_{j,ing} \leq 20 \text{ mSv/rok}$$

$I_{j,inh}$, popř. $I_{j,ing}$ je roční příjem jednotlivého radionuklidu vdechnutím, popř. požitím, $h_{j,inh}$, popř. $h_{j,ing}$ je konverzní faktor pro příjem jednotlivého radionuklidu vdechnutím, popř. požitím

Autorizované limity jsou závazné kvantitativní ukazatele stanovené v příslušném povolení pro jednotlivou radiační činnost nebo jednotlivý zdroj ionizujícího záření (zpravidla jako výsledek optimalizace radiační ochrany).³⁾

1.2. Zajištění bezpečnosti zdrojů

Ochrana a bezpečnost zdrojů musí být zajištěna řádným řízením, správnou technikou, systémem zabezpečení jakosti výcviku, a vzděláním personálu.

1.2.1 Přejímací zkoušky (PZ)

Při přejímací zkoušce se musí určit návrh četností a rozsahu měření a ověřování vlastností rentgenového přístroje v rámci zkoušek provozní stálosti. Také je třeba navrhnout formu a rozsah záznamu o provedení těchto zkoušek.

Tyto zkoušky provádí pouze osoba, která má povolení SÚJB pro tuto zkoušku, řídit a vykonávat je mohou pouze fyzické osoby se zvláštní odbornou způsobilostí.

Kladný výsledek přejímací zkoušky je nezbytný pro povolení k používání rentgenového přístroje.

Při přejímací zkoušce se provádí:

- ověření kvality řídicích, bezpečnostních, signalizačních, indikačních, zobrazovacích systémů, také funkčnost těchto systémů,
- stanovení dozimetrických veličin z hlediska účelu použití.

1.2.2 Zkoušky dlouhodobé stability (ZDS)

Zkouškami dlouhodobé stability se ověřuje stabilita parametrů a vlastnosti rentgenového přístroje. Provádí se v stanovené periodě, v rozsahu daném v českých technických normách, specifikovaném v technické dokumentaci zdroje projednané při typovém schvalování a upřesněném při přejímací zkoušce.

Zkoušky dlouhodobé stability se provádějí podle §71 vyhlášky.č. 307/2002 Sb.:

- při podezření na špatnou funkci zařízení, která může způsobit nekvalitní zobrazení nebo ovlivnit úroveň radiační ochrany pacienta, personálu,
- po údržbě nebo opravě zařízení,
- vždy, když výsledky zkoušky provozní stálosti vybočují ze stanovených tolerancí,

- pravidelně – jedenkrát ročně u významných zdrojů ionizujícího záření, pokud není v podmínkách povolení nebo rozhodnutí o typovém schválení stanoveno jinak.

Zkoušky provádí pouze osoba, která získala povolení SÚJB pro tuto činnost, řídit a vykonávat je mohou pouze fyzické osoby se zvláštní odbornou způsobilostí.

1.2.3 Zkoušky provozní stálosti (ZPS)

Zkoušky provozní stálosti podle § 72 vyhlášky č. 307/2002 Sb. Zahrnuje ověřování charakteristických provozních vlastností a parametrů nejen u rentgenového přístroje, ale i u dalších částí zobrazovacího systému, které mohou ovlivnit kvalitu obrazu.

Zkoušky provozní stálosti zajišťuje držitel povolení a provádí je vybraní pracovníci s odpovídajícími znalostmi a zkušenostmi.⁵⁾

Tyto zkoušky monitorují stálost funkčních vlastností přístroje dostupnými prostředky, zkušebními metodami, které jsou jednoduché, rychlé a snadno proveditelné využívající relativní měření. Musí se provádět v pravidelných intervalech. Vždy po preventivní nebo nápravné údržbě a při podezření na chybnou funkci přístroje.

Jsou – li výsledky zkoušky provozní stálosti nevyhovující stanoveným kritériím, musí se zjistit příčina a provést příslušná nápravná opatření.

Rozsah zkoušky provozní stálosti je stanoven v protokolu o převímací zkoušce rentgenového zařízení nebo v protokolu výchozí zkoušky dlouhodobé stability. Rozsah a obsah těchto zkoušek musí splňovat požadavky specifického výrobce zařízení resp. požadovaných v příslušných českých normách.

1.2.3.1 Výchozí zkouška provozní stálosti (VZPS)

VZPS je zkouškou provozní stálosti, při které se stanoví referenční hodnoty pro následné ZPS. Provádí se bezprostředně po PZ a po každé ZDS, dále pak po každé opravě, rekonfiguraci nebo jiném zásahu, které mohou ovlivnit zkoušenou vlastnost nebo parametr.

1.2.3.2 Referenční hodnoty

Referenční hodnoty se stanovují jako střední hodnoty výsledků jednotlivých testů v rámci VZPS.

1.2.3.3 Následné zkoušky provozní stálosti

Následné ZPS (periodické) se provádějí v rozsahu a s obsahem stejným jako u VZPS.

Při každém testu provozní stálosti se musí nastavovat takové parametry a dodržovat geometrické a jiné podmínky, které jsou specifické ve výchozí zkoušce provozní stálosti. Výsledky každého testu se porovnávají s referenčními hodnotami, stanovenými při výchozí zkoušce provozní stálosti.

1.2.3.4 Překročení tolerancí a nápravná opatření

1. Indikují – li výsledky, že přístroj nepracuje podle specifických požadavků nebo stanovených kritérií, mají se ověřit vlastnosti zkušebních přístrojů a výsledek se má potvrdit opakováním zkoušky, dříve než se zahájí další činnost.

2. Potvrdí – li výsledek opakované zkoušky, že rtg přístroj nepracuje podle specifikovaných požadavků nebo stanovených kritérií, lze provést jedno nebo více následujících opatření:

- a) provede se opatření stanovené v programu zabezpečení jakosti pro řešení neshod,
- b) informuje se osoba zodpovědná za zajištění radiační ochrany na příslušném pracovišti (dohlížející osoba s přímou odpovědností...),
- c) informuje se osoba používající přístroj k určené činnosti (RTG laborant, lékař),

3. Indikují – li výsledky zkoušky mezní poruchu funkce podle specifikovaných požadavků nebo stanovených kritérií:

- a) vyčká se výsledku příští zkoušky dlouhodobé stability, avšak současně se pečlivě sleduje kvalita produkovaných klinických snímků,
- b) zvýší se četnost zkoušek neshodného parametru,

c) nevyhovující zkouška provozní stálosti se zaznamená jako položka vyžadující pozornost při příští pravidelné údržbě.

4. Pokud se vyskytly poruchy funkce přístroje z hlediska stanovených kritérií zkoušky stálosti již dříve, má personál, uvedený v 2b) a c) zvážit:

a) provedení zkoušky dlouhodobé stability: spolu se

b) zmírněním použitých kritérií: spolu s

c) omezením používání zkoušeného přístroje z hlediska kategorie radiologické aplikace: spolu s

d) uvedením přístroje na seznam přístrojů vyžadujících náhradu.

5. Jsou – li výsledky zkoušky z hlediska specifikovaných požadavků nebo stanovených kritérií zásadně nevyhovující:

a) provede se zkouška dlouhodobé stability a její výsledky se oznámí personálu uvedenému v 2 b) a c)

b) zváží se rozsah, v němž je péče o přístroj

- přiměřená
- nebo má být okamžitě zlepšená

c) učiní se rozhodnutí, zda se

- ukončí další klinické používání přístroje, nebo
- provede opatření podle 4.

6. Rozhodnutí o dalších opatřeních závisí na uživateli⁵⁾

1.3. Veličiny užívané v dozimetrii:

- **Absorbovaná dávka** (zkráceně jen „dávka“) **D** je energie ionizujícího záření absorbovaná v daném místě ozařované látky na jednotku hmotnosti. Je tedy dána poměrem $D = \Delta E / \Delta m$, kde ΔE je střední energie ionizujícího záření absorbovaná objemovým elementem látky a Δm je hmotnost tohoto objemového elementu. Jednotkou absorbované dávky je **1 J/1 Kg**, která se nazývá **1 Gray** [Gy] (dílčí jednotky pak $1 \text{ mGy} = 10^{-3}\text{Gy}$ a $1\mu\text{Gy} = 10^{-6}\text{Gy}$). Starší jednotkou byl **1 rad** = 10^{-2}Gy .
- **Dávkový příkon D'** je dávka obdržená v daném místě ozařovanou látkou za jednotku času, tedy poměr přírůstku dávky ΔD za časový interval Δt :
 $D' = \Delta D / \Delta t$. Jednotka je Gray za sekundu [$\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$]
- **Lineární přenos energie** představuje stření energii lokálně předanou látkce prolétající částicí, vztaženou na jednotkovou dráhu částice: $L = \Delta E / \Delta x$, kde ΔE je energie odevzdaná elektronům a iontům nabitou částicí při jejím průchodu po dráze Δx . Základní jednotkou lineárního přenosu by sice byl $1\text{J}/1\text{m}$ [$\text{J}\cdot\text{m}^{-1}$], v praxi se však používá **keV/ μm** ($1 \text{ keV}\mu\text{m}^{-1} = 1,602\cdot 10^{-10} \text{ J}\cdot\text{m}^{-1}$). Má – li záření krátký dosah (záření alfa), je absorbovaná energie rozložena podél krátké dráhy, lineární přenos je vysoký, takže ionty jsou podél dráhy částice rozloženy velmi hustě. Někdy se zavádí i veličina **lineární ionizace**, což je počet iontových párů vztažený na jednotkovou dráhu částice (např.na mikrometr délky dráhy).
- **Dávkový ekvivalent** (ekvivalentní dávka) v uvažované tkáni je dán součinem absorbované dávky **D** v daném místě a jakostního faktoru **Q**: $H = Q \cdot D$. Jednotkou dávkového ekvivalentu je 1 Sievert [**Sv**]. Dávka 1 Sv jakéhokoli záření má stejné biologické účinky jako dávka 1 Gy rentgenového nebo gama záření (pro které je jakostní faktor stanoven 1). Stejně jako u dávky, i zde se zavádí ekvivalentní dávkový příkon (**příkon dávkového ekvivalentu**), jakožto příkon dávkového ekvivalentu za jednotku času – jednotka je sievert za sekundu [$\text{Sv}\cdot\text{s}^{-1}$].
- **Efektivní dávka** – součet vážených středních hodnot ekvivalentních dávek v tkáních či orgánech lidského těla: $H_E = \sum w_T \cdot H_T$, kde H_T je ekvivalentní

dávka v dané tkáni T , w_T je tkáňový váhový faktor. Sčítá se přes všechny uvažované tkáně T . Tkáňový váhový faktor vyjadřuje relativní příspěvek daného orgánu nebo tkáně T k celkové zdravotní újmě způsobené rovnoměrným ozářením těla, je normovaný tak, aby se součet všech váhových faktorů rovnal $1(\sum w_T = 1)$.

- Při hodnocení účinku nepřímo ionizujícího záření na látku se můžeme ještě setkat s veličinami **expozice** a **kerma**, zvláště ve starší literatuře.
- **Kerma** (zkratka z angl.: kinetic energy released in materiál – kinetické energie uvolněná v materiálu) má velmi podobnou definici $K = \Delta E / \Delta m$ a stejnou jednotku [**Gy**] jako absorbovaná dávka, přičemž za ΔE se bere součet počátečních kinetických energií všech nabitých částic uvolněných v důsledku interakce částic primárního ionizujícího záření v uvažovaném objemu látky o hmotnosti Δm . Kerma se zavedla proto, že základní definice dávky, zahrnující jen přímo ionizující částice, nedávala informaci o tom, co se děje v okolí sledovaného objemu látky, zvláště v případě nepřímo ionizujícího záření. Pro nabitě primární částice není mezi kermou a dávkou rozdíl. I u nepřímo ionizujícího záření v rovnovážném stavu, kdy se sekundárně vznikající záření absorbuje, platí $K = D$, pouze v nerovnovážných procesech, v blízkosti povrchu látky či při vysokých energiích, kdy může část záření unikat, bude $K \neq D$, přičemž rozdíly nebývají v praxi velké. U nepřímo ionizujícího záření (fotony γ , neutrony) kerma charakterizuje energii předanou nabitým částicím v látce (elektronům a protonům) především při první srážce. U kermu je třeba specifikovat, k jaké látce se vztahuje (např. kerma ve vzduchu či kerma ve tkáni). Pro záření gama o energii menší než 3 MeV hodnoty obou veličin (kermu a dávky) prakticky splývají.
- **Expozice** je definována jako poměr absolutní hodnoty ΔQ celkového elektrického náboje iontů jednoho znaménka, které byly uvolněny při interakci fotonů (X nebo gama) v hmotnostním elementu vzduchu o hmotnosti Δm , při úplném zabrzdění všech vzniklých elektronů a pozitronu: $\Delta Q / \Delta m$, vztažený na jednotku hmotnosti tohoto vzduchu. Jednotkou expozice je coulomb na kilogram

[C.kg⁻¹] (dřívější jednotkou byl rentgen, přičemž $1R=0,258 \text{ C.kg}^{-1}$) do tohoto celkového elektrického náboje ΔQ se přitom započítává pouze náboj iontů uvolněný interakcí primárních fotonů a interakcí sekundárních elektronů uvolněných z atomů vzduchu, nezapočítává se další náboj, který může vzniknout absorpcí brzděného záření emitovaného elektrony (popř. charakteristického X – záření). Pro vysoké energie fotonů γ (vyšší než 2 – 3 MeV), kdy dodatečnou ionizaci způsobenou brzděným zářením nelze zanedbat, již veličina expozice nezachycuje objektivně účinek takového záření. Podobně jako u radiační dávky, i u kemy a expozice se definuje kermový příkon a expoziční příkon, jakožto přírůstek kemy či expozice za jednotku času (1 sekundu): místo slova „příkon“ se dříve používal výraz „rychlost“. ⁷⁾

2. Cíle práce a hypotézy

Cíle práce: Na základě vybraných částí z textu Atomového zákona a příslušných vyhlášek týkajících se činnosti radiologického asistenta v oboru radiodiagnostiky potvrdit, že činnosti radiologického asistenta na mém pracovišti, na Klinice zobrazovacích metod ve FN u Sv. Anny v Brně, splňují požadavky Atomového zákona.

Hypotéza: Splnění požadavků Atomového zákona při zpracování návrhu standardů radiologických postupů je základem činnosti radiologického asistenta.

3. Metodika

Podle výkladu legislativních podkladů uvedených ve Vyhlášce č. 307/2002 Sb., O radiační ochraně, a Vyhlášce č. 424/2004 Sb., kterou se stanoví činnosti zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků byly zparagrafovány poznatky zhodnocení provedených měření v tabulce č.1.

Byl vytvořen postup ke zkoušce provozní stálosti rentgenového přístroje GE PRESTIGE VH na Klinice zobrazovacích metod ve FN u Sv. Anny v Brně, dále jsem vyhodnotila výsledky měření zkoušek provozní stálosti rentgenového přístroje za rok 2007.

V další části jsem srovnala referenční diagnostické úrovně z přílohy č.9 k vyhlášce č. 307/2002 Sb. s naměřenými hodnotami vstupní povrchové kermy na rentgenovém přístroji GE PRESTIGE. Tato měření provedla společnost RadEX Primar s.r.o..

V poslední části jsem shrnula činnost radiologického asistenta na oddělení radiodiagnostiky, postup při vyšetření nemocného na rentgenu, základní zásady k ochraně pacienta a personálu před účinky ionizujícího záření.

4. Vlastní práce

4.1 Zásady, z nichž praktické aplikace Atomového zákona vychází v paragrafovaném znění vyhlášek .

V tabulce č 1. jsou obsaženy základní paragrafy vyhlášek č.307/2002 Sb. O radiační ochraně a vyhlášky č.424/2002 Sb. O činnosti zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků.

Tabulka č.1

<p>§ 7. Radiologický asistent</p> <p>1. Radiologický asistent vykonává činnost podle §3 odst. 1 a dále bez odborného dohledu a bez indikace</p> <ul style="list-style-type: none">a) provádí a vyhodnocuje zkoušky provozní stálosti zdrojů ionizujícího záření a souvisejících přístrojů ve všech typech zdravotnických radiologických pracovišť,b) zajišťuje, aby lékařské ozáření nebylo v rozporu se zásadami radiační ochrany, podílí se na její optimalizaci, včetně zabezpečení jakosti,c) vykonává činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany, pokud splní požadavky zvláštního právního předpisu ,d) provádí specifickou ošetrovatelskou péči poskytovanou v souvislosti s radiologickými výkony,e) zajišťuje přejímání, kontrolu a uložení léčivých přípravků, manipulaci s nimi a jejich dostatečnou zásobu,f) zajišťuje přejímání, kontrolu a uložení zdravotnických prostředků a prádla, manipulaci s nimi, jejich dezinfekci a sterilizaci a jejich dostatečnou zásobu. <p>2. Radiologický asistent provádí jako aplikující odborník v obecně odůvodněných případech stanovených standardy bez odborného dohledu na základě požadavku indikujícího lékaře jednotlivé lékařské ozáření, a to</p> <ul style="list-style-type: none">a) skiagrafické zobrazovací postupy včetně screeningových,b) peroperační skiaskopiic) kostní denzitometrii <p>a nese za ně klinickou odpovědnost.</p>
--

3. Radiologický asistent provádí bez odborného dohledu na základě požadavku indikujícího lékaře a na základě indikace lékaře, který je aplikujícím odborníkem, praktickou část jednotlivého lékařského ozáření, především jeho konkrétního provedení, a to

- a) provádí radiologické zobrazovací postupy používané při lékařském ozáření,
- b) asistuje a instrumentuje při postupech intervenční radiologie,
- c) provádí léčebné ozařovací techniky,
- d) provádí nukleárně medicínské zobrazovací i nezobrazovací postupy, a za tuto část přebírá klinickou odpovědnost.

4. Radiologický asistent bez odborného dohledu na základě indikace lékaře

- a) provádí léčebné a zobrazovací výkony, které využívají jiné fyzikální principy než ionizující záření,
- b) aplikuje léčivé přípravky nutné k provedení výkonů podle písmene a) nebo podle odstavce 2 trávícím traktem, dýchacími cestami, formou podkožních, kožních a nitrosvalových injekcí.

5. Radiologický asistent pod odborným dohledem lékaře aplikuje intravenózní léčiva nutná k realizaci postupů podle odstavce 2 nebo odstavce 3 písm. a).

6. Radiologický asistent se pod odborným dohledem radiologického fyzika se specializovanou způsobilostí v radioterapii podílí na plánování radioterapie.

§ 60. Odůvodnění lékařského ozáření

1. Lékařské ozáření jednotlivých osob se odůvodňuje očekávaným individuálním zdravotním prospěchem pacienta. V případě preventivní péče, včetně vyhledávacích vyšetření, je lékařské ozáření možné uskutečnit, pouze pokud je zdůvodněno očekávaným přínosem pro jedince, u něhož bude nemoc odkryta, s uvážením možnosti léčebného ovlivnění nemoci. V některých případech může být důvodem vyhledávacích vyšetření ochrana skupin obyvatelstva.

2. Do procesu odůvodnění lékařského ozáření podle § 4 odst. 2 zákona musí být v souladu s principy klinické odpovědnosti zapojen jak indikující lékař, tak aplikující

odborník, kteří

- a) vždy vezmou v úvahu účinky, přínosy a rizika dostupných jiných metod, které vedou k témuž cíli, avšak nezahrnují ozáření ionizujícím zářením,
- b) před každým použitím zdroje ionizujícího záření k lékařskému ozáření zjistí u pacienta předchozí významné aplikace radionuklidů a ionizujícího záření, které by mohly mít význam pro uvažované vyšetřování nebo léčbu: u žen v reprodukčním věku zjistí možnost těhotenství nebo kojení dítěte: tyto údaje zaznamenají do zdravotnické dokumentace pacienta,
- c) u těhotných žen provedou vyšetření spojené s ozářením pouze v neodkladných případech nebo z důvodů porodnické indikace, přitom je nezbytné vždy zvlášť pozorně zvažovat nutnost získání požadované informace s pomocí použití zdrojů ionizujícího záření a volit jen takovou techniku, která zajistí maximální ochranu plodu, u kojících žen musí být při nukleárně – medicínském vyšetření věnována odborná pozornost odůvodnění a posouzení jeho naléhavosti.

3. Ta ozáření, která nejsou spojena s přímým zdravotním přínosem pro osoby podstupující ozáření například v rámci ověřování nových poznatků, včetně používání metod, které dosud nebyly zavedeny v klinické praxi ve smyslu § 2 písm. x) bodu 2cc) zákona, vyžaduje zvláštní odůvodnění a použití přiměřených technik tak, aby nebyly překročeny optimalizační meze: diagnostické referenční úrovně, pokud jsou pro dané lékařské ozáření uvedeny v příloze č. 9.

§ 62 Optimalizace radiační ochrany při lékařském ozáření

1. Optimalizace radiační ochrany při lékařském ozáření se provádí postupy podle § 17 a dosahuje se jí zejména zavedením systému jakosti. Cílem optimalizace je při radiodiagnostickém vyšetření správné použití zobrazovací metody tak, aby dávky ve tkáních byly co nejnižší, aniž by se tím omezilo získání nezbytných radiodiagnostických informací.

2. Diagnostické referenční úrovně uvedené v příloze č. 9 jsou úrovně dávek, popřípadě úrovněmi aplikované aktivity používané při diagnostických postupech v rámci

lékařského ozáření, jejichž překročení se při vyšetření dospělého pacienta o hmotnosti 70 kg při použití standardních postupů a správné praxe neočekává. Soustavné překračování diagnostických referenčních úrovní v rutinní klinické praxi vyžaduje, aby zdravotnické zařízení prošetřilo podmínky lékařského ozáření, a v případě, že radiační ochrana není optimalizována, provedlo nápravu.

§ 63 Postupy při lékařském ozáření

1. Pro všechny standardní typy lékařského ozáření musí být vypracován písemný postup (standard), jehož dodržování jednotlivými radiologickými pracovišti je posuzováno klinickým auditem (§2 písm. g)

2. Při lékařském ozáření musí být přijaté všechny rozumné kroky ke snížení pravděpodobnosti vzniku nehody nebo aplikace neplánované dávky pacientovi.

§ 64 Požadavky na vybavení pracoviště

1. Nová rentgenová pracoviště musí být vybavena je-li to možné, přidruženým zařízením a příslušenstvím, která poskytnou kvantitativní informaci o ozáření, jemuž je vystavena vyšetřovaná osoba. Skiaskopie bez zesilovače obrazu se nesmí používat. Skiaskopických rentgenových zařízení bez automatické regulace dávkového příkonu je možné použít jen v mimořádných a odůvodněných případech.

2. Zdravotnické pracoviště, na kterém se provádí lékařské ozáření, musí být vybaveno osobními ochrannými prostředky a pomůckami pro radiační ochranu všech pracovníků, osob podstupujících lékařské ozáření i osob dobrovolně o ně pečujících. Osobní ochranné prostředky se používají v rozsahu odpovídajícímu charakteru vyšetření.

4.2 Postup provádění zkoušky provozní stálosti (ZPS)

4.2.1 Seznam pomůcek potřebných k provedení ZPS

- zeslabovací vrstva Cu- 29,5 x 29,5 mm, tloušťka 0,8 mm
- testovací pomůcka ETR – 1
- kontrastní značky pro vymezení pole
- bezfóliová kazeta 18 x 24 cm
- distanční podložka pod fantom cca 40 cm s malým zeslabujícím účinkem (papír, plast)
- metr

4.2.2 Postup provádění ZPS

- nastavení rentgenového přístroje do základní vodorovné polohy, aby primární svazek směřoval kolmo dolů
- na vyšetřovací desku rtg přístroje položit distanční podložku a na podložku umístit zeslabovací vrstvu Cu.
- na rtg přístroji provést skiaskopickou expozici při AERC (cca 3s) dokud se neustálí hodnoty kV, mAs, mA. Tyto hodnoty potom odečíst a zaznamenat.
- na zeslabovací vrstvu Cu umístit fantom ETR -1 tak, aby ovládací prvky rtg přístroje byly po levé ruce a popisy na fantomu byly čitelné z pohledu technika.
- na rtg přístroji provést znovu skiaskopickou expozici při AERC (cca 3s) dokud se neustálí hodnoty kV, mA, mAs.
- na rtg přístroji znovu provést expozici při nastavení 70 Kv. Poté odečíst mAs, které se zobrazí během této expozice (expoziční automatika).
- na monitoru odečíst a zaznamenat hodnoty zobrazeného ETR – 1 fantomu při vysokém kontrastu – Lp test (viditelné čáry –Lp/mm). Hodnoty při nízkém kontrastu – NK (počet detailů 0-4) a počet stupňů šedi Cu klínu (viditelných 0 - 6 st.,v případě, že je viditelných méně než 6st. zaznamenat počet a viditelnost od tmavé a nebo světlé škály). Pokud některé testy fantomu ETR – 1 nejsou viditelné na monitoru, provést centraci potřebného testu vůči zesilovači obrazu a daný test odečíst znovu. Při odečtu NK se doporučuje mít oblast Cu – klínu mimo oblast zesilovače obrazu, aby klín neovlivňoval AERC.

- vycentrovat zeslabovací vrstvu a fantom ETR – 1 na střed a na fantomu rozmístit kontrastní značky. Pomocí krátkých skiaskopických expozic při základním zoomu nastavit kontrastní značky tak, aby označovaly zobrazenou část na monitoru.
- po vycentrování kontrastních značek vložit mezi zeslabovací vrstvu a fantom ETR - 1 bezfóliovou kazetu. Provést krátkou expozici cca 0,5 s, docentrovat kontrastní značky a pak provést skiaskopickou expozici při 70 Kv, vyvolat exponovaný film

4.2.3 Popis exponovaného filmu

- na film přepsat informace, které byly během měření odečteny + informace o pracovišti:
- datum měření
- kód zářiče nebo oddělení
- vzdálenost ohnisko film – **OF**
- hodnoty AERC (70 kV, mAs)
- hodnoty při nízkém kontrastu 4 NK
- počet viditelných stupňů Cu klínu – 6 st.

4.2.4 Zkouška provozní stálosti

Rentgenové zařízení, skiografie + skiaskopie

Uživatel: Fakultní nemocnice U sv. Anny

Pekařská 53, 659 91 Brno

Rtg generátor: MPG 80, Prestige VH

Rtg zářič: MX 100

Sestava: stěna Prestige VH v.č. AD.5.046.1861, ovladač Prestige VH v.č.

AD.5.046.1861

Zkušební fantom: ETR 1

Nastavení polohy: Bezfóliová kazeta 66 cm od ohniska, nad ní zkušební fantom ETR 1, pod ní zeslabovací vrstva 0,8 mm Cu. Kazeta 18 x 24 se zesilujícími foliemi v kazetovém vozíku 105 cm ohniska. Snímkování při ZOOM 2.

Zatěžovací faktory: skiografie: AEC, střední komůrka skiaskopie: AERC

Kazeta se zesilující folií: 200 (použita referenční kazeta REF), přidavný filtr 0,8mm Cu, kV 70, mAs AEC.

Komentář k tabulce č.2

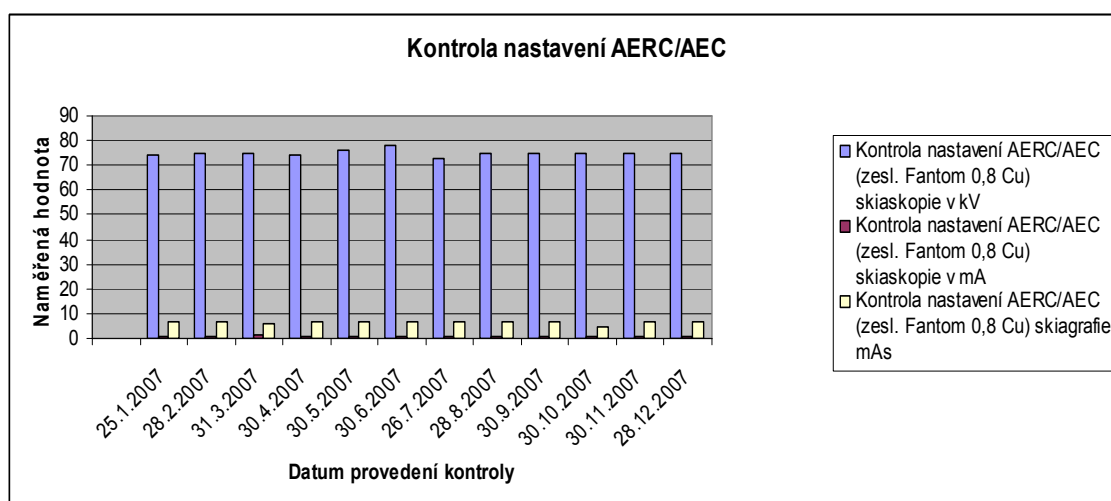
Tabulka obsahuje hodnoty kV, mA a mAs, které byly naměřeny každý měsíc při kontrole nastavení expoziční automatiky při skiaskopii a skiografii za použití zeslabovací vrstvy Cu o tloušťce 0,8 mm. Hodnoty kV při skiaskopii se od referenční hodnoty 74 kV, která se pro tuto ZPS přístroje PRESTIGE VH stanovila v lednu 2007, liší maximálně o 4 kV. Hodnoty mA při skiaskopii se liší od referenční hodnoty 0,7 v březnu 2007 a to o 0,3 mA. Při kontrole nastavení expoziční automatiky u skiografie se hodnoty mAs pohybují v rozmezí od 6,25 mAs do 6,89 mAs. Hodnoty jsou graficky znázorněny v grafu č.1.

Tabulka č.2 Kontrola nastavení AERC/AEC(zesl. Fantom 0,8 Cu)

Datum zkoušky	Kontrola nastavení AERC/AEC (zesl. Fantom 0,8 Cu)		
	skiaskopie v kV	skiaskopie v mA	skiografie mAs
25.1.2007	74,00	0,7	6,88

28.2.2007	75,00	0,7	6,85
31.3.2007	75,00	1	6,25
30.4.2007	74,00	0,7	6,76
30.5.2007	76,00	0,7	6,81
30.6.2007	78,00	0,7	6,89
26.7.2007	73,00	0,7	6,88
28.8.2007	75,00	0,7	6,82
30.9.2007	75,00	0,7	6,84
30.10.2007	75,00	0,7	4,88
30.11.2007	75,00	0,7	6,89
28.12.2007	75,00	0,7	6,81

Graf č.1.



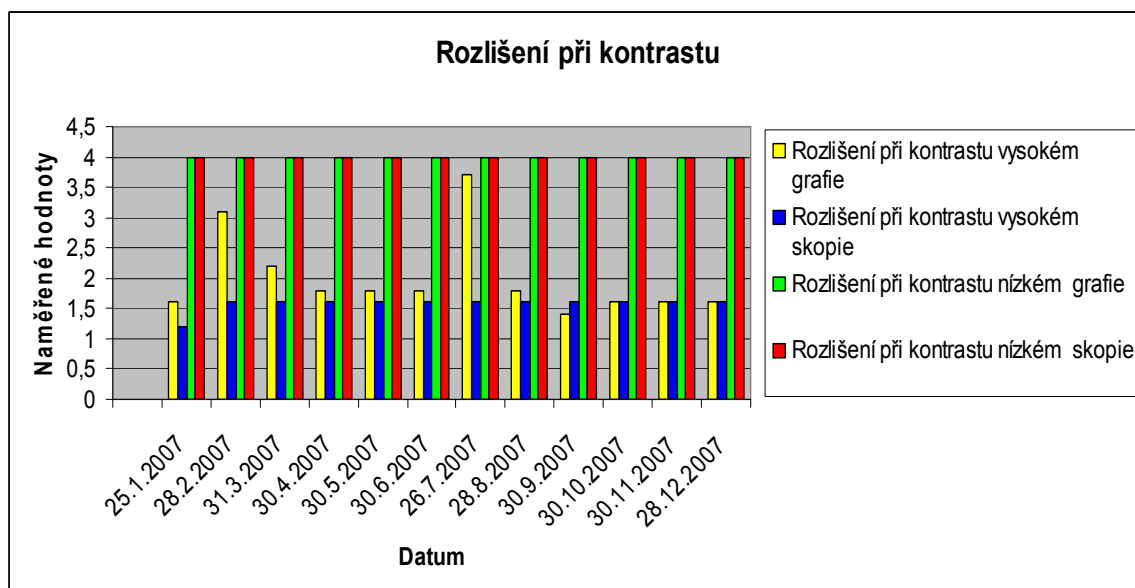
Komentář k tabulce č.3

V tabulce jsou zaznamenány hodnoty, které byly naměřeny při ZPS pro rozlišení při nízké, a vysokém kontrastu pro skiografii a skiaskopii. Hodnoty při vysokém kontrastu Lp/mm pro skiografii jsou 1,40 – 3,70. Pro skiaskopii jsou hodnoty Lp/mm 1,20 – 1,60. Rozlišení při nízkém kontrastu NK pro skiografii i skiaskopii je počet detailů vždy 4. K této tabulce se vztahuje graf č. 2.

Tabulka č.3 Rozlišení při nízkém a vysokém kontrastu

Datum zkoušky	Rozlišení při kontrastu			
	vysokém		nízkém	
	grafie	skopie	grafie	skopie
	lp/mm		poč. detailů	
25.1.2007	1,60	1,20	4,00	4,00
28.2.2007	3,10	1,60	4,00	4,00
31.3.2007	2,20	1,60	4,00	4,00
30.4.2007	1,80	1,60	4,00	4,00
30.5.2007	1,80	1,60	4,00	4,00
30.6.2007	1,80	1,60	4,00	4,00
26.7.2007	3,70	1,60	4,00	4,00
28.8.2007	1,80	1,60	4,00	4,00
30.9.2007	1,40	1,60	4,00	4,00
30.10.2007	1,60	1,60	4,00	4,00
30.11.2007	1,60	1,60	4,00	4,00
28.12.2007	1,60	1,60	4,00	4,00

Graf č.2



4.3 Zjištěné diagnostické referenční úrovně

4.3.1 Diagnostické referenční úrovně pro skiagrafická vyšetření (Příloha č. 9 k vyhlášce č. 307/2002 Sb.)

V tabulce č. 4 jsou zaznamenány hodnoty kermy na 1 snímek pohybující se od 0,4 mGy do 10 mGy, je to znázorněno grafem č. 3.

Tabulka č.4

Vyšetření	Projekce	Vstupní povrchová kerma* (vztahená na 1 snímek) mGy
LS páteř	AP-předozadní projekce	10
	LAT-boční projekce	30
Břicho	AP-předozadní projekce	10
Pánev	AP-předozadní projekce	10
Kyčelní kloub	AP-předozadní projekce	10
Hrudník	PA-zadopřední projekce	0,4
	LAT- boční projekce	1,5
Th páteř	AP-předozadní projekce	7
	LAT- boční projekce	20
Lebka	PA-zadopřední projekce	5
	LAT- boční projekce	3

*) Ve vzduchu se započtením zpětného rozptylu v těle pacienta. Tyto hodnoty se tam, kde je používána zesilovací fólie, vztahují na kombinaci film-zesilující fólie s relativním zesílením 200. Pro kombinace s vyšším zesílením (400, popř.600) by hodnoty měly být redukovány 2krát, popř. 3krát.

4.3.2 Naměřené hodnoty vstupní povrchové kermy

Měření bylo provedeno společností RadEX Primar s.r.o.

Rtg přístroj: MPG 80, Prestige VH

Přidružené zařízení: stěna Prestige VH, ovladač Prestige VH

Zesilující folie: 200 Nastavení zčernání: 0

Vzdálenost ohnisko – film: 105 cm

Vzdálenost ohnisko – film (pro plíce): 150 cm

Naměřené hodnoty vstupní povrchové kermy, vztažené na 1 snímek, za použití Bucky clony jsou zaznamenány v tabulce č. 5., kerma se pohybuje mezi 0,33 mGy – 2,88 mGy.

Tabulka č.5

Vyšetření	U	Q*	O - P	Senzor	K _{e měř.}
skiagrafická	kV	mAs	cm	AEC	mGy
Plíce B	110	5,70	127,50	S	0,33
Lebka AP	60	49,50	79,50	S	1,69
Lebka B	60	42,90	82,50	S	1,44
Th páteř	70	52,50	77,50	S	2,88
LS páteř AP	90	14,40	77,50	S	1,43
LS páteř B	110	6,80	77,50	S	1,06
SI skloubení	70	52,50	77,50	S	2,88
Břicho	80	27,00	77,50	L+P+S	2,05
Pánev	80	27,00	77,50	L+P+S	2,04
Kyčle	80	25,00	77,50	S	1,89
Plíce	100	8,42	127,50	L+P	0,39

*hodnoty mAs indikované přístrojem při funkci AEC

Pro rentgenové vyšetření bez použití Bucky clony jsem poznamenala v tabulce č.6 pouze naměřené vstupní povrchové kermy při snímkování plic, kyčlí a lebky. Jsou to nejčastěji prováděná vyšetření.

Tabulka č.6

Vyšetření	U	Q	O-P	O-F	K _{e měř.}
skiagrafická	kV	mAs	cm	cm	mGy
Plíce	55,00	16,00	130,00	150,00	0,16
Kyčel	65,00	20,00	80,00	100,00	0,82
Lebka	70,00	20,00	82,00	100,00	0,91

4.3.3 Srovnání diagnostických referenčních úrovní

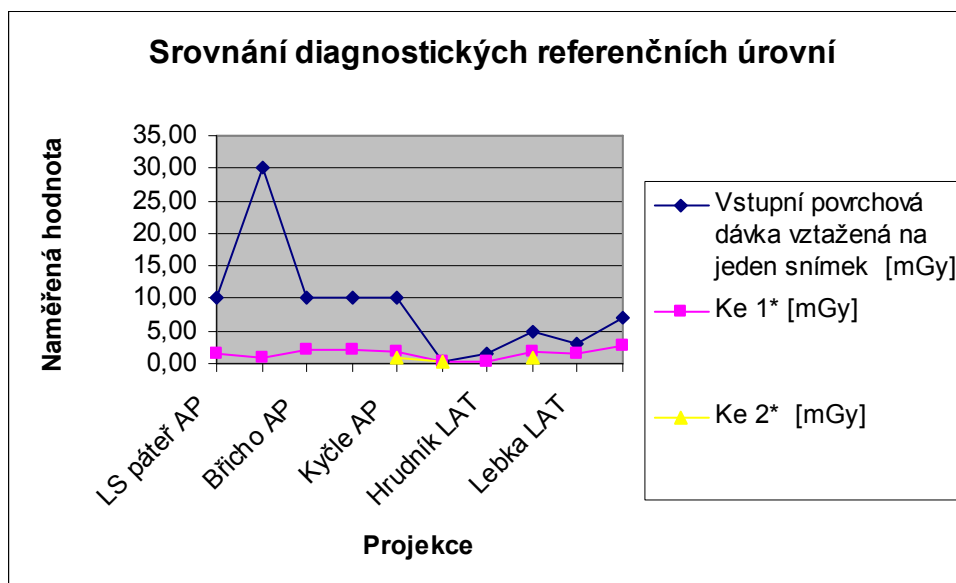
Ke srovnání získaných hodnot vstupní povrchové kermy, slouží tabulka č.7. Z tabulky vyplývá, že hodnoty naměřené firmou RadEX, jsou nižší než hodnoty z přílohy č.9 k vyhlášce č.307/2002 Sb. Proto mohou být použity k vytvoření místních diagnostických referenčních úrovní (MDRÚ) Tabulce č.6 odpovídá graf č.3.

Tabulka č.7

Vyšetření	Vstupní povrchová dávka vztažená na jeden snímek [mGy]	Ke 1* [mGy]	Ke 2* [mGy]
LS páteř AP	10,00	1,43	
LS páteř LAT	30,00	1,06	
Břicho AP	10,00	2,05	
Pánev AP	10,00	2,04	
Kyčle AP	10,00	1,89	0,82
Hrudník PA	0,40	0,39	0,16
Hrudník LAT	1,50	0,33	
Lebka PA	5,00	1,69	0,91
Lebka LAT	3,00	1,44	
TH páteř AP	7,00	2,88	

1* - naměřené vstupní povrchové kermy při snímkování na za použití Bucky clony
2* - naměřené vstupní povrchové kermy při snímkování bez použití Bucky clony

Graf č.3.



5. Diskuse:

5.1 Základní zásady radiační ochrany při práci radiologického asistenta

5.1.1 Činnost radiologického asistenta na oddělení radiodiagnostiky

Před jakýmkoliv rentgenovým vyšetřením si objasní problematiku případu, neboť podle toho si volí druh i techniku rentgenového vyšetření. Před zahájením vyšetření musí radiologický asistent vědět co má vyšetřovat, co se od vyšetření očekává, jaká otázka má být vyšetřením konkrétně zodpovězena. Požadavek na rentgenové vyšetření stanoví ošetřující lékař. Radiologický asistent sám stanoví optimální druh a postup vyšetření, včetně příslušných technických podrobností, volby projekce apod.. Vyšetřující na rentgenu mají mnoho úkolů, při kterých musí neustále zvažovat význam parametrů, jež určují kvalitu rentgenového obrazu, tedy věrnost, ostrost kresby a kontrast, dále standardizování projekčních podmínek. V praxi to znamená, že musí být neustále k dispozici správně fungující rentgenový přístroj, příslušenství, a pomůcky všeho druhu. Radiologický asistent je musí dokonale ovládat a provádět správný výběr nejvhodnějších projekčních podmínek a expozičních hodnot a zajistit maximální ochranu vyšetřovaného a vyšetřujícího před zářením.

5.1.2. Postup při vyšetření nemocného

Příprava pacienta k vyšetření v kabině (zde si nemocný odloží oblečení dle příkazu radiolog. asistenta vzhledem k vyšetřované části těla). Pacient se umístí pro danou projekci, zajistí se jeho pohodlí a bezpečnost. Radiolog vysvětlí nemocnému, co se mu bude provádět za vyšetření a řekne instrukce, které musí pacient během vyšetření dodržet. Centrace rentgenky, kazety. Stanoví se expoziční hodnoty. Radiolog dá povel pacientovi (např. nadechnout, vydechnout a nedýchat), pak provede expozici. Uvolní pacienta, pomůže mu při odchodu, dá mu instrukce k čekání, vyjme kazetu, dá do temné komory.

5.1.3 Základní zásady k ochraně nemocných

Nelze připustit opakování téhož rentgenového vyšetření z indikace dvou specialistů. Rentgenové vyšetření má být první a poslední, to znamená, že má být tak dokonalé, aby bylo použitelné kdekoliv a nemuselo se opakovat. Dokonalá technika je základním předpokladem dobré ochrany před radiací. Skiaskopovat se smí co nejkratší dobu. Základní povinností laboranta je přesně vyclonit primární clonu a užitečný svazek záření na vyšetřovaný orgán. Má tak ochránit orgány, jejichž vyšetření nebylo vyžádáno, platí to především o genitálu. Ke zbytečnému ozáření může dojít např. při snímkování ruky, když vyšetřující sedí podél vyšetřovacího stolu a svazek záření je nedostatečně vycloněn. Vzdálenost ohnisko – kůže nesmí být (s výjimkou intraorálních snímků) menší než 35 cm, snímkování z ohniskové vzdálenosti menší než je 100cm má být výjimečné. V generačním období je třeba genitál vyšetřované osoby chránit stínidlem o ekvivalentu nejméně 1 mm Pb (do 100kV). Jsou speciální stínidla, která je možné přiložit na pánev ženy. Stínidla vykryjí ovária a neruší obraz skeletu a pánve. Existují speciální pouzdra se stejným ekvivalentem olova, do kterých se dá uzavřít šourek. Také se používá ochranná olovnatá zástěra, která se přehodí přes pánev. Ženy v generačním období mají být vyšetřovány jen v prvních deseti dnech po menstruaci.

5.1.4 Souhrn nejdůležitějších pokynů k ochraně personálu před rtg zářením

Stále si uvědomovat fyzikální zákony. Záření ubývá se čtvercem vzdálenosti. Při průchodu hmotou dává primární záření vznik sekundárnímu záření, které se šíří všemi směry. Během vyšetření musí být radiologický asistent v ovladovně a zavřít dveře mezi vyšetřovnou a ovladovnou. Nepřidrżovat nemocné a kazety v užitečném svazku záření. Při práci s pohodným přístrojem užívat dálkového stykače s kabelem nejméně 150 cm a pokud možno být při expozici za zdí a pracovat v ochranné zástěře. Nosit stále dozimetr a pravidelně odevzdávat film a dozimetr k výměně za nový. Pravidelně chodit na lékařské prohlídky. Ženy musí okamžitě hlásit nadřízenému podezření na těhotenství. Lékaři musí během skiaskopických vyšetření nosit ochranné zástěry límce.

5.2 Komentář k vlastním výsledkům měření

Podle §7 vyhlášky č. 424/2004 Sb. radiologický asistent provádí a vyhodnocuje zkoušky provozní stálosti zdrojů ionizujícího záření a souvisejících přístrojů ve všech typech zdravotnických radiologických pracovišť. Z výsledků mé práce mohu hodnotit, že tento první bod je na Klinice zobrazovacích metod ve FN U Sv. Anny v Brně zcela dodržen. Radiologický asistent na tomto pracovišti je pověřen vykonávat jedenkrát měsíčně zkoušku provozní stálosti rtg přístroje, jejíž výsledky jsou dále součástí zkoušek dlouhodobé stability přístroje, kterou zpracovávají fyzici od firmy zodpovědné za provoz všech rentgenových přístrojů na této klinice. Radiologičtí asistenti byly proškoleni k této činnosti a nesou zodpovědnost za pravidelnou kontrolu přístroje. Z tabulky číslo 2. a číslo 3. vyplývá, že stálost jak expoziční automatiky, tak skiografie a skiaskopie při rozlišení vysokého a nízkého kontrastu za rok je zachována. Nebyla tedy nutná za rok 2007 oprava rentgenového přístroje Prestige VH a provoz byl zcela bezpečný. U prvního měření, to je leden 2007 se stanovila referenční hodnota pro AERC/AEC, a pro rozlišení při nízkém a vysokém kontrastu, které jsou směrodatné pro další kontroly hodnot naměřených každý měsíc. Pokud jsou naměřené hodnoty výrazně odlišné, jednalo by se o poruchu přístroje, která se musí opravit. Tolerance odchylky měření je pro nízký kontrast (NK) u skiografie a skiaskopie ± 1 stupeň, počet detailů ano/ne, Lp/mm při skiaskopii musí splnit ± 3 stupně, při skiografii ± 1 stupeň. Během měření může také vzniknout chyba, která je způsobena nedůsledným nastavením přístroje pro podmínky měření radiologickým asistentem, proto se musí zkouška opakovat, aby se ověřilo zda jde opravdu o poruchu přístroje nebo pouze selhání lidského faktoru.

Dále radiologický asistent podle §7 vyhlášky č. 424/2004 Sb. zajišťuje, aby lékařské ozáření nebylo v rozporu se zásadami radiační ochrany, podílí se na jejich optimalizaci a zabezpečení jakosti, vykonává činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany, pokud splní požadavky zvláštního právního předpisu. Provádí specifickou ošetrovatelskou péči poskytovanou v souvislosti s radiologickými výkony. V první části diskuse, kde jsem popsala základní zásady radiační ochrany při činnosti radiologického asistenta, je vše v souladu s §60, §62, §63 vyhlášky č. 424/2004 Sb. Vždy je důležité brát zřetel na zdraví a zdravotní stav pacienta a provést vyšetření tak,

aby všechny zásady byly splněny a riziko nežádoucího ozáření bylo co nejmenší. Pro provedení praktické stránky ozáření aplikující odborník provádí optimalizaci nastavení expozičních parametrů tak, aby bylo dosaženo kvalitního snímku s co nejnižší radiační zátěží pacienta. Nastavení parametrů ozáření je prováděno v optimálním rozmezí s ohledem na ovlivnění výsledné kvality zobrazení (kontrast, zobrazení detailů, šum apod.). Jedná se zejména o zvýšení napětí rentgenky při současném snížení proudu, snížení elektrického množství (mAs), použití fixačních pomůcek k omezení pohybové neostrosti, optimalizace nastavení diagnostického monitoru (jas, kontrast), zvýšení celkové filtrace, snížení velikosti radiačního pole, relativní zesílení signálu zobrazení (film – folie s vyšším relativním zesílením, citlivost receptoru), použití stínících prostředků.

Radiologický asistent provádí jako aplikující odborník v obecně odůvodněných případech stanovených standardy bez odborného dohledu na základě požadavku indikujícího lékaře jednotlivé lékařské ozáření a nese za ní klinickou zodpovědnost. Proto musí být každoročně radiologický asistent proškolen Atomovým zákonem. Toto školení je potvrzeno testem, který musí každý účastník splnit. Během školení si vždy každý účastník zopakuje principy radiační ochrany, rizika která by mohla nastat při nesprávném ozáření. Je seznámen s novými metodami, které zefektivní ochranu před zářením, protože v oboru radiologie vznikají stále modernější zobrazovací metody, které kladou důraz na zvýšení radiační ochrany pacienta. Také musí radiologický asistent dodržovat pravidla, během vyšetření, která jsou podstatná pro vlastní ochranu před zářením. Školení o Atomovém zákoně se účastní také lékaři, kteří indikují vyšetření rentgenovým zářením.

V tabulce č.7 srovnávám diagnostické referenční úrovně (DRÚ) z přílohy č.9 k vyhlášce č. 307/2002 Sb. s naměřenými vstupními povrchovými kermami na rentgenovém přístroji Prestige VH. Tyto povrchové kermy naměřila firma RADex pro přípravu místních diagnostických referenčních úrovní (MDRÚ). Každé pracoviště na základě zkoušky dlouhodobé stability může pro všechna jím používaná rentgenová zařízení stanovit MDRÚ pro jednotlivé standardy vyšetření

(v příslušných veličinách DRÚ – vstupní povrchová kerma, průměrná kerma v mléčné žláze, plošná kerma) a také postup jejich určování z parametrů použitých při vyšetření. MDRÚ se nejdříve porovnají s DRÚ, zda vyhovují. Aplikující odborník kontroluje dodržování MDRÚ při každém vyšetření. Z výsledků mého srovnání vyplývá, že neměřené povrchové kermy na rentgenovém přístroji Prestige VH jsou nižší než DRÚ z přílohy č.9 k vyhlášce č. 307/2002 Sb. Splňují požadavek, aby byly na jejich základě stanovené MDRÚ, které se budou dodržovat.

6. Závěr

Práce vychází ze snahy zpřehlednit zákonné předpisy související s praktickou denní činností radiologického asistenta na oddělení radiodiagnostiky, s postupy při vyšetření nemocného a pokyny k ochraně pacienta a zdravotnického personálu před ionizujícím zářením.

Shrnutím textů zákona č. 18/1997 Sb., „Atomový zákon“ (novelizovaný zákonem č. 13/2002 Sb.) a příslušných vyhlášek č. 424/2004 Sb., a č. 307/2002 Sb., týkajících se činnosti radiologického asistenta v oboru radiodiagnostiky a zahrnujících principy radiační ochrany, justifikace, optimalizace a limity dávek ionizujícího záření. Byl vytvořen postup ke zkoušce provozní stálosti rentgenového přístroje, kterou provádějí radiologičtí asistenti na Klinice zobrazovacích metod ve FN u Sv. Anny v Brně.

Zkouška provozní stálosti přístroje je součástí zkoušky dlouhodobé stability přístroje, kterou provádí na naší Klinice zobrazovacích metod fyzici. Při této zkoušce mohou být naměřeny vstupní povrchové kerry, na základě kterých jsou pak stanovené Místní diagnostické referenční úrovně. Výsledek byl otestován ověřením naměřených hodnot vstupní povrchové kerry na skiagraficko-skiaskopickém přístroji PRESTIGE VH. Hodnoty naměřené na naší klinice byly statisticky signifikantně nižší než kerry uvedené v příloze č. 9 k vyhlášce č. 307/2002 Sb., a splňují tak požadavek pro stanovení Místních diagnostických referenčních úrovní a jejich dodržování.

Výsledek potvrdil pracovní hypotézu, že je možné výrazně přispět k bezpečnosti práce radiologického asistenta, k omezení vlivů ionizačního záření na pacienta i ošetřující personál a k uplatňování principů radiační ochrany důsledným vyžadování plnění požadavků vycházejících z Atomového zákona.

Díky této práci jsem si prohloubila znalosti, které se týkají Atomového zákona. Radiologickým asistentům může text práce posloužit jako základní přehled důležitých předpisů, které musí v praxi dodržet, aby jejich činnost byla v souladu s tímto zákonem.

7. Seznam použité literatury:

- 1) **Klener, V., Mikulášková, M., Vojtíšek, O.:** Ochrana pacientů a zdravotnického personálu při radiodiagnostických vyšetřeních. 1. vyd. Praha: Avicenum, Zdravotnické aktuality 212/87, 1987. 158s.
- 2) **Kunz, E. et al.:** Příručka lékaře o ochraně před zářením. 1. vyd. Praha: Avicenum, Zdravotnické aktuality 222/90, 1990. 159 s., ISBN 80-85047-00-4
- 3) **Matzner, J.,** Základní principy radiační ochrany, (Studijní text ZSF JU), České Budějovice, 2003, 7s.
- 4) **Singer, J., Heřmanská, J.,** Principy radiační ochrany, České Budějovice, 2004, 111 s.
- 5) **SÚJB,** Požadavky na kontrolní a zkušební procesy v oblasti radiační ochrany v radiologii, Zobrazovací proces skiografie a skiaskopie – zkoušky provozní stálosti, červen 2003, 94s.
- 6) **Zákona č.18/1997 Sb., atomový zákon.**
- 7) **Veličiny užívané v dozimetrii**
[on-line]<http://astronuklfyzika.cz/RadiacniOchrana.htm> (únor, 2008)

8.Klíčová slova

Atomový zákon

Radiační ochrana

Radiologický asistent

Ionizující záření

Kerma

9. Přílohy:

Příloha č.1

Seznam použitých zkratk:

ICRP (International Commission on Radiological Protection) - Mezinárodní komise radiologické ochrany

ALARA (As Low As Reasonable Achievable) – Jen rozumně dosažitelný

PZ – Provozní zkouška

ZDS – Zkouška dlouhodobé stability

ZPS – Zkouška provozní stálosti

VZPS – Výchozí zkouška provozní stálosti

AERC (Automatic exposer control) – automatická kontrola expozice u skiaskopie

Lp test – Line paar test

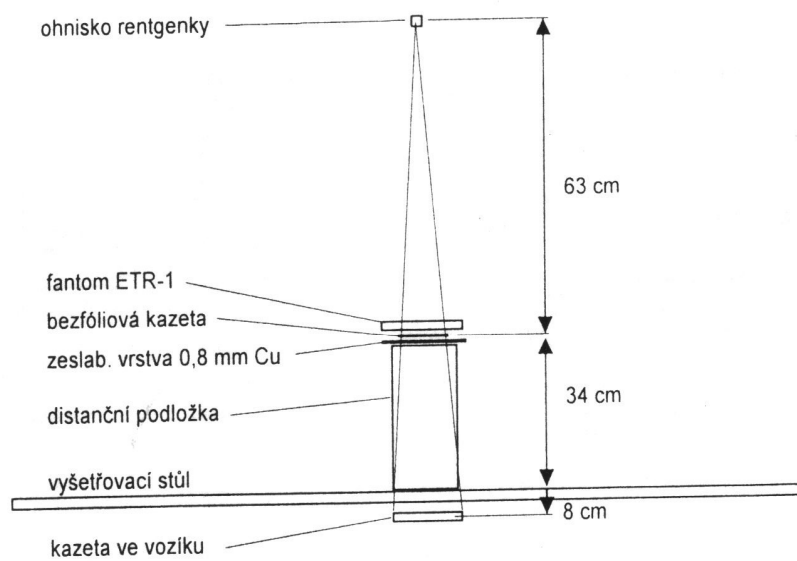
NK – nízký kontrast

AEC (Automatic exposer control) – automatická kontrola expozice u skiografie

MDRÚ – Místní diagnostické referenční úrovně

DRÚ – Diagnostické referenční úrovně

Příloha č.2



Orientační uspořádání pomůcek

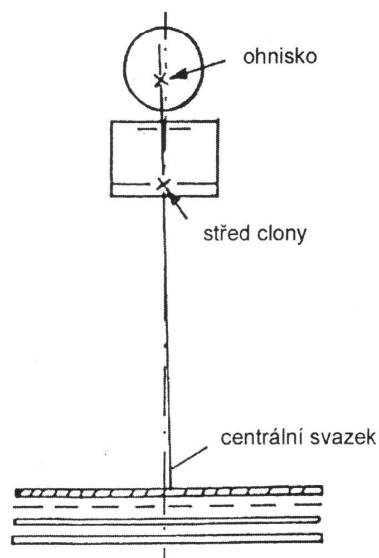
Obr.č.1 uspořádání pomůcek při zkoušce provozní stálosti rtg přístroje

Příloha č.3

Testování shody centrálního svazku a kolmosti svazku s optickou osou pomocí centračního válce

Centrální svazek je přímka spojující optický střed clony s ohniskem rentgenky

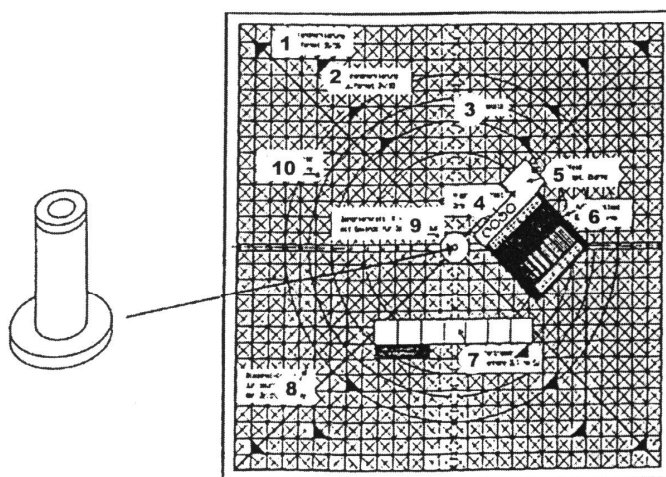
Centrální svazek bývá běžně označen osovým křížem ve světelném poli clony. Výstupní okénko clony s vyznačeným osovým křížem musí být správně vycentrováno a pevně spojeno s clonou.



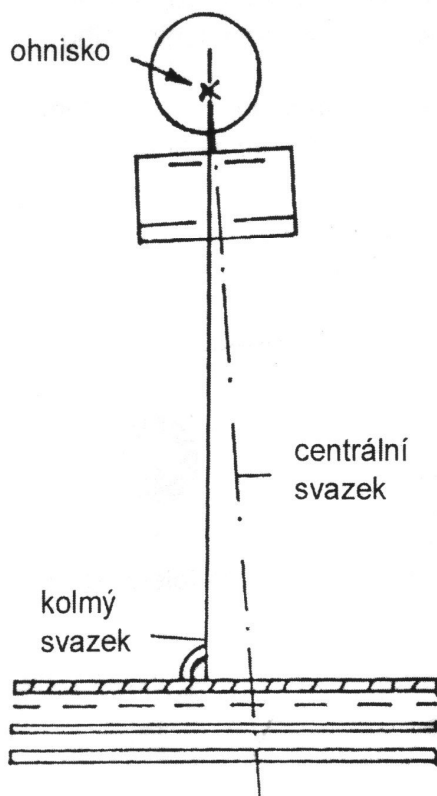
Definice centrálního svazku

Umístění (našroubování) centračního válce na ETR1 a popis jednotlivých prvků

1. Centrační značky 35x35 cm
2. Centrační značky 24x30cm
3. Centimetrová stupnice
4. Detaily nízkého kontrastu
5. Oblast pro měření optické hustoty
6. Čarový test rozlišení při vysokém kontrastu
7. Měděný stupňovitý klín (1 stupeň = 0,1 mm Cu)
8. Diagonální mřížka pro kontrolu centrace
9. Vnitřní kruh $r = 1$ cm se závitem pro centrační válec
10. Centrické kruhy pro různé velikosti zobrazitelných polí zesilovače obrazu

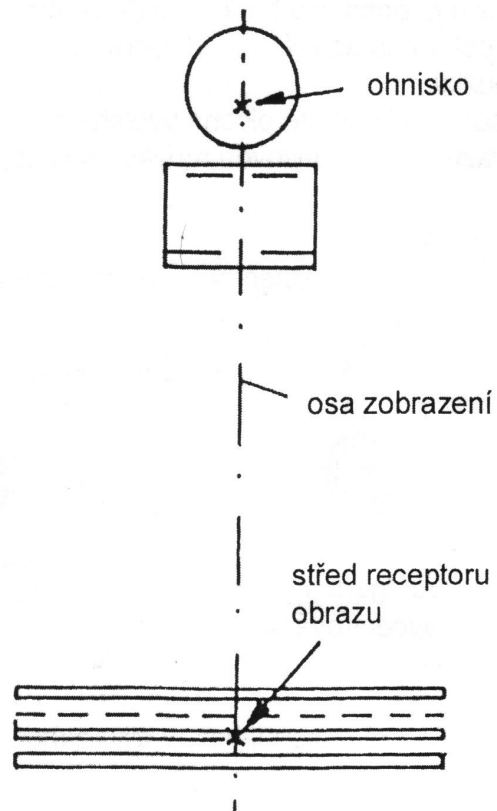


Příloha č.4



Definice kolmého svazku

Kolmý svazek je definován přímkou spojující ohnisko s receptorem obrazu, která je kolmá k ploše receptoru obrazu.



Definice osy zobrazení

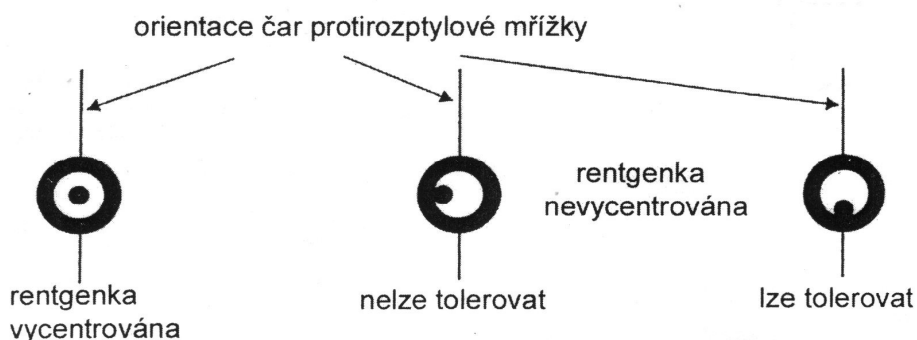
Osa zobrazení je přímka spojující ohnisko rentgenky a střed receptoru obrazu (kazeta s filmem, vstupní rovina zesilovače obrazu a/nebo fluorescenční štít).

Příloha č.5

Centrální svazek, kolmý svazek a osa zobrazení se musí u správně seřízeného rtg přístroje shodovat.

Při provedení zkušební expozice s dokonale vyrovnaným svazkem záření vůči zkušební pomůcce ETR-1, bude centrační válec zobrazen v geometrickém středu receptoru obrazu (filmu). Středový bod musí být zobrazen uprostřed centračního kroužku.

Předpokládá se, že plocha vyšetřovacího stolu je rovnoběžná s plochou receptoru obrazu (protirozptylovou mřížkou a kazetou). To je splněno ve většině případů.



Správné seřízení svazku a možné tolerance

Naklonění centrálního svazku rentgenového záření vůči ploše vyšetřovacího stolu (potažmo protirozptylové mřížky a kazety) je přijatelné pouze ve směru čar protirozptylové mřížky

Příčné naklonění vůči čarám mřížky vede ke zvýšení dopadových dávek na pacienta a snížení citlivosti.

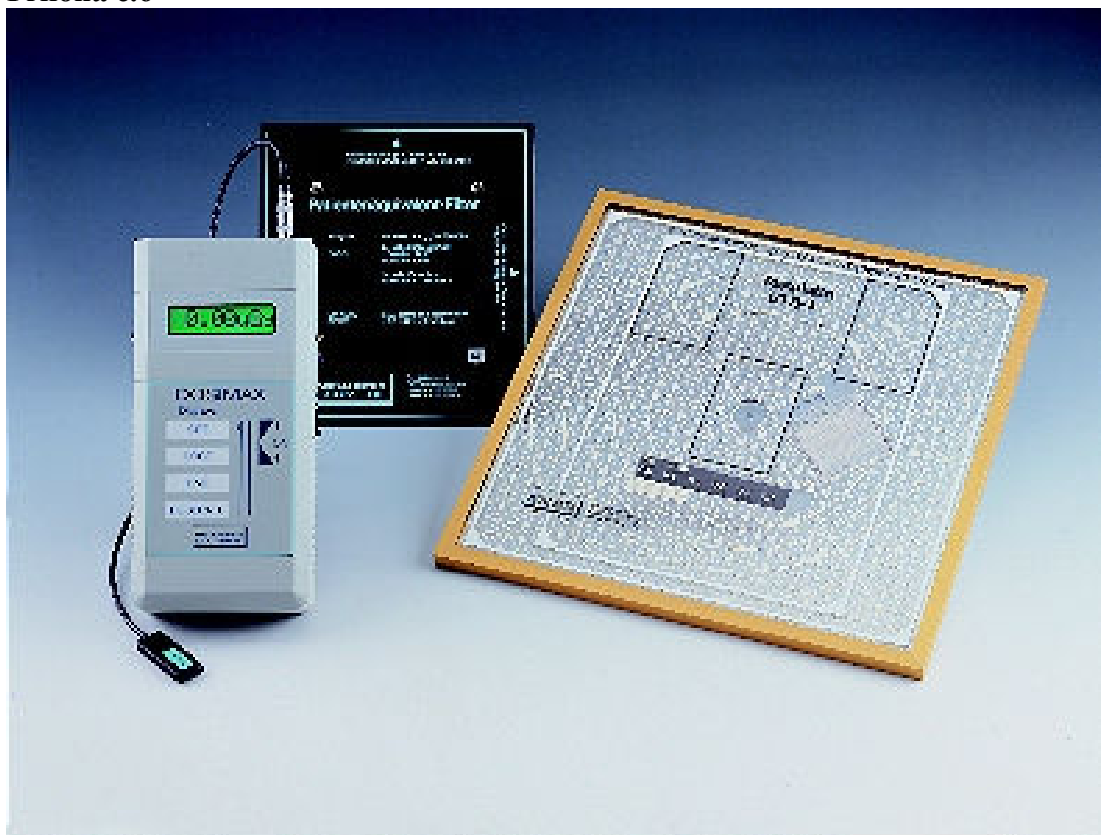
Stanovení tolerance úhlu naklonění centrálního svazku:

Z důvodu nedostatečných specifikací ze strany výrobců rentgenových zařízení jsou stanovena následující pravidla:

1. Pro tvrdou techniku snímkování, tj. poměr sekundární mřížky 12:1, je tolerance úhlu naklonění $\leq 1^\circ$.
2. Pro běžně používanou snímkovací techniku (poměr mřížky 10:1 nebo 8:1) je přípustná tolerance úhlu naklonění osy svazku $< 1,5^\circ$.

V obou případech dojde k poklesu citlivosti o cca 20 %, k prodloužení expozičního času a ke zvýšení dopadové dávky na pacienta. Centrační válec testovací pomůcky ETR-1 indikuje naklonění osy svazku o úhel $1,5^\circ$ v případě, že se středový bod dotýká centračního kroužku. Přípustnou toleranci tedy lze vizuálně posoudit přímo z exponovaného filmu.

Příloha č.6



phantom ETR - 1