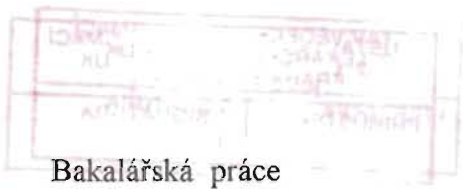
2.LÉKAŘSKÁ FAKULTA UNIVERSITY KARLOVY V PRAZE
V ÚVALU 84, PRAHA 5 MOTOL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

DUBEN 2007

EVA ŠIMÁKOVÁ

2.lékařská fakulta University Karlovy v Praze
V Úvalu 84, Praha 5 Motol



Bakalářská práce

Radiační ochrana na ambulancích a operačních sálech – úloha radiologického asistenta na zabezpečení radiační ochrany

Eva Šimáková
Vedoucí práce: Doc.MUDr. Jaromír Hořák, CSc.
Studijní obor: radiologický asistent
Datum odevzdání práce: 17.4.2007

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Radiační ochrana na ambulancích a operačních sálech – úloha radiologického asistenta na zabezpečení radiační ochrany „ vypracovala samostatně a použila jsem literárních pramenů, které uvádím v bibliografii.

V Praze 17.4.2007 Eva Šimáková

Děkuji svému školiteli **Doc. MUDr. Jaromíru Hořákovi, CSc**. za odborné vedení, veškerou pomoc a podporu, které mi poskytl v průběhu studia na 2.Lékařské fakultě University Karlovy v Praze.

Děkuji **ing. Kateřině Daníčkové** za odbornou pomoc, podporu, množství cenných rad při zpracování bakalářské práce.

Chtěla bych také poděkovat **Marii Lomské** a **Běle Křikavové** za pomoc při experimentální práci a vytvoření přátelské a tvořivé atmosféry.

Dále bych chtěla poděkovat zaměstnancům **Kliniky zobrazovacích metod** a **Kliniky dětské ortopedie a traumatologie**, kteří přispěli ke vzniku této práce.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK :

CT – počítačová tomografie

MRI – magnetická rezonance

DRÚ- diagnostické referenční úrovně

KZM – Klinika zobrazovacích metod

Dg. – diagnosa

DNA – deoxyribonukleová kyselina

RNA- ribonukleová kyselina

KAP – součin kermy a ozářené plochy

AERC – automatická regulace kermového příkonu

i.v. - intravenosní

MCG – mikční cystografie

AG – artrografie

Pb – olovo, olověný

Al – hliník, hlinitý

Ba – bárium

LD – letální dávka

KL – kontrastní látka

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce je porovnání radiační ochrany na ambulancích a operačních sálech.

V úvodu popisuji legislativní opatření týkající se radiační ochrany. Dále představuji možné ochranné pomůcky používané při ambulantním snímkováním a na operačních sálech. Shrnula jsem zdravotní následky z nadbytečného ozáření na molekulární i orgánové úrovni. V legislativních změnách, které se týkají radiační ochrany, se zmiňuji o problému ozařování žen.

Stanovení efektivní dávky (ambulance a operační sály) zpracování naměřených dat a parametry jednotlivých přístrojů popisuji v části nazvané metodika.

Část výsledků zahrnuje vymezení cílové skupiny dle věku a diagnosy. Dále obsahuje konkrétní naměřené údaje, dle kterých leze aproximací odhadnout efektivní dávku.

V diskusi se zamýšlím nad obecnými postupy radiologických asistentů při dodržování radiační ochrany. Zvažuji možnosti snížení radiační zátěže.

V závěru porovnávám radiační ochranu na ambulanci versus operační sál. Zpracovaná data porovnávám s DRÚ uvedenými ve Sbírce zákonů č.499/2005.

Příloha obsahuje tabulky, obrázky přístrojů a standardních ochranných pomůcek. Práce je doplněna o fotografie snímků některých diagnóz zpracovaných ve výsledcích.

ABSTRACT

The eim of this Bachelor's thesis is to evaluate the radiation protection in ambulatory care centers in comparison to operating rooms. First, the legislature of radiation protection is discussed. Then, different protective tools used in ambulatory care centers and operating rooms are listed. The consequences of excessive radiation on the molecular and organ level are also reviewed. New legislature, concerning the protection of women is also discussed.

The determination of effective dose (in ambulatory care centers and in operating rooms), data processing, and different apparatus parameters are mentioned in another part.

The groups used in this study were divided in respect to the age and diagnose. The data from the measurements can be used for approximation of radiation effective dose.

The general principles of radiological assistant role in radiation protection are discussed consecutively, as well as the possibilities of radiation reduction.

The radiation protection is reviewed in respect to differences between ambulatory care centers and operating rooms. The measurements are compared to the reference values from Law Codex 499/2005.

Additional material comprises tables, apparatus figures and figures of standard protection tools as well as radiograms of selected diagnoses.

OBSAH :

1. CÍL

1.1.stanovení úrovně radiační ochrany v ambulanci

1.2.stanovení úrovně radiační ochrany na operačním sále

2.ÚVOD

2.1. zákon o radiační ochraně

2.2. ochranné pomůcky

2.3. zdravotní následky z nadbytečného ozáření

2.4. změna legislativy ohledně radiační ochrany

3. METODIKA

3.1. měření efektivní dávky u ambulantně snímkovaného pacienta

3.2. měření efektivní dávky na operačním sále

3.3. měřící přístroje

4. VÝSLEDKY

4.1. vymezení cílové skupiny

4.2. stanovení radiační zátěže u ambulantních pacientů

4.3. stanovení radiační zátěže na operačních sálech

5. DISKUSE

5.1. úloha radiologického asistenta při dodržování radiační ochrany

5.2. možnosti snížení radiační zátěže

6. ZÁVĚR

6.1. vyhodnocení a porovnání míry radiační ochrany na pracovišti skiaskopickém (Iconos), ambulantním skiagrafickém a operačním sále II.ortopedie 2.LF UK

6.2. dodržování radiační ochrany pracovníky KZM FN Motol

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. CÍL

1.1. stanovení úrovně radiační ochrany v ambulanci

1.2. stanovení úrovně radiační ochrany na operačním sále

2. ÚVOD

2.1. zákon o radiační ochraně

Legislativa týkající se radiační ochrany vychází z několikrát přepracovaného zákona č.18/1997 Sb. ze dne 24. ledna 1997 o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů.

Změněn byl: 83/1998 Sb.

71/2000 Sb.

132/2000 Sb.

13/2002 Sb.

13/2002 Sb. (část)

310/2002 Sb.

320/2002 Sb.

279/2003 Sb.

186/2004 Sb.

1/2005 Sb.

413/2005 Sb.

253/2005 Sb.

342/2006 Sb.

186/2006 Sb.

[9]

2.2. ochranné pomůcky

pláště s Pb (=olověnou) vložkou – na každém radiologickém pracovišti by měly být ve třech velikostech o ekvivalentu 0,15 mm Pb

Pb brýle

rukavice – na každém radiologickém pracovišti by měly být dvě velikosti o ekvivalentu 0,15 a 0,10 mm Pb

pojízdný a závěsný ochranný štít – vše z Pb materiálu (sklo nebo akrylát) s určeným ekvivalentem Pb v mm

báriová omítka na zdech RTG vyšetřoven – k výpočtu stínění v pásmu RTG záření lze využít metodu „polovrstev", tj. síla stínícího materiálu, který zeslabí záření na polovinu

filtrace - do 80 kV .....2 mm Al

- do 100 kV.....3 mm Al
- do 125 kV.....4 mm Al
- nad 125 kV.....54 mm Al

(sama rentgenka má již filtraci 2 mm Al)

stínidlo na genitál vyšetřovaného pacienta/tky – je třeba použít stínidlo o ekvivalentu nejméně 1 mm Pb (do 100 kV)

osobní dozimetr – dle zčernání na jednotlivých políčkách filmu se určí dávka záření, kterou obdržel pracovník

vzdálenosti „ohnisko-kůže" - nesmí být menší než 35 cm

clony – primární, sekundární

polystyrenové klíny – vypodložení hlavně končetin při speciálních projekcích

molitanové podložky – pro pohodlí pacienta a fixaci hlavy

CLONY :

1. primární clony

Primární clony souží k vymezení svazku užitečného záření tak, aby záření procházelo pouze snímkovanou krajinou Vymezením se jednak snižuje dávka záření a jednak se omezuje vznik sekundárního záření.

Tubusy jsou komolé kužele nebo hranoly z plechu, jejichž stěna je uvnitř vyložena olovem.

Na konci přivráceném k rentgence je tubus uzavřen olověnou destičkou, ve které je okrouhlý (nebo obdélníkový) výhřez, který zužuje primární svazek tak, aby svazek

zasáhl stěnu tubusu teprve na jejím periferním konci. Tubusy nedovolují měnit tvar a velikost snímkovaného pole.

Hloubkové clony se využívají při skiagrafii, mají tvar krychle. Stěna odvrácená od rentgenky je z průhledné hmoty, minimálně absorbující záření X. Strana odvrácená k rentgence je upevněna na výstupní okénko krytu rentgenky. Uvnitř clony jsou 2 až 4 etáže lamel → 2 a 2 probíhají na sebe kolmo, dají se oddalovat a přibližovat. Lamely vycloní komolý jehlan užitečného záření (mimo tento jehlan se dostane jen minimum záření). Rozevírání a přivírání lamel se děje ručně z boku clony. V primární cloně určené pro skiagrafii je žárovka, jejíž svit se dostane propustnou stěnou clony na tělo pacienta→ na povrchu těla označí světelné pole, kam dopadne svazek užitečného záření.

Automatické clony jsou takové, které se automaticky otevírají v závislosti na velikosti použité kazety a na ohnisku vzdálenosti. V ČR se používají pro skiaskopické vyšetřovací stěny.

2. sekundární clony

Sekundární clony slouží k vychytávání sekundárního záření. Sekundární clona je uložena mezi pacientem a filmem. Základ sekundární clony tvoří mřížka. Lamely vychytávají záření, které nejde ve směru primárního svazku. Mřížka je tvořena olověnými nebo wolframovými lamelami, mezi kterými je hliník nebo umělá hmota.

Fokusované clony jsou takové, u kterých se lamely sbíhají do ohniska.

Lysholmova mřížka se stává z paraelních lamel a během expozice se nepohybuje.

Clony křížové jsou dvě mřížky, které jsou proti sobě pootočeny o 90 stupňů.

3. vymezovací clony

Vymezovací clony omezují dopad záření na část filmu či skiaskopického štítu. Používají se, pokud chceme na jeden film exponovat více obrázků. [3]

2.3. zdravotní následky z nadbytečného ozáření

Účinek záření na subcelulární systémy a na buňku

Biologické systémy obvykle obsahují vysoké procento vody a značná část energie záření se proto absorbuje ve vodě. Radiolýzou vody vznikají vysoce reaktivní produkty, jako je hydroxylový radikál OH* , vodíkový radikál H*, hydratovaný elektron e_{aq} a v přítomnosti kyslíku vzniká také značné množství peroxidu vodíku H_2O_2.

Všechny tyto produkty mohou vyvolávat další (sekundární) reakce s biologickými molekulami, a mluvíme proto o nepřímém účinku záření – na rozdíl od přímého, kdy je energie záření přenesena bezprostředně na biologickou molekulu.

Ve vodném roztoku závisí podíl nepřímého účinku záření na koncentraci biologických molekul, v nichž účinek sledujeme. Čím je menší koncentrace (tj. na jednu biomolekulu připadá více molekul vody), tím je nepřímý účinek záření větší. Nepřímý účinek záření může být ve zředěných roztocích dominantní, naopak při ozařování suchých vzorků může být dominantní přímý účinek záření. Buňky představují prostředí s poměrně vysokou koncentrací biologických molekul a je zde nutno brát v úvahu jak přímý, tak i nepřímý účinek záření.

Radiační poškození DNA

DNA = deoxyribonukleová kyselina, nejdůležitější biologická molekula.
Tato molekula je pro existenci buňky velmi důležitá, neboť v ní je obsažena základní informace o struktuře a funkci buňky. V buňkách existují pouze 1-2 kopie této molekuly.

Molekula DNA je bezpochyby nejdůležitějším (nikoli však výhradním) terčem pro ionizující záření. Při ozáření buňky dochází k poškození i jiných molekul – např.proteinů, lipidů apod. Tyto molekuly jsou však v buňkách obsaženy v mnoha kopiích, a proto lze pozorovatelný účinek záření očekávat až při poškození dostatečně velkého procenta těchto molekul.

Ionizující záření je na rozdíl od chemických mutagenních činitelů typické tím, že produkuje ve vysoké míře zlomy DNA. Za komplexní poškození je uvažována skupina alespoň dvou lézí, kde sousední nejsou od sebe dále než deset bázových párů. Kromě zlomů jednoho nebo obou řetězců dvoušroubovice DNA, záření indukuje chemické modifikace cukrů a bází.[3] Nejvýznamnějším produktem oxidativního poškození bází je 8-oxo-7,8-dihydroquanin (8-

oxoG). Excise 8-oxoG je zpomalena, pokud se na komplementárním řetězci vyskytuje abasické místo, nebo zlom řetězce.

Zlomy DNA představují pro buňku závažná poškození, která mohou vést ke vzniku genových mutací (změně genetického kódu DNA) a na cytogenetické úrovni ke vzniku chromosomových aberací. Nejčastějšími typy aberací jsou zlomy chromosomů, interchromosomové a intrachromosomové výměny (dicentrické aberace, translokace, inverze apod).

Poškození jsou rozlišena na nevychytatelná a vychytatelná. Nevychytatelná poškození vznikají v důsledku přímé depozice energie v DNA nebo účinkem radikálů vniklých ve vrstvě vázané vody v blízkém okolí makromolekululy. Vychytatelná působením OH radikálů vzniklých v důsledku radiolýzy vody ve vzdálenějším okolí.

Nejčastěji dochází k zániku buňky při pokusu o dělení, kdy neproběhne zdárně reparace chromosomů do dceřiných buněk. Zůstane tedy jedna buňka, která následně zahyne. Buňky s pozměněnými vlastnostmi jsou nebezpečné pro organismus, neboť mohou vést k nádorovému bujení.

Změny vyvolané zářením v buňkách jsou často potenciálně reverzibilní. Už na úrovni prvotních radikálů dochází k rekombinaci, která je tím intenzivnější,čím vyšší je hustota ionizace. Také vodní radikály se mohou rekombinovat, čímž se snižuje nepřímý účinek záření. Pod pojmem reparace se však obvykle myslí biochemický proces spojený s činností reparačních enzymů.

Stanovení četnosti chromosomových aberací v lymfocytech periferní krve se používá k posouzení významu celotělového ozáření. K hodnocení účinků ionizujícího záření se hodí nejlépe pro svou tvarovou jednoznačnost dicentrické chromosomy, vzniklé spojením větších zbytků dvou zlomených chromosomů. [4]

Akutní nemoc z ozáření

Ionizující záření vyvolává od určité dávky poškození organismu. U člověka při celotělovém ozáření a přijaté dávce 3-5 Gy umírá do 60 dnů 50% osob (LD 50/60). Předpokládá se, že absorpce záření je následována reakcí fyzikálně chemickou, biochemickou, molekulární, buněčnou, tkáňovou, které vyústí nejen do funkčního, ale i morfologického poškození organismu.

Klinický obraz akutní nemoci z ozáření

Akutní nemoc z ozáření vzniká typicky po jednorázovém celotělovém ozářením vyšší dávkou ionizujícího záření. Průběh a prognóza akutní nemoci z ozáření závisí na velikosti absorbované dávky.

1. dřeňová, hematopoetická forma

Je nejlehčí formou akutní nemoci z ozáření. Může se projevit již při dávkách mezi 1-2 Gy, typický obraz odpovídá však dávkám 3-6 Gy.

V klinickém průběhu možno rozlišit:

- období úvodních příznaků = prodromální: rozvíjí se v průběhu prvních 48 hodin po ozáření a je důsledkem stresové a neurovegetativní reakce. V tomto období jsou vyjádřeny zejména příznaky gastrointestinální a neuromuskulární. Je charakterizováno celkovou nevolností, apatií, bolestmi hlavy, nechutenstvím, nauseou, zvracením, často velmi úporným (vedoucí příznak) a průjmy
- období bez klinických příznaků = latence : následuje po odeznění nebo alespoň po zmírnění příznaků prodromálního období. Jeho trvání je závislé na dávce – od několika dnů až po 3-4 týdny, se stoupající dávkou se však zkracuje a u vysokých dávek ozáření bývá jen naznačeno, splývá s následujícím,
- třetím obdobím = období plného rozvoje nemoci: je charakterizováno zhoršením celkového stavu, horečkou v důsledku zhroucení imunitních obranných reakcí organismu a přidružené infekce bakteriální, virové, případně mykotické a krvácením do sliznic a kůže. Poškození krvetvorné kostní dřeně vede k časné lymfopenii, trombocytopenii a později i k poklesu počtu granulocytů. Zpravidla se manifestují i lokální projevy – vedle krvácení a povrchních ulcerací sliznice dutiny ústní a hltanu mohou vzniknout i hluboké nekrosy (orofaryngeální syndrom). Neméně závažné bývá i postižení plicní tkáně (radiační pneumonitis).

2.střevní, gastrointestinální forma

Projevuje se po příjmu dávek v rozmezí 6-10 Gy. Klinicky dominují úporné průjmy provázené ztrátou tekutin, elektrolytů a narušením acidobazické rovnováhy. Velmi časté je i masivní krvácení ze střev, příznaky oběhového selhání, toxémií a septického šoku. Etiologickým substrátem je poškození střevního epitelu, nekróza buněk střevních krypt. Vyšší dávky typické pro tuto formu akutní nemoci z ozáření jsou spojeny i s rychlejším nástupem prodromálních příznaků, zkrácením období latence a výraznějším stupněm orofaryngeálního syndromu a radiační pneumonitidy. Přežije-li nemocný 7-10 dnů tohoto stádia, ohrožují jej důsledky poškození krvetvorných orgánů.

3. **kardiovaskulární syndrom**

Je spojen s celotělovým ozářením vedoucím k absorbovaným dávkám vyšším než 20 Gy. Období prodromálních příznaků je krátké a většinou přímo přechází do období klinické manifestace, které je charakterizováno metabolických rozvratem, srdečním selháním, arytmiemi a kardiogenním šokem a v kómatu končí smrtí.

4. **neuropsychická forma**

Tato forma je popisována u dávek vyšších než 30-40 Gy. Již časně je postižený apatický, letargický, se známkami psychické alterace, dochází k hypotenzi, arytmiím a k poruchám dýchání z postižení vitálních center v mozku, nezřídka se objevují záchvaty typu grand mal, pacient upadá do bezvědomí, které se prohlubuje a v průběhu minut až hodin končí milosrdnou smrtí. Při dávkách 500-1000 Gy dochází k smrti prakticky okamžitě po zasažení.

Období rekonvalescence

Pokud nemocný přežije akutní příznaky nemoci z ozáření, nastupuje rekonvalescence. U lehkých forem řadu měsíců, u těžce postižených jsou velmi pravděpodobné trvalé komplikace.

Lokální poškození organismu ionizujícím zářením

K akutnímu lokálnímu poškození dochází nejčastěji při radiačních haváriích. Většinou je dávka v kůži vyšší než v ostatních částech těla. Jako projev deterministatických účinků se rozvíjí radiační dermatitis. Její závažnost závisí na přijaté dávce – od erytému (erytematózní dermatitis) při dávkách okolo 3-4 Gy až po vznik bul a puchýřů (deskvamativní dermatitis) a nehojících se vředů (nekrotická dermatitis) při dávkách o řád vyšších. Mezi postižení z lokálního ozáření se řadí i poruchy fertility – u mužů oligospermie a tranzitorní či trvalá aspermie, u žen při vyšších dávkách trvalá sterilita.

Důsledky ozáření plodu in utero

závisejí na jeho stáří od oplodnění. V prvních 2 týdnech reaguje zárodek na ozáření podle zákona „vše nebo nic" - buď odumře, nebo se dále vyvíjí normálně, bez jakýchkoliv deterministických či stochastických rizik pro narozené dítě. Po překročení dávkového prahu v období hlavní organogeneze mezi 3. a 8. týdnem vyvolává ozáření malformace, při expozici mezi 8. a 15. týdnem

hrozí mentální retardace u narozeného dítěte. Radiačně indukované genetické poškození zvyšuje kojeneckou úmrtnost i výskyt specifických dědičných znaků či frekvenci konstitučních nebo degenerativních chorob v dospělosti. Ozáření in utero i při příjmu poměrně nízkých dávek významně zvyšuje i riziko vzniku dětských nádorů.

Pozdní projevy radiačního poškození organismu

Klinická manifestace pozdních následků celotělové expozice ionizujícímu záření není pro ozáření patognomonická a nedá se odlišit od jiných onemocnění. Příčinou jsou změny v primární struktuře DNA vyvolané zářením, které vedou k chromozomálním a genovým mutacím. Pozdní následky se manifestují až po několikaleté době latence. Je popisováno urychlené stárnutí organismu, zkrácení střední doby života a zejména prognosticky závažná indukce zhoubných nádorů neodlišitelných klinicky ani biologicky od nádorů vzniklých z jiných, dosud ovšem nepoznaných příčin (mamma, kožní nádory, kolorektální karcinom, nádory štítné žlázy a zejména leukémie a lymfomy).

Dědičné důsledky ozáření rodičů nejsou dosud přesvědčivě statisticky zdokumentovány.

Mezi nenádorová pozdní poškození deterministického charakteru při lokálním ozáření patří chronická radiační dermatitis vznikající po dlouhodobém ozařování kůže rukou i poměrně nízkými dávkami a zákaly oční čočky (radiační katarakta). [2]

Biologické účinky záření

Deterministické účinky záření

- jsou charakterizovány existencí dávkového prahu a intenzita projevu těchto změn, které jsou podmiňovány deplecí a smrtí buněk, stoupá s dávkou
- se zvyšováním dávky nad prahovou hodnotu stoupá i procento postižených
- do této skupiny patří například akutní nemoc z ozáření a lokální změny na kůži

Stochastické účinky záření

-jsou to změny podmíněné mutacemi, a pro se pro předpokládá bezprahový vztah mezi účinkem a dávkou

- i minimální záření může vyvolat mutace
  - s narůstající dávkou vzrůstá pravděpodobnost výskytu těchto změn

Byly zavedeny limity ozáření jak u pracujících osob, které přicházejí do styku se zářením, tak i pro obyvatelstvo.

Dle vyhlášky 184/1997 Sb. byly stanoveny základní limity efektivní dávky:

- pro pracovníky se zdroji 50 mSv/rok
- pro obyvatele 5 mSv/rok
- pro studenty a žáky 6 mSv/rok

Pro srovnání – radiační zátěž člověka v Evropě způsobená kosmickým zářením a přirozenou radioaktivitou země činí v průměru :

- z kosmu 0,31 mSv/rok
- ze Země 0,45 mSv/rok

Tkáně a orgány nemají stejnou citlivost k ozáření, tj. radiosenzitivitu. Nejvíce jsou ohroženy:

1. lymfatické orgány
2. kostní dřeň
3. pohlavní orgány
4. střevní epitel
5. kůže
6. jemné cévy
7. svaly, CNS
8. tukové buňky

K hodnocení ozáření z hlediska stochastických účinků byla zavedena veličina *efektivní dávkový ekvivalent* H_E.

$$H_E = \sum_T * W_T * H_T$$

jednotka: Sv

W_T.....váhový činitel (respektive relativní rizika stochastických účinků jednotlivých tkání)

H_T.....střední dávkový ekvivalent

Lidský organismus si „pamatuje" dávky záření (které dostává zejména při lékařském vyšetření) a účinky jednotlivých dávek se akumulují.

Byl zaveden tzv. koeficient rizika (např. pro nádory je to 480 * 40 10^{-4} Sv^{-1} tj. při ozáření 10 000 osob efektivním dávkovým ekvivalentem 1 Sv zemře 480 osob na rakovinu z ozáření).

Existují tři principy ochrany :

- ochrana vzdáleností – dávkový příkon klesá se čtvercem vzdálenosti od zdroje
- ochrana časem – pobyt pracovníka v co nejkratším a nejnutnějším čase
- ochrana stíněním – štíty a filtry

[5]

2.4. změna legislativy ohledně radiační ochrany

Změna legislativy se týká hlavě ochrany žen v reprodukčním věku při rtg.vyšetřeních. Zásady ochrany žen ve fertilním věku byly vytyčeny Mezinárodní komisí radiační ochrany v roce 1991. Pokroky v radiobiologickém výzkumu i zkušenosti z praxe posledních 20ti let však vedly k určitým modifikacím těchto zásad.

V radiodiagnostice je to otázka konvenčních rtg.vyšetření a CT vyšetření v některých lokalizacích

a) rtg.vyšetření v oblasti břicha pánve těhotné ženy

viz.tab.č.3

Pozn. pelvimetrie je dnes už nahrazena ultrazvukem

při i.v. urografii a irrigoskopii se provádí vyšetření s menším množstvím snímků

dávky jsou definovány jako průměrné

b) CT vyšetření

viz.tab.č.4

Dávky realizované CT vyšetřením jsou obecně vyšší a homogennější než u konvenční skiagrafie s ohledem na rotaci rentgenky kolem vyšetřovaného objemu těla. Dávka se vyjadřuje jednak jako průměrná vzhledem k celému ozářeného objemu tkáně, jednak jako dávka na uterus.

V současné době technologická vylepšení výrazně zkrátila dobu vyšetření a rozšířila indikace. Nezřídka jsme svědky i toho, že určitý objem je ozářen 2-3x během jednoho vyšetření a tím může dojít k vzestupu objemové dávky nad 60 mGy.

Na druhé straně u moderních CT přístrojů je svazek rtg. záření úzce kolimován, takže děloha obdrží významnější dávku, jen když je ve vyšetřovaném poli. Proto jsou dávky na uterus při vyšetřeních hlavy a hrudníku relativně nízké. Ale pokud je uterus ve vyšetřovaném objemu, obdrží dávku, která odpovídá průměrné dávce v celém ozářeném objemu tkáně.

V dnešní době se u gravidních žen (až na výjimky – vitální indikace) CT a RTG vyšetření neprovádí. Nahradilo ho sonografické vyšetření.

Účinky rtg. záření na těhotenství jsou dvojího typu: riziko malformací plodu a pozdní indukce zhoubného bujení.

Z radiobiologického pohledu ke vzniku teratogenních účinků přispívají jednak deterministické účinky při mechanismu buněčné smrti, které nastupují až od jistého prahu, jednak se výrazně mění radiosenzitivita plodu v průběhu těhotenství a konečně spontánní výskyt malformací je pozorován až u 3% těhotenství (mentální retardace, až již vázána na malformace či ne, má rovněž incidenci 3%).

K ozáření dojde:

a) *před implantací vajíčka* (do 8.dne těhotenství)

Vajíčko je ve stádiu moruly. Účinek ozáření lze vyjádřit pravidlem „vše nebo nic". Jsou-li všechny buňky poškozeny, těhotenství končí a není ani zjištěno – nedojde ani ke zpoždění menstruace. Je-li poškozena jen část buněk moruly, těhotenství probíhá dále normálně.

b) během organogeneze (od 9.dne do konce 9.týdne post conceptionem)

Radiosensitivita plodu je v tomto období vysoká, nejvyšší mezi 3. a 5.týdnem. Poškození buněk může znamenat zástavu vývoje (částečnou či úplnou), orgánu či končetiny a vyvolat tak významnou malformaci. Účinek je deterministický, objeví se až po překročení prahu tj. 200 mGy.

c) *během zrání plodu* (od 9.týdne do 9.měsíce)

Většina orgánů je již formována a smrt buněk může proto vyvolat jen menší či částečné orgánové poškození. Významnou výjimkou je však mozek, u kterého k migraci neuronů a formaci mozkové kůry dochází až do 15.týdne těhotenství. Toto riziko má práh kolem

500 mGy.

Kancerogenní účinky jsou svázány s poškozením, ale nikoliv smrtí buňky. Mají charakter stochastický, tj. zvyšují se úměrně s obdrženou dávkou v příslušné tkáni nebo orgánu. Byl prokázán statisticky výrazný nárůst rakoviny a zejména leukemie u dětí ozářených v děloze dávkami nad 200 mGy (spontánní incidence karcinomů a leukemií u děti mezi 0 až 15 lety věku se pohybuje mezi 2 a 3 promile). Na vyšší vnímavost k indukci nádorů u plodů ozářených in utero navazuje i vyšší vnímavost kojenců a dětí ve srovnání s dospělými.

Dle zákonu č. 490/2005 Sb. odpovědnost za zjištění těhotenství nesou společně jak indikující lékař, tak lékař radiolog. Je povinností obou pátrat po možném těhotenství při indikaci a provedení rtg vyšetření (včetně dotazu při objednání pacienta a dotazu radiologického asistenta před vyšetřením). Praxe mne seznámila se skutečných stavem věci. Pokud nenastanou nějaké komplikace ze strany pacienta, není důvod shánět lékaře radiologa. Radiolog s pacientem komunikuje minimálně (pouze popisuje jeho snímky). Setká se s ním pouze při aplikaci kontrastní látky. Za riziková je pak nutno považovat všechna vyšetření, při nichž se děloha octne v primárním svazku nebo je ozářena rozptýleným sekundárním zářením, tzn. při vyšetření mezi bránicí a kostmi stydkými. U rtg ozáření mimo tuto oblast jsou dávky na dělohu zanedbatelné a vyšetření lze provést bez rizika.

V praxi nastávají tři situace:

1. pacientka s pravidelným menstruačním cyklem, u které však nelze vyloučit počátek těhotenství

Vyšetření lze provést po schválení správnosti indikace radiologem a po informování pacientky, že ve stadium preimplantace (druhá polovina cyklu) není těhotenství reálně ohroženo. Dříve aplikované tzv. *desetidenní pravidlo* (tzn. že se vyšetření má provádět pouze v prvých 10 dnech po skončení menstruace) již NEPLATÍ.

2. těhotenství prokázané či pravděpodobné (opoždění menstruace)

Je-li rtg. vyšetření nutné pro stanovení diagnózy a odklad správné léčby by mohl poškodit matku (příp.i dítě), lze ho provést po dohodě s ošetřujícím lékařem a po souhlasu matky, která byla řádně poučena o rizicích, které podstupuje ona i její dítě. Rtg vyšetření je třeba realizovat s takovým protokolem, který představuje co nejnižší dávku pro plod.

3.Rtg. vyšetření bylo provedeno při nerozpoznaném těhotenství

Pokud nešlo o vyšetření v oblasti břicha či pánve (hlava, krk, hrudník, končetiny), není třeba kalkulovat dávku na dělohu, neboť je vždy nižší než 1 mSv a neplyne z ni žádné případné nebezpečí pro dítě.

Pokud se vyšetření týkalo břicha či pánve u konvenční skiagrafie (= méně než 4 snímky, méně než 1 minuta skiaskopie), je dávka na dělohu vždy nižší než 10 mSv. Jedná se o nízkou dávku, která nezvyšuje riziko malformací. Perspektiva těhotenství není ohrožena.

U kontrastních vyšetření typu urografie, irrigoskopie, cystografie apod je dávka na dělohu obvykle nižší než 50 mSv. Ani při této dávce není zvýšeno riziko výskytu malformací a není třeba uvažovat o interrupci.

U CT vyšetření při jedné sérii řezů či spirále na pánev dávka nepřekračuje 50 mSv. Děloha je na počátku těhotenství umístěna zhruba uprostřed ozářeného objemu a tak se dávka na dělohu pohybuje mezi třetinou a polovinou váženého CTDI.

Bylo-li provedeno více sérií řezů (či byla-li opakována spirála), může dávka přesáhnout 100 mSv. Dosažení dávky odpovídající prahové hodnotě ovlivnění IQ je krajně nepravděpodobné. Pokud by k takovému případu došlo, nespočívá indikace k interrupci na lékaři, ale rozhodnutí se ponechává na rodičích, kteří byli zevrubně poučeni.Dnes se u gravidních žen zcela upustilo od CT a RTG vyšetření.

Rizika u žen v reprodukčním věku, zaměstnaných v rtg provozech

Dávkové limity pro plod jsou srovnatelné s limity pro populaci.

Jakmile žena oznámí, že je těhotná, je třeba upravit její práci tak, aby po zbytek těhotenství plod neobdržel dávku převyšující 1 mGy. V praxi není třeba tyto ženy diskriminovat pracovně, tj. není nutné ji přeložit na jiné oddělení ani jí zcela zabránit pracovat ve sledovaném či kontrolovaném pásmu. Je vhodné jí umožnit částečně či úplně přechod na pracoviště rdg oddělení, kde riziko ozáření rtg. paprsky je menší (UZ, MR, archiv atd.).

Pokud však těhotná **sama** požádá o přeřazení na jiné oddělení, je třeba jí vyhovět.

Vycházíme z poznatku, že úroveň ozáření u velké většiny osob pracujících v radiodiagnostických provozech (monitorovány osobními dozimetry) je velmi nízká. Navíc osobní dozimetry měří povrchové dávky, takže dávky, které obdrží plod jsou řádově nižší. Pokud je osobní dozimetr nošen na povrchu ochranné zástěry, je dávka na plod přibližně 100x nižší než údaj dozimetru. [7]

3. METODIKA

Veličiny dozimetrie ionizujícího záření

Tato skupina veličin vyjadřuje energii absorbovanou v látce, eventuálně její ionizační projevy.

Základní stochastickou veličinou je sdělená ***energie ε***, tj.energii, kterou předalo ionizující záření látce v určitém objemu :

$$\varepsilon = R_{in} + R_{out} + \sum Q$$

R_{in} .....zářivá energie, která vstoupila do objemu

R_{out}.....suma energií částic, které objem opustily

$\sum Q$.....součet všech změn klidových energií jader a elementárních částic v jader.přeměnách, ke kterým v objemu došlo

Lineární energie y , tj. podíl sdělené energie ε, kterou předalo ionizující záření látce v daném prostoru či tělese, a střední délky tohoto prostoru :

$$y = \varepsilon / \bar{l}$$

Sdělenou energii můžeme vztáhnout na jednotku hmotnosti látky a dostaneme měrnou (sdělenou) energii z :

$$z = \varepsilon / m$$

jednotkou je Jkg^{-1} ....tato jednotka dostala speciální název gray (Gy)

1 Gy = 100 rad

Absorbovaná dávka (často se užívá pouze termín dávka) :

$$D = W_D / m$$

Jednotkou je 1 gray = 1G = Jkg^{-1}

Je možné dávku definovat jako podíl W_D ionizujícího záření absorbovaného nějakým objemových elementem a hmotnosti m obsažené v tomto objemu. Absorbovaná dávka je veličina, která charakterizuje absorpci energie v daném objemu.

Dávka popisuje předávání energie za určité časové období. Okamžitou situaci vyjadřuje ***dávkový příkon :***

$$D = dD/dt$$

dD.....je přírůstek dávky za čas dt

jednotkou je Gy s^{-1}

Dávka se vztahuje k předávání energie v daném místě (tj. z nabitých částic na částice látky). Jsou-li primární částice nenabité, prvním krokem jejich interakce s látkou je předání energie na nabitou částici. Tento krok popisuje veličina ***kerma***

Kerma ve vzduchu je vlastně základ všech měření v radiodiagnostice. Je definována jako v daném době určený podíl součtu počátečních kinetických energií dD_k všech nabitých částic uvolněných nenabitými ionizujícími částicemi v elementu látky o hmotnosti dm a této hmotnosti :

$$K = dE_k/dm$$

jednotkou je Gy

Historicky nejstarší dozimetrickou veličinou je ***expozice X*** . Je definována pouze pro fotonové záření ve vzduchu. Je to v daném bodě určený podíl absolutní hodnoty celkového elektrického náboje dQ iontů , vzniklých ve vzduchu při úplném zabrzdění všech elektronů a pozitronů, které byly uvolněny v objemovém elementu vzduchu o hmotnosti dm, a této hmotnosti:

$$X = dQ / dm$$

jednotkou je C kg^{-1}

je možné se setkat s jednotkou rentgen ®

Z hlediska radiační ochrany před zářením nevystihují fyzikální veličiny typu dávky, kermy nebo expozice dobře účinky záření na biologické organismy, kdy se projevuje závislost na lokální hustotě ionizace způsobené zářením.

Proto byl zaveden ***dávkový ekvivalent H*** jako součin dávky D ve tkáni, tzv. jakostního činitele Q a dalších modifikujících faktorů, jejichž součin byl označován N (v posledních doporučeních se neuvádí). Je tedy:

$$H = DQ$$

Jakostní činitel je bezrozměrný, jednotka nese název sievert (Sv).

Veličiny používané v radiační ochraně

V radiační ochraně dělíme veličiny na ty, které jsou určeny pro měření a výpočty, a ty, které slouží k limitování ozáření.

První jsou založeny na dávkovém ekvivalentu, druhé zčásti i na ekvivalentní dávce.

Příkon dávkového ekvivalentu :

$$\dot{H} = dH/dt$$

jednotkou je $Sv\ s^{-1}$

Na dávkovém ekvivalentu jsou založeny tři operační veličiny pro praktické měření jak při monitorování osob, tak i prostředí.

K monitorování osob je určen osobní ***dávkový ekvivalent Hp (d)***, což je dávkový ekvivalent v daném bodě pod povrchem těla v měkké tkáni v hloubce d. Údaj o osobním dávkovém ekvivalentu musí současně obsahovat informaci o referenční hloubce d (uvádí se v mm). Pro nepronikavé záření (např. B) a ozáření kůže se zpravidla uvažuje hodnota d = 0,07 mm, pro ozáření oka 3 mm. Pro pronikavé záření je nejčastěji brána hodnota d = 10 mm. Měření Hp (d) lze uskutečnit osobním dozimetrem nošeným na povrchu těla.

Pro definování veličin sloužících k rutinnímu monitorování prostředí, je třeba vysvětlit některé pojmy:

koule ICRU – představuje fantom napodobující lidské tělo (průměr koule 30 cm, hustota tkáně $1 g cm^{-3}$ a obsahující 11,1 % uhlíku, 10,1 % vodíku, 76,2 % kyslíku a 2,6 %dusíku.

Rozšířené pole – pole, kde fluence a její směrové a energetické rozdělení jsou v celém emu zájmu stejné jako v referenčním bodě.

Rozšířené a usměrněné pole – fluence a její energetické rozdělení stejné jako v rozšířeném , ale záření se šíří v jednom směru.

Prostorový dávkový ekvivalent H*(d) v daném bodě v poli záření je pak dán jako dávkový ivalent vytvořený odpovídajícím rozšířeným a usměrněným polem v hloubce d v kouli ICRU na loměru mířícím proti směru pohybu částic v usměrněném poli.

Dávka a v řadě případů i jakostní činitel jsou závislé na místě v lidském těle a na orientaci těla v i záření. Pro stanovení limitů ozáření zpravidla postačují střední hodnoty příslušných veličin přes čitý objem či orgán, které ovšem musí bát stanoveny integrací elementárních příspěvků přes tento bjem. To znamená, že ***střední absorbovaná dávka v určité tkáni nebo orgánu*** se dostane podle tahu:

$D_t = 1/m_T \quad Dd\boldsymbol{m}$

m_T.....hmotnost tkáně (orgánu)

T a D.....dávka absorbovaná v elementu hmotnosti dm

Je to tedy poměr střední sdělené energie tkáně nebo orgánu T a hmotnosti této káně či orgánu.

Ekvivalentní dávka ve tkáni či orgánu :

$$H_T = \sum_R W_R D_{T,R}$$

$D_{T,R}$.....střední absorbovaná dávka ve tkáni, či orgánu, způsobená zářením druhu R

W_R.....radiační váhový faktor

Efektivní dávka je součet ekvivalentních dávek v jednotlivých tkáních či orgánech, vážených tkáňovým váhovým faktorem W_T, vyjadřujícím míru závažnosti ozáření toho kterého orgánu v celotělovém ozáření :

$$E = \sum_T W_T H_T$$

Limit efektivní dávky je primárním limitem v ochraně před zářením. [3]

3.1. Měření dávky u ambulantně snímkovaných pacientů

V mé bakalářské práci jsem použila údaje z provozního deníku. Bohužel tyto údaje nejsou úplné a musela jsem použít řadu aproximací. Efektivní dávku jsem stanovila pomocí programu PCXMC.

Měření jsem prováděla na Klinice zobrazovacích metod – oddělení dětské části nemocnice FN Motol.

Údaje, které je třeba znát pro stanovení efektivní dávky pacienta:

- umístění rentgenky nad/pod vyšetřovacím stolem
- napětí odpovídající indikované hodnotě pro jednotlivé vyšetřované oblasti (kV)
- celková filtrace (mm Al)
- hodnota P_{KA} ($mGy.cm^2$)
- použití automatického řízení expozičního příkonu
- indikované napětí rentgenky pro jednotlivé vyšetřované oblasti (kV)
- indikovaný proud rentgenky pro jednotlivé vyšetřované oblasti (mA)
- vzdálenost ohnisko-kůže (cm) a velikost pole na pacientovi (cm x cm)
- popis vyšetření – vyšetřovaný orgán či oblast, relativní doba skiaskopie pro jednotlivé oblasti
- celkový skiaskopický čas
- projekce (AP, PA,....)
- počet expozic v dané projekci
- vykrytí nevyšetřovaných částí těla
- výška, hmotnost a pohlaví pacienta

Způsob odhadu efektivní dávky pacienta

Relevantní veličinou pro skiaskopická vyšetření je efektivní dávka, stejně jako u vyšetření skiagrafických. Výpočty byly provedeny pomocí programu PCXMC , které používá matematický hermafroditní fantom lidského těla. Při stanovení efektivní dávky pro ženu byl z hodnoty efektivní dávky stanovené programem odečten příspěvek dávky na testes. Při stanovení efektivní dávky pro

že byl odečten příspěvek dávky na vaječníky a mléčnou žlázu.

Program PCXMC neumožňuje simulovat složitá skiaskopická vyšetření, počítá pouze dávky pro jednotlivé přesně definované projekce. Skiaskopické vyšetření je tedy třeba na základě parametrů

popis vyšetření – vyšetřovaný orgán

relativní doba skiaskopie pro jednotlivé oblasti

celkový skiaskopický čas

proud rentgenky pro jednotlivé vyšetřované oblasti

aproximovat sérii jednotlivých vyšetření, ke kterým se posléze přistupuje jako k běžným skiagrafickým vyšetřením.

Jedinou vstupní dávkovou veličinou pro výpočet efektivní dávky při skiaskopii je součin kermy a plochy P_{AK}. Celkovou hodnotu P_{AK} z celého vyšetření je třeba rozdělit na skiagrafickou a skiaskopickou část.

- skiagrafická část vyšetření k celkovému pak lze určit ze znalosti počtu skiagrafických expozic a typické hodnoty Ki nebo pak pro tyto expozice
- skiaskopická část pak se dále rozdělí na dílčí hodnoty pro sérii projekcí, kterými byla skiaskopická část vyšetření nahrazena, pomocí parametrů proud rentgenky pro jednotlivé vyšetřované oblasti a relativní doba skiaskopie pro jednotlivé oblasti:

$P_{KAi} = P_{AK} * P_{iti}$

$Qrel_i = t_i * I_i / \sum_i t_i * I_i$

P_{KAi}.....dílčí pak pro i-tou expozici (mGy.cm2)

P_{Iti}.....relativní elektické množství pro i-tou expozici (s)

t_i.....dílčí expoziční čas pro i-tou expozici (s)

Ii.....dílčí porud rentgenky pro i-tou expozici (mA)

[3]

3.2. měření dávky na operačních sálech

Údaje, které jsem zpracovala pomocí programu PCXMC (stanovení efektivní dávky), jsem vyhledala v provozním deníku, chorobopisu a vlastním pozorováním. Ale opět jsem musela použít

mnoho aproximací.

Měření jsem prováděla na operačním sále Dětské ortopedie FN Motol.

3.3. měřící přístroje

Radiační zátěž u ambulantních pacientů se měřila na přístroji ICONOS R 200, což je rentgenové zařízení diagnostické skiagraficko-skiaskopické stacionární. Na Iconosu byl použit KAP metr zabudovaný na primární cloně. Jedná se o propustnou ionizační komoru, která měří součin kermy a ozářené plochy (KAP). Tato měřená veličina je nezávislá na vzdálenosti od rentgenky.. Kerma (dávka) klesá se čtvercem vzdálenosti.

Radiační zátěž na operačním sále se měřila na přístroji SIREMOBIL COMPACT, což je chirurgické C rameno skiaskopické pojízdné.

Parametry přístroje ICONOS R 200 :

Generátor : Polydros SX80 v.č.03288

Rentgenka: Optitiop 150/40/80HC v.č.373307

Celková filtrace : 3,6 mm Al

Parametry přístroje SIREMOBIL COMPACT :

Jmenovitá hodnota : 110 kV 4,6 mA

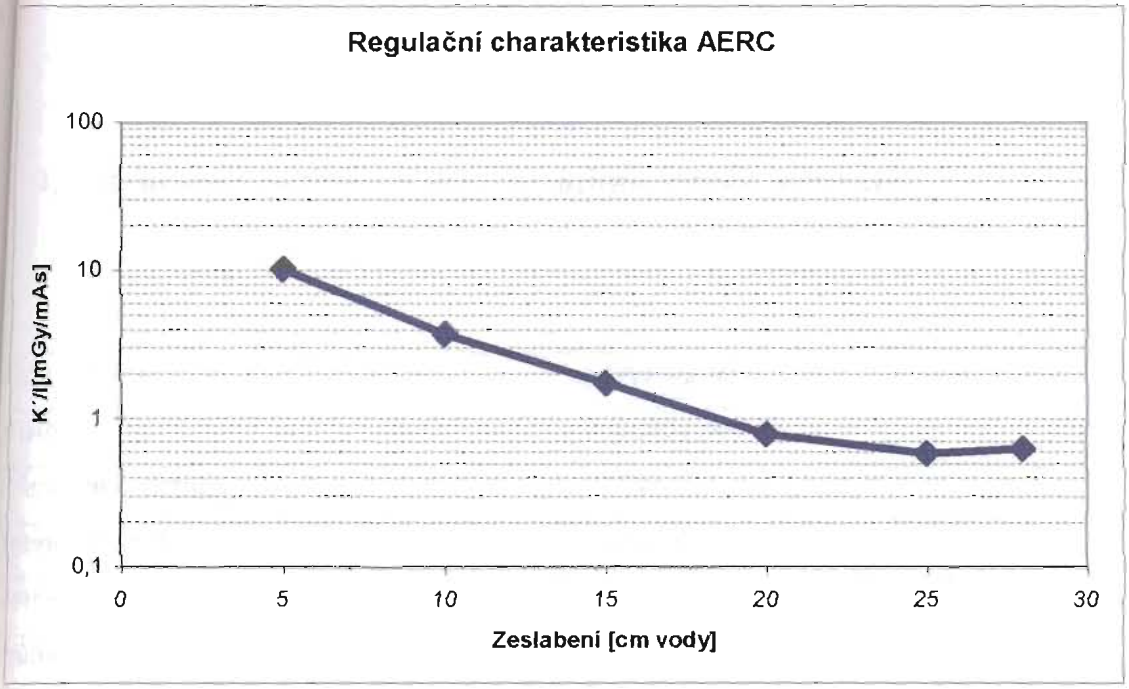
Rentgenka: SR 110 v.č.04140

Celková filtrace: 3,0 mm Al

Graf regulační charakteristiky AERC (Automatická regulace kermového příkonu v závislosti na tloušťce prozařovaného objektu)

Rentgenová technika je na operačních sálech nutná při osteosyntézách, ortopedických operacích a při odstraňování cizích těles. Dnes se užívá výhradně rtg.přístrojů se zesilovačem a přenosem obrazu na televizní obrazovku. Nejmodernější aparatury jsou vybaveny paměťovým systémem s videozáznamem, umožňujícím opakované přehrávání a studium získaného rtg. záznamu. (na operačním sále Dětské ortopedie TP (termoprint).

Je důležité respektovat zásady sterility a přístroj v části, která se nalézá v operační oblasti, pečlivě zarouškovat (v našem případě igelitem). [1]



4. VÝSLEDKY

4.1. vymezení cílové skupiny

Ambulantně snímkovaní pacienti byli v rozmezí 1 – 18 let věku. Na ambulanci přicházeli převážně s gastrointestinálními potížemi. Sledovaní pacienti přicházeli na vyšetření jícnu, mikce (MCG) a vyšetření tlustého střeva.

Patologie páteře a kyčelního kloubu se týkala pacientů ortopedického operačního sálu. K chirurgickému řešení byli indikováni pacienti ve věku 3 – 14 let věku.

V bakalářské práci jsou zařazení pacienti převážně s diagnozou:

M 91.1 juvenilní osteochondrosa hlavice kosti stehenní

Q 65.1. vrozené oboustranné vykloubení kyčle

M 41.1. juvenilní idiopatická skolióza

Q 67.5 . vrozené deformity páteře

Q 65.9. vrozená deformita kyčle

S 72.0. zlomenina krčku kosti stehenní

G 80.0. spastická mozková obrna

M 86.0. hematogenní osteomyelitida

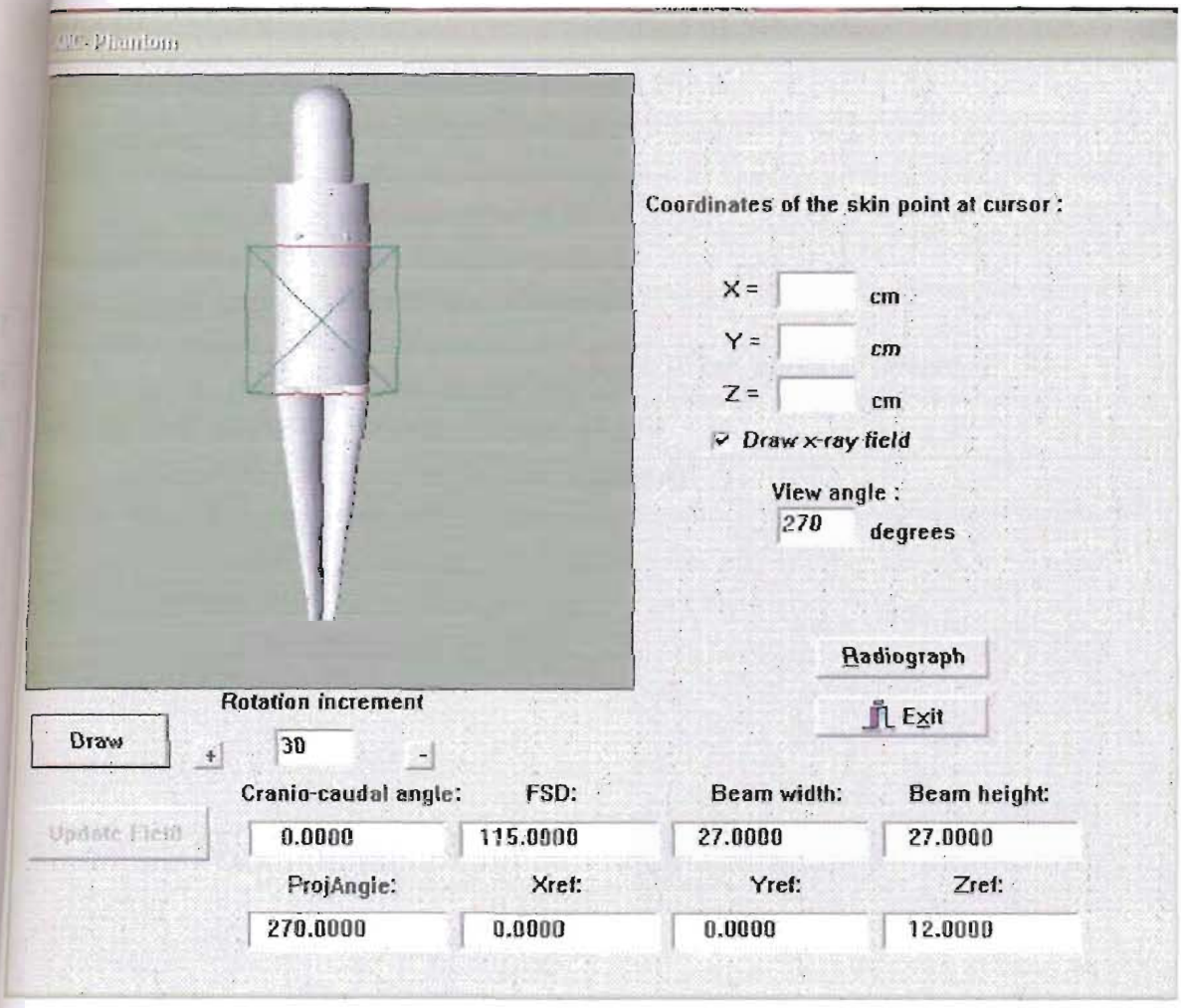
M 48.5. zhroucení obratle

4.2. stanovení radiační zátěže u ambulantních pacientů

Typ vyšetření:	**Cystografie**
Přístroj	Iconos 200 R
Průměrná hmotnost	10kg
Průměrná výška	100 cm
Průměrná tloušťka pacienta vleže	10 cm
Průměrné používané napětí	60 kV
Velikost pole	průměr 30 cm, aprox. čtvercem 30*30
Vzdálenost ohnisko-detektor	115 cm
Filtrace	3,4 mmAl

číslo	Vstupní povrch. kerma [cGy]	Efektivní dávka [mSv]
1	0,136	0,667
2	0,208	1,02
3	0,076	0,373
4	0,088	0,431
5	0,33	1,62
6	0,342	1,68
7	0,076	0,373
8	0,068	0,333
9	0,084	0,412
10	0,106	0,520

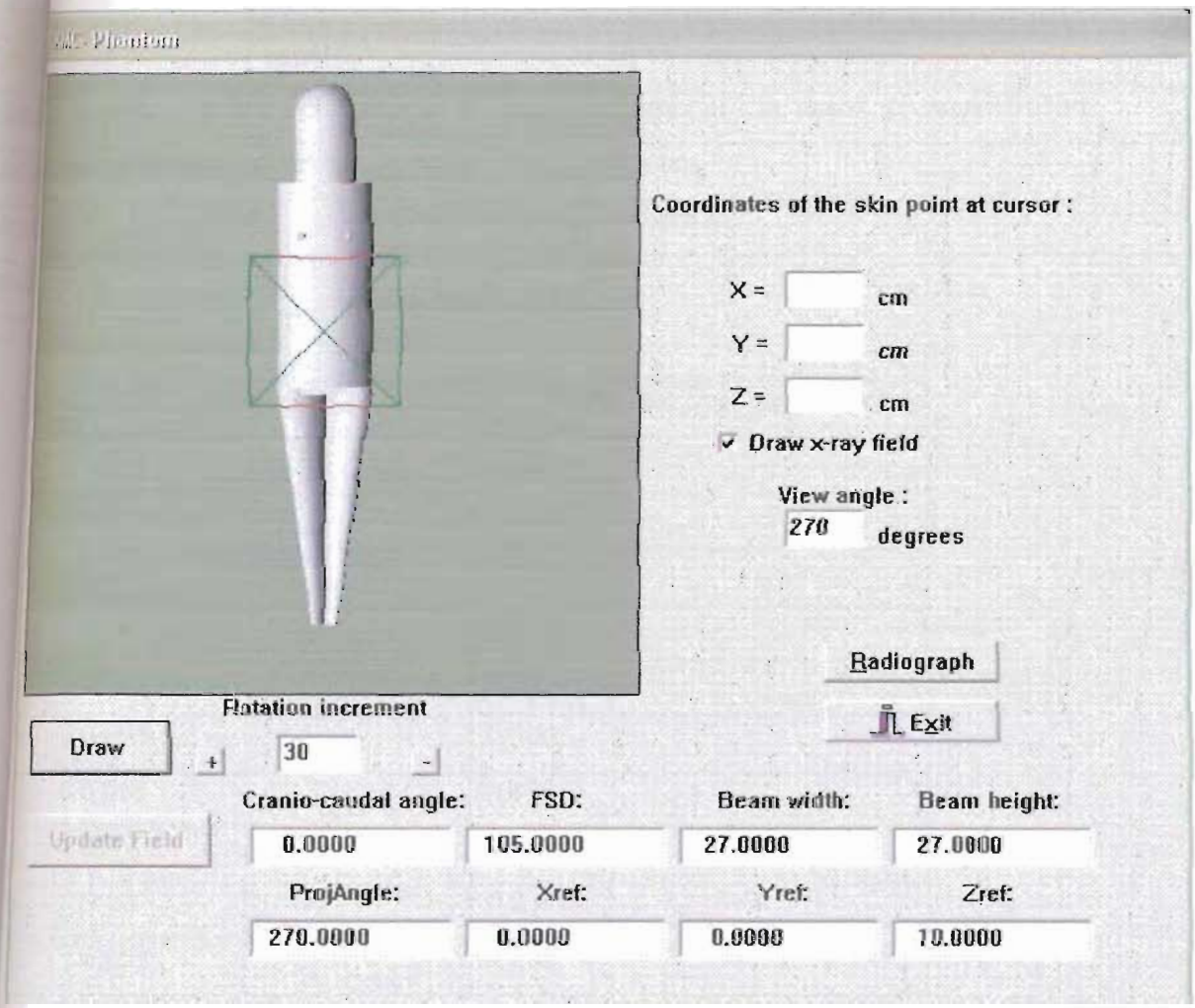
Průměrná efektivní dávka: **0,743 mSv**


Phantom
Coordinates of the skin point at cursor :
X =
cm
Y =
cm
Z =
cm
Draw x-ray field
View angle :
270
degrees
Radiograph
Exit
Rotation increment
Draw
+
30
-
Cranio-caudal angle:
FSD:
Beam width:
Beam height:
Update Field
0.0000
115.0000
27.0000
27.0000
ProjAngle:
Xref:
Yref:
Zref:
270.0000
0.0000
0.0000
12.0000

šetření:	**Vyšetření tlustého střeva**
	Iconos 200 R
rná hmotnost	10kg
rná výška	100 cm
rná tloušťka pacienta vleže	10 cm
né používané napětí	60 kV
ost pole	průměr 30 cm, aprox. čtvercem 30*30
lenost ohnisko-detektor	115 cm
ce	3,4 mmAl

číslo	Vstupní povrch. kerma [cGy]	Efektivní dávka [mSv]
1	0,039	0,184
2	0,041	0,193
3	0,233	1,1
4	0,191	0,9
5	0,075	0,353
6	0,165	0,778
7	0,058	0,273
8	0,087	0,41
9	0,170	0,801
10	0,120	0,565

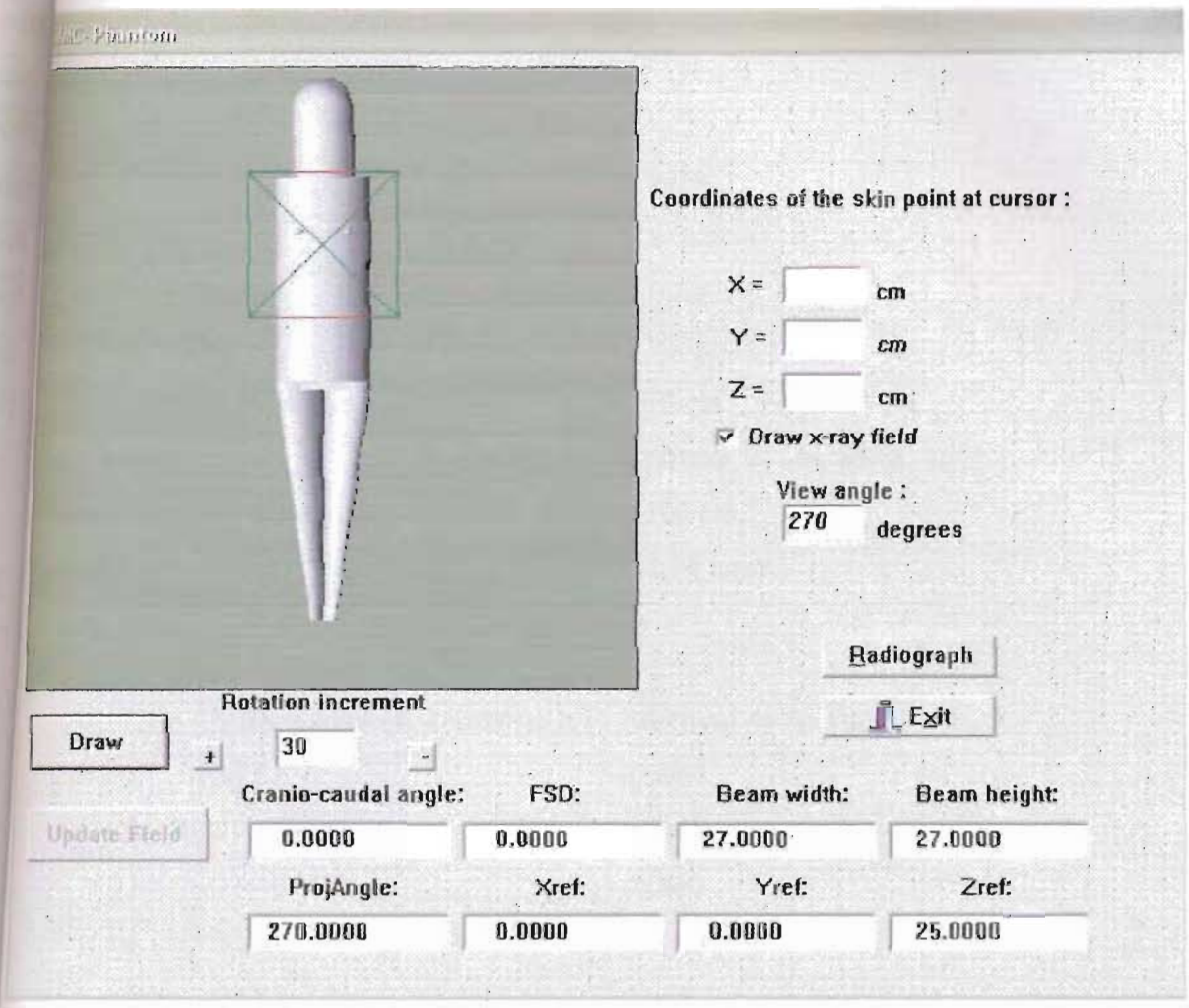
Průměrná efektivní dávka: **0,556 mSv**


Coordinates of the skin point at cursor :
X =
cm
Y =
cm
Z =
cm
Draw x-ray field
View angle :
270
degrees
Radiograph
Exit
Rotation increment
Draw
+
30
-
Cranio-caudal angle:
FSD:
Beam width:
Beam height:
Update Field
0.0000
105.0000
27.0000
27.0000
ProjAngle:
Xref:
Yref:
Zref:
270.0000
0.0000
0.0000
10.0000

vyšetření:	**Jícen (polykací akt)**
roj	Iconos 200 R
měrná hmotnost	10kg
měrná výška	100 cm
měrná tloušťka pacienta vleže	10 cm
měrné používané napětí	60 kV
ikost pole v rovině detektoru	průměr 30 cm, aprox. čtvercem 30*30
álenost ohnisko-detektor	115 cm
race	3,4 mmAl

slo	Vstupní povrch. kerma [cGy]	Vypočtená efektivní dávka [mSv]
	0,078	0,309
	0,035	0,138
	0,234	0,926
	0,018	0,071
5	0,015	0,059
6	0,075	0,300
7	0,05	0,198
8	0,29	1,147
9	0,06	0,237
10	0,053	0,209

Aritmetický průměr: **0,359 mSv**

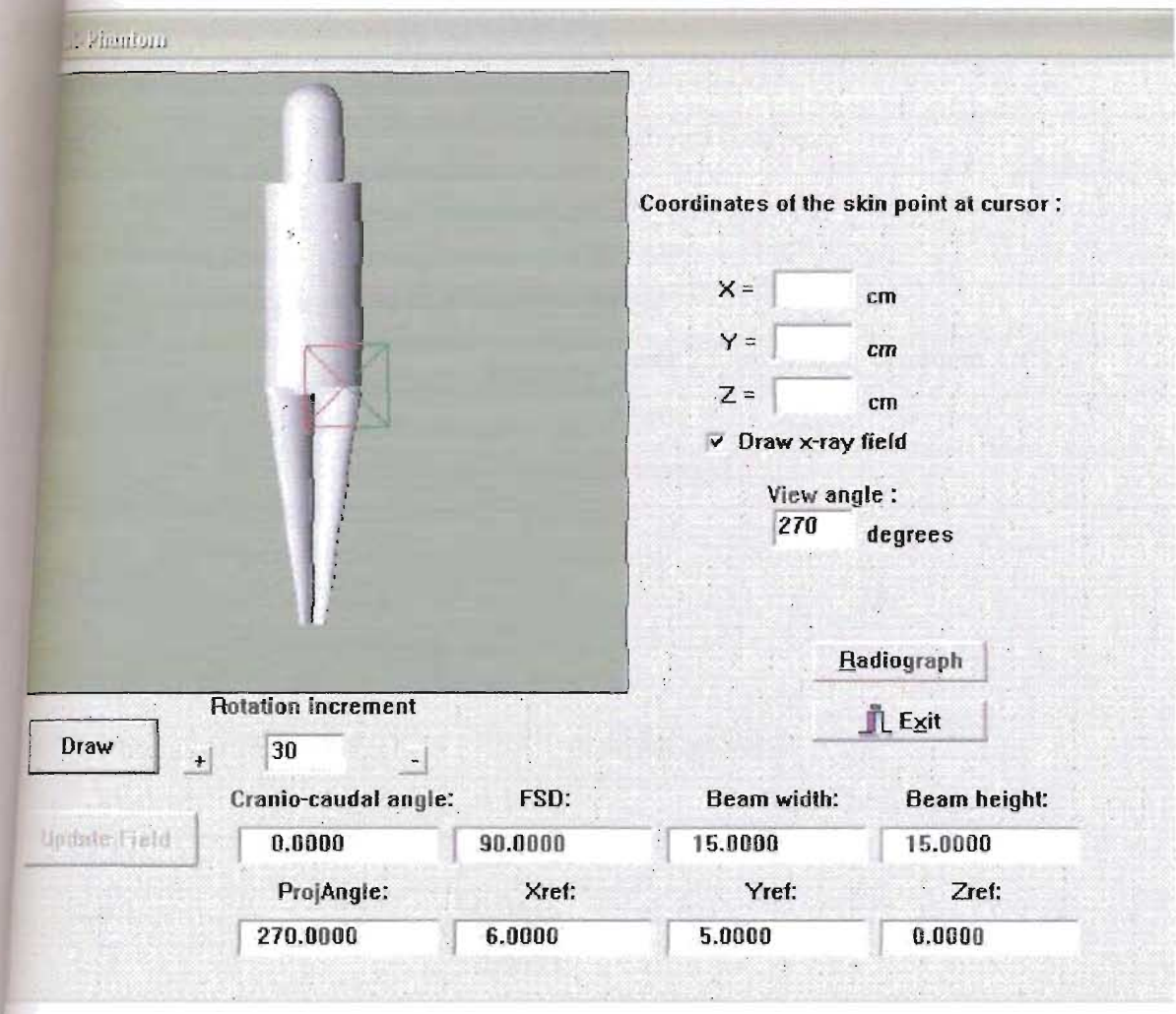

Coordinates of the skin point at cursor :
X =
cm
Y =
cm
Z =
cm
Draw x-ray field
View angle :
270
degrees
Radiograph
Exit
Rotation increment
Draw
30
Cranio-caudal angle:
FSD:
Beam width:
Beam height:
Update Field
0.0000
0.0000
27.0000
27.0000
ProjAngle:
Xref:
Yref:
Zref:
270.0000
0.0000
0.0000
25.0000

4.3. stanovení radiační zátěže na operačních sálech

Typ vyšetření:	**kyčel**
Přístroj	Siremobil Compact
Průměrná hmotnost	10kg
Průměrná výška	100 cm
Průměrná tloušťka pacienta vleže	10 cm
Velikost pole	průměr 23 cm, aprox. čtvercem 15*15
Vzdálenost ohnisko-detektor	100 cm
Filtrace	3,54 mmAl

číslo	Vstupní povrch. kerma [μGy]	Efektivní dávka [mSv]
1	34,17	0,0069
2	77,56	0,0156
3	31,46	0,0063
4	32,54	0,0065
5	29,83	0,006
6	21,70	0,0044
7	20,61	0,0041
8	30,92	0,0062
9	105,77	0,0212
10	3,62	0,0007

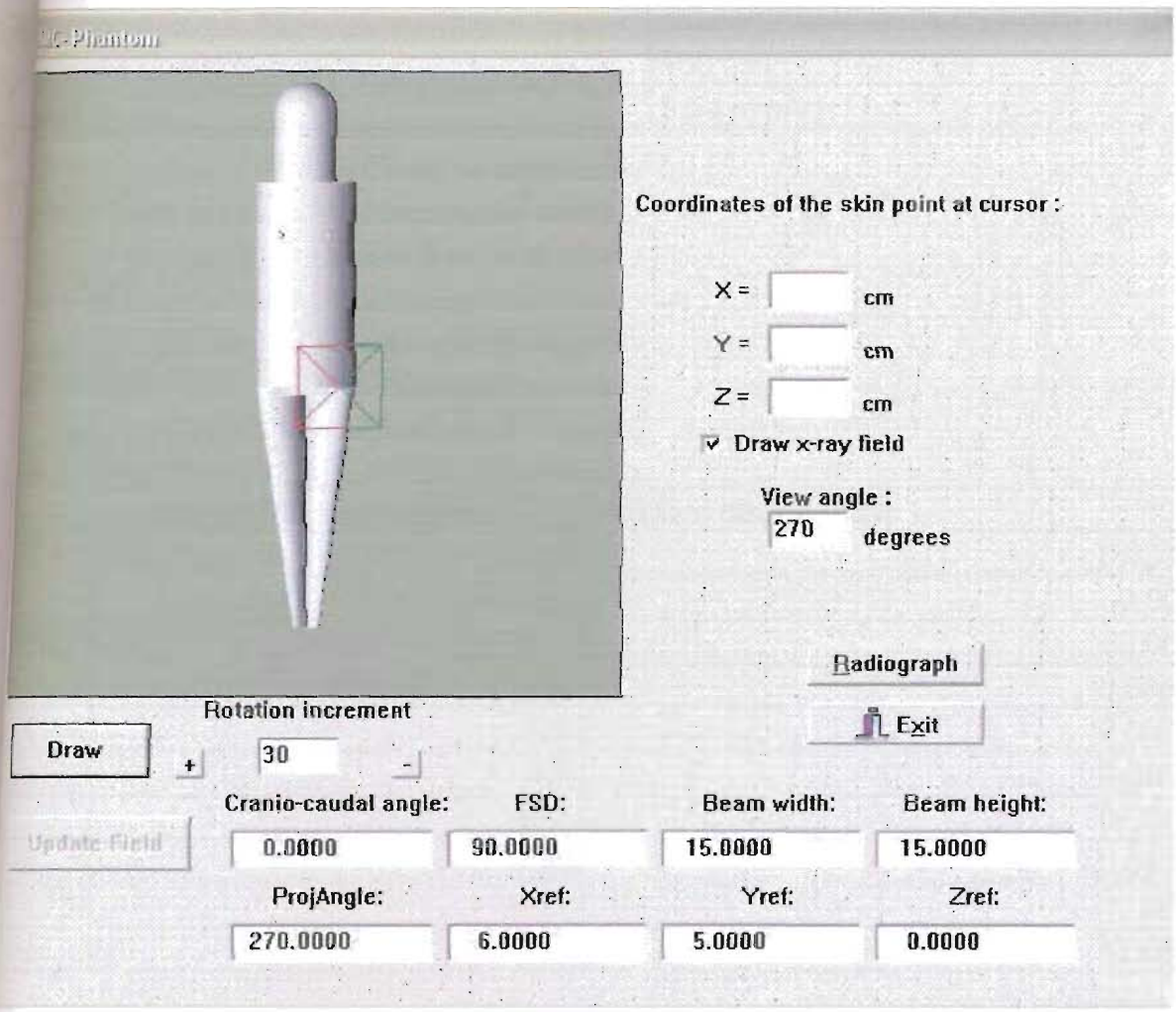
Průměrná efektivní dávka: **7,79 μSv**


Phantom
Coordinates of the skin point at cursor :
X =
cm
Y =
cm
Z =
cm
Draw x-ray field
View angle :
270
degrees
Radiograph
Exit
Rotation increment
Draw
+
30
-
Cranio-caudal angle:
FSD:
Beam width:
Beam height:
Update Field
0.0000
90.0000
15.0000
15.0000
ProjAngle:
Xref:
Yref:
Zref:
270.0000
6.0000
5.0000
0.0000

vyšetření:	**artrografie**
stroj	Siremobil Compact
měrná hmotnost	10kg
měrná výška	100 cm
měrná tloušťka pacienta vleže	10 cm
likost pole	průměr 23 cm, aprox. čtvercem 15*15
zdálenost ohnisko-detektor	100 cm
trace	3,54 mmAl

číslo	Vstupní povrch. kerma [μGy]	Efektivní dávka [mSv]
	723,56	0,146
	51,53	0,0103
	206,11	0,0415
	6,51	0,0013
	136,68	0,0275
	106,31	0,0214
	334,12	0,0672
	40,68	0,0082
	17,9	0,0036
	59,66	0,012

Průměrná efektivní dávka: **33,9μSv**.

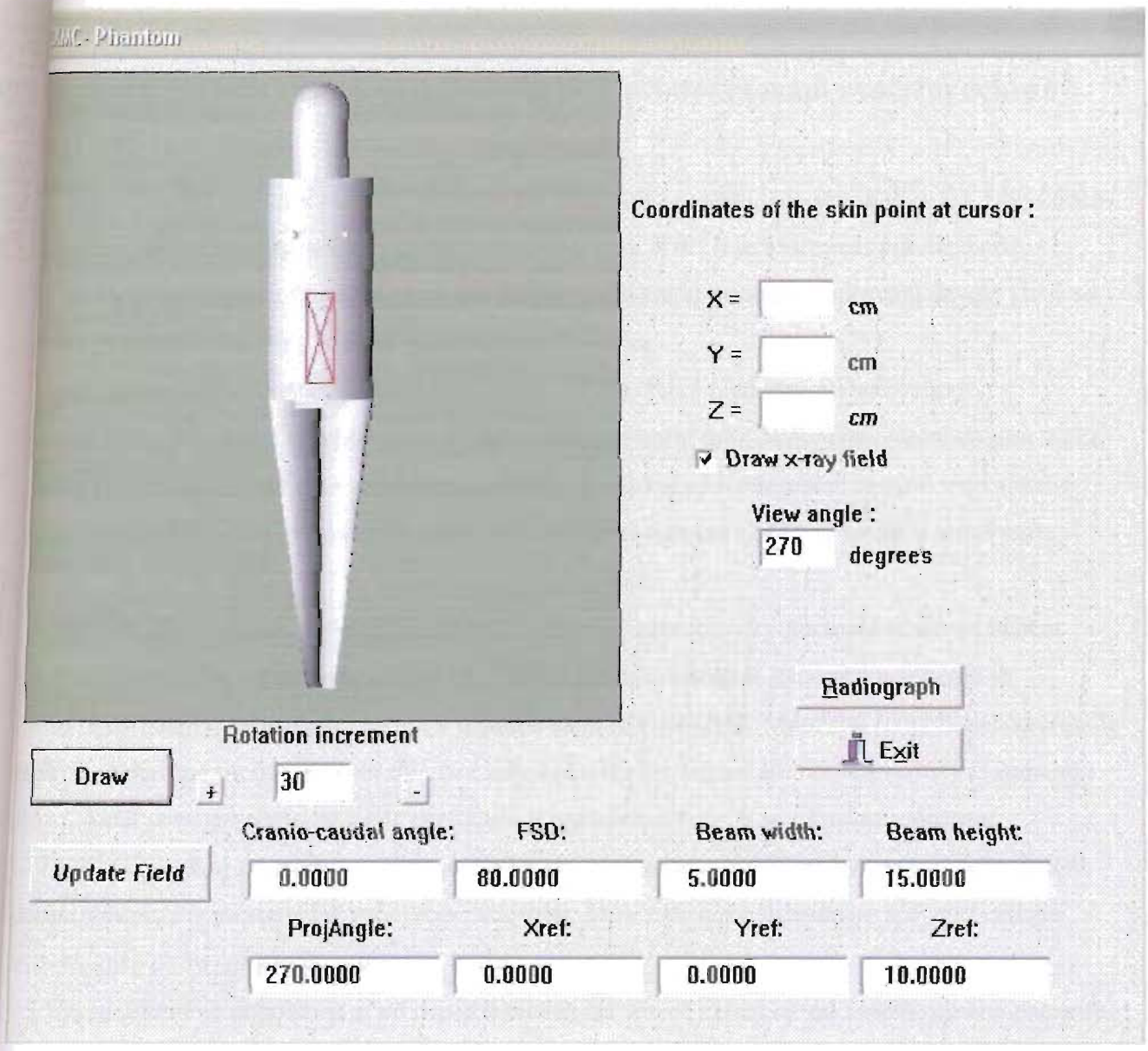

Coordinates of the skin point at cursor :
X =
cm
Y =
cm
Z =
cm
Draw x-ray field
View angle :
270
degrees
Radiograph
Exit
Rotation increment
Draw
+
30
-
Cranio-caudal angle:
FSD:
Beam width:
Beam height:
Update Field
0.0000
90.0000
15.0000
15.0000
ProjAngle:
Xref:
Yref:
Zref:
270.0000
6.0000
5.0000
0.0000

vyšetření:	**páteř**
stroj	Siremobil Compact
měrná hmotnost:	10 kg
im. výška:	100 cm
im.tloušťka pacienta vleže:	10 cm
ikost pole	průměr 23cm, aprox.čtvercem 15*15
dálenost ohnisko-detektor	100 cm
race	3,54 mmAl

číslo	vstupní povrch.kerma [µGy]	efektivní dávka [mSv]
1	3,63	0,00733
2	3,57	0,0072
3	3,57	0,0072
4	3,41	0,00689
5	3,74	0,00755
6	4,4	0,00888
7	4,18	0,00844
8	3,63	0,00733
9	3,57	0,0072
10	3,23	0,00652

Průměrná efektivní dávka: **7,45 µSv** .

tom:


MC - Phantom
Coordinates of the skin point at cursor :
X =
cm
Y =
cm
Z =
cm
Draw x-ray field
View angle :
270
degrees
Radiograph
Exit
Rotation increment
Draw
+
30
-
Cranio-caudal angle:
FSD:
Beam width:
Beam height:
Update Field
0.0000
80.0000
5.0000
15.0000
ProjAngle:
Xref:
Yref:
Zref:
270.0000
0.0000
0.0000
10.0000

5. DISKUSE

5.1. úloha radiologického asistenta při dodržování radiační ochrany

Dva základní principy radiační ochrany při lékařském ozáření jsou optimalizace a zdůvodnění. Zavedení a používání diagnostických referenčních úrovní (DRÚ) je nástrojem právě principu optimalizace, v žádném případě je nelze považovat za náhradu principu limitování dávek, který se používá při profesionálním ozáření a ozáření obyvatelstva.

Je-li ozáření zdůvodněné, musí se provést způsobem, který poskytne požadovanou diagnostickou informaci, a nelze proto stanovit obecnou horní mez dávky (relevantní dozimetrické veličiny), která nesmí být při vyšetření překročena. Diagnostické referenční úrovně mají sloužit pracovišti pro přímočaré porovnání zátěže z jejich klinické praxe s běžnou zátěží v rámci státu.

Při skiaskopických vyšetřeních se musí nezbytně zdravotnický personál zdržovat během expozice pacienta ve vyšetřovací místnosti. Potom hlavním zdrojem expozice personálu je Comptonův rozptyl primárního záření v ozářené části těla pacienta. Množství rozptýleného záření je úměrné ozařované ploše. *Je proto důležité, aby byl svazek vymezen jen na diagnostiky významnou oblast. Sníží se nejen radiační zátěž personálu a pacienta, ale zvýší se i kvalita zobrazení.*

Záleží především na erudici vyšetřujícího lékaře, aby skiaskopický čas byl co nejkratší. *Každé skiaskopické zařízení musí být vybaveno zařízením, které akusticky signalizuje uplynutí celkové skiaskopické doby (zpravidla v trvání 5 minut).*

Velmi účinné je uchovávat si co největší odstup od zdroje záření, tj. od vyšetřovaného pacienta. Dávka klesá se čtvercem vzdálenosti (např.odstup z 25cm na 100 cm znamená 16násobné snížení dávky). Monitorováním rozptýleného záření při konkrétním typu vyšetření simulovaném pomocí fantomu lze stanovit pracovní místa, která jsou pro přítomný zdravotní personál z hlediska dávky nejbezpečnější.

Při ochraně pacientů se uplatní jak princip zdůvodnění činnosti, tak princip optimalizace ochrany.

Při optimalizaci expozice hraje klíčovou úlohu radiologický laborant = asistent.

- jednak provádí pravidelnou kontrolu kvality zobrazení a usuzuje na standardní chod zobrazovacího řetězce
- jednak volí optimální podmínky expozice, aby dávka byla co nejnižší bez ztráty nezbytné klinické informace

- volí také použití vhodných ochranných prostředků pro pacienta

Splnění požadavků limitování ozáření osob, prokazování optimalizace radiační ochrany, jakož i zjištění dalších požadavků na bezpečný provoz pracovišť se zdroji ionizujícího záření, zejména včasného zjištění odchylek od normálního provozu, se uskutečňuje pomocí radiačního monitorování. Monitorováním se rozumí nejen měření veličin charakterizujících radiační pole a dozimetrických veličin, nýbrž i interpretace a hodnocení ozáření pracovníků a dalších osob. Program monitorování obsahuje tyto části:

- monitorování pracoviště
- osobní monitorování
- monitorování výpustí
- monitorování okolí

Monitorování se podle typu praxe zavádí jako:

- soustavné (kontinuální)
- pravidelné (periodické
- operativní (při určité činnosti)

a) monitorování pracoviště

Monitorováním pracovního prostředí se získávají podklady pro posouzení optimalizace radiační ochrany na daném pracovišti a ověřuje se, zda pracovní podmínky i nadále odpovídají podmínkám vydaného povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření.

Při zahájení prací a při změnách v pracovních postupech se ověřuje účinnost radiační ochrany

* před zevním i vnitřním ozářením osob,
* pracovníků podrobným měřením příkonu efektivní dávky, objemových aktivit (a dalších veličin charakterizujících zdroje ionizujícího záření)
* pracovního místa, kde se s nimi pracuje, a kde je předpokládán pobyt pracovníků a dalších osob

b) systém osobního monitorování

Osobní monitorování slouží i určení individuálního zevního i vnitřního ozáření osob. Pro účely monitorování, posuzování a hodnocení ozáření pracovníků se zdroji se rozlišují dvě kategorie pracovníků :

Kategorie A, což jsou pracovníci, kteří v rámci povolených činností nakládají se zdroji ionizujícího záření za takových podmínek, že mohou obdržet efektivní dávku 6mSv ročně, nebo

ekvivalentní dávku na oční čočku, kůži a končetiny převyšující 3/10 ročního limitu závažných nestochastických účinků.

Musí být pod pravidelnou lékařskou kontrolou a musí u nich být sledovány osobní dávky

Kategorie B, což jsou ostatní pracovníci

Na pracovištích, kde se na základě podmínek povolené praxe stanovených dozorným orgánem v ntrolovaném pásmu nesleduje individuální ozáření pracovníků, musí držitel povolení zabezpečit onitorování pracovního prostředí, které umožní hodnocení individuálního ozáření a zaručí včasné jištění radiační nehody.

Na pracovištích, kde může dojít k vnitřnímu ozáření pracovníků, musí být zajištěno sledování nitřní i povrchové kontaminace pracovníků v rozsahu stanoveném v monitorovacím plánu racoviště. [3]

5.2. Možnosti snížení radiační zátěže

- *vymezení svazku záření na co nejmenší pole*, které je ještě v souladu s oblastí zájmu, okraje clon by měly být na snímcích či na monitoru viditelné (přesné umístění pole je také velmi důležité, zejména leží-li oblast zájmu v blízkosti gonád nebo při vyšetření novorozenců, kdy jsou gonády vždy v blízkosti primárního svazku)
- při skiaskopii je radiační zátěž pacienta nejvíce ovlivněna kvalitou zesilovače obrazu, přesněji *kermovým příkonem* na vstupu zesilovače obrazu, a také *celkovým skiaskopickým časem* (maximální dávkový příkon včetně zpětného rozptylu na kůži pacienta nemá překročit hodnotu 100 mGy/min)
- dalším důležitým faktorem je kvalita záření – daná *celkovou filtrací a anodovým napětím* (aby byla expozice pacienta co nejnižší, musí být anodové napětí co nejvyšší) ALE v souladu s odpovídajícím kontrastem zobrazení (kontrast s rostoucím napětím klesá)
- výrazného snížení dávky lze dosáhnout použitím *citlivějších zesilujících folií*, zesilující fólie ze vzácných zemin umožňují až několikanásobné snížení dávky, ale také minimalizují pohybovou neostrost (nedochází ke zbytečnému opakování snímků)
- zpracování filmů resp.teplota použité vývojky snížená o 3 °C oproti optimální teplotě vyžaduje přibližně dvojnásobnou expozici, a tím i dávku pacientovi
- *stínění radiosenzitivních orgánů*, kdykoliv je to možné (jsou-li gonády blízko primárního svazku, nebo přímo ve svazku, pokud stínění nebrání v získání potřebné klinické informace)

Návod ke snížení radiační zátěže pacienta

ěny níže uvedených paramctrů musí být vždy v optimálním rozmezí s ohledem na ovlivnění výsledné ality zobrazení. Při hledání způsobů snížení dávkového zatížení pacienta je vždy nutno upřednostnit alitu zobrazení. [3]

kladní metody snižování dávky záření při skiaskopii (pro pacienty i zdravotnický personál)

pulsní skiaskopie

filtrace RTG záření

primární clona s pamětí

pracovní ochranné pomůcky (viz.samostatná část 2.2.)

ulsní skiaskopie

ři snímkování se nastavuje počet obrázků za sekundu. U pulsní skiaskopie platí sekunda = ,04 sekund tj. 40 ms je doba trvání snímků.

Kamera scénu přijme, obraz předá operační paměti a po dobu „klidu" (tj. kdy nezáří), lze operační paměti několikrát obraz opakovat na monitoru. Tímto „trikem" lze získat optimum jak z hlediska dávky záření, tak i z hlediska potřeb pozorovatele. Na vstupu musí být vždy plnohodnotný obraz. Je určitá volnost volby délky radiačního impulsu a intenzity dávky (kV, mAs). Je to tedy systém pracující se zpětnou vazbou vloženými parametry. Tímto způsobem lze zredukovat dávku záření až o 40 %.

Privátní clona s „pamětí"

Princip spočívá v nastavení clon podle vlastního skiaskopického obrazu tzv. LIH (Last Image Hold) tj. bez přítomnosti záření. Při následné skiaskopii pak zůstávají clony nastavené dle obrazu LIH. [5]

Zvýšení napětí rentgenky (kV) při snížení elektrického množství

Zvýšení napětí v mezích dostatečného kontrastu o 15 % může umožnit snížení elektrického množství o 50 % a tím může být snížena i radiační zátěž pacienta o 50%.

S rostoucím napětím stoupá pronikavost rtg.svazku a dochází k významnému snížení povrchové dávky na kůži. Současně, avšak méně, klesají i dávky v jiných orgánech a tkáních. S rostoucím napětím a filtrací klesá kontrast v obrazovém signálu. Vyšší napětí a filtraci je vhodné použít při vyšetření, kde není důležitý kontrast kostí.

ení celkové filtrace

zuje měkkou složku rtg.záření ve spektru. Zvýšením filtrace klesá dávka v kůži a méně amně v ostatních tkáních a orgánech. Příliš velká filtrace má za následek zvýšení expozičního onu/dávky a zobrazení je méně kontrastní.

šení vzdálenosti ohnisko-kůže

ostoucí vzdáleností ohnisko-kůže se snižuje dávka v tkáních a orgánech v užitečném svazku. dálenost 100 cm a větší je vhodná z důvodu významného snížení dávky v kůži. Při zvyšování dálenosti ohnisko-kůže je třeba uvažovat i ztrátu intenzity užitečného svazku zvýšením dálenosti ohnisko-přijímač obrazu a s tím spojenou nutnost kompenzace intenzity signálu ýšením elektrického množství.

ížení velikosti radiačního pole

ymezením pole primární clonou a přídatným stíněním (Pb guma apod.) v úrovni pacienta na inimální rozsah s ohledem na dostatečnou plochu zobrazení požadované oblasti. Použití děleného rmátu.

ížení tloušťky zobrazované oblasti (komprese)

Komprese vrstvy v zobrazované oblasti významně sníží dávku v kůži a v dalších orgánech a tkáních zvýší ostrost zobrazení (snížením množství rozptýleného záření).

Snížení elektrického množství (mAs)

Provádět s ohledem na zachování dostatečného signálu. Snížením mAs klesá dávka pacienta přímou úměrou. Lze tak dosáhnout významného snížení dávky v kůži a tkáních při zachování dostatečné diagnostické kvality zobrazení.

Snížení anodového proudu rentgenky (mA)

Provádět s ohledem na zachování dostatečného signálu a potlačení šumu. Snížením mA klesá dávka pacienta přímou úměrou. Lze tak dosáhnout významného snížení dávky v kůži a tkáních při zachování dostatečné diagnostické kvality zobrazení.

Relativní zesílení signálu zobrazení

Vyšší relativní zesílení přijímače obrazu (kombinace film-fólie, paměťová fólie atd.).

Použití fólie s vyšším zesílením v kombinaci s filmem konstantní citlivosti umožňuje významnou redukci dávky pacienta. Např. při použití fólie s relativním zesílením 400 oproti 200 se sníží dávka o 50 %. S relativním zesílením roste však i šum a dochází k úbytku ostrosti.

n a fólie použité v kombinaci musí být navzájem kompatibilní (spektrální citlivost filmu vůči ktru světla emitovaného fólií).

rávná volba projekce

lit projekci tak, aby radiosenzitivní orgány byly co nejvíce vzdáleny od ohniska rentgenky (např. ětření plic PA - výsledkem je nižší zatížení prsní žlázy).

užití stínících prostředků

uží k ochraně nezobrazovaných částí těla s radiosenzitivními orgány a tkáněmi, které jsou staveny neužitečnému záření. Patří mezi ně ochranné límce, zástěry, bederní roušky, ochrana nád, zástěny atd.

oužití fixačních prostředků

oužití fixačních prostředků výrazně snižuje riziko pohybové neostrosti a tím i případné nutnosti pakovat ozáření.

Optimalizace nastavení diagnostického monitoru (jas, kontrast)

Kontrast monitoru je nutno nastavit tak, aby byl právě vnímán šum. Jas je nutno nastavit tak, aby nejtmavší objekt byl vnímán černě.

Optimalizace zpracování rtg.filmů

Zahrnuje optimální nastavení teploty vývojky, doby vyvolávání, pravidelnou výměnu vyvolávací chemikálie, pravidelné čištění automatu, světlotěsnost automatu a temné komory.

Omezené využívání režimu vysokého dávkového příkonu při skiaskopii

Pokud to nevyžaduje technika vyšetření, je třeba používat „normálního" režimu dávkového příkonu.

Nahrazení sekundární mřížky vzduchovou mezerou 10 – 15 cm mezi pacientem a přijímačem obrazu

Tato technika snímkování je alternativou k použití sekundární mřížky, s výsledným zvýšením kontrastu a ostrosti radiogramu.Oproti použití sekundární mřížky je takto možno dosáhnout významného snížení radiační zátěže pacienta. [3]

ZÁVĚR

6.1. vyhodnocení a porovnání radiační ochrany na skiaskopickém pracovišti ZM 2.LF UK v Praze (Iconos), ambulantním skiagrafickém pracovišti dětské isti II.ortopedické kliniky 2.LF UK v Praze a na operačním sále téže kliniky

Na hodnocených pracovištích nebylo zjištěno porušování předpisů radiační hygieny. Efektivní diační dávky nepřesahovaly diagnostické referenční úrovně publikované ve Sbírce zákonů 499/2005 (viz.tab.č.1). Žádný z vyšetřovaných pacientů nebyl ohrožen deterministickými účinky áření. Nemůžeme ale vyloučit účinky stochastické, způsobených i zcela minimální radiací, a které e při genetické mutaci mohou projevit i za několik generací (např. u vnuků nebo pravnuků).

Nejnižší radiační dávky byly naměřeny na operačním sále ortopedické kliniky důsledkem využívání funkce LIH a pulzní skiaskopie. Relativně malé dávky byly změřeny při chirurgickém ešení skolióz (průměrně 7,45 μSv), relativně vysokou dávku představovala skiaskopie při operaci kyčelního kloubu, většinou spojená s artrografií (průměrně 33,9 μSv). Určitou nevýhodnou tohoto pracoviště je nemožnost vykrývání gonád, pokus se promítají do oblasti operačního pole. Na ambulantním ortopedickém pracovišti byly gonády vyrývány u všech pacientů, na skiaskopickém pracovišti KZM nebyly gonády vykrývány při vyšetřování kaudální poloviny břicha (např. mikční cystogafie u chlapců, i u dívek, pasáž nebo enteroklýza u dívek irigografie u dívek).

Na skiagrafickém pracovišti Iconos narůstala radiační zátěž s hmotností pacienta, s délkou skiagrafie a s rozsahem zhotovené obrazové dokumentace. Nejmenší radiační zátěž byly naměřena při vyšetřování jícnu (pokud nebylo nutné použít seriografie), vyšší radiační zátěž byla zjištěn au cystografiií a relativně vysoká u enteroklýz (vyšetření tenkého střeva enteroklýzou se však v posledních letech částečně přesouvá na MRI). Radiační dávka však do jisté míry závisela i na erudici vyšetřujícího lékaře.

Na skiagrafickém pracovišti ortopedie vedlo ke zvyšování radiační zátěže doplňování více projekcí (např. bočné u skolióz) a někdy opakované vyšetření pacienta.

Na skiaskopickém a skiagrafickém pracovišti radiační zátěž také narůstala u neklidných a nespolupracujících dětí (zejména u dětí do 4 let věku), částečně ji však bylo možné eliminovat využívání vhodných fixačních pomůcek.

Na všech pracovištích bylo využíváno primárních clon k minimalizaci rozsahu ozařované oblasti. Všichni pracovníci v záření včetně přidržujících rodičů byly chráněny zástěrami a límci

ovnaté gumy. Ochranné brýle byly vyšetřujícími využívány spíše sporadicky. Každá idržujících nebo asistujících ženského pohlaví (matky, zdravotní sestry, medičky byly tázány na žnost těhotenství. V případě posluchačů 2.LF UK byli studenti zpravidla mimo vyšetřovací stnost dokonale chráněni za olovnatým sklem, výjimečně při asistenci v záření nesměli být bez štěry ani bez límce z olovnaté gumy.

Výše uvedené skutečnosti ukazují na vysoce odpovědných přístup pracovníků s ionizujícím řením na hodnocených pracovištích a to jak lékařů, tak radiologických asistentů nebo laborantů. jištěny jen malé rezervy v minimalizaci radiační zátěže vycházející zejména z indikace vyšetření,l ality rentgenových přístrojů, výběru vhodných fixačních pomůcek a v neposlední řadě i ze kušeností a erudice vyšetřujících.

.2. dodržování radiační ochrany pracovníky KZM

Při všech návštěvách rtg.snímkoven (ať už v rámci sběru dat, nebo při povinné praxi) zaměstnanci KZM vždy dodržovali předpisy radiační ochrany. Používali clony, vykrývali gonády, přítomným asistujícím rodičům navlékali ochranné zástěry.

Při snímkování na operačních sálech šli sami příkladem ohledně pracovních ochranných pomůcek (nikdy nemuseli přítomným ortopedům, anesteziologům, sestrám a medikům připomínat, aby si navlékli ochranou zástěru a límec).

Ohledně radiační ochrany pracují radiologičtí asistenti KZM spolehlivě, efektivně a citlivě vůči pacientům, což dokazují i mnou uvedené data v části výsledky.

ZNAM POUŽITÉ LITERATURY :

. Kolektiv autorů *Chirurgická propedeutika*, Praha : Grada –Avicenum, 1993, 80-85623-45-5

. Kolektiv autorů *Nukleární medicína*, Gentiana Jilemnice, 2002, 80-86527-05-0

. Kolektiv autorů *Principy a praxe radiační ochrany*, SÚJB, 2000, ISBN 80-2383-703-6

. Kolektiv autorů *XXVIII. Dny radiační ochrany*, Praha : ČVUT, 2006. 80-01-03575-1

. Šmoranc, P. *Rentgenové přístroje pro medicínu*, Pardubice: SPŠE a VOŠ, 2005, 80/85438/19/4

. Vyhláška EU – č.97 Euroatom

. Vyhláška č.307/2002

. Vyhláška č.499/2005

9. Zákon č.13/1997

10. Zákon č.18/1997

IAGNOSTICKÉ REFERENČNÍ ÚROVNĚ PRO SKIAGRAFICKÁ VYŠETŘENÍ

b.č.1

VYŠETŘENÍ	*PROJEKCE*	*VSTUP.POVRCH.KERMA vztažená na 1 snímek*
bederní páteř	AP-projece předozadní *LAT- projekce boční* LSJ- pr.na lumbosakr.přechod	10 *30* 40
břicho, i.v. urografie a cholecystografie	AP	10
pánev	AP	10
kyčelní kloub	AP	10
hrudník	PA-projekce zadopřední LAT- projekce boční	0,4 1,5
hrudní páteř	AP *LAT- projekce boční*	7 *20*
lebka	PA-projekce zadopřední LAT- projekce boční	5 3
zuby	intraorální snímek *radioviziografie*	5 1

RADIAČNÍ ZÁTĚŽ U RŮZNÝCH TYPŮ VYŠETŘENÍ

tab.č.2

VYŠETŘENÍ	*mSv*
hlava, krční páteř	0,42
hrudní páteř	2,65
lumbosakrální páteř	2,92
kyčle	1,9
pánev	1,9
žebra	0,67
plíce, srdce -dálkový snímek	0,07
plíce - radiofotog.	0,7
žlučník	1,9
urografie	3,06
horní úsek trávicí trubice	4,5
irigoskopie	12,7
mamografie	10,4
zubní snímky	0,15

RTG VYŠETŘENÍ TĚHOTNÉ ŽENY

tab.č.3

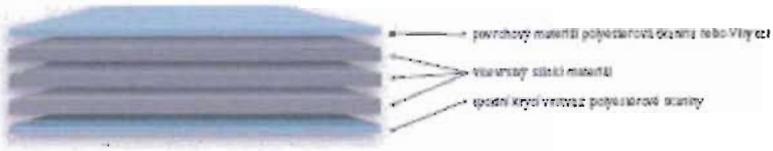
VYŠETŘENÍ	*POVRCHOVÁ DÁVKA (mGy)*	*DÁVKA NA UTERUS (mGy)*
L páteř (AP)	15	1,5
L páteře (LAT)	30	2,5
prostý snímek břicha	12	1,5
pánev (AP)	12	1,5
rtg.pelvimetrie	50	6
i.v.urografie (10 snímků)	100	12
irrigoskopie (10 snímků)	120	15
angiografie břišní a pánevní	200	15
nepřímá skiaskopie	10 až 20	1 až 2

CT VYŠETŘENÍ TĚHOTNÉ ŽENY

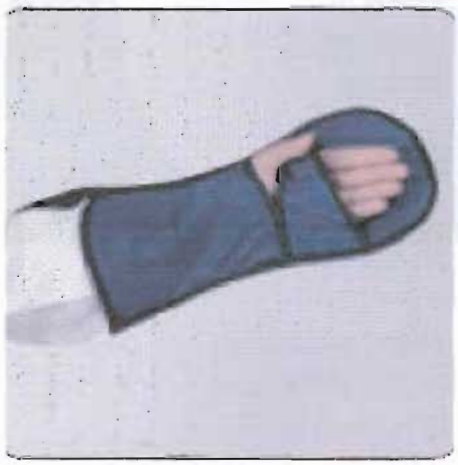
tab.č.4

VYŠETŘENÍ	*PŘŮMĚR.DÁVKA V CELÉM OZÁŘENÉM OBJEMU (mGy)*	*DÁVKA NA UTERUS (mGy)*
hlava	40	≤ 0,01
hrudník	15	0,1
břicho (bez pánve)	20	5
CT pelvimetrie	3	3
pánev	25	25
L páteř (bez skonu gantry)	15	10

SOBNÍ OCHRANNÉ POMŮCKY

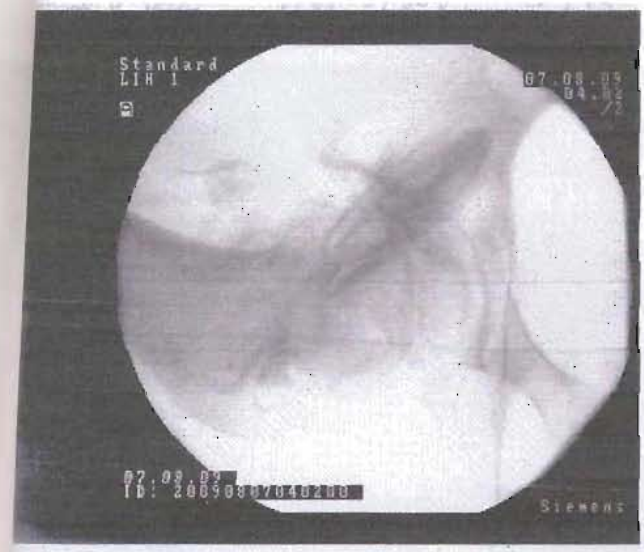


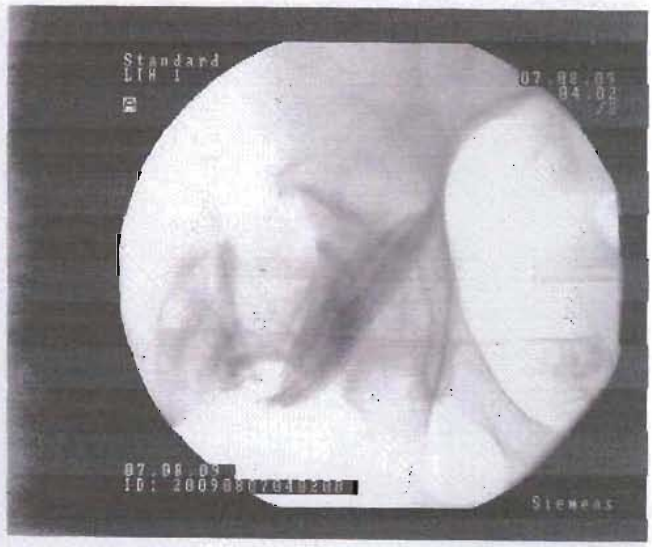
zástěra styl STANDARD



palcové rukavice

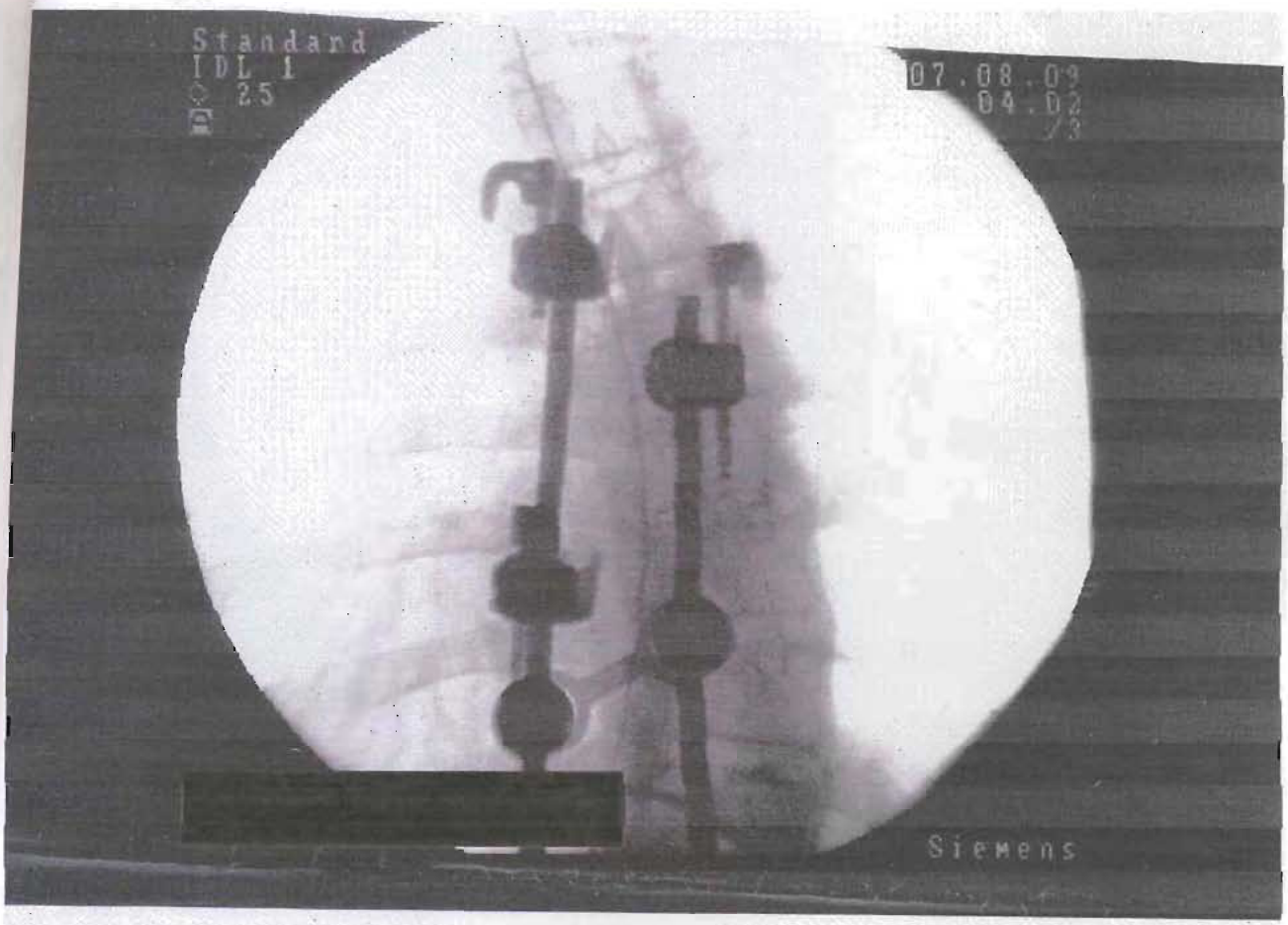
ARTROGRAFIE PRAVÉHO KYČELNÍHO KLOUBU:

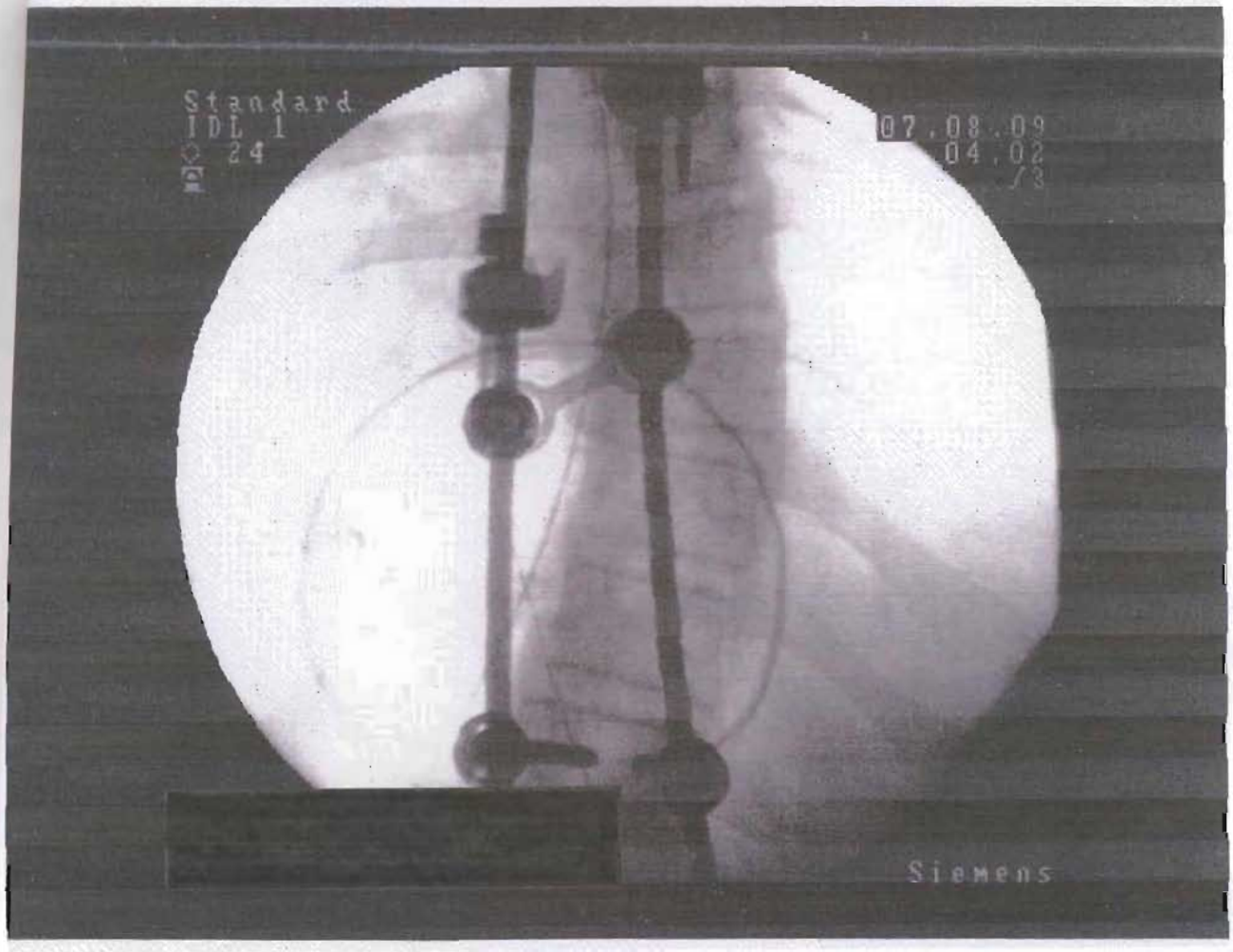




AXIÁL

JVENILNÍ IDIOPATICKÁ SKOLIOSA STP. STABILIZACI KOVOVÝM MATERIÁLEM




Standard
IDL 1
24
07.08.09
04.02
Siemens