JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZDRAVOTNĚ SOCIÁLNÍ FAKULTA

ROLE RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA NA OPERAČNÍM SÁLE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracovala: Jana Flégrová
Vedoucí práce: Zuzana Freitinger Skalická, Mgr.
1.5. 2007

THE ROLE OF RADIOGRAPHER IN OPERATING THEATRE

Summary

To me, the role of radiographer in the operating theatre seems to be disregarded and underestimated, although, a radiographer is an indisputable member of the team of surgeons. A perfectly coordinated and skilled team is able to perform a surgery optimally.

The role of a radiographer is to make sure that sciascopic time is as short as possible and that everybody in the operating theatre is using the right protection, to ensure the right protection of the patient, especially if a child or a woman in productive age are concerned. The radiographer should also provide the surgeon with the best images in different angles.

This work aims at furnishing comprehensive information on radiographer as a member of the operating team and explaining his/her activities in the operating theatre. It also wants to point out some recurrent errors and to brief on most frequent operating techniques and the work inside an operating theatre as seen by a radiographer, and thus help improve the work of a radiographer and make it even more precise while facilitating the work of the operating surgeon.

The paper brings forward suggestions for standard procedures to be used by radiographers in frequent traumatologic operations, reducing the levels of radiation, and observing radiation protection during performances in operating theatres in which sciascopic techniques are required.

The paper lists dose and area products for traumatologic operations in selected areas, comparison of personal dosage equivalents and equivalent doses of ionising radiation to which operators and radiographers are exposed, and gives a comparison of recorded values of stray radiation from mobile X-ray units furnished with C-arms, made in 1994 and 2006. The values recorded with the new mobile X-ray unit were mostly much lower, which indicates the need of regular replacement of units in X-ray rooms. Suitable X-ray devices help to reduce radiation risks to which both the patient and the personnel are exposed and make it possible to monitor and then analyse values and compare them with reference levels.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Role radiologického asistenta na operačním sále“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které uvádím v bibliografii. Souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce.

V Chrudimi 1.5. 2007

_____

vlastnoruční podpis

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala paní Zuzaně Freitinger Skalické, Mgr. za vedení bakalářské práce, za ochotu s níž mi poskytovala potřebné informace, za její recenzi a podnětné připomínky k mé práci.

Nemalý dík patří celému radiodiagnostickému oddělení Nemocnice Chrudim, zejména pak Prim. Miloslavovi Lesnému a vedoucímu radiologickému asistentovi Ladislavovi Netolickému, kteří mi poskytli cenné rady a pomáhali získat potřebné prameny.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat celému operačnímu týmu chirurgického operačního sálu za jejich spolupráci při vytváření bakalářské práce.

OBSAH:

Úvod…..…….……7

1. Současný stav ……....9

1.1 Historie ……9

1.2 Rentgenové mobilní přístroje s C ramenem ……..14

1.3 Ionizující – rentgenové záření……15

1.3.1 Vlastnosti ionizujícího záření……16

1.3.2 Ochrana před ionizujícím zářením ……17

1.3.2.1 Biologické účinky ionizujícího záření ……17

1.3.2.2 Legislativa…….19

1.3.2.3 Veličiny používané v radiační ochraně…….20

1.3.2.4 Základní principy radiační ochrany……...20

1.3.2.5 Ochrana personálu před ionizujícím zářením …...23

1.3.2.6 Ochrana nemocného před ionizujícím zářením …25

1.3.2.7 Dozimetrie…….27

1.3.2.8 Některé veličiny dozimetrie ionizujícího záření ...28

1.4 Operační sály……..29

1.4.1 Radiologický asistent na operačním sále……...30

1.4.1.1 Časté chyby a omyly…….32

1.4.2 Traumatologie……34

1.4.2.1 Rozdělení zlomenin ……..34

1.4.2.2 Diagnóza a léčba zlomenin ……...35

1.4.2.3 Zlomeniny dolních a horních končetin a jejich operační léčba ……...36

1.4.3 Urologické výkony ……48

2. Cíle práce a hypotézy…….50

3. Metodika……..…….51

3.1 Statistika skiaskopických výkonů na operačních sálech……51

3.2 Používané mobilní RTG přístroje s C ramenem ……51

4. Výsledky……...52
4.1 Výkony na operačních sálech pod skiaskopickou kontrolou…….52
4.2 DAP u častých operačních výkonů……55
4.3 Návrhy na standardy pro RA při výkonech vyžadujících skiaskopickou kontrolu ……..57
4.3.1 Postup pro RA při operacích kyčle a proximálního femuru ……..57
4.3.2 Postup pro RA při operacích distálního femuru a kolene..59
4.3.3 Postup pro RA při operacích tibie, fibuly a hlezna ……..60
4.3.4 Postup pro RA při operacích metatarzů a článků prstů nohy ……62
4.3.5 Postup pro RA při operacích proximálního konce humeru a diafýzy humeru ……..63
4.3.6 Postup pro RA při operacích distálního konce humeru, proximálního radia a ulny ……64
4.3.7 Postup pro RA při operacích kostí předloktí, karpálních kůstek, metakarpů a prstů ruky ……65
4.3.8 Postup pro RA při nekrvavé repozici zápěstí ……67
4.4 Osobní monitorování – dávkový ekvivalent, ekvivalentní dávka..68
4.5 Měření rozptýleného záření……73
5. Diskuse..……...76
6. Závěr…. ……...79
7. Seznam použité literatury……..81
8. Klíčová slova..…….....83
9. Seznam zkratek……..84
10. Přílohy.. …….……...85

ÚVOD

Mnozí současní mladí studenti, kteří si za své povolání zvolili profesi radiologického asistenta (RA), si pod tímto pojmem představují pohodlnou práci za dokonalými počítačovými přístroji jako je např. počítačová tomografie (CT) nebo magnetická rezonance (MR). Málo koho z nich láká standardní skiagrafie nebo skiaskopie, která však zůstává stále základem radiodiagnostiky. Někteří ani netuší, že radiologický asistent má své významné místo i na operačním sále.

Se zvyšujícím se počtem úrazů a automobilových nehod a zároveň se zdokonalováním operačních technik a přístrojového vybavení stále roste počet operačních výkonů prováděných pod skiaskopickou kontrolou. Pokrok ve vědě a moderní přístroje umožňují provádět stále složitější operace trvající mnohdy celé hodiny a vyžadující dlouhý skiaskopický čas, což potencuje vysokou radiační zátěž a riziko deterministických i stochastických účinků. Tím roste také důležitost radiační ochrany personálu i pacienta. Valná většina členů operačního týmu má jen nevelké znalosti o účincích ionizujícího záření a radiační ochraně. Přitom operující lékaři stojí často v těsné blízkosti svazku ionizujícího záření. O dávce, kterou obdrželi, je informují jejich osobní dozimetry.

Role radiologického asistenta na operačním sále mi připadá opomenuta a podceňována a přitom RA je nedílnou součástí operačního týmu. Na výborné spolupráci všech zúčastněných na sále a kvalitně provedené operaci závisí další pacientův život. Některé výkony by se bez skiaskopické kontroly neobešly. Úlohou RA je zajistit co nejkratší skiaskopický čas, ubezpečit se o tom, že všichni přítomní na sále použili ochranné pomůcky, chránit pacienta ochrannými pomůckami, zvláště jedná-li se o dítě nebo ženu v produktivním věku. Zároveň musí operatérovi poskytnout co nejlepší obrazy v různých projekcích. Tuto činnost související s aplikací lékařského ozáření může provádět jen radiologický asistent, který získal odbornou způsobilost absolvováním odborného vzdělání podle § 8 zákona 96/2004 o nelékařských zdravotnických povolání. Pouze aplikující odborník s potřebným vzděláním dokáže všechna výše uvedená kritéria zajistit a respektovat.

Bakalářská práce s názvem **„Role radiologického asistenta na operačním sále“** má podat ucelené informace o začlenění radiologického asistenta do operačního týmu, informovat o jeho činnosti na operačním sále, upozornit na některé časté chyby, seznámit s častými operačními postupy vyžadujícími skiaskopickou kontrolu a tím vést k lepší a přesnější práci radiologického asistenta a zároveň usnadnit práci operatéra. Je zaměřena na vytvoření návrhů standardních postupů pro RA při častých traumatologických operacích, snížení radiačních dávek a dodržování radiační ochrany při výkonech na operačních sálech vyžadujících skiaskopickou kontrolu.

1. SOUČASNÝ STAV

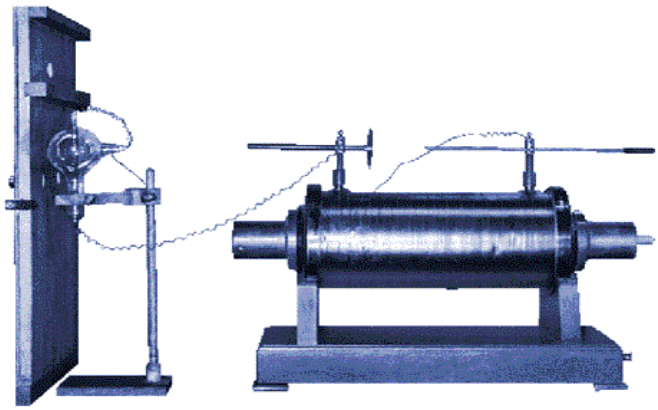
1.1 HISTORIE

V počátcích výzkumu rentgenového záření se uplatnilo mnoho významných vědců jako Ivan Pului, sir William Crookes, Johann Wilhelm Hittorf, Eugene Goldstein, Heinrich Hertz, Philipp Lenard, Hermann von Helmholtz, Nikola Tesla, Thomas Alva Edison, Charles Glover Barkla a Wilhem Conrad Rentgen.

Fyzik Johann Wilhelm Hittorf (1824-1914) pozoroval vakuovou trubici vyzařující záření na záporné elektrodě. Toto záření způsobovalo při dopadu na stěnu trubice světélkování. Eugene Goldstein je roku **1876** pojmenoval „katodové záření“. Později anglický fyzik William Crookes studoval výboje v řídkých plynech a zkonstruoval Crookesovu trubici, skleněnou trubici s elektrodami naplněnou zředěným plynem, v němž při přiložení vysokého stejnosměrného napětí dojde k výboji doprovázeného zářením. V dubnu **1887** Nikola Tesla začal zkoumat rentgenové záření pomocí vysokého napětí, vakuových trubic vlastní konstrukce a Crookesových trubic. Tesla provedl několik experimentů, ale nezatřídil vzniklé produkty jako to, co dnes zveme rentgenové záření, namísto toho označil celý jev jako zářivou energii. Jeho další experimenty ho vedly k varování vědecké komunity před biologickými riziky rentgenového záření. Hermann von Helmholtz formuloval matematický popis rentgenového záření. Předpověděl disperzní teorii dříve než Rentgen provedl a zveřejnil své pokusy. Roku **1892** Heinrich Hertz demonstroval, že katodové záření může procházet velmi slabou kovovou překážkou (jako je hliníková destička). Philip Lenard, žák Heinricha Hertze, dále prozkoumával tento efekt. Vyvinul vlastní verzi katodové trubice a zkoumal průchod katodového záření rozličnými materiály. Přesto nezjistil, že se jedná o rentgenové záření. Do historie rentgenového záření se významně zapsal **8. listopad 1895**, kdy Wilhelm Conrad Röntgen začal provádět a zaznamenávat experimenty s rentgenovým zářením ve vakuové trubici. Roku **1895** Thomas Alva Edison zkoumal schopnost materiálů fluoreskovat, když jsou vystaveny rentgenovému záření, a zjistil, že nejlépe se osvědčil wolframan vápníku. V roce **1896** se fluoroskop, který vyvinul, stal standardem lékařských vyšetření rentgenovým zářením. Přesto

Edison ukončil výzkum záření roku **1903** potom, co zemřel Clarence Madison Dally, jeden z jeho foukačů skla. Dally zkoušel trubice na svých rukou, čímž si přivodil jejich rakovinu. Obě ruce mu byly amputovány v marné snaze ho zachránit. Roku **1906** fyzik Charles Glover Barkla objevil rozptyl rentgenového záření v plynech a využil ho při zkoumání vlastností látek. Určil tak například počet elektronů v atomu uhlíku. Rovněž dokázal polarizovat rentgenové záření, čímž potvrdil, že má stejné vlastnosti jako viditelné světlo. Za své objevy získal roku **1917** Nobelovu cenu za fyziku. V padesátých letech 20. století byl sestrojen rentgenový mikroskop.

Wilhem Conrad Rentgen byl vynikající německý fyzik, který svým objevem zachránil obrovské množství životů. Sám však na svůj objev bohužel doplatil smrtí. Narodil se 27. 3. 1845 v Lennep a zemřel v Mnichově na rakovinu střev 10. 2. 1923. Šťastnou náhodou, při svých pokusech s katodovými paprsky, objevil nový druh záření, paprsky X, které později dostaly jeho jméno. Bylo to večer 8. listopadu 1895, kdy W.C.Rentgen experimentoval s elektrickými výboji ve vakuových trubicích, když si povšiml, že kus papíru natřený tetrakyanoplatnatanem barnatým v blízkosti trubice začíná zářit. Zdánlivě zcela bez příčiny. Katodovou trubici obalil černým papírem, aby ho při pozorování světelných jevů, vyvolaných katodovými paprsky vystupujícími z trubice tenkým hliníkovým okénkem, nerušilo světlo výboje. Přestože neprůsvitný obal nemohl žádné viditelné ani ultrafialové záření z výbojky propustit, krystalky platnatokyanidu barnatého, ležící na experimentátorově stole, se ve tmě laboratoře bledězeleně rozzářily. Rentgen tušil, že objevil neviditelný neznámý paprsek, který má schopnost pronikat předměty. Při dalších pokusech zjistil, že intenzita světla na papíru (stínítku) je úměrná tloušťce materiálu vloženého



mezi trubici a stínítko, neboť paprsky jsou materiálem částečně pohlcovány v závislosti na tloušťce a druhu materiálu. Překvapující bylo, když do cesty paprskům vložil vlastní ruku, na stínítku se objevily její kosti. K prvním rentgenovým fotografiím patřily stínové obrazy ruky objevitelovy manželky a část hlavně lovecké pušky. Neviditelné paprsky začaly sloužit medicíně a technické detektoskopii už v době, kdy byly ještě označeny symbolem X. Rentgen za své objevy obdržel v prosinci 1901 vůbec první Nobelovu cenu za fyziku.

Již v následujícím roce po objevení paprsků X byly paprsky využity v medicíně i v Čechách a na Slovensku. Počátky lékařského použití rentgenových paprsků jsou spojeny se jmény Rudolfa Jedličky v Čechách a Bély Alexandra na Slovensku. Kežmarský rodák B.Alexander byl dokonce prvním profesorem rentgenologie v Rakousku- Uhersku.

17.února 1896 pan Čeněk Strouhal (1850-1922), profesor fyziky na pražské univerzitě, v závěru své přednášky řekl: „…….nelze pochybovati, že společnou prací fyziků všeho vzdělaného světa objev Rentgenův a jeho užívání se zdokonalí měrou, o níž dosud nemáme tušení. Pak dozajista i užívání objevu toho k účelům medicíny bude zdokonaleno. Fyzika poskytne tu vědě sesterské mohutný prostředek diagnostický a tím otevrou se také vědě lékařské nové dráhy k objevům důležitým.“ /3/

Jeho odhad byl velice správný. Od okamžiku, kdy se narodila rentgenologie a paprsky X vstoupily do lékařství, zasáhla rentgenologie do lékařství vskutku epochálně.

Hlavní mezníky ve využití objevu rentgenového záření

1895 Wilhem Conrad Rentgen - objev X-paprsků při pokusech s katodovou trubicí

1896 L.Freund - zkoumání biologických účinků rentgenového záření

V.Despeignes - radiologická léčba zhoubných nádorů

Broba – rentgenová dermatitida

G.Destot a L.Bérard - RTG vyšetřování cév

1897 G.Abrams - RTG vyšetřování srdce

R. Jedlička – RTG diagnostika v Praze

RICH SEIFERT - první továrně vyráběný rentgen

1898 M.Curie a P.Curie - objev radioaktivity - polonia a radia

G. Holzknecht, W.B.Cannon - baryová kontrastní látka

1**901** W.Roentgen - Nobelova cena za fyziku - za objev RTG záření

1902 Braggové - otec a syn - změření vlnové délky RTG záření

1904 Rudolph Grashey - použil rentgenový přístroj na operačním sále

1906 Charles Glover Barkla **-** objev rozptylu rentgenového záření v plynech

B.Alexander - plastické rentgenové snímky

1908 Groedel a Horn - zesilovací folie

Zemp a Koch - transformátor k získání vysokého napětí

1909 Groedel - sériografie

1910 M.Curie - teorie radioaktivity

1912 Groedel - film s oboustrannou emulzí

1913 Bucky – sekundární clona

Coolidge - vakuová rentgenka s wolframovým žhavícím vláknem

1914 Pohl - rentgenka s rotační anodou

1916 de la Villeon a Coniac - extrakce střel pod skiaskopií

1918 Goetze - čárové ohnisko rentgenky

Jackson - bronchografie

1919 W.E.Dandy – pneumoencephalografie

1920 Vinopal - výroba RTG přístrojů v ČSR

1921 C.H.F.Müller - vzduchové chlazení rentgenky

J.M.A.Sicard AJ.E.Forestier – perimyelografie

1923 Wilhelm Conrad Rentgen - úmrtí

1924 W.Pauli - průkaz magnetického momentu

1926 H.J.Müller - důkaz mutageneze RTG záření

1927 A.G.Egas, Moniz a A.Lima - cerebrální arteriografie

1928 C.H.F.Müller: - ochranný kryt rentgenky

Siemens - první třífazový generátor

von Lichtenberg - intravenózní urografie

1929 Dos Santos - abdominální aortografie

W. Forssmann - zavedení katetru do srdce

1930 Vallebona - tomografie

Warren - mamografie

Coltmann -zesilovač rentgenového obrazu

F.O.Lawrence a S.Livingston – cyklotron

1935 I. a F. Joliot-Curie – nobelova cena za objev umělé radioaktivity

1938 Machlett Co - rentgenka s rotační anodou

1941 Fariňas - retrográdní abdominální aortografie

1942 Illiac - první počítač

Pako - vyvolávací automat filmů

1948 Coltmann - zesilovač rentgenového obrazu

1950 Janker - rentgenová kinematografie

1951 Abeatici – splenoportografie

1962 Machlett Co. - zavedení první rotační anodové trubice s mřížkovou kontrolou

1963 A.M.Cormack - teorie počítačové tomografie

1964 D.Growfootová-Hodgkinová - Nobelova cena za chemii při zjišťování struktury látek pomocí rentgenových paprsků

1970 Dupont - zakládání filmu za světla

1972 Hounsfield - konstrukce prvního CT

Lauterbur - princip záznamu signálů MR

1979 A.MacLeod Cormack, G.N.Hounsfield: Nobelova cena za lékařství za objev počítačové tomografie

1.2 RENTGENOVÉ MOBILNÍ PŘÍSTROJE S C RAMENEM

Rentgenové (RTG) mobilní přístroje jsou skiaskopická pojízdná RTG zařízení s možností analogového nebo digitálního skiagrafického záznamu. Zdroj záření – rentgenka je fixován na společném rameni tvaru „C“ se zesilovačem rentgenového obrazu, kdy osa svazku záření prochází středem RTG zesilovače. Výsledný obraz je potom přenášen pomocí televizního řetězce na obrazový monitor. U moderních skiaskopických zařízení je zesilovač RTG obrazu nahrazen polovodičovou obrazovou detekční soustavou (tzv. flat panelem).

Starší přístroje umožňovaly obrazovou dokumentaci skiagrafickým snímkováním na RTG film. Digitální C ramena s vysokou obrazovou rozlišovací schopností (velikost zobrazovací matrice až 1024^2) jsou vybavena technikou pro digitální skiagrafii. Softwarové vybavení umožňuje významnou postprocessingovou manipulaci s obrazem. Paměť zařízení dovoluje obrazy uchovávat a po skončení výkonu pomocí laser kamery zobrazit na termografický papír, či digitální obraz uložit na jiné přenosné médium.

Z hlediska provozu je důležitá ergonomie pojízdných C ramen. Hmotnost, snadná ovladatelnost, jednoduchost obsluhy umožňují rychlou reakci RA na vzniklé situace při terapeutických a diagnostických výkonech. V tomto směru se konstrukce přístrojů od sebe výrazně liší.

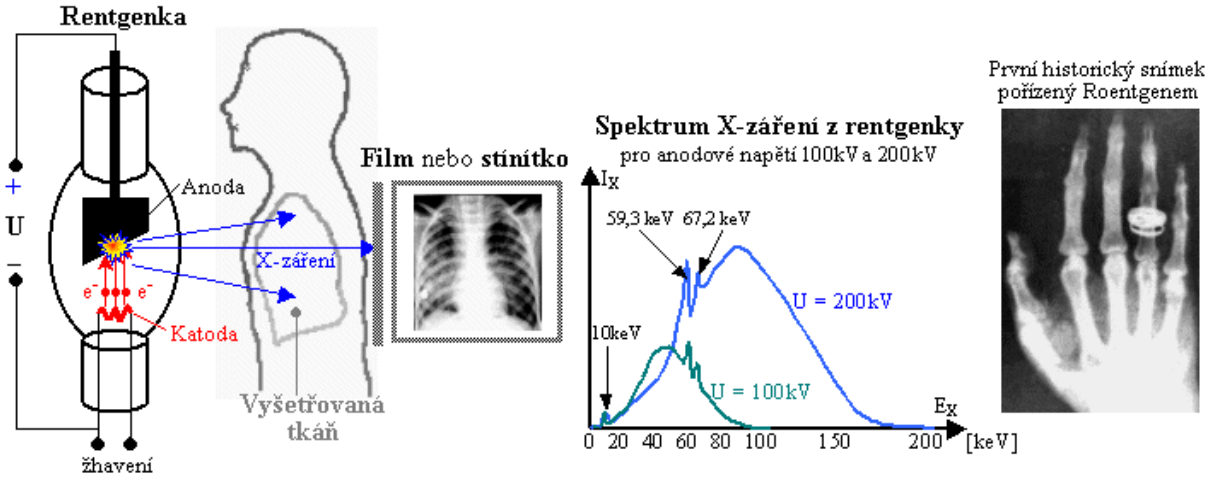
Rozsah použití pojízdných skiaskopických RTG zařízení je dán výraznou flexibilitou pohybů vlastního C ramene. Bez jejich nasazení je nyní nemyslitelná řada

chirurgických (zejména traumatologických, ortopedických) operací, endoskopických výkonů, ať už terapeutických, intervenčních nebo diagnostických. Se zvyšující se kvalitou skiaskopického obrazu oblíbenost těchto zařízení stoupá a v blízké budoucnosti bude jejich nasazení ještě výraznější.

1.3 IONIZUJÍCÍ – RENTGENOVÉ ZÁŘENÍ

Rentgenové záření je elektromagnetické vlnění, jehož vlnová délka je přibližně 0,01 – 0,05 nm. Prochází hmotou i vakuem, šíří se přímočaře, jeho intenzita slábne se čtvercem vzdálenosti od zdroje, má luminiscenční, fotochemický a biologický efekt a vyvolává ionizaci.

Rentgenové záření, jinak také nazývané záření X, vzniká v rentgence, což je umělý zdroj vytvořený člověkem. Rentgenka je skleněná, silně vyevakuovaná trubice, která obsahuje katodu (zápornou elektrodu) a anodu (kladnou elektrodu). Nažhavená katoda emituje elektrony. Množství emitovaných elektronů závisí na teplotě katody. Přivedením vysokého napětí na elektrody se dají elektrony kolem katody do velmi rychlého pohybu směrem k anodě. Urychlení elektronů je tím větší, čím větší je potenciál mezi katodou a anodou a tím také záření vzniklé na anodě má kratší vlnovou délku. Přibližně 99% kinetické energie letících elektronů se při nárazu na anodu přemění v teplo a pouze 1% v RTG záření. Interakcí elektronů s ohniskem anody vzniká primární záření.



Brzdné záření vzniká interakcí elektronu a jádra atomů anody. Jeho spektrum je spojité.

Charakteristické záření s čárovým spektrem je emitováno při přechodu elektronu v materiálu anody z excitovaného elektronového obalu atomu na nižší energetickou hladinu.

Sekundární záření vzniká ve hmotě ozářené primárním zářením a šíří se všemi směry. Vzniká ho tím víc, čím větší napětí použijeme, čím je snímkovaný objekt objemnější a ohrožuje osoby, které stojí v blízkosti ozařovaného objektu.

1.3.1 *VLASTNOSTI IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ*

1. Proniká hmotou. Při průchodem hmotou je záření X zeslabováno. Na zeslabení se podílí :

1. Absorpce je vysvětlována *fotoefektem* – foton předá veškerou svou energii elektronu atomu, na nějž narazil, a zaniká. Elektron je vyražen ze své slupky a buď vylétne mimo silové pole atomu a dojde k ionizaci, anebo zůstane v silovém poli atomu, vznikne vybuzený stav atomu a při návratu do klidového stavu je emitována energie závislá na výši energetické hladiny atomu, kam byl elektron vypuzen. Tudíž i při absorpci dochází ke vzniku sekundárního záření. Na principu absorpce RTG záření je založen vznik RTG obrazu.

2. Rozptyl klasický – při interakci fotonu a oběhového elektronu se elektron z dráhy nevychýlí, foton neztratí svou energii, ale vychýlí se z původního směru.

3. Comptonův rozptyl – při srážce fotonu s elektronem je elektron vyražen ze své oběhové slupky a foton ztratí část své energie a vychýlí se z původního směru.

Jak při klasickém, tak Comptonově rozptylu vyzařuje sekundární záření různými směry.

Při zvýšení napětí na rentgence dochází k růstu podílu *Comptonova rozptylu* a s ním spojený zvýšený podíl rozptýleného záření. Zároveň se s růstem podílu Comptonovsky rozptýlených fotonů zvyšuje radiační zátěž personálu.

4. Tvorba párů elektronů – vzniká při užití velmi tvrdého záření. Má-li foton větší energii než 1,02 MeV, může být zcela pohlcen v elektrickém poli atomového jádra, při čemž vzniká dvojice elektron a pozitron (elektron-pozitronový pár).

2. Luminiscenční efekt spočívá v tom, že RTG záření vyvolává při dopadu na některé látky jejich světélkování. Světélkuje-li látka jen při dopadu krátkovlnného záření, jedná se o fluorescenci. Světélkuje-li látka ještě nějakou dobu po dopadu záření, jde o fosforescenci.

3. Fotochemický efekt umožňuje zachytit rentgenový obraz na fotografický materiál.

4. Ionizace . Interakcí kvanta X s elektronem atomu může být elektron vyražen mimo silové pole atomu. Při tomto ději se poruší elektrická rovnováha atomu a vzniká iont.

5. Biologický efekt. (viz. Kapitola 1.3.2.1)

1.3.2 *OCHRANA PŘED IONIZUJÍCÍM ZÁŘENÍM*

Ochrana před ionizujícím zářením vychází z poznatků o biologických účincích ionizujícího záření, jeho vlivu na zdraví, z rozboru faktorů ovlivňujících výši ozáření a ze společenských principů, organizačních a právních zásad, jimiž je řízena ochrana zdraví ve společnosti.

Cílem radiační ochrany je vyloučit deterministické účinky záření a riziko stochastických účinků udržovat na rozumně přijatelné úrovni.

1.3.2.1 Biologické účinky ionizujícího záření

V počátcích užívání záření X nebyly ještě známy přesné účinky ionizujícího záření na živý organismus. Ti, kteří se jím zabývali, nepředpokládali, že by mohlo být nebezpečné a neužívali žádnou ochranu. Mnozí dokonce často levou rukou před trubicí ověřovali „kvalitu“ záření. Proto brzy po objevu paprsků X se začaly projevovat zdravotní komplikace (od chronické dermatitidy na rukou až po rakovinu) u osob

pracujících s tímto zářením. Řádově několik stovek z nich zemřelo na „ chorobu z povolání“ za hrozných podmínek, velmi často po amputacích. Kromě nebezpečí somatického bylo později odhaleno nebezpečí genetického poškození. A tak byla pomalu zaváděna opatření k ochraně před ionizujícím zářením. /11/

Biologická účinnost ionizujícího záření pro různé tkáně je různá. Stejná dávka různého druhu záření vyvolá v živém organismu různé následky. Účinky ionizujícího záření na živou hmotu lze definovat jako ionizaci a excitaci elektronů v atomech molekul v tomto prostředí a za současného absorbování energie. Na tento čistě fyzikální proces navazuje řada dějů podmíněných složitou organizací buňky. Nejdůležitější částí každé buňky je její reprodukční část – deoxyribonukleová kyselina (DNA). Při průchodu fotonové energie dochází k excitaci elektronů atomů a to vede k nestabilitě molekulární výstavby nukleových kyselin a posléze k jejímu trvalému poškození. Ionizující záření vyvolá v látce obecně celou řadu fyzikálních, chemických a biologických změn. /10/

Z hlediska dávky, účinků i ochrany před zářením rozlišujeme dva základní typy účinků – stochastické a deterministické. Z hlediska časového je dělíme na časné, pozdní a deceniální.

Deterministické účinky jsou takové, kdy účinek roste s růstem obdržené dávky záření. Tyto účinky lze vyloučit, nebude-li u daného organizmu překročena určitá (pro daný účinek specifická) prahová hodnota. Vznikají při vyšších efektivních dávkách, nebo při radiačních nehodách.

Stochastické účinky jsou takové, u nichž s dávkou roste míra účinku. Jakékoliv ozáření má tedy nenulovou pravděpodobnost vzniku. Příkladem jsou nádory indukované ozářením u ozářených jedinců a genetické změny, projevující se u následujících generací.

1.3.2.2 Legislativa

V roce 1928 byla na II. mezinárodním radilogickém kongresu ve Stockolmu ustanovena *Mezinárodní komise ochrany před zářením (ICRP)*, jenž je nezávislým odborným orgánem vytvořeným Mezinárodním radiobiologickým kongresem. Vychází ze zpráv Vědeckého výboru pro účinky atomárního záření (UNSCEAR), který zkoumá účinky záření na lidský organismus a poskytuje informace o stavu ozáření obyvatelstva a o biologických účincích záření. Úkolem ICRP je sledovat a vydávat doporučení a odborné podklady členským zemím, které jsou zpravidla základem pro právní předpisy a zákonné normy v ochraně před ionizujícím zářením.

V České republice ustanovují obecné požadavky na radiační ochranu:

- zákon č. 13/2002 Sb. O mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon), zákon s platností od 1.7. 2002 (novela zákona č. 18/1997 Sb.)
- vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb. O radiační ochraně
- vyhláška SÚJB č. 315/2002 Sb., kterou se mění vyhláška SÚJB č. 146/1997 Sb. stanovující činnosti, které mají bezprostřední vliv na jadernou bezpečnost, a činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany, požadavky na kvalifikaci a odbornou přípravu, způsob ověřování zvláštní odborné způsobilosti a udělování oprávnění vybraným pracovníkům a způsob provedení schvalované dokumentace pro povolení k přípravě vybraných pracovníků
- vyhláška SÚJB č. 214/1997 o zabezpečování jakosti při činnostech souvisejících s využíváním jaderné energie a činnostech vedoucích k ozáření a o stanovení kritérií pro zařazení a rozdělení vybraných zařízení do bezpečnostních tříd
- vyhláška SÚJB č. 319/2002 Sb. o funkci a organizaci celostátní radiační monitorovací sítě, ve znění vyhlášky č. 27/2006 Sb., kterou se mění vyhláška SÚJB č. 319/2002 Sb., (vyhláška je v novelizovaném znění účinná od 1. 2. 2006)

1.3.2.3 Veličiny používané v radiační ochraně

Ekvivalentní dávka „H_T “je součin radiačního váhového faktoru a střední absorbované dávky v orgánu nebo tkáni pro použité ionizující záření. Jednotkou je sievert [Sv].

Efektivní dávka „E“ je součet součinů tkáňových váhových faktorů a ekvivalentní dávky v ozářených orgánech nebo tkáních. Tkáňový faktor vyjadřuje rozdílnou radiosenzitivitu orgánů a tkání z hlediska pravděpodobnosti vzniku stochastických účinků. Jednotkou je sievert [Sv].

Dávkový ekvivalent „H“ je součin jakostního činitele a absorbované dávky v uvažovaném bodě tkáně. Jednotkou je sievert [Sv], rozměr [$J.kg^{-1}$].

Osobní dávkový ekvivalent „H_d“ je dávkový ekvivalent v daném bodě pod povrchem těla v měkké tkáni v hloubce „d“. Často se používá k limitování ozáření, a to v hloubce 10 mm (pro pronikavé záření). Osobní dávkový ekvivalent je základem pro stanovení radiační zátěže pracovníků se zářením. Jednotkou je $Sv.s^{-1}$.

1.3.2.4 Základní principy radiační ochrany

Radiační ochrana vychází ze současných poznatků o účincích ionizujícího záření a v praxi se řídí čtyřmi základními principy.

1. ***Odůvodnění radiační činnosti***

Jako podmínka je definováno v našem atomovém zákonu. Každý, kdo provádí činnosti vedoucí k ozáření, musí dbát na to, aby toto jeho jednání bylo odůvodněno přínosem, který vyváží rizika, která při těchto činnostech vznikají, nebo mohou vzniknout. Všechny druhy radiační činnosti musí být před svým prvním zavedením odůvodněny z hlediska ekonomických, společenských nebo jiných přínosů v porovnání se zdravotní újmou, kterou by mohly způsobit. /17/

Typy ozáření při činnostech

1. *Profesní ozáření* fyzických osob v souvislosti s výkonem práce při radiačních činnostech. Do této skupiny patří radiační pracovníci skupiny A a B.
2. *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 stanovené zvláštním právním předpisem

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.

3. *Ozáření obyvatelstva* se rozumí ozáření člena veřejnosti z radiačních zdrojů s vyloučením profesního a lékařského ozáření a ozáření z přírodních zdrojů záření (mimo přírodní zdroje, které jsou vědomě a záměrně využívány, a přírodní zdroje, které se vyskytují na pracovištích, na nichž není možné ozáření z těchto zdrojů zanedbat). /13/

2. Optimalizace radiační ochrany

Znám jako princip ALARA (As Low As Reasonable Achievable), který 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.

3. Nepřekročení limitů

Každý, kdo provádí činnosti vedoucí k ozáření, je povinen omezovat ozáření osob tak, aby celkové ozáření způsobené možnou kombinací ozáření z činností vedoucích k ozáření nepřesáhlo v součtu stanovené limity.

Limity ozáření jsou stanoveny ve vyhlášce SÚJB 307/2002 Sb. Jsou závaznými kvantitativními ukazateli pro celkové ozáření z radiačních činností, jejichž překročení není ve stanovených případech přípustné. Dělí se na:

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

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	**1 mSv/rok**	**100 mSv/5 roků** **50 mSv/rok**	**6 mSv/rok**
ekvivalentní dávka v oční čočce	**15 mSv/rok**	**150 mSv/rok**	**50 mSv/rok**
průměr. ekvivalentní dávka v $1cm^2$ kůže	**50 mSv/rok**	**500 mSv/rok**	**150 mSv/rok**
ekvivalentní dávka v prstech až předloktí a v chodidlech až po kotníky	**-**	**500 mSv/rok**	**150 mSv/rok**

Tab.č 2.1: Limity ozáření.

4. Zajištění bezpečnosti zdrojů

Bezpečnostní kultura musí usměrňovat přístupy a chování při používání zdrojů. Ochrana a bezpečnost zdrojů má být zajištěna řádným řízením, dobrou technikou, systémem zabezpečení jakosti a výcvikem a vzděláváním personálu.

Program zabezpečení jakosti byl zaveden k bezpečnému provozu zdrojů ionizujícího záření. Udává požadavky na kvalitu radiační ochrany a konkrétní činnosti. Zavedení systému jakosti umožňuje zprůhlednit informační toky, popsat pracovní činnosti, definovat odpovědnosti a pravomoci osob, stanovit postupy vzájemné spolupráce a odstranit zbytečné neproduktivní činnosti. Cílem programu zabezpečování jakosti je zajištění kvalitní diagnostiky na odpovídající úrovni při dodržení platných předpisů, zabezpečení ochrany před ionizujícím zářením pacienta i personálu a snížení dávek záření.

1.3.2.5 Ochrana personálu před ionizujícím zářením.

Pro redukci osobních dávek se využívají tři základní principy:

1. *Ochrana časem*

Osobní dávka je přímo úměrná času strávenému v blízkosti zdroje záření. Dávka má integrální charakter (pouze se přičítá a obdrženou dávku nelze nijak snížit, vyloučit), proto je třeba pamatovat, že aplikace dávky by měla být vždy co nejkratší.

2. *Ochrana vzdáleností*

Intenzita záření klesá se čtvercem vzdálenosti od zdroje (s druhou mocninou vzdálenosti), proto je třeba dodržovat vždy co možná největší odstup od zdroje záření a do primárního svazku záření, pokud je to možné, nevstupovat ani nevkládat končetiny. Vzájemné postavení rentgenky, zesilovače a lékaře (tzv. skiaskopická geometrie) hraje rovněž významnou roli při radiační zátěži. Při umístění rentgenky nad nemocným, je riziko záření vyšší, než když je pod stolem.

3. Ochrana stíněním

Ošetřující personál je ohrožen sekundárním zářením (rozptýleným zářením) vycházejícím z těla pacienta. Velikost dávky tohoto záření se exponenciálně snižuje s velikostí ozařovaného pole, proto vždy cloníme primární svazek záření co nejvíce.

Vliv tohoto záření omezujeme osobními ochrannými pomůckami, kterými jsou :

- Zástěry z olovnaté gumy s ekvivalentem 0,25 - 0,5 mm olova.
- Nákrčník z olovnaté gumy, který stíní radiosenzitivní štítnou žlázu.
- Ochranné brýle s olovnatým sklem s ekvivalentem olova 0,5 mm. Jejich nošení je prevencí radiační katarakty. Brýle musí mít rovněž stínění postranice.
- Přídatné clony a stíněné ochranné roušky.
- Ochranné rukavice, které mohou mít až 0,38 mm ekvivalent olova. Jsou určeny pro výkony prováděné v blízkosti svazku záření. Tyto rukavice jsou těžkopádné. Existují také chirurgické rukavice s příměsí olova.
- Pojízdné zástěny z olovnatého plechu s průhledovými okénky.

Mezi další opatření, které přispívají ke snížení radiační zátěže obsluhy, patří osobní dozimetrie (viz kapitola 1.3.2.7), její periodické vyhodnocování a přijímání opatření ke snížení dávek, pravidelná školení personálu v radiační ochraně, dostatečný počet personálu, aby bylo možné rozložit radiační zatížení na více osob, měření rozptýleného záření na vyšetřovnách apod.

1.3.2.6 Ochrana nemocného před ionizujícím zářením

Faktory ovlivňující radiační zátěž pacienta

- *Indikace k výkonu* – musí být uvážlivá a musí odpovídat diagnóze. Dle vyhlášky SÚJB 307/2002 Sb. za ni odpovídá indikující lékař a aplikující odborník.
- *Příprava nemocného* – jeho poučení a souhlas, příprava farmakologická, psychická a fyzická. Pacient dobře seznámený s výkonem a spolupracující = nižší radiační zátěž.
- *Legislativa* – dobrá znalost a dodržování legislativy = nižší radiační zátěž.
- *Přístrojové vybavení* – moderní přístrojové vybavení a technologie (pulzní skiaskopie, komplex technických úprav redukující dávky, automatická filtrace primárního svazku, ploché detektory, digitální zoom aj.) výrazně snižují radiační zátěž.
- *Personální obsazení* – je dáno legislativou. Radiační zátěž nemocných závisí na erudici, dovednostech, praktickém tréninku a na složení a dobré spolupráci celého týmu.
- *Zdravotní stav nemocných* – čím závažnější zdravotní stav nemocného, tím obtížnější a delší výkon, horší spolupráce a vyšší radiační zátěž.
- *Počty a spektrum prováděných výkonů* – na množství provedených výkonů, tj. na praxi týmu, závisí délka skiaskopického času i celého výkonu a tím i radiační zátěž. Čím širší spektrum výkonů, tím více hrozí, že se některé výkony budou provádět méně často, a to znamená vyšší riziko prodloužených skiaskopických časů a komplikací. Čím složitější a náročnější výkony, tím vyšší radiační zátěž pro nemocné.
- *Standardní vyšetřovací postupy* a jejich dodržování významně snižuje radiační zátěž nemocných i ošetřujícího personálu.

Zásady snižující radiační zátěž pacienta

Uvedené parametry musí být vždy v optimálním rozmezí s ohledem na ovlivnění výsledné kvality zobrazení. Při hledání způsobů snížení dávkového zatížení pacienta je vždy nutno upřednostnit kvalitu zobrazení.

- Dodržovat ohniskovou vzdálenost. S rostoucí vzdáleností ohnisko-kůže se snižuje dávka ve tkáních a orgánech v užitečném svazku.
- Důsledně dodržovat co nejkratší vzdálenost zesilovače od objektu.
- Snížení tloušťky zobrazované oblasti (komprese).
- Provádět skiaskopii pouze nezbytnou dobu a zásadně užívat pulzní skiaskopii, kontinuální jen na žádost lékaře a jen na dobu nezbytně nutnou.
- Přesně vyclonit primární clonou užitečný svazek záření a tím zmenšit velikost radiačního pole.
- Používat správnou filtraci. Zvýšením filtrace klesá dávka v kůži a méně významně v ostatních tkáních a orgánech.
- Zvýšení napětí rentgenky (kV) při snížení elektrického množství. 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.
- Snížení elektrického množství (mAs). 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).
- Relativní zesílení signálu zobrazení. Použití fólie s vyšším zesílením v kombinaci s filmem konstantní citlivosti umožňuje významnou redukci dávky pacienta.
- Správná volba projekce. Volit projekci tak, aby radiosenzitivní orgány byly co nejvíce vzdáleny od ohniska rentgenky.
- Radiosenzitivní orgány a tkáně (gonády, štítná žláza) je nutné stínit stínidlem o ekvivalentu nejméně 1 mm olova. Zvlášť významné je stínit gonády u dětí a dospělých v reprodukčním věku.

- Použití fixačních prostředků výrazně snižuje riziko pohybové neostrosti a tím i případné nutnosti opakovat ozáření.
- Ženy ve fertilním věku, pokud lze, mají být vyšetřeny v první dekádě menstruačního cyklu, abychom se vyhnuli radiačnímu poškození fétu. /8/

1.3.2.7 Dozimetrie

Dozimetrie je mladý samostatný vědní obor, který se zabývá měřením a sledováním dávek ionizujícího záření ve sledovaném prostředí. Monitorování ionizujícího záření a sledování osobních dávek personálu pracujícího s RTG zářením je uvedeno ve vyhlášce SÚJB 307/2002 Sb.

Osobní monitorování slouží k určení osobních dávek jednotlivých osob pracujících s ionizujícím záření. K zjištění expozice personálu se užívají filmové osobní dozimetry. Jsou to pouzdra (většinou červená) z umělé hmoty, v nichž je umístěno několik filtrů z mědi a olova o různých tloušťkách a citlivý bezfóliový film. Na přední straně pouzdra je malý kruhový otvor, který musí mířit od těla, aby jím mohlo vstoupit záření. Osobní dozimetr se nosí umístěn na referenčním místě (přední levá strana hrudníku) a při použití ochranné zástěry se umístí vně zástěry. Každý film je označen číslem, měsícem a značkou, jak film vložit do pouzdra. Filmy se odevzdávají k pravidelné kontrole. Pro pracovníky kategorie A (pracovníci by mohli obdržet efektivní dávku nad 6 mSv ročně nebo ekvivalentní dávku vyšší než 3/10 limitu ozáření pro oční čočku, kůži a končetiny) je kontrolní období pro vyhodnocování osobního dozimetru 1 měsíc. Vyhodnocování osobních dozimetrů provádí oprávněná dozimetrická služba – Celostátní služba osobní dozimetrie. Zde se film vyvolá a odečtou se dávky podle stupně zčernání.

Filmové dozimetry jsou nejčastěji používané. Vedle nich také existují např. signální, tužkové, prstenové dozimetry nebo dozimetry pro monitorování pracovišť.

1.3.2.8 Některé veličiny dozimetrie ionizujícího záření

Absorbovaná dávka D je podíl střední sdělené energie, předané ionizujícím zářením látce v malém prostoru a hmotnosti této látky. Dávka je tedy veličina, která charakterizuje absorpci energie v daném objemu. Jednotkou je joule na kilogram, pro který byl zaveden název gray [Gy].

Dávkový příkon je poměr přírůstku dávky za čas. Jednotkou je $Gy.s^{-1}$, často se dávkový příkon vyjadřuje v $mGy.h^{-1}$ nebo v $\mu Gy.h^{-1}$.

Kerma K je definována poměrem dE_k/dm, kde dE_k je součet počátečních kinetických energií všech nabitých částic uvolněných nabitými ionizujícími částicemi v určitém objemu látky o hmotnosti dm. Jednotkou kermy je, stejně jako jednotkou absorbované dávky, 1 Gy. Kerma se užívá jen v souvislosti s nepřímo ionizujícím zářením (záření gama, neutrony).

Kermový příkon – je přírůstek kermy dK za časový interval dt. Jednotkou kermového příkonu je $Gy.s^{-1}$.

Expozice X , definovaná výhradně jen pro vzduch , je dána poměrem dQ/dm, kde dQ je absolutní hodnota celkového elektrického náboje iontů jednoho znaménka vzniklých ve vzduchu při úplném zabrzdění všech elektronů a pozitronů, které byly uvolněny fotony v objemovém elementu vzduchu o hmotnosti dm. Jednotkou je coulomb na kilogram [$C.kg^{-1}$].

Veličina expozice je dnes v dozimetrické praxi určena jen pro etalonáž ionizujícího záření – místo ní se doporučuje používat kermu (dávku) ve vzduchu nebo ve tkáni.

Součin kermy a plochy (KAP) – je definován jako součin plochy užitečného svazku a kermy ve vzduchu na průřezu užitečného svazku, přičemž obě veličiny jsou měřeny ve stejné vzdálenosti od ohniska. Jednotkou KAP je $Gy.m^2$.

Podobnou veličinou je *součin dávky a plochy (DAP).* V rozsahu energií, které se používají v radiodiagnostice, jsou si hodnoty těchto dvou veličin rovny.

1.4 OPERAČNÍ SÁLY

Na operačních sálech musí být zajištěno přísně aseptické prostředí. *Asepse* je naprostá nepřítomnost mikroorganismů a choroboplodných zárodků, která má zabránit kontaminaci operační rány. Bakterie jsou přenášeny ve vzduchu vedle kapének téměř výhradně jen zvířeným prachem. Hlavním jejich nositelem je nečistota na předmětech a osobách. Pořádek a čistota na celém pracovišti a ochrana před zavlečením infekce jsou nezbytné pro uhájení asepse na operačním sále.

Operační oddělení se zřizují stranou od hlavního provozu a jsou izolované od okolí po stránce stavební i organizační. Tvoří uzavřený celek, jehož jádrem je jeden nebo více sálů obklopených pomocnými místnostmi. Pro bezprašnost sálů je důležité, aby do nich byl pouštěn jen čistý a pokud možno filtrovaný vzduch. Zde se významně uplatňuje klimatizační zařízení. Operační sály jsou dnes vybaveny přetlakovou klimatizací s filtrací vzduchu a baktericidními zářivkami. Velkým nebezpečím pro zavlečení infekce je hmyz. Před ním je nutno se chránit zavíráním dveří a okna přidružených místností musí být opatřena sítěmi. Další podporou asepse je rozdělení sálů podle druhu prováděných operacích. Po každém výkonu je proveden úklid sálu dezinfekčními prostředky s viricidním a baktericidním účinkem.

Vstup na operační oddělení je zpravidla jedinými dveřmi. V této vstupní přechodné oblasti jsou zřízeny *vstupní převlékací filtry*, kde se pracovník převlékne do čistého operačního úboru a přezuje do omyvatelné obuvi určené výhradně pro operační oddělení. Na operační sály se smí vstoupit jen v ochranné čepici, ústence a sálové obuvi.

K udržení optimálních podmínek pro aseptické operace je třeba kombinovat různé dezinfekční a sterilizační postupy s řadou ochranných technických a organizačních opatřeních. *Dezinfekce a sterilizace* slouží k předcházení a zabránění šíření infekce a nozokomiálních nákaz. *Sterilizace* je souhrn opatření, která vedou k usmrcení nebo odstranění všech mikroorganismů, včetně spór, hub a helmitů a jejich vajíček. Sterilizaci provádějí proškolení zdravotničtí pracovníci. *Dezinfekce* je soubor opatření, která zneškodňují mikroorganismy pomocí fyzikálních, chemických nebo

kombinovaných postupů, které mají přerušit cestu nákazy od zdroje k vnímavému jedinci. Postupy pro dezinfekci a sterilizaci uvádí vyhláška Ministerstva zdravotnictví 195/2005 Sb., kterou se upravují podmínky předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a hygienické požadavky na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče.

1.4.1 *RADIOLOGICKÝ ASISTENT NA OPERAČNÍM SÁLE*

Při vstupu na operační oddělení se radiologický asistent ve vstupním filtru přezuje a převlékne do čistých osobních ochranných prostředků určených pouze pro toto oddělení. Nos a ústa kryje ústenkou, hlavu, zejména vlasy, čepicí. Před rentgenovým zářením se chrání zástěrou a nákrčníkem z olovnaté gumy. Dozimetr si upevní na referenční místo vně ochranné zástěry.

Připraví si mobilní skiaskopický komplet na operační sál, kde bude operace probíhat a kde se již ostatní členové operačního týmu chystají k výkonu. C rameno otočí dle potřeby zesilovačem nahoru nebo dolů. Umístí obrazové monitory a RTG mobilní přístroj s C ramenem na požadované místo, propojí jednotlivé části skiaskopického kompletu, napojí rentgenové zařízení na elektrickou síť a to pouze do zásuvky vyhrazené pro RTG přístroje. Provede uzemnění příslušným kabelem (u starších RTG mobilních přístrojů), zapne zařízení a přesvědčí se o jeho funkčnosti.

Moderní RTG mobilní přístroje s C ramenem určené pro práci na operačním sále umožňují vepsat iniciály operovaného a důležitá data o operaci. RA tak učiní ještě před zahájením operace. Bude-li operováno dítě nebo osoba v produktivním věku (18-45 let), a je-li to možné vzhledem k typu operace, RA jej chrání zástěrou nebo rouškou z olovnaté gumy a nebo pouze vykryje gonády. Před zahájením skiaskopie se přesvědčí, že osoby, které bezprostředně nemusí prodlévat u pacienta, opustili místnost a všichni přítomni na sále použili ochranné pomůcky Operující lékaři a sestra instrumentářka si

oblékají ochranné zástěry pod sterilní plášť. Rameno se zesilovačem a rentgenkou musí být sterilně kryto.

Další postup se liší podle druhu prováděného výkonu. Jednotlivé výkony mají svá specifika. Vždy jde však o skiaskopickou kontrolu, která se realizuje po domluvě s operujícím lékařem. Je nezbytně nutné předem domluvit jasné pokyny, které bude operatér používat a RA se jimi bude řídit. Pro úspěšně a kvalitně provedenou operaci má velký význam, vedle odborné kvalifikace, výtečná spolupráce a velmi dobré vztahy celého operačního týmu.

Funkci RA na operačním sále ukončí operující lékař sdělením, že jeho další přítomnost není nutná. Radiologický asistent zhotoví potřebnou dokumentaci na některé přenosné medium nebo termopapír. Vypne rentgenový přístroj, odpojí ho od napájecí sítě i od uzemnění, rozpojí komponenty a uskladní ho na příslušné místo k tomu určené. O provedené činnosti učiní RA záznam.

1.4.1.1 Časté chyby a omyly

Zkušený radiologický asistent, jenž dobře zná jednotlivé postupy výkonů a práci na operačním sále, dokáže předejít častým chybám, omezit skiaskopický čas na minimum, čímž sníží radiační dávky pro personál i operovaného, a přispěje ke zkrácení času operace.

Moderní RTG mobilní přístroje s C ramenem určené pro operační skiaskopii jsou vybaveny mimo manuální ovládání i expoziční automatikou a režimem pulzního snímání. Pulzní režim automaticky přerušuje skiaskopii přibližně v sekundových intervalech, čímž výrazně snižuje dávku. Expoziční automatika nastavuje automaticky expozici dle tloušťky a složení snímkované oblasti. Má vlastní zkušenost s expoziční automatikou není dobrá, zejména při chirurgických operacích, kdy jsou použity kovové implantáty. Skiaskopický obraz bývá ve většině případů přeexponován nebo podexponován. Skiaskopii s expoziční automatikou použiji na začátku operace. Zjistím přístrojově udané hodnoty. Posoudím daný obraz a při další skiaskopii upravím

expoziční hodnoty dle potřeby. Tak dostanu kvalitní obraz pro operatéra a vyvaruji se zbytečných expozic.

Častou chybou bývá zbrklá skiaskopie ve chvíli, kdy C rameno ještě není v úplném klidu. Obraz je pak rozmazaný a neostrý a je nutno skiaskopii opakovat. Prodlužuje se tak skiaskopický čas, tím se zvyšuje i dávka záření a prodlužuje čas operace. Radiologický asistent musí být rozvážný, klidný a své prodlení operatérovi zdůvodní. Exponuje až ve chvíli, kdy C rameno je naprosto nehybné.

Další problém je se správnou centrací. Zejména při operacích kyčle nebo břicha. Sterilní krytí komplikuje orientaci a přesnou lokalizaci snímkované oblasti. Zde mnohdy nestačí ani zkušenost RA. V těchto případech má své uplatnění spolupráce operujícího lékaře, který ze své pozice snadno lokalizuje oblast zájmu. Není ostudou požádat lékaře o informaci o pozici snímkované části těla, a tak se vyhnout zbytečné expozici při hledání správné polohy.

Důležité je také umístění monitoru na místo, odkud ho může dobře sledovat operatér i RA. RA tak může pohotově reagovat na kvalitu skiaskopického obrazu a zajistit ji tím co nejlepší. Jakost obrazu vylepšuje až při následující skiaskopii.

Podstatná pro operujícího lékaře je poloha skiaskopického obrazu na monitoru. Některé přístroje umožňují otočení obrazu bez skiaskopie. Jiné ke kontrole změny polohy obrazu potřebují skiaskopii. U takových je nezbytné, aby RA znal požadovanou polohu obrazu a předem ji nastavil bez nadbytečné expozice.

Často jsou aplikovány bočné projekce, při kterých svazek ionizujícího záření je namířen proti obsluhujícímu radiologickému asistentovi. V takovém případě je vhodné použít dálkový stykač a postavit se co nejdále tomuto svazku. Dálkový stykač je vhodné užít pokaždé, dovolují-li nám to okolnosti. Vždy je třeba se zdržovat co nejdále od zdroje ionizujícího záření, intenzita záření, a tím i dávkový příkon, jsou nepřímo úměrné druhé mocnině vzdálenosti od zdroje záření.

Dbáme na to, aby operující lékař neponechával své ruce ve svazku ionizujícího záření, pokud to není nezbytně nutné.

Některé přístroje umožňují poskytnou obraz v negativu i pozitivu. Náležitě proškolený RA tento fakt zná a poskytne operatérovi příslušný výjev.

Základní je dodržování asepse. Části C ramene, které přicházejí do styku s operovanou oblastí jsou opatřeny sterilním krytem. RA je při manipulaci s C ramenem ostražitý a dbá o udržení sterility.

1.4.2 *TRAUMATOLOGIE*

1.4.2.1 Rozdělení zlomenin

Zlomeninu (frakturu) lze definovat jako porušení kontinuity kostí. Dochází k ní působením síly, která překračuje pevnost a pružnost dané kosti. Tyto síly mohou být ohybové, kompresní, torzní, avulzní a střižné. Zlomeniny vznikají působením přímé síly nebo nepřímého mechanismu. Frakturou může být postižena kterákoliv kost lidského těla.

Zlomenina může být *úplná* nebo *neúplná* ve formě infrakce nebo subperiostální zlomeniny (dětské fraktury). /12/ Zlomeniny se dělí na *zavřené* (fraktura bez porušení kůže) a *otevřené* (zlomenina komunikuje se zevním prostředím). Dále se zlomeniny dělí na *traumatické* (způsobeny vlivem úrazu) a *patologické* (vzniklé působením kostních tumorů, metastáz, chronických zánětů). Podle *průběhu lomu* lze zlomeniny rozdělit na příčné, vertikální, šikmé, spirální, tangenciální a avulzní (kostní úlomek je oddálen tahem šlachy nebo vazu)*, podle počtu úlomků* na dvou-, tří-, čtyř- a víceúlomkové – kominutivní fraktury (tříštivá zlomenina - více jak tři fragmenty). U dlouhých kostí se rozlišují fraktury *podle lokalizace* na zlomeniny baze, diafýzy, proximálního nebo distálního konce. Klinicky významné je dělení zlomenin na *nedislokované* a *dislokované.*

Pro hodnocení zlomenin pohybového aparátu se užívají různé klasifikace, jejichž cílem je zařadit zlomeninu podle typu, lokalizace a závažnosti. Nejčastěji se uplatňují AO klasifikace, u kterých je konkrétní typ zlomeniny vyjádřen kódem složeným z číslic a písmen, který vychází z rentgenového nálezu. V základní formě je kód čtyřmístný. První dvě pozice určují lokalizaci zlomeniny. První udává postiženou kost, druhá určuje poraněnou etáž. Třetí a čtvrtá pozice stanovuje typ zlomeniny,

přičemž je dodržen princip růstu závažnosti poranění. V určování závažnosti zlomenin hraje kromě typu fraktury klíčovou úlohu také rozsah poranění měkkých tkání.

1.4.2.2 Diagnóza a léčba zlomenin

Diagnóza je často patrná na první pohled**.** Výrazná bolestivost, otok, hematom a krepitace jsou provázeny patologickou pohyblivostí. Rozhodující úlohu při stanovení typu a rozsahu poranění pohybového aparátů má vyšetření rentgenologické. Mezi základní zobrazovací metody patří rentgenový snímek prováděný zpravidla ve dvou na sebe kolmých projekcích (předozadní nebo zadopřední a bočné), počítačová tomografie, magnetická rezonance a ultrazvukové vyšetření. Rentgenové snímky prokáží nebo vyloučí frakturu, určí postavení úlomků, typ a přibližné stáří zlomeniny. U komplikovaných zlomenin se provádí CT, jehož význam stále narůstá, zejména u zlomenin lbi, obratlů a nitrokloubních zlomenin. Na operačním sále se pod skiaskopickou kontrolou mobilními RTG přístroji s C ramenem provádějí osteosyntézy, některé extrakce kovových implantátů, repozice a kontrolní snímky po přiložení fixace.

Zlomeniny se léčí *konzervativně* nebo *operativně.* Obě metody se do jisté míry prolínají a doplňují. Léčba závisí na typu zlomeniny a zdravotním stavu pacienta. *Konzervativní léčba* spočívá v repozici a následné fixaci sádrovým nebo plastovým obvazem, ortézou apod. Nekrvavá repozice se provádí v lokální nebo celkové anestezii, nebo i bez anestezie. Po repozici v místní anestezii a nebo bez lokálního znecitlivění se provádí kontrolní rentgenový snímek ve dvou na sebe kolmých projekcích. Nekrvavá repozice v celkové anestezii probíhá na operačním sále pod skiaskopickou kontrolou. Konzervativní léčba je indikována u nedislokovaných zlomenin nebo u nepatrných dislokací a u stabilních zlomenin. *Operativní léčba* zahrnuje repozici a spojení úlomků

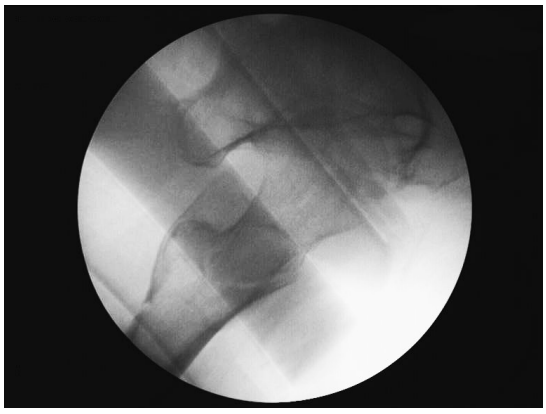
pomocí implantátů (osteosyntéza). Existuje celá řada různých typů implantátů. Lze je rozdělit na *intraoseální* (intramedulární hřeby, svazky Kirschnerových drátů), *extraoseální* (šrouby, dlahy, cerkláže). /12/ K operační léčbě jsou indikovány dislokované, nestabilní nebo tříštivé zlomeniny. Po provedení stabilní osteosyntézy ve většině případů není nutno přikládat sádrovou fixaci. Samostatně stojí *léčba zevními fixatéry*, kde je docíleno repozice trvalým tahem. Implantáty jsou kotveny do kosti mimo oblast poškození a stabilitu úseku zajišťují extrakorporální složky fixatéru. Používají se u otevřených zlomenin, u infikovaných pakloubů a někdy u hrubě tříštivých zlomenin kloubních konců.

1.4.2.3 Zlomeniny dolních a horních končetin a jejich operační léčba

Na chirurgickém operačním sále v Nemocnici Chrudim, odkud jsem čerpala informace a postřehy pro účely bakalářské práce, se provádí pod skiaskopickou kontrolou léčba zlomenin horních a dolních končetin.

Zlomeniny proximálního femuru

Četnost zlomenin proximálního femuru roste s věkem. Zlomeniny u starších lidí jsou často spojeny s osteoporózou a k jejich vzniku postačí jen nepatrné násilí (zakopnutí nebo uklouznutí s následným pádem). Častěji jsou touto zlomeninou postiženy ženy (80%), protože je u nich vyšší výskyt osteoporózy a vyšší hodnota kolodiafyzárního úhlu. Oproti tomu u mladých lidí je potřeba ke vzniku zlomeniny proximálního femuru velmi silné násilí na celou oblast velkého trochanteru nebo přeneseně na dlouhou osu femuru. Zlomeniny proximálního femuru lze podle anatomické lokalizace rozdělit na *zlomeninu hlavice* (jsou velmi vzácné), *zlomeninu*

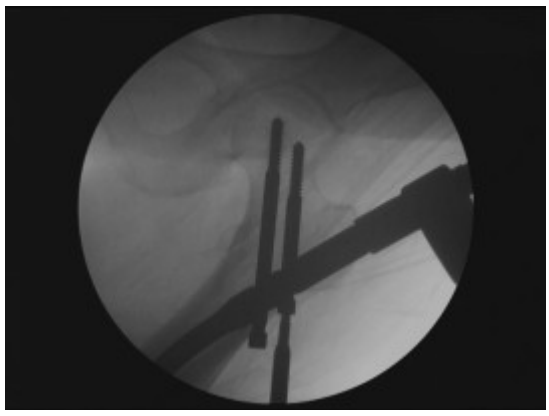


krčku femuru (tvoří 45% zlomenin proximálního femuru) a *zlomeniny trochanterické oblasti* (tvoří 54% zlomenin proximálního femuru). /12/

U zlomenin krčku femuru s dislokací u starších pacientů je metodou léčby aloplastická náhrada ve formě cervikokapitální (CKP) nebo totální endoprotézy . Cervikokapitální endoprotéza je náhrada krčku a hlavice femuru při zachování jamky acetabula. Totální endoprotéza představuje současnou náhradu krčku, hlavice a kloubní jamky acetabula. Kloub je tedy nahrazen celý. Tato operace se většinou provádí bez skiaskopické kontroly.

K operativní léčbě zlomenin krčku femuru bez dislokace a nebo u mladých pacientů se používá dynamický skluzný šroub (DHS- dynamic hip screw). Indikací k této metodě jsou také stabilní trochanterické zlomeniny. Princip DHS spočívá v zavedení silného šroubu do středu krčku a hlavice femuru. Na jeho bazi je navlečeno pouzdro dlahy, které umožňuje skluz šroubu a kompresi kostních úlomků proti sobě. Dlaha je fixována dalšími šrouby k dialýze femuru. Osteosyntéza se někdy doplňuje samostatným spongiozním šroubem, který je zaveden paralelně se šroubem skluzným a eliminuje možné rotační a torzní pohyby v místě zlomeniny. /12/ V některých indikovaných případech lze použít pouze OS spongiozní šrouby.

Trochanterické zlomeniny postihují oblast obou trochanterů. Podle vztahu k velkému a malému trochanteru se dělí na pertrochanterické a subtrochanterické zlomeniny. Většina trochanterických fraktur má charakter tříštivé zlomeniny. Hlavní lomná linie vždy přerušuje „Adamsův oblouk“ (zesílená mediální kortikális krčku, která začíná na úrovni malého trochanteru), který tvoří významnou nosnou strukturu. Podle anatomického tvaru zlomeniny se rozlišuje stabilní a nestabilní typ zlomeniny. Nestabilní trochanterické zlomeniny jsou hlavní indikací k použití proximálního femorálního hřebu (PFN- proximal femoral nail), který je k dispozici v různých délkách a je tvarově přizpůsoben hornímu konci femuru. Hřeb se



zavádí z vrcholu velkého trochanteru do dřeňové dutiny. Z laterální strany je zaveden skrz hřeb šroub do krčku femuru a paralelně nad něj se zavádí další šroub nebo antirotační pin. Distální konec hřebu se zajistí zajišťovacím šroubem.

Zlomeniny diafýzy femuru

Jako zlomeniny diafýzy femuru se označují fraktury v oblasti od distálního okraje malého trochanteru po linii procházející 10 cm nad kolenem. Tyto zlomeniny vznikají silným nepřímým i přímým násilím, nejčastěji při dopravních nehodách, při průmyslových úrazech, při pádu z výšky nebo při sportu. Přímé násilí vede ke vzniku zlomenin příčných nebo šikmých, jednoduchých nebo tříštivých. Při nepřímém násilí vznikají vlivem ohybových a torzních sil zlomeniny spirální. /12/

Základem léčby těchto zlomenin je operační osteosyntéza. K ošetření zlomenin diafýzy femuru se používá femorální nitrodřeňový hřeb, který je vyráběn v různých délkách i průměrech. Zavádí se antegrádně z otvoru trepanovaného do velkého trochanteru a nebo retrográdně z artrotomie přes kolenní kloub. Hřeb je na obou koncích zajištěn šrouby, které procházejí skrze něj a obě kortikális femuru. U tříštivých zlomenin se používá k léčbě osteosyntéza dlahovou technikou, jenž umožňuje dokonalou repozici a retenci fragmentů.

Zlomeniny distálního konce femuru

Zlomeniny distálního konce femuru se vyskytují u mladých jedinců jako součást polytraumat a u starších jedinců jako forma osteoporotických zlomenin. Tyto zlomeniny mohou být suprakondylické, s odlomením jednoho kondylu nebo s odlomením obou kondylů. Dle typu fraktury se odvíjí operační řešení.

Ke stabilizaci suprakondylické zlomeniny se používá antegrádně či retrográdně zavedený zajištěný nitrodřeňový hřeb nebo kondylární dlaha v kombinaci se skluzným šroubem (DCS šroub). Při stabilizaci monokondykární zlomeniny se nejčastěji používá osteosyntéza pomocí dvou kanylovaných šroubů. Zlomeniny diakondylické patří mezi technicky obtížně řešitelné fraktury. Ke stabilizaci lze použít retrográdní nitrodřeňový

hřeb, kondylární dlahu v kombinaci se skluzným šroubem, podsuvnou úhlově stabilní dlahu (LISS dlaha) nebo podpůrnou dlahu (Butress plate).

Zlomeniny pately

Fraktura pately ve většině případů vzniká přímým působením (pádem) na koleno. Zlomeniny se dělí podle charakteru lomné linie na jednoduché a kominutivní. Podélná zlomenina se většinou operativně neřeší. Indikací k chirurgické léčbě je zlomenina příčná, neboť patela je součástí úponové šlachy musculus quadriceps femoris, jehož tahem vzniká typická dislokace zlomeniny čéšky.

Jednoduché zlomeniny se po repozici stabilizují izolovanými šrouby nebo tahovou cerkláží pomocí dvou paralelních Kirschnerových drátů (K dráty) přes fragmenty zlomeniny (kolem K drátů do osmičky obmotaný drát se zauzlováním kličky nahoře).

Zlomeniny proximální tibie

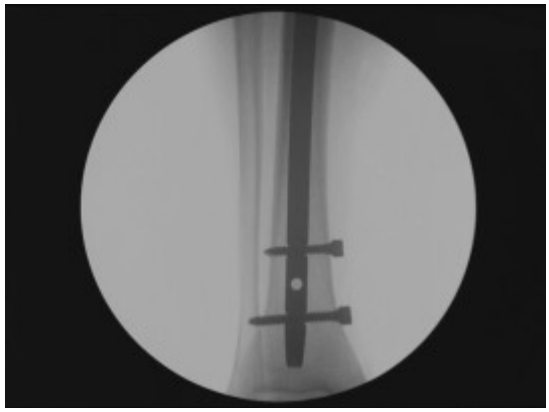
Zlomeniny proximální tibie vznikají nejčastěji přímým mechanismem (pád, boční náraz do kolena, náraz na palubní desku). Tyto fraktury se dělí na extrartikulární zlomeniny, částečně intraartikulární (monokondylární) zlomeniny a intraartikulární (bikondylární) zlomeniny. Terapeutický postup závisí na typu zlomeniny.

Většina fraktur je indikována k operační léčbě. Principem terapie je repozice fragmentů a následná stabilizace pomocí kompresních kanalizovaných šroubů nebo podpůrné dlahy, která se přikládá z laterální strany. U zvlášť komplikovaných zlomenin se nakládají dokonce dlahy dvě – z mediální a laterální strany.

Zlomeniny diafýzy tibie a fibuly

Ke zlomeninám dochází přímým nebo nepřímým mechanismem vlivem rotace a páčení. Může jít i o kombinaci obou příčin. Většinou vznikají zlomeniny obou kostí bérce, avšak při působení přímého násilí může dojít k fraktuře pouze jedné kosti. Zlomeniny diafýzy tibie mohou být jednoduché, s iterfragmentem nebo složité kominutivní zlomeniny.

Operační výkon se provádí většinou pouze na tibii, fibula nemá kromě oblasti zevního kotníku nosný význam, proto se ponechává bez stabilizace. Dominantní metodou při stabilizaci je nitrodřeňový hřeb, který je zajištěn na proximálním i distálním konci pomocí příčně zavedených šroubů, které současně procházejí přes kost a otvor implantátu. U tříštivých zlomenin se používá dlahová metoda. Dlahy jsou zaváděné z krátkých incizích a kotvené úhlově stabilními šrouby. Při otevřených zlomeninách v této oblasti se nejčastěji využívají zevní fixatéry.



Zlomeniny hlezna

Zlomeniny v oblasti hlezna patří mezi nejčastější fraktury na dolní končetině. Vznikají zpravidla kombinací pádu na hlezno a násilné rotace. Fraktury hlezna se dělí podle vztahu k syndesmóze (Weber):

A – fibula je zlomena pod úrovní kloubní štěrbiny (pod úrovní syndesmózy). Je-li současně odlomen mediální kotník, jde o zlomeniny bimaleolární.

B – linie lomu na fibule prochází ve výši syndesmózy, která je poškozena až v 65% případů. Mediální kotník nebo déltový vaz je poraněn vždy.

C – fibula je poraněna nad úrovní syndesmózy, která je vždy tangována. Mediální kotník je odlomen, v případě odlomení zadní hrany tibie (Volkmanův trojúhelník) vzniká „trimaleolární“ zlomenina. /12/

K operační terapii jsou indikovány nestabilní a dislokované zlomeniny. Mezi používané metody osteosyntézy patří Kirschnerovy dráty, tahová cerkláž, tahové šrouby, dlahová osteosyntéza a rekonstrukce ligamentózního poranění suturou vstřebatelnými stehy (PDS vlákno). Často se kombinují různé metody osteosyntézy a jejich použití se odvíjí od typu fraktury. Při zlomenině nad syndesmózou se provádí terapie dlahovou metodou. Dlaha je vytvarována dle anatomického průběhu tibie a fixována šrouby na několika místech. Při poranění syndesmózy se používá suprasyndesmální šroub. U jednodušších zlomenin lze použít spongiózní šroub a Kirschnerovy dráty. Na frakturu zadní hrany se používá kortikální šroub s podložkou.

Zlomeniny pylonu tibie

Zlomeninami pylonu jsou nazývány zlomeniny distální tibie. Mohou být extraartikulární, částečně intraartikulární a nebo kompletní intraartikulární zlomeniny. Vznikají axiálním násilím při doskocích nebo pádech se zaklíněním hlezna a nohy.

U dislokovaných a tříštivých zlomenin je indikována otevřená revize a stabilizace anatomicky předtvarovanými dlahami (LCP dlahy). V případě tříštivých zlomenin s kostním defektem se výkon doplňuje spongioplastikou z lopaty kosti kyčelní. U jednoduchých zlomenin je možno použít nitrodřeňový hřeb.

Zlomeniny metatarzů a článků prstů dolní končetiny

Zlomeniny metatarzů a článků prstů vznikají většinou přímým působením – pádem břemena na dorzum nohy, přejetím či doskokem na flektovanou nohu,

zaklíněním nohy při dopravních úrazech. Nepřímým mechanismem vzniká avulze baze V. metatarzu. Zvláštním typem zlomeniny jsou tzv. únavové (pochodové) zlomeniny (II.-IV. metatarz), které vznikají opakovaným přetěžováním. /12/

Dislokované zlomeniny se řeší operativně technikou transfixace pomocí Kirchnerových drátů a nebo se ke stabilizaci zlomenin používají malé dlahy.

Zlomeniny proximálního konce humeru

Nejčastější příčinou zlomeniny proximálního konce humeru je přímý náraz na rameno nebo pád na nataženou končetinu. Tyto zlomeniny se rozdělují (AO – Neer) na:
A - extraartikulární zlomeniny s jednou linií lomu (dvojfragmentové zlomeniny). Nejčastěji postihují chirurgický krček nebo velký hrbol.
B – extraartikulární zlomeniny se dvěma lomnými liniemi (třífragmentové zlomeniny). při nichž zůstává hlavice humeru celistvá.
C – intraartikulární zlomeniny hlavice (čtyřfragmentové zlomeniny).
Extraartikulární zlomeniny mají dobrou prognózu na rozdíl od intraartikulárních, které jsou provázeny kompletním přerušením cévního zásobení hlavice. /12/

K operační léčbě jsou indikovány především zlomeniny typu B a C. Vždy je nutné přihlédnout k míře dislokace, věku pacienta a stupni osteoporózy. Dislokované zlomeniny se operují u mladých pacientů. U sešlých pacientů se zlomeniny většinou řeší konzervativní léčbou. K operační terapii se využívají speciální dlahy (nejvýhodnější zamykatelná kompresní dlaha), proximální humerální hřeb, miniosteosyntéza šrouby a Kirschnerovými dráty. V indikovaných případech se provádí primární náhrada endoprotézou.

Zlomeniny diafýzy humeru

Diafýza humeru je vymezena proximálně horní hranicí úponu musculus pectoralis maior a distálně končí 4 cm nad loktem. /12/ Jako mechanismus úrazu se uplatňuje přímé působení (pád nebo prudký úder na paži). Při těchto zlomeninách dochází k dislokaci fragmentů vlivem tahů svalů upínajících se na humerus (musculus pectoralis maior, musculus deltoideus, musculus triceps brachii). Fraktury diafýzy

humeru se rozdělují na jednoduché (spirální, šikmé, příčné), klínovité (spirální klín, ohybový klín, klín fragmentován na více kusů) a složité kominutivní zlomeniny (spirální typ, etážové zlomeniny, hrubě tříštivé zlomeniny).

Indikací k operačnímu řešení jsou otevřené zlomeniny, zlomeniny jako součást polytraumat nebo oboustranné zlomeniny pažní kosti, zlomeniny komplikované vaskulárním poraněním končetiny, zlomeniny provázené plegií radiálního nervu, ale také patologické zlomeniny, pseudoartrózy a především zlomeniny s velkou distrakcí fragmentů. Primární metodou volby je v současnosti intramedulární osteosyntéza zajištěným hřebem. Výhodou hřebu je především to, že šetří periostální cévní zásobení. Implantát se zavádí z oblasti ramene nebo lokte. Při zavádění se využívá technika zavřené repozice. Daleko menší uplatnění při operační léčbě zlomenin diafýzy humeru má nyní dlahová osteosyntéza (např. „DCP dlaha“ – dynamic compression plate).

Zlomeniny distálního konce humeru

Zlomeniny dolního konce humeru jsou způsobené přímým pádem na loketní kloub nebo nepřímo při pádu na dorzálně flektované zápěstí při semiflexi lokte. Podle intenzity a směru působícího násilí, podle pevnosti kosti, stupně osteoporózy a kvality vazivového a svalového aparátu vznikají různé varianty zlomenin distálního humeru. Jsou to extraartikilární zlomeniny (avulzní a suprakondylické), částečně intraartikulární zlomeniny a kominutivní intrartikulární zlomeniny. /12/

Léčba zlomenin distálního humeru u dospělých je především operační, protože většina fraktur je provázena výraznou dislokací vlivem tahů svalů upínajících se na oba epikondyly humeru. K osteosyntéze se používají malé dlahy (žlábkové, rekonstrukční, dynamické kompresní) určené speciálně pro distální konec humeru, které lze modelovat dle anatomického tvaru kosti. Dlahy se přikládají na radiální straně z boku, na ulnární straně zezadu a zajišťují se potřebným množstvím různě dlouhých šroubů. V indikovaných případech lze použít malé kortikální a spongiózní šrouby (výhodné jsou především šrouby kanylované).

Zlomeniny proximálního radia

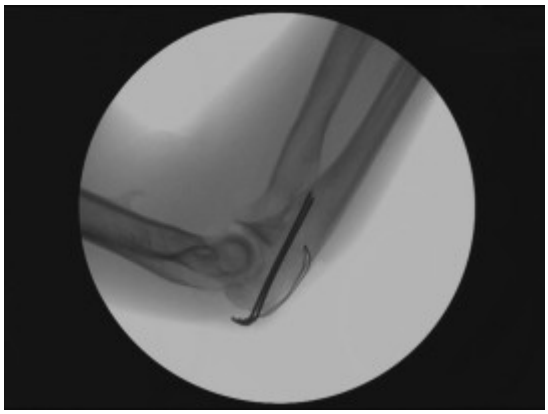
Zlomeniny proximálního konce radia se rozlišují na zlomeniny krčku radia a zlomeniny hlavice radia s jednoduchým vertikálním zlomem a nebo víceúlomkové zlomeniny hlavice. Příčinou vzniku nejčastěji bývá přímý náraz na loket z radiální strany nebo pád na extendované předloktí s rukou v krajní pronaci.

Dislokované zlomeniny se řeší otevřenou repozicí a stabilizací malými šrouby nebo dlahou. Snahou je rekonstruovat kloubní plochu a provést záchovný výkon. Exstirpace hlavice radia a její náhrada endoprotézou je indikována jen výjimečně v případě tříštivé zlomeniny. Podmínkou exstirpace je dobrý stav ligamentózního aparátu, jinak hrozí valgózní deformita lokte.

Zlomeniny proximální ulny

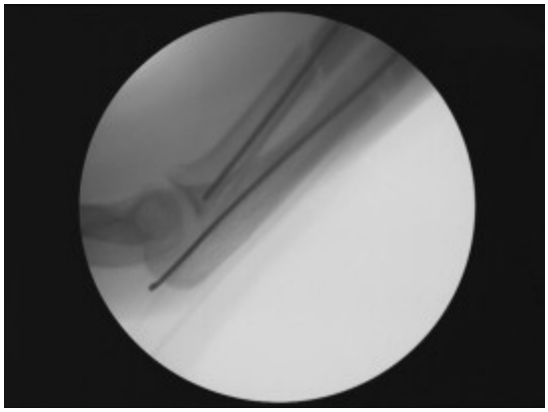
Proximální konec ulny je velmi exponované místo, které bývá často postižené zlomeninami způsobenými přímým pádem na loket. Typickou zlomeninou v této oblasti je intraartikulární fraktura olekranonu. Tyto zlomeniny se rozdělují podle průběhu lomné linie. Méně častá je zlomenina processus coronoideus ulnae. Většinou jde o doprovodnou zlomeninu při zadní luxaci lokte. Izolovaně se vyskytuje vzácně. Tyto zlomeniny se dělí podle velikosti úlomků z processus coronoideus.

Intraartikulární zlomeniny olecranonu jsou indikovány k operační terapii. Metodou volby je tahová kompresní osteosyntéza. Nejčastěji se využívá stabilizace tahovou cerkláží (2 Kirschnerovy dráty zavedené z proximálního fragmentu přes lomnou linii, doplněné tahovou kličkou). V případě kominutivních zlomenin se využívá stabilizace přemosťující neutralizační dlahou. Při zlomeninách processus coracoideus se může větší fragment podílet na nestabilitě lokte a omezovat konečnou fázi flexe. Je-li fragment velký. Je indikována syntéza šroubem. /12/



Zlomeniny obou kostí předloktí

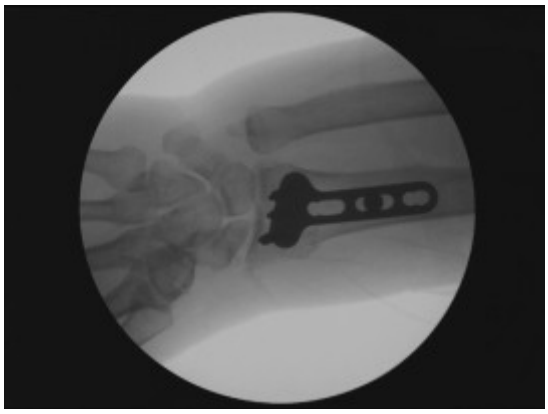
Ve většině případech převládají zlomeniny obou předloketních kostí (ulny a radia), nejčastěji s motýlovým meziúlomkem. Často jde o otevřené zlomeniny (v 15%). Jejich typickou lokalizací je distální polovina předloktí. /12/ Nejčastějším mechanismem vzniku je přímý náraz (havárie na motorce, úder baseballovou pálkou) nebo nepřímý mechanismus (pád na ruku). Izolované zlomeniny radia a ulny vznikají v menší míře. Vznikají nejčastěji přímým mechanismem (úderem nebo nárazem na cizí předmět). Podle charakteru lomné linie se fraktury předloketních kostí dělí na jednoduché zlomeniny, klínovité zlomeniny (obsahují meziúlomek), komplexní zlomeniny (obsahují kominutivní zónu).



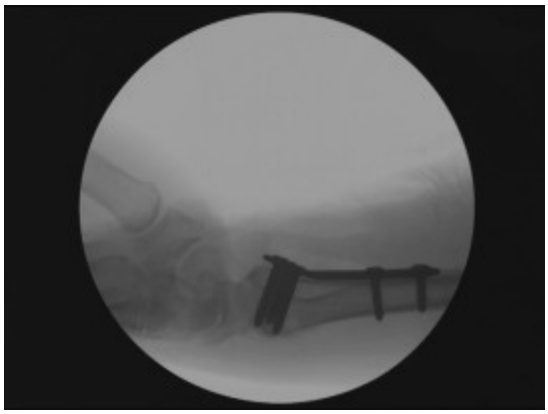
Současným trendem je operační léčba, protože výsledky konzervativní léčby nebývají uspokojivé. Jako metoda fixace se používá dlahová osteosyntéza (AO dlaha, LCP dlaha) nebo intramedulární hřeby (zajištěné hřeby). Při izolovaných zlomeninách je operační léčba indikovaná u dislokovaných fraktur ulny, u dislokovaných fraktur proximálních dvou třetin radia a u všech zlomenin distální třetiny radia (vetšinou varianta Galazziho zlomeniny). Důvodem operačního řešení zlomenin distálního konce radia je velká síla, kterou vyvíjejí úpony svalů a tím způsobí posun fragmentů v sádře i u původně nedislokované zlomeniny. I po stabilní osteosyntéze se přikládá sádrová fixace na prvních 5 -7 dnů po operaci.

Zlomeniny distálního radia

Zlomenina distálního radia je nejčastějším typem zlomeniny v dětském i dospělém věku. Typicky vzniká nepřímým mechanismem – pádem na lehce pronovanou ruku v dorzální nebo volární flexi zápěstí. Tyto fraktury se dělí na extraartikulární, částečně intraartikulární a kominutivní intraartikulární zlomeniny. Ve více než 80 % se řeší zlomeniny distálního radia konzervativně. /12/ Nekrvavá repozice se provádí v lokální nebo celkové anestezii. Při místním znecitlivění se používá lokální anestetikum, kterým se infiltruje oblast periostu zlomeniny. Po vyrovnání anulace se zlomenina fixuje dorzální sádrovou dlahou nebo cirkulární, volárně rozšířenou sádrou. Sádrový obvaz je nutno vypodložit tenkou vrstvou vaty pro prevenci kompartment syndromu. Po repozici a naložení fixace se provádí vždy kontrolní rentgenový snímek ve dvou na sebe kolmých projekcích. V celkové anestezii se provádí repozice přímo pod skiaskopickou kontrolou na operačním sále. Skiaskopická kontrola umožňuje průběžnou kontrolu postavení úlomků. V optimálním postavení úlomků se přiloží dorzální sádrová dlaha. Po zhotovení fixace je proveden kontrolní snímek reponované končetiny v obou na sebe kolmých projekcích.



Při neuspokojivém postavení fragmentů po repozici, při opakované redislokaci a u nestabilních zlomenin je indikováno operační řešení. Ke stabilizaci zlomenin distálního radia se používá perkutánní fixace Kirschnerovými dráty, osteosyntéza tahovými šrouby zavedenými z drobných incizí nebo otevřená repozice fragmentů a dlahová osteosyntéza dlahou LCP (Locking Compression Plate). Dlaha LCP má speciální otvory, ve kterých se hlavička šroubu pevně „uzamkne“. Tím se šroub vůči



dlaze stává úhlově stabilní. Osteosyntéza pomocí dlahy LCP je stabilní i v případě osteoporózy.

Zlomeniny karpálních kůstek

Ke zlomeninám karpu dochází zřídka. Nejčastější zlomeninou zápěstních kůstek je zlomenina os scaphoideum. Poranění je typické pro sportovce (většinou mladé muže). Úraz vzniká převážně nepřímým mechanismem – pádem na dorzálně flektovanou dlaň při natažené končetině v loketním kloubu. Z hlediska lokalizace lomné linie se zlomeniny nejčastěji vyskytují ve střední třetině (75 %), méně často v proximální třetině (20 %) a nejméně v distální třetině (5 %). Z praktického hlediska vyhovuje dělení zlomenin scaphoidea na dislokované a nedislokované.

Dislokované zlomeniny jsou indikovány k operační léčbě. Nekrvavá repozice dislokované zlomeniny scaphoidea je nemožná. Operace se provádí z volárního přístupu, ke stabilizaci se použije malý spongiózní šroub nebo Herbertův šroub. Tento šroub vyvolává kompresi lomné linie zlomeniny na principu různého stoupání závitů na opačných koncích šroubu. /12/

Zlomeniny metakarpů

Zlomeniny metakarpu (MTC) vyžadují zvýšenou pozornost, neboť špatné zhojení omezuje pohyb prstů a tím zhoršuje funkci celé ruky. Příčinou jejich vzniku je často axiální násilí při pádu nebo úderu, nebo direktní násilí úderem na dorzum ruky. Metakarpy připomínají svou stavbou i charakterem zlomenin velké dlouhé kosti. Dle lokalizace se rozlišují zlomeniny baze, diafyzární, subkapitální a zlomeniny hlavičky. Mohou mít charakter jednoduché lomné linie nebo i složitých tříštivých zón.

Zvláštní problematiku představuje zlomenina baze I. MTC, kde lomná linie probíhá šikmo přes bazi metakarpo-falangeálního kloubu (Bennettova zlomenina), pokud je

baze roztříštěná (Rollandova zlomenina) a subkapitální zlomenina V. MTC („boxerská zlomenina“, která je nazývána podle typického mechanismu vzniku).

Operačně se řeší zlomeniny, které se po repozici redislokují a nebo se je nedaří uspokojivě reponovat nekrvavou repozicí. U vícečetných (sériových) fraktur je osteosyntéza indikována primárně. Ke stabilizaci metakarpů se používá nitrodřeňová osteosyntéza Kirschnerovým drátem, která je vhodná u příčných zlomenin metakarpů. Její výhodou je minimální invazivita. Doplňuje se sádrovou fixací pro rotační nestabilitu. U šikmých či spirálních zlomenin a zlomenin baze nebo hlavičky MTC se používá miniosteosyntéza jednotlivými kompresními šrouby. Nejstabilnější, ale nejvíce invazivní je dlahová osteosyntéza užívaná nejčastěji u tříštivých zlomenin.

Zlomeniny prstů ruky

Při zlomeninách článků prstů jde často o fraktury nitrokloubní, které jsou nejčastěji způsobeny přímým mechanismem (nárazem). Dělení zlomenin článků prstů je stejné jako u zlomenin metakarpů. Dle lokalizace se dělí na zlomeniny baze, těla a hlavičky.

K operační repozici jsou indikovány zlomeniny nestabilní, otevřené, dislokované a také zlomeniny s nitrokloubním posunem. Stabilizační techniky se používají stejné jako při zlomeninách metakarpu.

1.4.3 *UROLOGICKÉ VÝKONY*

Na urologickém operačním sále v Nemocnici Chrudim se pod skiaskopickou kontrolou provádějí urologické výkony. Mezi uroradiologické intervenční výkony vykonávané na tomto pracovišti patří *perkutánní nefrostomie (PN), zavádění ureterálních stentů, ascendentní pyeloskopie, extrakce konkrementů z uropoetického traktu a katetrizační léčba varikokély.*

Perkutánní nefrostomie je základním nevaskulárním výkonem, na který mohou navazovat další intervence. Prostá nefrostomie odstraňuje obstrukci a obnovuje funkci ledvin. /6/ Nejdříve se provede punkce kalichu pánvičky ledvinné. Kalich, který má být

punktován, lze lokalizovat pomocí ultrazvuku. Poté dochází k zavádění vodiče do dutého systému a následně, po dilataci traktu, k zavedení drenážního katétru. Zavedení vodiče a katétru je nejvýhodnější kontrolovat skiaskopicky.

Ureterální stenty se nejčastěji zavádějí cystoskopicky „retrográdně“ a slouží k obnovení odtoku moče z ledviny do močového měchýře „fyziologickou“ cestou. Radiologický asistent je při tomto výkonu přítomen na operačním sále a na požádání operujícího lékaře provádí skiaskopickou kontrolu zaváděného stentu, jeho správné umístění a fixaci v renálním kalichu.

V indikovaných případech (afunkční ledvina) se při výkonech na urologickém sále provádí ***ascendentní pyeloskopie,*** která nahrazuje ascendentní pyelografii. Je součástí urologického výkonu, který se provádí v celkové anestezii, a tak odpadá bolestivost vyšetření. Jedná se o pozitivní kontrastní vyšetření močovodu a dutého systému ledvin pomocí nefrotropní kontrastní látky aplikované retrográdně zavedeným katétrem. Katétr zavede urolog pomoci cystoskopu uretrou a močovým měchýřem do ureteru. Pod skiaskopickou kontrolou aplikuje kontrastní látku (KL). Množství použité kontrastní látky je individuální podle kapacity plněné soustavy. RA dle pokynů aplikujícího lékaře skiaskopicky sleduje průběh plnění dutého systému a jednotlivé fáze nástřiku KL ukládá do paměti skiaskopického kompletu. Z uložených fází nástřiku KL zhotoví po ukončení výkonu obrazovou dokumentaci ve formě analogového či digitálního výstupu. Což je výhoda moderních mobilních rentgenových skiaskopických zařízení.

Katetrizační léčba varikokély spočívá v aplikaci sklerozující látky do lumen spermatické žíly. Perkutánně, z transfemorálního, kubitálního nebo transjugulárního přístupu je do vnitřní spermatické žíly zaveden katétr a lumen spermatické žíly je uzavřeno odpoutatelnými balónky, kovovými spirálami, tkáňovými lepidly, Vilanolem, Ethiblokem, etanolem, vařící kontrastní látkou a nebo sklerotizačními látkami. /6/ RA provede skiaskopickou kontrolu přesného zavedení katétru a kontrolních nástřiků kontrastní látky. Řídí se pokyny lékaře, který výkon provádí. Jednotlivé záznamy ukládá do paměti, z nichž posléze může vyhotovit obrazovou dokumentaci.

2. CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem této bakalářské práce je podat ucelené informace o začlenění RA do operačního týmu a informovat o jeho činnosti na operačním sále. Seznámení s častými operačními technikami a s problematikou na operačním sále z pohledu RA. Vytvoření návrhů na standardní postupy pro RA při častých traumatologických operačních výkonech. Srovnání osobních dávkových ekvivalentů a ekvivalentních dávek ionizujícího záření operujících lékařů a RA. Poskytnout přehled hodnot DAP pro traumatologické výkony ve vybraných oblastech. Podat základní informace o RTG mobilních přístrojích s C ramenem používaných na operačních sálech.

Předpokládám, že zavedení jednoduchých standardů by mohlo vést ke snížení radiační zátěže pacienta a operačního týmu, k přesnější a dokonalejší práci radiologického asistenta a tím i usnadnění práce operatéra a zkrácení operačního i skiaskopického času.

3. METODIKA

3.1 STATISTIKA SKIASKOPICKÝCH VÝKONŮ NA OPERAČNÍCH SÁLECH

Sledování postupů RA při práci na operačním sále a měření pro účely bakalářské práce probíhalo na chirurgických a urologických operačních sálech Nemocnice Chrudim v průběhu roků 2005 a 2006. V tomto období byla nutná přítomnost RA při operačních zákrocích v Nemocnici Chrudim u 997 pacientů. V roce 2005 to bylo 492 pacientů. Z toho 225 pacientů při urologických výkonech a 267 pacientů při traumatologických a chirurgických výkonech. V roce 2006 to bylo 505 pacientů. Z toho 163 pacientů při urologických výkonech a 342 pacientů při traumatologických a chirurgických výkonech. Výkony byly zahrnuty do 10 základních skupin podle druhu výkonu a anatomické lokalizace, jak ukazují níže uvedené tabulky č. 4.1 a 4.2.

3.2 POUŽÍVANÉ MOBILNÍ RTG PŘÍSTROJE S C RAMENEM

V Nemocnici Chrudim se ke skiaskopické kontrole na urologickém sále používá mobilní RTG přístroj s C ramenem Apelem APX HF II, který byl uveden do provozu v roce 1995. Na chirurgickém operačním sále se od roku 1994 do září roku 2006 používal též mobilní RTG přístroj s C ramenem Apelem APX HF II. Od září 2006 se používá mobilní RTG přístroj GE Ever View 7500, jehož součástí je zvláštní příslušenství Kerma X plus DAP (je připevněna na přední části diagnostického rentgenového kolimátoru), které umožňuje měření skiaskopického času a objemu dávky na plochu (DAP). Po snímání se naměřená hodnota DAP i skiaskopický čas zobrazí na displeji. Před požadovaným měřením musí být displejová

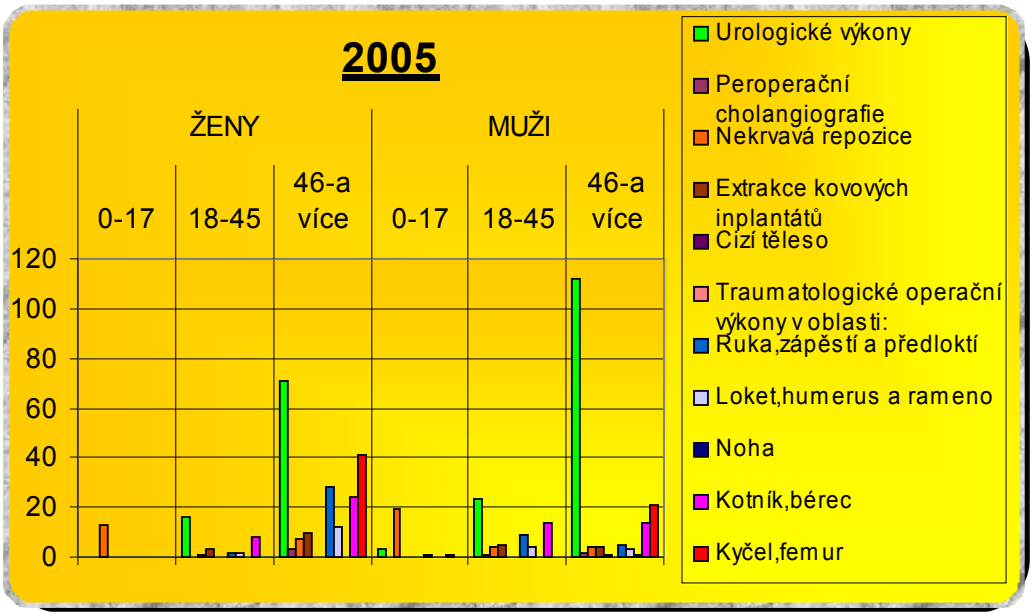
jednotka vynulována stlačením „RESET“. Naměřená hodnota se též ztrácí po vypnutí systému.

4. VÝSLEDKY

4.1 VÝKONY NA OPERAČNÍCH SÁLECH POD SKIASKOPICKOU KONTROLOU

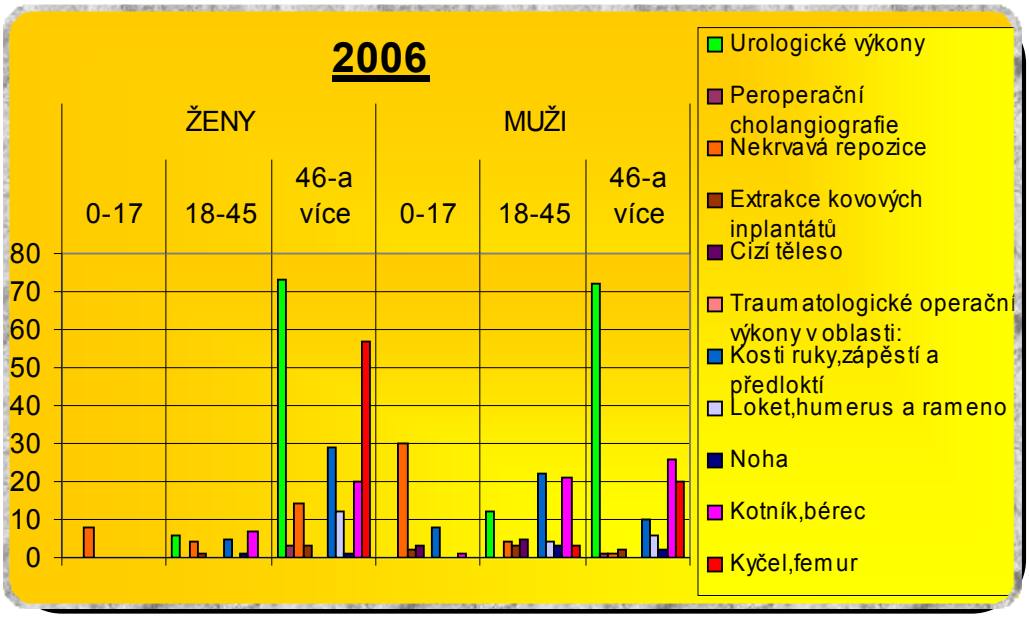
Na operačních sálech se pod skiaskopickou kontrolou provádí široké spektrum operačních výkonů lišících se ve své obtížnosti. Ve své práci uvádím jen ty, které se provádějí v Nemocnici Chrudim, odkud jsem čerpala informace a postřehy pro bakalářskou práci. Pro zjednodušení bylo vytvořeno 10 skupin operačních výkonů vyžadující skiaskopickou kontrolu, do kterých byly jednotlivé výkony sloučeny. Četnost jednotlivých operačních výkonů v různých věkových skupinách a pohlaví je rozličná, jak ukazují tabulky 4.1 a 4.2 a grafy 4.1 a 4.2.

Graf č.4.1: Počet skiaskopických výkonů na operačních sálech za rok 2005.



Urologické operační výkony jsou častěji prováděny u osob nad 45 let. S přibývajícím věkem roste četnost onemocnění močových cest vyžadující operační zákrok. Při porovnání traumatologických operačních výkonů je jednoznačně vidět, že osoby nad 45 let jsou častěji postiženy zlomeninami, neboť zlomeniny ve stáří jsou často spojeny s osteoporózou, která oslabuje pevnost kostí. Ženy nad 45 let bývají častěji postiženy zlomeninami v oblasti kyčle a femuru. Příčinou je vyšší výskyt osteoporózy u žen a také vyšší hodnota kolodiafyzárního úhlu (krček je u žen varóznější než u mužů). Podílí se i gracilnější stavba skeletu a v neposlední řadě i delší věk. /12/ Oproti tomu chlapci do 18 let věku bývají častěji postiženi zlomeninami (zejména v oblasti zápěstí) než dívky ve věku do 18 let. Zlomeniny bývají způsobeny při hře nebo sportu a svědčí o větším temperamentu chlapců. Ve většině případů jde však o jednoduché zlomeniny, k jejichž léčbě postačí fixace sádrovým obvazem a nebo nekrvavá repozice a následná fixace sádrovým obvazem. Zlomeninami, vyžadující operační zákrok nebo nekrvavou repozici pod skiaskopickou kontrolou, jsou v nemalé míře postiženi i osoby v produktivním věku a děti. RA při těchto výkonech musí pamatovat na vykrytí gonád a dodržovat zásady snižující radiační zátěž pacienta.

Graf č.4.2: Počet skiaskopických výkonů na operačních sálech za rok 2006.



2005	**ŽENY**			**MUŽI**		
	0 -17	**18-45**	**46-a více**	**0 -17**	**18-45**	**46-a více**
Urologické výkony	*0*	*16*	*71*	*3*	*23*	*112*
Peroperační cholangiografie	*0*	*0*	*3*	*0*	*1*	*2*
Nekrvavá repozice	*13*	*1*	*7*	*19*	*4*	*4*
Extrakce kovových implantátů	*0*	*3*	*10*	*0*	*5*	*4*
Cizí těleso	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1*
Traumatologické operační výkony:						
Ruka,zápěstí a předloktí	*0*	*2*	*28*	*1*	*9*	*5*
Loket,humerus a rameno	*0*	*2*	*12*	*0*	*4*	*3*
Noha	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1*
Kotník,bérec	*0*	*8*	*24*	*1*	*14*	*14*
Kyčel,femur	*0*	*0*	*41*	*0*	*0*	*21*
Celkem	***13***	***32***	***196***	***24***	***60***	***167***

Tab.č. 4.1: Počet skiaskopických výkonů na operačním sále za rok 2005.

2006	**ŽENY**			**MUŽI**		
	0 -17	**18-45**	**46-a více**	**0 -17**	**18-45**	**46-a více**
Urologické výkony	*0*	*6*	*73*	*0*	*12*	*72*
Peroperační cholangiografie	*0*	*0*	*3*	*0*	*0*	*1*
Nekrvavá repozice	*8*	*4*	*14*	*30*	*4*	*1*
Extrakce kovových implantátů	*0*	*1*	*3*	*2*	*3*	*2*
Cizí těleso	*0*	*0*	*0*	*3*	*5*	*0*
Traumatologické operační výkony:						
Ruka,zápěstí a předloktí	*0*	*5*	*29*	*8*	*22*	*10*
Loket,humerus a rameno	*0*	*0*	*12*	*0*	*4*	*6*
Noha	*0*	*1*	*1*	*0*	*3*	*2*
Kotník,bérec	*0*	*7*	*20*	*1*	*21*	*26*
Kyčel,femur	*0*	*0*	*57*	*0*	*3*	*20*
Celkem	***8***	***24***	***212***	***44***	***77***	***140***

Tab. č. 4.2: Počet skiaskopických výkonů na operačním sále za rok 2006.

4.2 DAP U ČASTÝCH OPERAČNÍCH VÝKONŮ

Zvláštním příslušenství Kerma X plus DAP, které je součástí mobilního RTG přístroje s C ramenem GE Ever View 7500, byly naměřeny hodnoty DAP a skiaskopický čas u operačních výkonů v oblasti kyčle, kotníku a zápěstí. V těchto lokalitách se provádějí nejčastěji operační výkony vyžadující skiaskopickou kontrolu. Po skončení operačního výkonu pod skiaskopickou kontrolou byly zaznamenány hodnoty celkového skiaskopického času (minuty a sekundy) a plošné kermy (µGy.m²) u jednotlivých traumatologických výkonů. Průměrné hodnoty DAP a skiaskopického času, jenž byly použity pro účely bakalářské práce, jsem vypočítala z 15 traumatologických operačních výkonů vyžadující skiaskopickou kontrolu v oblasti kyčle, z 9 traumatologických operačních výkonů vyžadující skiaskopickou kontrolu v oblasti kotníku a z 10 traumatologických operačních výkonů vyžadující skiaskopickou kontrolu v oblasti zápěstí.

V jednotlivých oblastech se prováděné terapeutické operační výkony liší operačními technikami, jejich různorodou náročností a s tím spojenou i různou délkou skiaskopického času a výši hodnot DAP. Například nekrvavá repozice zápěstí vyžaduje jen krátký skiaskopický čas oproti krvavé dlahové technice.

	Průměrná DAP	Max.DAP	Min. DAP	Průměrný čas
Kyčel	299,2308	482,39	330,24	1,12
Kotník	227,115	330,48	120,45	1,07
Zápěstí	6,8083	14,58	3,04	0,13

*Tab.č.4.3: Zobrazuje průměrnou, maximální a minimální naměřenou DAP(*µGy.m² *) a průměrnou délku skiaskopického času (min a s).*

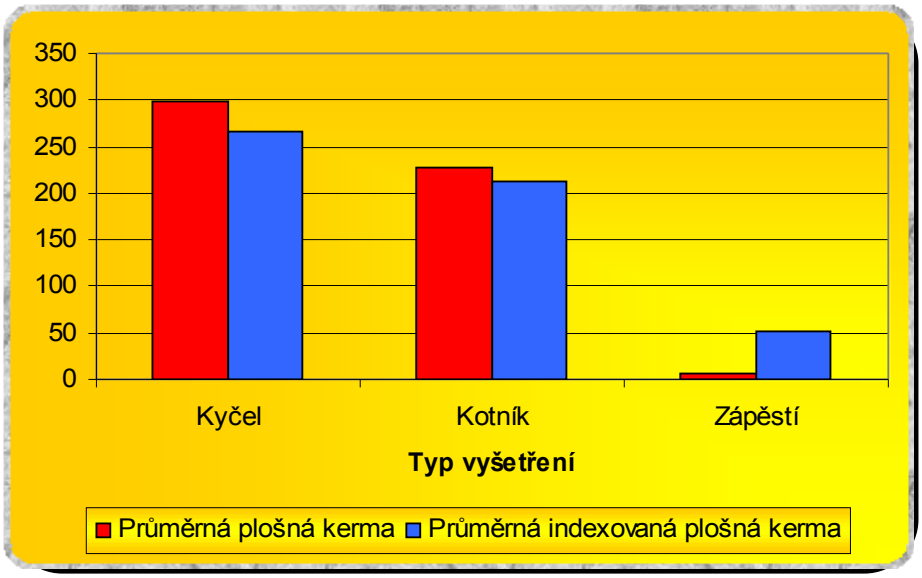
Z uvedených hodnot v tabulce 4.3 je patrné, že v oblasti kyčle je průměrná hodnota DAP podstatně vyšší než v oblasti zápěstí, což je ovlivněno zejména výší

expozičních parametrů závisejících na tloušťce vyšetřovaného objemu. Z tabulky je také zřejmý rozdíl mezi maximální a minimální naměřenou hodnotou DAP.

Průměrná plošná kerma pro operační výkony v uvedených oblastech a průměrná indexovaná plošná kerma je zobrazena v následujícím grafu 4.3. Hodnoty průměrné plošné kermy odráží celkovou obtížnost operačního výkonu. Hodnoty indexované plošné kermy, které jsem získala tím, že jsem vydělila průměrnou plošnou kermu průměrným skiaskopickým časem pro danou oblast, zobrazují výši expozice.

Pojem skiaskopický čas je definován jako čas, po který byl pacient exponován zářením. Jedno snímkování trvá řádově desetiny až jednotky sekund, proto je možno tvrdit, že doba ozařování pacienta při výkonu je z naprosté většiny trváním skiaskopie. Skiaskopický čas nám v hrubých obrysech určuje náročnost operačního výkonu, je ale také ovlivněn zkušeností operujícího lékaře i RA a souhrou celého operačního týmu. Celková doba operačního výkonu trvá řádově desítky minut a u složitějších operací i několik hodin.

Graf č.4.3: Poměr průměrné plošné kermy a průměrné indexované plošné kermy pro operační výkony ve vybraných oblastech.



.4

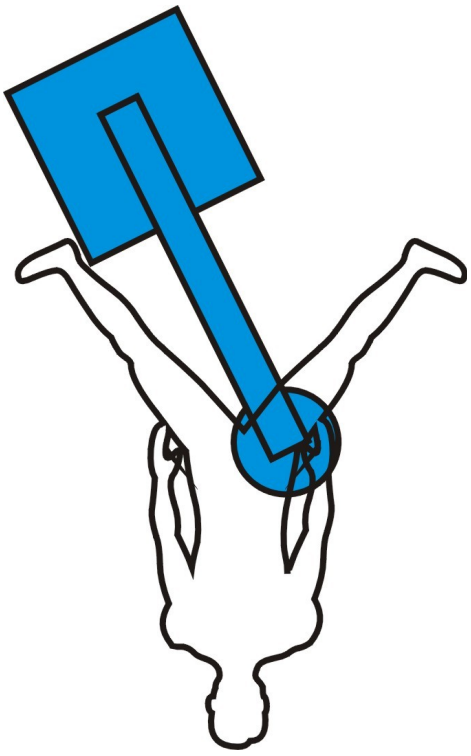
4.3 NÁVRHY NA STANDARDY PRO RA PŘI VÝKONECH VYŽADUJÍCÍCH SKIASKOPICKOU KONTROLU

Během jednotlivých operačních výkonů byly sledovány postupy operace a skiaskopické kontroly za rozdílného složení operačního týmu. Zejména bylo sledováno rozmístění operačního týmu, poloha mobilního RTG přístroje s C ramenem vůči pacientovi, poloha obrazových monitorů pojízdného skiaskopického kompletu vůči operatérovi a RA a časté chyby a omyly.

Pro různé operace se ustálilo několik poloh rentgenu vůči pacientovi tak, aby operatér mohl volně pracovat a zároveň mohl sledovat dění na monitoru. Jednotlivé postupy se mohou na různých pracovištích lišit vzhledem k technickým možnostem některých pracovišť (ke konstrukci operačního stolu, druhu pojízdného skiaskopického kompletu, uspořádání operačního sálu aj.), zvyklostem a specifikacím jednotlivých operačních oddělení. Postavení RA a umístění rentgenového přístroje s C ramenem záleží na rozmístění celého operačního týmu. V zásadě lze říci, že RA najíždí na požadovanou lokalizaci rentgenovým přístrojem s C ramenem vždy ze strany, kde nestojí chirurg, sestra instrumentářka a nebo anesteziologické přístroje.

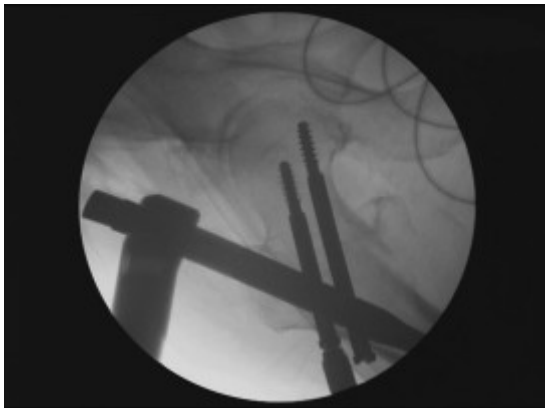
4.3.1 POSTUP PRO RA PŘI OPERACÍCH KYČLE A PROXIMÁLNÍHO FEMURU

Pacient je uložen na operačním stole na zádech s roztaženými dolními končetinami, nebo se zdravou dolní končetinou ve flexi v kyčelním a kolenním kloubu, v oblasti bérce zafixovanou a upevněnou ve držáku. Operovaná dolní končetina je natažena a fixována v extenční botě. Rentgenový přístroj s C ramenem bývá zpravidla umístěn u operačního stolu v místě, kde má pacient dolní končetiny a nad kyčelní kloub najíždí podél zdravé končetiny směrem k operované kyčli. Osa rentgenového přístroje směřuje v ostrém úhlu s

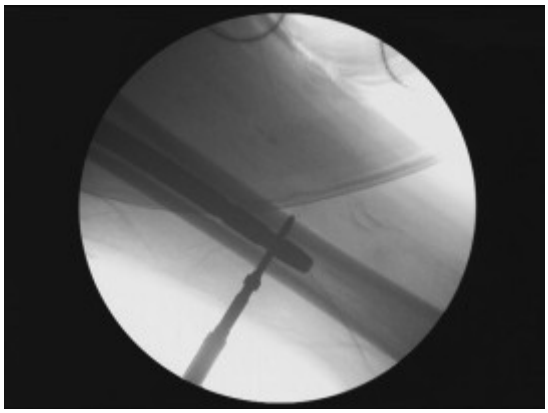


pacientem tak, aby bylo možné snímkovat ve dvou na sebe kolmých projekcích pouhým natočením C ramena z projekce anterio-posteriorní (AP) na projekci axiální. Rentgenka je umístěna pod operačním stolem, což zajišťuje nižší riziko záření a umožňuje snadné natočení C ramena z projekce AP na projekci axiální vzhledem ke konstrukci rentgenového přístroje. Obrazové monitory umístí RA k operačnímu stolu v místě pacientových nohou a to v dostatečné vzdálenosti od sterilního krytí a tak, aby nezabraňovaly procházení a dobře na ně viděl RA i operatér.

První skiaskopická kontrola se provádí před sterilním krytím, kdy je snímkovaná oblast ještě dobře přehledná. Pod skiaskopickou kontrolou v AP i bočné projekci operující lékař reponuje frakturu a připraví si tak končetinu k výkonu. RA zhodnotí a popřípadě vhodnou expozicí upraví kvalitu skiaskopického obrazu. Obraz na monitoru otočí do požadované polohy. Úpravy provádí při každé další skiaskopii. Expozici nespouští zbytečně. Tímto je připraven rentgenový přístroj pro vlastní operační zákrok, při kterém se RA řídí pokyny operatéra s přihlédnutím k dané situaci (aby nebyl na sále přítomen nikdo bez ochranné zástěry, aby bylo C rameno se zesilovačem a rentgenkou v absolutní nehybnosti). Pokud je to možné, použije RA při skiaskopii režim pulzního snímání.

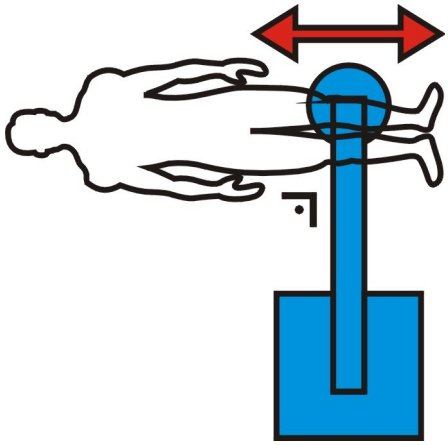


PFN začíná lokalizací místa pro vstup hřebu – na obrazovce musí být znázorněn celý kyčelní kloub a skalpel. Dále je skiaskopicky sledováno zavádění bodla a vodiče. Vodič se kontroluje v obou projekcích. Po náležitě zavedeném vodiči operatér zatlouká proximální hřeb a jednotlivé kroky jsou skiaskopicky kontrolovány. Na distální konec PFN je nutno posunout C rameno kaudálně po femuru



a snížit expozici. Po definitivním umístění hřebu v dřeňové dutině se skrz hřeb - po navrtání a ověření vhodné pozice K drátem - zašroubují dva krčkové šrouby. Celý postup je provázen skiaskopickou kontrolou v obou projekcích dle pokynů operatéra. V poslední fázi se skiaskopicky zkontroluje přesné usazení zajišťovacího šroubu. Během operace RA ukládá zhotovené obrazy do paměti skiaskopického kompletu a po ukončení operace z nich zhotoví potřebnou dokumentaci v analogové či digitální formě. Tento terapeutický výkon vyžaduje časté měnění pozice C ramene v nepřehledném terénu, hbité upravování expozic a také zručnost a odbornou znalost RA. Obdobný postup je u všech operačních výkonů prováděných v oblasti kyčle a proximálního femuru.

4.3.2 POSTUP PRO RA PŘI OPERACÍCH DISTÁLNÍHO FEMURU A KOLENE



Pacient je uložen na operačním stole na zádech s nataženými dolními končetinami a vypodloženou postiženou končetinou, nebo se zdravou dolní končetinou ve flexi v kyčelním a kolenním kloubu, v oblasti bérce zafixovanou a upevněnou ve držáku a operovaná dolní končetina je natažena a fixována v extenční botě. Rentgenový přístroj s C ramenem bývá zpravidla umístěn na straně zdravé končetiny a k operované končetině pacienta najíždí kolmo. Při těchto operacích bývá otočení C ramene z projekce AP na projekci bočnou komplikováno nedostatečnou flexí zdravé končetiny, zejména u starších pacientů. I přesto musí RA zajistit, aby osa C ramena byla v obou projekcích kolmá k distálnímu konci femuru. Rentgenka je umístěna pod operačním stolem, což zajišťuje nižší riziko záření a umožňuje snadné natočení C ramena z projekce AP na projekci bočnou vzhledem ke konstrukci rentgenového přístroje. Obrazové monitory umístí RA vedle sebe na neoperované straně kraniálním směrem pacienta, nebo

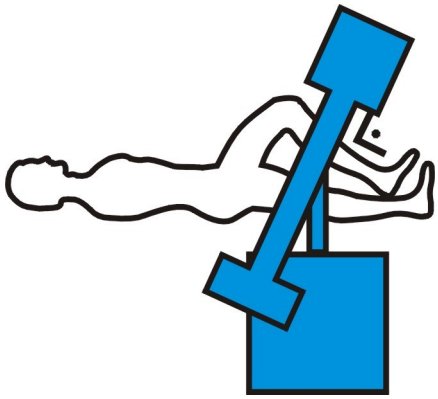
k operačnímu stolu v místě pacientových nohou a to v dostatečné vzdálenosti od sterilního krytí tak, aby nezabraňovaly procházení a dobře na ně viděl RA i operatér.

První skiaskopická kontrola se provádí před sterilním krytím, kdy je snímkovaná oblast ještě dobře přehledná. Pod skiaskopickou kontrolou v AP i bočné projekci operující lékař reponuje frakturu a připraví si tak končetinu k výkonu. RA zhodnotí a popřípadě vhodnou expozicí upraví kvalitu skiaskopického obrazu. Obraz na monitoru otočí do požadované polohy. Úpravy provádí při každé další skiaskopii. Expozici nespouští zbytečně. Tímto je připraven rentgenový přístroj pro vlastní operační zákrok, při kterém se RA řídí pokyny operatéra s přihlédnutím k dané situaci (aby nebyl na sále přítomen nikdo bez ochranné zástěry, aby bylo C rameno se zesilovačem a rentgenkou v absolutní nehybnosti). Pokud je to možné, použije RA při skiaskopii režim pulzního snímání.

Operační výkon začíná lokalizací místa vstupu. Další postup závisí na druhu zvolené osteosyntézy. Při zavádění nitrodřeňového hřebu je postup pro RA obdobný jako při PFN. RA provádí skiaskopickou kontrolu v obou projekcích dle pokynů operatéra. Při osteosyntéze dlahovou technikou se skiaskoskopicky kontroluje přesné přiložení dlahy a správné umístění šroubů. RA se řídí během výkonu pokyny operatéra a je připraven na ně pohotově reagovat. Během operace RA ukládá zhotovené obrazy do paměti skiaskopického kompletu a po ukončení operace z nich zhotoví potřebnou dokumentaci v analogové či digitální formě.

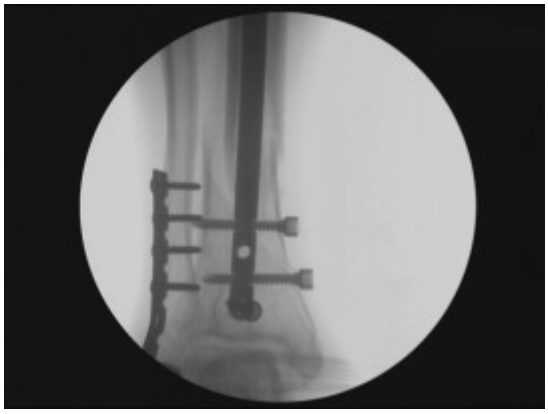
4.3.3 POSTUP PRO RA PŘI OPERACÍCH TIBIE, FIBULY A HLEZNA

Pacient je uložen na operačním stole na zádech s podloženou operovanou končetinou v oblasti bérce tak, aby byl zajištěn přístup C ramena k operované oblasti v obou kolmých projekcích. Při zavádění nitrodřeňového hřebu je operovaná končetina podložena v oblasti kolene a přes toto podložení flektována v kolením kloubu.



Osa C ramena musí být kolmá k tibii v projekci AP i bočné. Rentgenový přístroj s C ramenem bývá zpravidla umístěn na straně zdravé končetiny a k operované končetině pacienta najíždí kolmo. Rentgenka je umístěna pod operačním stolem, což zajišťuje nižší riziko záření a umožňuje snadné natočení C ramena z projekce AP na projekci bočnou vzhledem ke konstrukci rentgenového přístroje. Obrazové monitory umístí RA vedle sebe na neoperované straně kraniálním směrem pacienta tak, aby na ně dobře viděl operatér i RA.

První skiaskopická kontrola se provádí před sterilním krytím, kdy je snímkovaná oblast ještě dobře přehledná. Pod skiaskopickou kontrolou v AP i bočné projekci operující lékař reponuje frakturu a připraví si tak končetinu k výkonu. RA zhodnotí a popřípadě vhodnou expozicí upraví kvalitu skiaskopického obrazu. Obraz na monitoru otočí do požadované polohy. Úpravy provádí při každé další skiaskopii. Expozici nespouští zbytečně. Tímto je připraven rentgenový přístroj pro vlastní operační zákrok, při kterém se RA řídí pokyny operatéra s přihlédnutím k dané situaci (aby nebyl na sále přítomen nikdo bez ochranné zástěry, aby bylo C rameno se zesilovačem a rentgenkou v absolutní nehybnosti). Pokud je to možné, použije RA při skiaskopii režim pulzního snímání.



Operační výkon začíná lokalizací místa vstupu. Další postup a délka výkonu závisí na typu fraktury a druhu příslušné osteosyntézy. Při použití nitrodřeňového hřebu je skiaskopicky sledováno zavádění vodiče. Vodič se kontroluje v obou projekcích. Po náležitě zavedeném vodiči operatér zatlouká nitrodřeňový hřeb a jednotlivé kroky jsou skiaskopicky kontrolovány. Po definitivním umístění

hřebu v dřeňové dutině se hřeb - po navrtání a ověření vhodné pozice K drátem - zajistí na proximálním i distálním konci pomocí příčně zavedených šroubů, které současně procházejí přes kost a otvor implantátu. Při použití dlahové techniky se skiaskoskopicky kontroluje přesné přiložení dlahy a správné umístění šroubů. Dlahy jsou zaváděné z krátkých incizích a kotvené úhlově stabilními šrouby. Během operačního výkonu se RA řídí pokyny operatéra a je připraven na ně pohotově reagovat. RA ukládá zhotovené obrazy do paměti skiaskopického kompletu a po ukončení práce z nich zhotoví potřebnou dokumentaci v analogové či digitální formě.

4.3.4 POSTUP PRO RA PŘI OPERACÍCH METATARZŮ A PRSTŮ NOHY

Pacient je uložen na operačním stole na zádech s podloženou operovanou končetinou v oblasti bérce a pod patou tak, aby byl zajištěn přístup C ramena k operované oblasti v obou kolmých projekcích. Rentgenový přístroj s C ramenem bývá zpravidla umístěn na straně zdravé končetiny a k operované končetině pacienta najíždí kolmo.

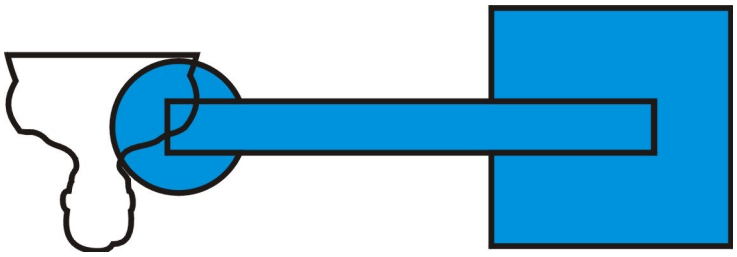
C rameno je nutné sklopit v takovém úhlu, aby osa C ramena byla kolmá k noze v projekci AP i bočné. Rentgenka je umístěna pod operačním stolem, což zajišťuje nižší riziko záření a umožňuje snadné natočení C ramena z projekce AP na projekci bočnou vzhledem ke konstrukci rentgenového přístroje. Obrazové monitory umístí RA vedle sebe na neoperované straně kraniálně a natočí je obrazovkami kaudálně.Tak na ně dobře vidí RA i operatér a všichni mají zajištěn dostatečný prostor pro svou práci.

První skiaskopická kontrola se provádí před sterilním krytím, kdy je snímkovaná oblast ještě dobře přehledná. Pod skiaskopickou kontrolou v AP i bočné projekci operující lékař reponuje frakturu a připraví si tak končetinu k výkonu. RA zhodnotí a popřípadě vhodnou expozicí upraví kvalitu skiaskopického obrazu. Obraz na monitoru otočí do požadované polohy. Úpravy provádí při každé další skiaskopii. Expozici nespouští zbytečně. Tímto je připraven rentgenový přístroj pro vlastní operační zákrok, při kterém se RA řídí pokyny operatéra s přihlédnutím k dané situaci (aby nebyl na sále přítomen nikdo bez ochranné zástěry, aby bylo C rameno se

zesilovačem a rentgenkou v absolutní nehybnosti). Pokud je to možné, použije RA při skiaskopii režim pulzního snímání.

Operační výkon začíná lokalizací místa vstupu a repozicí. Během výkonu se skiaskopicky kontroluje náležité zavedení K drátu a postavení úlomků nebo popřípadě přiložení malé dlahy. RA se řídí během výkonu pokyny operatéra a ukládá zhotovené obrazy do paměti skiaskopického kompletu a po ukončení práce z nich zhotoví potřebnou dokumentaci v analogové či digitální formě.

4.3.5 POSTUP PRO RA PŘI OPERACÍCH PROXIMÁLNÍHO KONCE HUMERU A DIAFÝZY HUMERU



Pacient je uložen na operačním stole na zádech s operovanou končetinou v mírné extenzi a uloženou na sterilním stolku. Rentgenový přístroj s C ramenem bývá zpravidla umístěn na operované straně kolmo k tělu pacienta, nebo v ostrém úhlu s tělem pacienta, záleží na rozmístění celého operačního týmu a na prostorových možnostech. Důležité je, aby osa C ramena byla kolmá k humeru v projekci AP i bočné. Rentgenka je umístěna pod operovanou končetinou, což zajišťuje nižší riziko záření a umožňuje snadné natočení C ramena z projekce AP na projekci bočnou vzhledem ke konstrukci rentgenového přístroje. Obrazové monitory umístí RA na neoperovanou stranu operačního stolu a natočí je obrazovkami tak, aby na ně dobře viděl operatér i RA.

První skiaskopická kontrola se provádí před sterilním krytím, kdy je snímkovaná oblast ještě dobře přehledná. Pod skiaskopickou kontrolou v AP i bočné projekci operující lékař reponuje frakturu a připraví si tak končetinu k výkonu. RA zhodnotí a popřípadě vhodnou expozicí upraví kvalitu skiaskopického obrazu. Obraz na monitoru otočí do požadované polohy. Úpravy provádí při každé další skiaskopii. Expozici nespouští zbytečně. Tímto je připraven rentgenový přístroj pro vlastní

operační zákrok, při kterém se RA řídí pokyny operatéra s přihlédnutím k dané situaci (aby nebyl na sále přítomen nikdo bez ochranné zástěry, aby bylo C rameno se zesilovačem a rentgenkou v absolutní nehybnosti). Pokud je to možné, použije RA při skiaskopii režim pulzního snímání.

Operační výkon začíná lokalizací místa vstupu. Další postup závisí na druhu zvolené osteosyntézy. Primární metodou volby je v současnosti intramedulární osteosyntéza zajištěným hřebem. Při této metodě je postup pro RA obdobný jako při zavádění nitrodřeňového hřebu na dolní končetině. RA provádí skiaskopickou kontrolu zavádění vodiče a hřebu v obou projekcích. Během výkonu se řídí pokyny operatéra a je připraven na ně pohotově reagovat. Při osteosyntéze dlahovou technikou se skiaskoskopicky kontroluje přesné přiložení dlahy a správné zavedení šroubů. Během operace RA ukládá zhotovené obrazy do paměti skiaskopického kompletu a po ukončení práce z nich zhotoví potřebnou dokumentaci v analogové či digitální formě.

4.3.6 POSTUP PRO RA PŘI OPERACÍCH DISTÁLNÍHO KONCE HUMERU, PROXIMÁLNÍHO RADIA A ULNY

Pacient je uložen na operačním stole většinou na břiše. Operovaná končetina je mírně flektována a podložena v loketním kloubu. Rentgenový přístroj s C ramenem bývá zpravidla umístěn na operované straně u operačního stolu v místě, kde má pacient dolní končetiny a nad loketní kloub najíždí podél stolu kraniálním směrem, nebo v ostrém úhlu s tělem pacienta. Rentgenový přístroj s C ramenem je také možné umístit kolmo k tělu pacienta, záleží na rozmístění celého operačního týmu a na prostorových možnostech. Důležité je, aby osa C ramena byla kolmá k loketnímu kloubu v projekci AP i bočné. Rentgenka je umístěna pod operovanou končetinou, což zajišťuje nižší riziko záření a umožňuje snadné natočení C ramena z projekce AP na projekci bočnou vzhledem ke konstrukci rentgenového přístroje. Obrazové monitory umístí RA na neoperovanou stranu operačního stolu a natočí je obrazovkami tak, aby na ně dobře viděl operatér i RA.

První skiaskopická kontrola se provádí před sterilním krytím, kdy je snímkovaná oblast ještě dobře přehledná. Pod skiaskopickou kontrolou v AP i bočné projekci operující lékař reponuje frakturu a připraví si tak končetinu k výkonu. RA zhodnotí a popřípadě vhodnou expozicí upraví kvalitu skiaskopického obrazu. Obraz na monitoru otočí do požadované polohy. Úpravy provádí při každé další skiaskopii. Expozici nespouští zbytečně. Tímto je připraven rentgenový přístroj pro vlastní operační zákrok, při kterém se RA řídí pokyny operatéra s přihlédnutím k dané situaci (aby nebyl na sále přítomen nikdo bez ochranné zástěry, aby bylo C rameno se zesilovačem a rentgenkou v absolutní nehybnosti). Pokud je to možné, použije RA při skiaskopii režim pulzního snímání.

Operační výkon začíná lokalizací místa vstupu. Další postup a délka výkonu závisí na typu fraktury. K osteosyntéze se používají malé dlahy, které lze modelovat dle anatomického tvaru kosti. Dlahy se přikládají na radiální straně z boku, na ulnární straně zezadu a zajišťují se potřebným množstvím různě dlouhých šroubů. RA skiaskoskopicky kontroluje přesné přiložení dlah a správné umístění šroubů. RA se řídí během výkonu pokyny operatéra a je připraven na ně pohotově reagovat. Během operace RA ukládá zhotovené obrazy do paměti skiaskopického kompletu a po ukončení práce z nich zhotoví potřebnou dokumentaci v analogové či digitální formě.

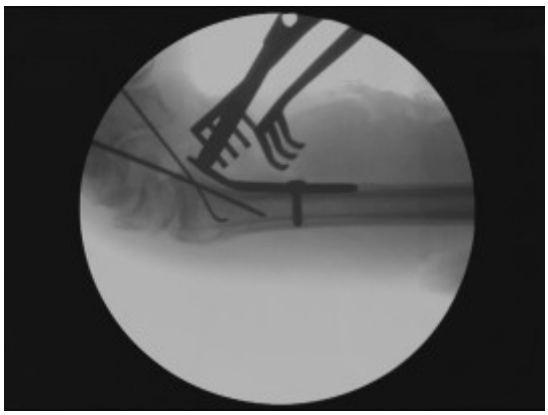
4.3.7 POSTUP PRO RA PŘI OPERACÍCH KOSTÍ PŘEDLOKTÍ, KARPÁLNÍCH KŮSTEK, METAKARPŮ A PRSTŮ RUKY

Pacient je uložen na operačním stole na zádech s operovanou končetinou v extenzi a uloženou na sterilním stolku. Rentgenový přístroj s C ramenem bývá zpravidla umístěn na operované straně u operačního stolu v místě, kde má pacient dolní končetiny a nad operovanou oblast najíždí podél stolu kraniálním směrem. Rentgenový přístroj s C ramenem je také možné umístit kolmo k tělu pacienta, záleží na rozmístění celého operačního týmu a na prostorových možnostech. Důležité je, aby osa C ramena byla kolmá k předloktí, zápěstí či ruce v projekci AP i bočné. Bočná projekce se provádí většinou natočením končetiny, neboť tato praktika je rychlejší a snadnější, než natáčení

C ramena. Rentgenka umístěna pod operovanou končetinou zajišťuje nižší riziko záření. V případě, že sterilní stolek, na kterém je umístěna operovaná končetina, nedovoluje dostatečnou vzdálenost rentgenka – objekt, je rentgenka umístěna nad operovanou končetinu. Obrazové monitory umístí RA na neoperovanou stranu operačního stolu a natočí je obrazovkami tak, aby na ně dobře viděl operatér i RA.

Při těchto operačních výkonech se první skiaskopická kontrola provádí většinou až po sterilním krytím. Pod skiaskopickou kontrolou v AP i bočné projekci operující lékař reponuje frakturu a připraví si tak končetinu k výkonu. Bočnou projekci lze provést přetočením končetiny a tak odpadá natáčení C ramena z projekce AP na projekci bočnou. RA zhodnotí a popřípadě vhodnou expozicí upraví kvalitu skiaskopického obrazu. Obraz na monitoru otočí do požadované polohy. Úpravy provádí při každé další skiaskopii. Expozici nespouští zbytečně. Tímto je připraven rentgenový přístroj pro vlastní operační zákrok, při kterém se RA řídí pokyny operatéra s přihlédnutím k dané situaci (aby nebyl na sále přítomen nikdo bez ochranné zástěry, aby bylo C rameno se zesilovačem a rentgenkou v absolutní nehybnosti). Pokud je to možné, použije RA při skiaskopii režim pulzního snímání.

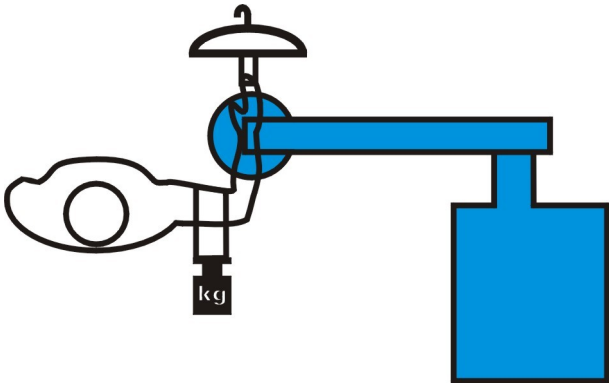
Operační výkon začíná lokalizací místa vstupu. Další postup a délka výkonu závisí na typu fraktury. Jako metoda fixace u zlomenin kostí předloktí se používá dlahová osteosyntéza. Při ní RA skiaskoskopicky kontroluje přesné přiložení dlah a správné umístění šroubů. Ke stabilizaci karpálních kůstek se používá malý spongiózní šroub nebo Herbertův šroub. RA provádí skiaskopickou kontrolu přesného umístění šroubů. U zlomenin metakarpů a prstů ruky je nejčastěji použita osteosyntéza Kirschnerovým drátem. Během výkonu se skiaskopicky kontroluje náležité zavedení K drátu a postavení úlomků nebo popřípadě přiložení malé dlahy. RA se řídí během výkonu pokyny operatéra a ukládá zhotovené obrazy do paměti



skiaskopického kompletu a po ukončení práce z nich zhotoví potřebnou dokumentaci v analogové či digitální formě.

.

4.3.8 POSTUP PRO RA PŘI NEKRVAVÉ REPOZICI ZÁPĚSTÍ



Pacient je uložen na operačním stole na zádech. Repozice se provádí tahem a protitahem postižené končetiny. Při skiaskopické kontrole je reponovaná končetina položena na rouškou zakrytý zesilovač rentgenového C ramena. Rentgenový přístroj s C ramenem bývá zpravidla umístěn na operované straně kolmo k tělu pacienta, nebo v ostrém úhlu s tělem pacienta a nad operovanou oblast najíždí kolmo, nebo v ostrém úhlu s pacientovým tělem. RA se musí přizpůsobit lékařům reponujícím frakturu a zajistit jim dostatečný prostor pro výkon. Důležité je, aby osa C ramena byla kolmá k zápěstí v projekci AP i bočné. Bočná projekce se provádí většinou natočením končetiny, neboť tato praktika je rychlejší a snadnější, než natáčení C ramena. Obrazové monitory umístí RA na neoperovanou stranu operačního stolu a natočí je obrazovkami tak, aby na ně dobře viděl operatér i RA.

Lékaři, nebo lékař a sestra reponují frakturu a RA na pokyn lékaře provádí skiaskopickou kontrolu v AP i bočné projekci. RA zhodnotí a popřípadě vhodnou expozicí upraví kvalitu skiaskopického obrazu. Obraz na monitoru otočí do požadované polohy a eventuálně jej zvětší. Úpravy provádí při každé další skiaskopii. Expozici nespouští zbytečně. Pokud je to možné, použije RA při skiaskopii režim pulzního snímání. Přesně reponovaná končetina je fixována sádrovým obvazem. Po přiložení sádrové fixace provede RA skiaskopickou kontrolu ve dvou na sebe kolmých projekcích (AP a bočná) a provede dokumentaci v analogové či digitální formě.

4.4 OSOBNÍ MONITOROVÁNÍ - DÁVKOVÝ EKVIVALENT, EKVIVALETNÍ DÁVKA

Pro svou bakalářskou práci jsem použila osobní dávkové ekvivalenty a ekvivalentní dávky ionizujícího záření operujících lékařů a RA přítomných při operacích vyžadujících skiaskopickou kontrolu během roků 2005 a 2006. Měření bylo prováděno osobními FD dozimetry a prstovými TL dozimetry. Filmy z osobních dozimetrů a prstové TL dozimetry byly každý měsíc odevzdány ke kontrole Celostátní službě osobní dozimetrie, Praha.

Tab.č. 4.4: Vyhodnocení osobních dávkových ekvivalentů za rok 2005
Hodnoty jsou uvedeny v mSv (Hp 10)

Měsíce	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Operující lékař 1.	0,10	***0,11***	***0,13***	0,10	0,10	***0,11***	0,10	***0,11***	0,10	***0,11***	0,10	0,10
Operující lékař 2.	0,10	***0,15***	0,10	***0,15***	0,10	***0,14***	***0,12***	***0,12***	0,10	0,10	0,10	***0,15***
Operující lékař 3.	***0,15***	0,10	***0,15***	0,10	***0,12***	***0,14***	***0,13***	0,10	0,10	0,10	0,10	***0,11***
Radiologický asistent 1.	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	***0,11***	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent 2.	0,10	***0,18***	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent 3.	***0,14***	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent 4.	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	***0,24***	0,10	***0,11***	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent 5.	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	***0,14***	0,10	0,10	0,10

Osobní dávkové ekvivalenty a ekvivalentní dávky ionizujícího záření pro jednotlivé operující lékaře a RA, kteří byli přítomni při operacích vyžadujících skiaskopickou kontrolu za období 2005 a 2006 jsou pro srovnání uvedeny v tabulkách 4.4, 4.5, 4.6, 4.7.

Naměřené hodnoty dávkových ekvivalentů u RA jsou většinou menší než 0,10 mSv. Jen velmi zřídka přesahují tuto hodnotu, jak ukazují tabulky 4.4 a 4.5. RA nosí osobní FD dozimetr připevněn na referenčním místě po celou pracovní dobu a zvýšené hodnoty dávkových ekvivalentů můžou být též odrazem práce na skiaskopickém pracovišti. Svědčí však o tom, že dodržuje-li RA zásady ochrany (stínění, vzdáleností, časem), je naměřená hodnota dávkových ekvivalentů minimální.

Tab.č. 4.5: Vyhodnocení osobních dávkových ekvivalentů za rok 2006
Hodnoty jsou uvedeny v mSv (Hp 10)

Měsíce	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Operující lékař 1.	0,10	0,10	***0.11***	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Operující lékař 2.	***0.16***	***0.17***	***0.14***	0,10	***0.12***	0,10	0,10	***0,15***	***0,11***	0,10	***0.13***	***0.13***
Operující lékař 3.	0,10	***0.11***	0,10	0,10	0,10	***0.13***	0,10	***0,17***	0,10	0,10	0,10	***0.12***
Radiologický asistent 1.	***0.14***	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent 2.	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	***0,12***	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent 3.	0,10	0,10	***0.11***	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Radiologický asistent 4.	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	***0,12***	0,10	***0,22***	0,10
Radiologický asistent 5.	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	***0.17***	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

U operujících lékařů je vyšší výskyt zvýšených hodnot dávkových ekvivalentů, jak ukazují tabulky č. 4.4 a 4.5. Přitom operující lékaři nosí osobní FD dozimetr připevněn na referenčním místě vně ochranné zástěry pouze při operacích vyžadující skiaskopickou kontrolu. Příčinou zvýšených hodnot dávkových ekvivalentů je pozice operujícího lékaře, který stojí v blízkosti svazku ionizujícího záření, a také množství prováděných výkonů. V porovnání se stanovenými limity (vyhláška SÚJB č. 307/2002

Sb) je naměřená hodnota dávkových ekvivalentů u jednotlivých operujících lékařů zanedbatelná.

Tab.č. 4.6: Vyhodnocení ekvivalentních dávek za rok 2005

Hodnoty jsou uvedeny v mSv (Hp 0,07)

Měsíce	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Operující lékař 1.	0,10	0,43	0,15	0,10	0,16	0,52	0,10	0.170	0,10	0,30	0,10	0.14
Operující lékař 2.	0,16	0,78	0,10	0,22	0,18	0,68	0,22	0,49	0,12	0,19	0,18	0,62
Operující lékař 3.	0,60	0,29	0,37	0,10	0,40	0,67	0,46	0,28	0,12	0,14	0,11	0,21

Tab.č. 4.7: Vyhodnocení ekvivalentních dávek za rok 2006

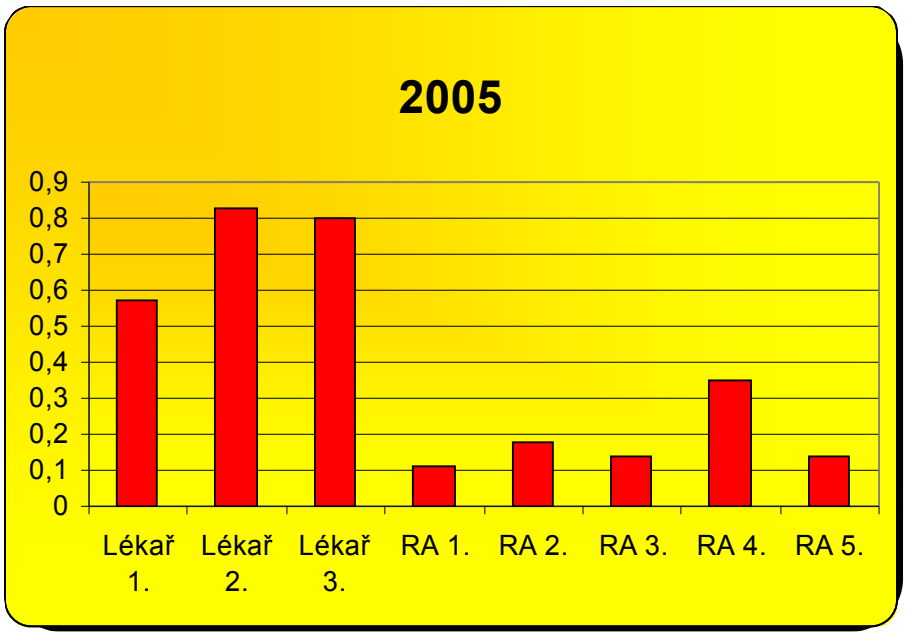
Hodnoty jsou uvedeny v mSv (Hp 0,07)

Měsíce	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Operující lékař 1.	0,15	0,17	0,32	0,10	0,14	0,10	0,13	0,10	0,10	0,28	0,10	0,10
Operující lékař 2.	0,76	0,45	0,61	0,10	0,52	0,20	0,14	0,58	0,44	0,10	1,00	0,43
Operující lékař 3.	0,11	0,40	0,28	0,22	0,25	0,47	0,12	0,81	0,22	0,16	0,40	0,39

Pro srovnání dávkových ekvivalentů u operujících lékařů a RA přítomných při operacích vyžadujících skiaskopickou kontrolu jsem sečetla hodnoty dávkových ekvivalentů přesahující hodnotu 0,10 za rok 2005 a 2006 a zaznamenala je do grafu 4.4 a 4.5.

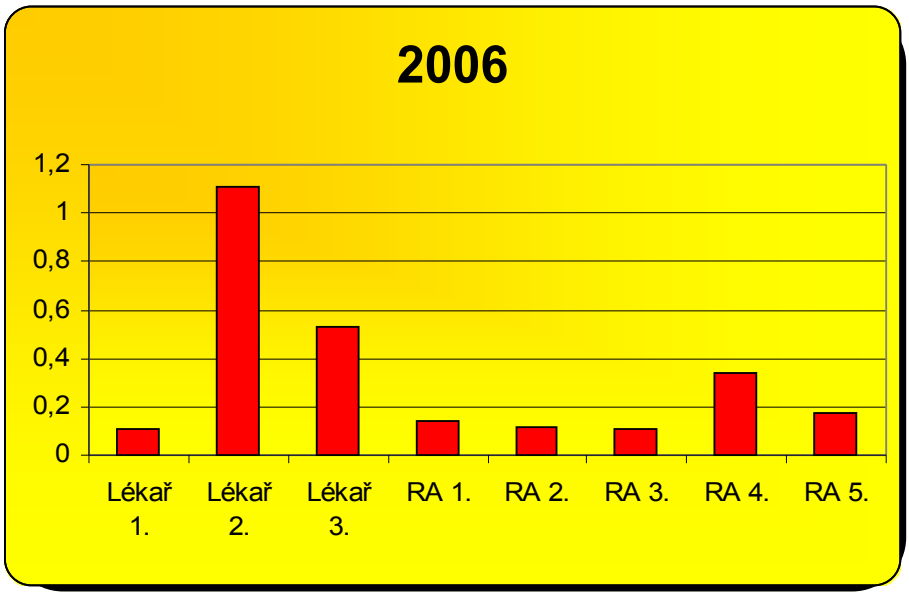
Z těchto grafů je zřejmé, že operující lékaři obdrží při operacích vyžadujících skiaskopickou kontrolu vyšší dávku než RA, i když naměřené hodnoty jsou spíše orientační, protože závisí na celé řadě faktorů. Operující lékař č.1. byl část roku 2006 nemocen a méně přítomný při operacích vyžadujících skiaskopickou kontrolu, což je pravděpodobně příčinou jeho nízké hodnoty součtu dávkových ekvivalentů. RA č.4. v období, kdy mu byly naměřené vyšší hodnoty dávkového ekvivalentu byl zároveň přítomný u angiografických vyšetření, což je pravděpodobně příčinnou zvýšené hodnoty dávkového ekvivalentu.

Graf č.4.4: Porovnání dávkových ekvivalentů u operujících lékařů a RA za rok 2005



Hodnoty ekvivalentních dávek, naměřené z prstových TL dozimetrů u jednotlivých operujících lékařů, často přesahují hodnotu 0,10, jak je zřetelné z tabulek 4.6 a 4.7. Operující lékaři mnohdy mívají při skiaskopické kontrole ruce v blízkosti svazku ionizujícího záření, neboť přidržují končetinu či implantovaný materiál, když to vyžaduje postup operace. Výše naměřených hodnot ekvivalentních dávek závisí na množství prováděných výkonů, na pozici rukou operujícího lékaře, na technice operačního výkonu a jeho náročnosti, zručnosti operujícího lékaře a dalších faktorech.

Graf č.4.5: Porovnání dávkových ekvivalentů u operujících lékařů a RA za rok 2006



4.5 MĚŘENÍ ROZPTÝLENÉHO ZÁŘENÍ

Na mobilních RTG přístrojích s C ramenem Apelem APX HF II a GE Ever View 7500 bylo provedeno měření rozptýleného RTG záření. Měření bylo provedeno s vodním fantomem o rozměrech 25 x 25 x 15 cm s rentgenkou nad operačním stolem, kdy vstupní rovina zesilovače byla 80 cm od podlahy a s rentgenkou pod operačním stolem, kdy ohnisko RTG zářiče bylo 45 cm nad podlahou. Měření bylo provedeno v různých vzdálenostech nad zemí (10, 50, 90, 120, 160 cm) a v různých vzdálenostech od osy centrálního paprsku (50, 100, 170 cm – nejčastější pozice lékaře či RA). Naměřené výsledné hodnoty byly pro lepší orientaci zaznamenány do tabulek 4.8 a 4.9, které umožňují orientační porovnání rozptýleného záření mobilního RTG přístroje s C ramenem, který byl uveden do provozu v roce 1994 s novým mobilním RTG přístrojem s C ramenem, který byl uveden do provozu v září 2006.

Na RTG pojízdném přístroji s C ramenem GE Ever View 7500 byly nastaveny hodnoty 65 kV, 1,5 mA, primární clona byla rozevřena na celou plochu obrazu pro zvolený mod zesilovače NORM. RTG záření směřovalo kolmo na vodní fantom.

Na RTG pojízdném přístroji s C ramenem Apelem APX HF II byly nastaveny hodnoty 65 kV, 1,5 mA, malé ohnisko, provoz AERC (Funkce automatického řízení expozičního příkonu). RTG záření směřovalo kolmo na vodní fantom, primární clona byla otevřena na maximální rozměr.

Naměřené hodnoty u nového mobilního RTG přístroje jsou ve většině případů nižší, což poukazuje na důležitost technického vybavení pracoviště. Menší rozptýlené záření méně zatěžuje personál i pacienta radiační dávkou při skiaskopických výkonech.

Situace při měření a vymezení pracovního pásma je znázorněna v příloze 1 a 2.

Tab.č.4.8: Zobrazuje porovnání naměřených hodnot rozptýleného záření u starého RTG přístroje (Apelem) a nového RTG přístroje (GE) – rentgenka nad operačním stolem.

		GE	***APELEM***
Měřené místo	**Ve výšce nad zemí [cm]**	**Změřeno Hx [µSv.hod^{-1}]**	**Změřeno Hx [µSv.hod^{-1}]**
A-50cm od osy CP,NORM	10	242	156
	50	322	543
	90	475	1159
	120	820	1648
	160	932	1082

		GE	***APELEM***
Měřené místo	**Ve výšce nad zemí [cm]**	**Změřeno Hx [µSv.hod^{-1}]**	**Změřeno Hx [µSv.hod^{-1}]**
B-**100cm od osy CP,NORM**	10	115,3	102
	50	122,0	144
	90	163,2	201
	120	188,2	331
	160	202	367

		GE	***APELEM***
Měřené místo	**Ve výšce nad zemí [cm]**	**Změřeno Hx [µSv.hod^{-1}]**	**Změřeno Hx [µSv.hod^{-1}]**
C-**170cm od osy CP,NORM**	10	31,2	36
	50	34,6	40,8
	90	38,2	37,2
	120	45,3	51,6
	160	58,3	69,6

Tab.č.4.9: Zobrazuje porovnání naměřených hodnot rozptýleného záření u starého RTG přístroje (Apelem) a nového RTG přístroje (GE) – rentgenka pod operačním stolem.

		GE	***APELEM***
Měřené místo	**Ve výšce nad zemí [cm]**	**Změřeno Hx [µSv.hod^{-1}]**	**Změřeno Hx [µSv.hod^{-1}]**
A-50cm od osy CP,NORM	10	821	924
	50	689	1281
	90	522	936
	120	398	500
	160	256	162

		GE	***APELEM***
Měřené místo	**Ve výšce nad zemí [cm]**	**Změřeno Hx [µSv.hod^{-1}]**	**Změřeno Hx [µSv.hod^{-1}]**
B-100cm od osy CP,NORM	10	229	573
	50	189	478
	90	149	324
	120	146	213
	160	139	136

		GE	***APELEM***
Měřené místo	**Ve výšce nad zemí [cm]**	**Změřeno Hx [µSv.hod^{-1}]**	**Změřeno Hx [µSv.hod^{-1}]**
C-170cm od osy CP,NORM	10	48,3	109
	50	39,3	72
	90	36,2	73,2
	120	29,2	58
	160	26,3	55,2

5. DISKUSE

Jedním z často diskutovaných témat v souvislosti s používáním mobilních rentgenových přístrojů s C-ramenem na operačních sálech je spolupráce obsluhy a operatéra. Na některých operačních sálech byli dosud zvyklí pracovat s mobilním rentgenovým přístrojem sanitáři a sestry, regulérní členové operačního týmu. Dnes to již takto nejde. Ze zákona vyplývá, že obsluhu C-ramene, jako zdroje ionizujícího záření musí provádět osoba s oprávněním tuto činnost provádět, tedy erudovaný radiologický asistent. Ten se velmi dobře orientuje v problematice radiologie, ale prostředí operačních sálů je mu víceméně cizí. Často jej sálový tým bere jako nutné zlo, jako člověka, který přijde „jen párkrát šlápnout na šlapku a zase se vrátí odkud přišel." I díky tomu je velmi mnoho případů, kdy je služba na sále pro radiologické asistenty spíše postrachem, než prací, na kterou by se těšili. A naopak - jsou známa i pracoviště, kde spolupráce mezi operačním týmem a RA, který chodí pravidelně C-rameno obsluhovat, je vynikající. Proč tomu tak někde je a jinde nikoliv?

Operační tým musí být sehraný kolektiv. Instrumentářka musí znát postup operací stejně dobře jako lékař a podávat mu nástroje bez pokynu v okamžiku, kdy je operatér potřebuje. Stejně tak i kvalitní spolupráce s obsluhou C-ramene je tam, kde RA se stane součástí operačního týmu, pohybuje se na sále často, zná jednotlivé postupy operací i specifika jednotlivých operujících lékařů, ví dopředu, co se po něm bude vyžadovat, a je sám aktivní. Může tak ušetřit mnoho operačního i skiaskopického času a pak bude více a více žádán operatéry.

Možnosti, jak toho dosáhnout, jsou na obou stranách, ale s aktivitou musí asi začít radiodiagnostické oddělení. To by mělo vyčlenit jednoho, případně určitý počet radiologických asistentů, kteří se budou na obsluhu C-ramene specializovat více než ostatní. Ti by měli věnovat určitý čas tomu, aby poznali jednotlivé standardní typy operací a dopodrobna znali, co bude operatér potřebovat vidět, jak je pacient polohován na operačním nebo extenčním stole, jaké polohy C-ramene jsou možné, kam umístit mobilní RTG přístroj s C ramenem i obrazové monitory apod. Na operačním sále je

nutno být ještě před umístěním pacienta na operační stůl. Minuta strávená vyzkoušením polohy

C-ramene před operací v potřebných projekcích a v době, kdy pacient ještě není sterilně zakryt rouškami, pak může ušetřit desítky minut během operace. Často stačí pacienta posunout o několik centimetrů, abychom se později vyhnuli problémům s kovovými partiemi stolu a abychom předešli zbytečnému vertikálnímu posuvu stolu nebo rentgenu, které opět berou čas a klid na vlastní práci. Ideální je, když při tomto zkušebním polohování je přítomen i operatér, který si domluví s obsluhou mobilního RTG přístroje potřebné projekce a možnosti, jak jich dosáhnout. I expozice provedené v tomto okamžiku nejsou zbytečnou radiační zátěží pacienta a obsluhy, protože se bohatě vrátí ušetřeným expozičním časem.

Dalším důležitým prvkem je znalost přístroje, jeho možností a obsluhy. Velmi často se setkáváme s tím, že obsluha C-ramene se situuje opravdu jen do role statisty u expozičního tlačítka. Samozřejmě, že expoziční automatika, která je dnes u všech nových C-ramen, provede práci za Vás, ale přístroj sám neví, co je potřeba vidět a co ne. Poloha zesilovače nad objektem zájmu je to nejpodstatnější. Jen když je objekt uprostřed pole zesilovače, přístroj nastaví optimální hodnoty a obraz se pěkně vykreslí. Proto je vhodné mít mírně povolené zámky předozadního a bočního posunu C-ramene, abychom se mohli během skiaskopie posunout na potřebné místo.

Ke snižování radiační dávky pro personál i pacienta přispívá nejen výborná spolupráce celého operačního týmu, nejlepší znalosti a zkušenosti RA i ostatních členů operačního týmu, ale také kvalitní mobilní RTG přístroj. Ve své práci jsem mimo jiné také porovnávala naměřené hodnoty rozptýleného RTG záření u 12 let starého a nového (z roku 2006) mobilního RTG přístroje. Naměřené hodnoty u starého RTG přístroje jsou většinou podstatně vyšší, což potvrzuje požadavky na technické vybavení pracoviště.

K omezení radiační zátěže pacientů vede i monitorování dávek. Vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb. § 67 říká: „ O každém lékařském ozáření musí být pořízen záznam umožňující posouzení velikosti ozáření konkrétní vyšetřované nebo léčené osoby. U každého diagnostického postupu se zaznamenávají důvody ozáření a tyto podklady pro

odhad dávky.“ § 64 říká: „ Nová rentgenová zařízení musí být vybavena tam, kde je to z technických důvodů možné, přidruženým zařízením a příslušenství, která poskytnou kvantitativní informaci o ozáření, jemuž je vystavena vyšetřovaná osoba.“ Tato zákonná ustanovení mají své opodstatnění i pro skiaskopii na operačních sálech. Je-li operační sál vybaven mobilním RTG přístrojem s měřidlem plošné kermy, kdy hodnotu DAP a skiaskopický čas lze odečíst přímo z displeje, dovoluje snadno pořídit záznam umožňující posouzení velikost ozáření konkrétní léčené osoby. Z této hodnoty lze pak snadno posoudit dávku jednotlivých pacientů i jednotlivých vyšetření. Upozorňuje na značné výchylky, vede k zamyšlení nad jejich příčinou a ke snaze snížit dávku. Sníží-li se dávky pro pacienta, sníží se i pro personál.

6. ZÁVĚR

Radiologický asistent je nedílnou součástí operačního týmu při terapeutických výkonech vyžadujících skiaskopickou kontrolu, jejichž počet neustále stoupá, především se zdokonalováním a používáním nových operačních technik a přístrojového vybavení.

Je důležité, aby se RA v prostředí operačního sálu dobře orientoval, znal jednotlivé postupy operačních zákroků, vhodně umístil mobilní RTG přístroj s C ramenem i monitory, dokonale ovládal obsluhu RTG přístroje a dbal na principy radiační ochrany. Velmi významná je i komunikace mezi RA a operujícím lékařem. Dokonale sehraný a zkušený operační tým dokáže provést operaci za optimálních podmínek.

Problematika RA na operačním sále mi připadá opomenuta . Ve své bakalářské práci jsem se snažila informovat o práci RA na operačním sále, i když jen v základních oblastech, protože role RA na operačním sále je individuální. Každá nemocnice má odlišné uspořádání operačních sálů, zaměřuje se na rozdílné operační výkony a každý operační tým má svá specifika.

Vytvořila jsem standardní postupy pro nejčastější terapeutické operační výkony při zlomeninách končetin, které mohou být přínosem pro stávající, ale hlavně budoucí RA. Upozornila jsem na časté chyby a omyly, se kterými jsem se setkala při práci na operačních sálech a kterým je nutno předcházet.

Měla jsem možnost porovnat manipulaci i práci s mobilním RTG přístrojem s C ramenem, který byl na RDG oddělení v používání od roku 1994 a s novým moderním RTG přístrojem, který byl zaveden v roce 2006. S novým a moderním RTG přístrojem je snazší manipulace, podává lepší obrazové rozlišení pro operatéra k jeho větší spokojenosti a tím zkracuje skiaskopický čas a také celkový čas operace. Navíc má nový RTG přístroj určený pro operační chirurgický sál zabudované měřidlo plošné kermy, které pouhým odečtením z displeje poskytuje přesnou informaci o DAP a skiaskopickém času, což umožňuje snadné monitorování dávek u jednotlivých výkonů prováděných na operačním sále pod skiaskopickou kontrolou.

Kontroly rentgenových přístrojů by se neměly zabývat pouze technickými parametry sledovanými v rámci zkoušek dlouhodobé stability, ale také průměrnou radiační dávkou pacienta v rámci jednotlivých typů výkonů. Zásadní rozhodnutí o obměně rentgenových přístrojů leží ve většině institucí, díky vysoké investiční náročnosti, v rukou managementu, na který je třeba soustavně odborně i legislativně (v tomto směru) působit.

Jen kombinace vynikající souhry celého operačního týmu, nejlepší znalosti a zkušenosti RA i ostatních členů operačního týmu a kvalitní RTG přístroj dokáží zajistit hladký průběh operace pod skiaskopickou kontrolou za co nejnižších časů operačních i skiaskopických a zároveň zaručit nízké radiační dávky pro personál i pro pacienta.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. DUDA, M. et al. *Práce sestry na operačním sále*. 1. vyd. Praha : GRADA Publishing, 2000. 392 s. ISBN 80-7169-642-0.

2. HAVRÁNEK, J. et al. *Základy zdravotnické statistiky*. 1. vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2004. 100 s. ISBN 80-7040-663-1.

3. HLAVA, A. *Počátky rentgenologie v českém lékařství*. 1. vyd. Hradec Králové : AURIUS, 2002. 648 s. ISBN 80-238-9276-2.

4. CHUDÁČEK, Z. *Radiodiagnostika.* 1. vyd. Brno : IDVPZ Brno, 1995. 293 s. ISBN 80-7013-144-4.

5. KLENER, V. *Souhrn současných principů ICRP pro ochranu pacientů v radiodiagnostice* (přeloženo s anglického originálu Summary of the Current ICRP Principles for Protection of the Patient in Diagnostic Radiology, Pergamon Press, 1993), X-Egem, Praha 1998.

6. KRAJINA, A., PEREGRIN, J.H. et al. *Intervenční radiologie : miniinvazivní terapie*. 1. vyd. Hradec Králové : Olga Čermáková, 2005. 836 s. ISBN 80-86803-08-8.

7. KUNA, P., NAVRÁTIL, L. *Klinická radiobiologie*.1. vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2003. 214 s.

8. Ministerstvo zdravotnictví ČR ve spolupráci se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost. Ročník 2006. Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky – Soubor doporučení a návod pro tvorbu místních radiologických postupů (standardů) na radiologických pracovištích v České republice.
e-mail: **J.PILCOVA@seznam.cz od** netolicky@hospital.chrudim.cz 8.9. 2006

9. SINGER, J., HEŘMANSKÁ, J. *Principy radiační ochrany*. 1. vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2004. 111 s. ISBN 80-7040-708-5.

10. ŠMORANC, P. *Rentgenová technika v lékařství*. 2. vyd. Pardubice : E a J PRINT, 2005. 264 s. ISBN 80-85438-19-4.

11. TERRIER, F., TERRIER, G. Velké etapy zobrazování v medicíně. (přeložila Bártová M.) *Praktická radiologie*. Praha : 2005, roč. 10, č. 4, s. 8-16.ISSN 1211-5053.

12. VIŠŇA, P., HOCH, J. et al. *Traumatologie dospělých*. Praha : MAXDORF s.r.o., 2004. Jessenius. 157 s. ISBN 80-7345-034-8.

13. Vyhláška SÚJB č. 307 / 2002 Sb., o radiační ochraně. http://www.sujb.cz/?c_id=87, 28.2.2007.

14. Vyhláška Ministerstva zdravotnictví 195/2005 Sb., o úpravě podmínek předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění. http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701/.cmd/ad/.c/313/.ce/10821/.p/8411/_s.155/701?PC_8411_number1=195/2005&PC_8411_l=195/2005&PC_8411_ps=10#10821 , 15.3. 2007

15. Wikipedia. Rentgenové záření. http://cs.wikipedia.org/wiki/Rentgenov%C3%A9_z%C3%A1%C5%99en%C3%AD, 22.11.2006

16. Wikipedia. Willhem Conrad Rentgen. http://cs.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Conrad_R%C3%B6ntgen, 22.11.2006

17. Zákon o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů. http://www.sujb.cz/?c_id=229, 10.10.2006

8. KLÍČOVÁ SLOVA

Radiologický asistent

Mobilní RTG přístroj s C ramenem

Skiaskopická kontrola

Zlomeniny

Standardy

9. SEZNAM ZKRATEK

RA – radiologický asistent

RTG – rentgenové

CT- počítačová tomografie

MR – magnetická rezonance

KAP – součin kermy a plochy

DAP - součin dávky a plochy

OS - osteosyntéza

CKP – cervikokapitální

DHS - dynamic hip screw

PFN - proximal femoral nail

LCP - Locking Compression Plate

MTC – metakarp

KL – kontrastní látka

AP - anterio-posteriorní

10. PŘÍLOHY

Příloha č. 1 – Situace při měření a vymezení pracovního pásma
C rameno – rentgenka nad operačním stolem

Příloha č. 2 - Situace při měření a vymezení pracovního pásma
C rameno – rentgenka pod operačním stolem

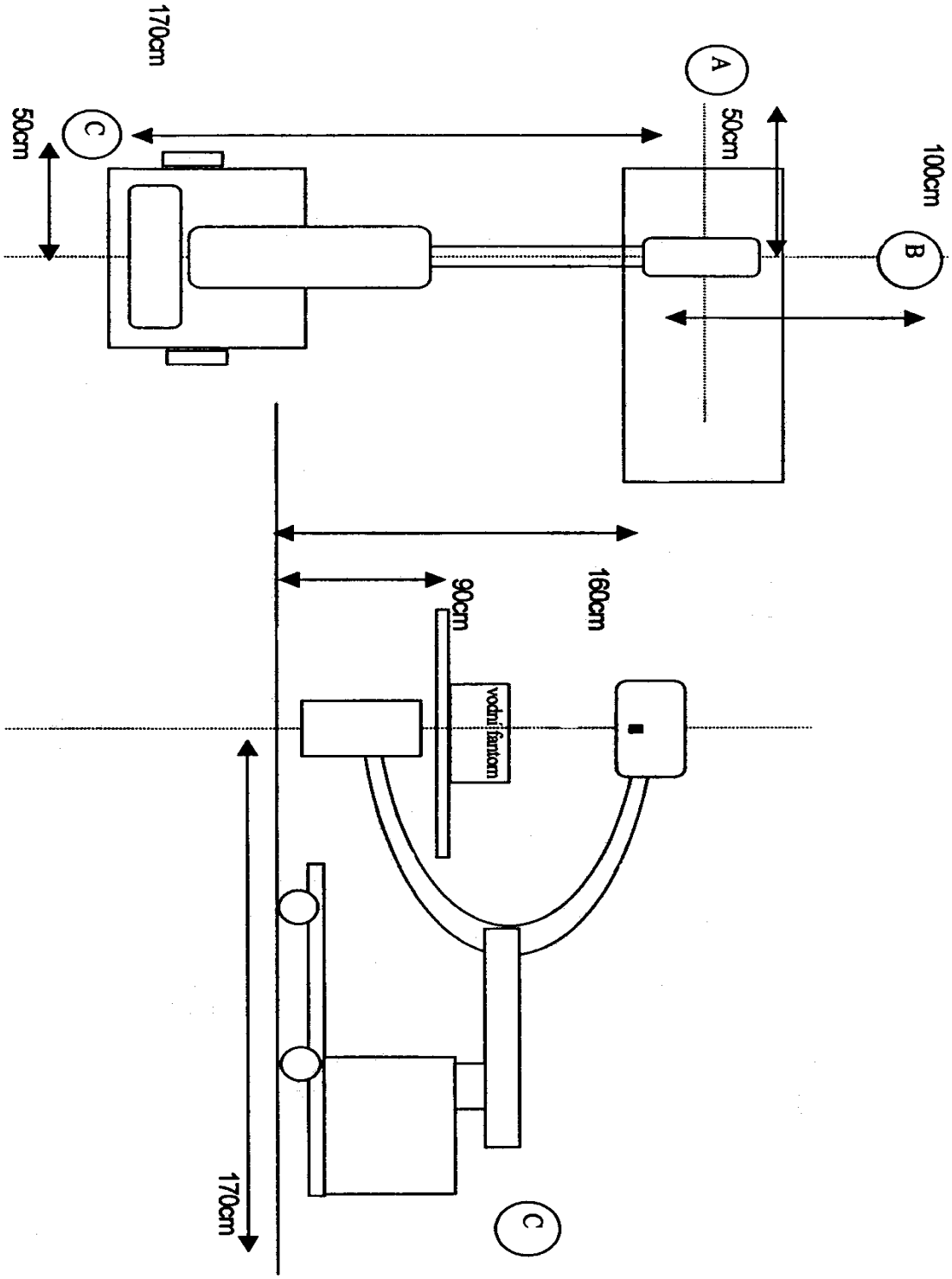
Příloha č. 3 – Skiaskopický postup při dlahové osteosyntéze distálního konce fibuly

Příloha č. 4 – Skiaskopický postup při zavádění nitrodřeňového hřebu do tibie

Příloha č. 5 – Skiaskopický postup při zavádění proximálního femorálního hřebu

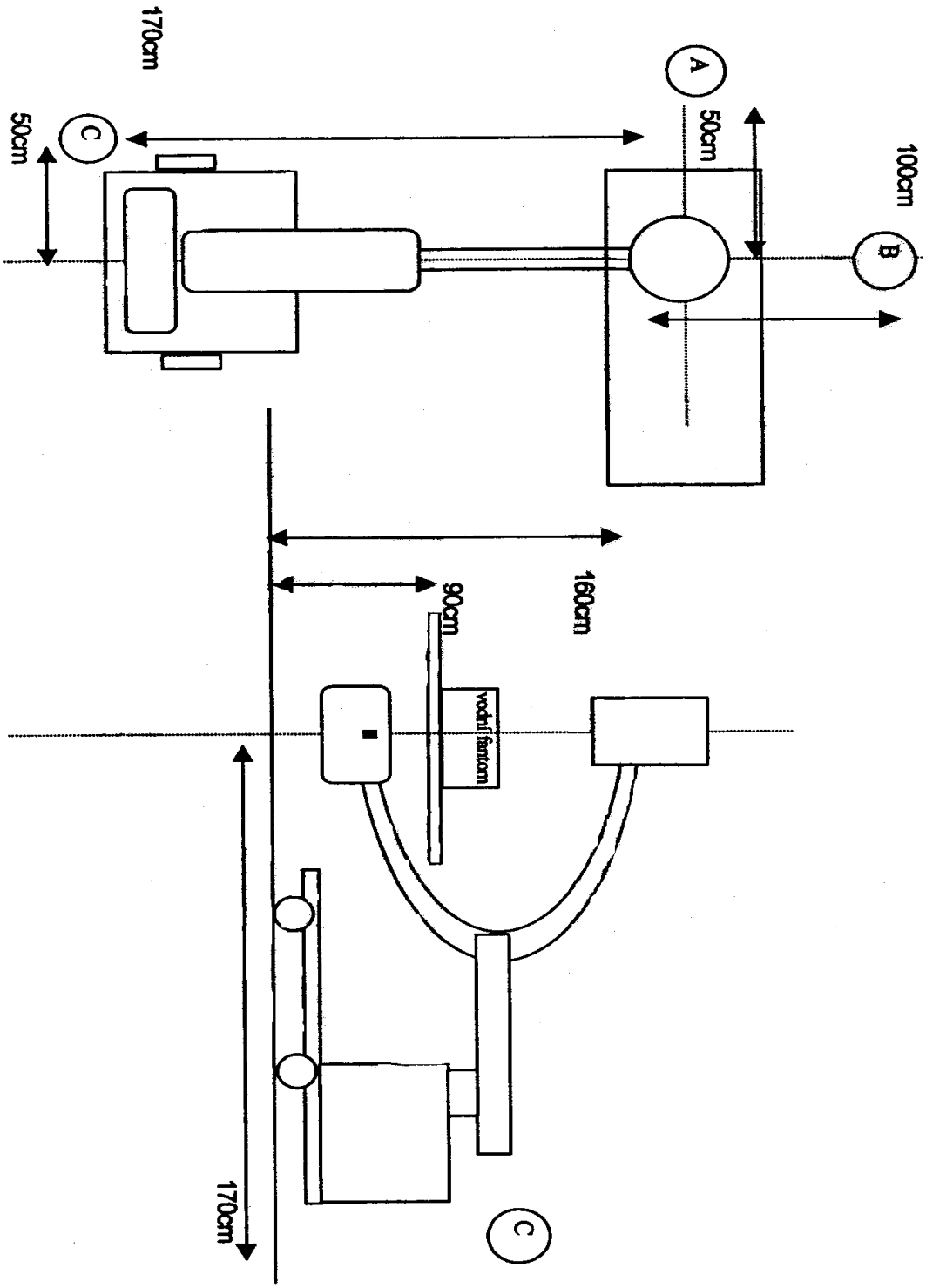
PŘÍLOHA Č. 1 – SITUACE PŘI MĚŘENÍ A VYMEZENÍ PRACOVNÍHO PÁSMA

C rameno-rentgenka nad operačním stolem



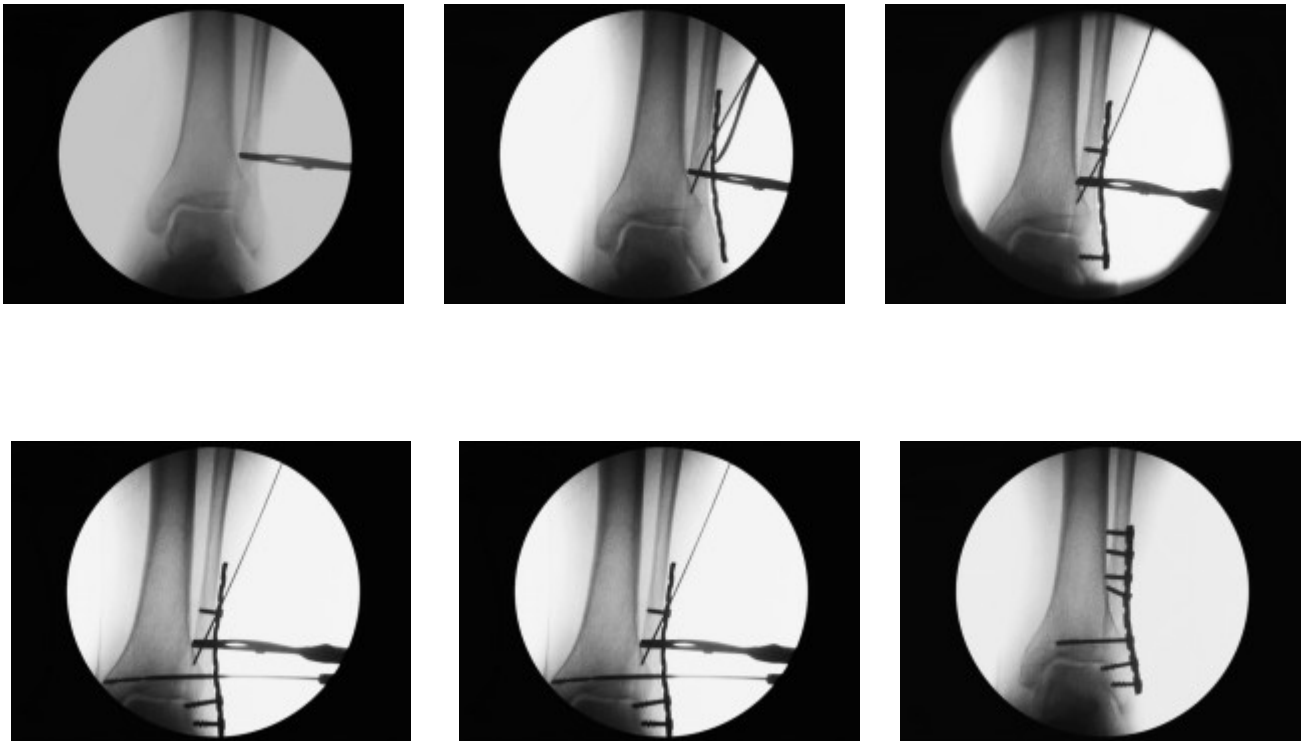
PŘÍLOHA Č. 2 – SITUACE PŘI MĚŘENÍ A VYMEZENÍ PRACOVNÍHO PÁSMA

C rameno-rentgenka pod operačním stolem



PŘÍLOHA Č. 3 – SKIASKOPICKÝ POSTUP PŘI DLAHOVÉ OSTEOSYNTÉZE DISTÁLNÍHO KONCE FIBULY

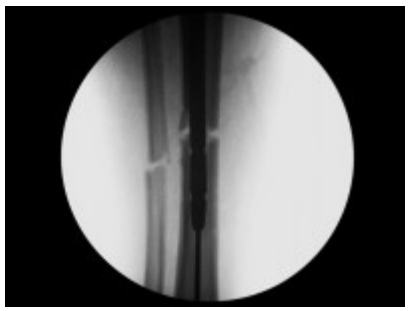
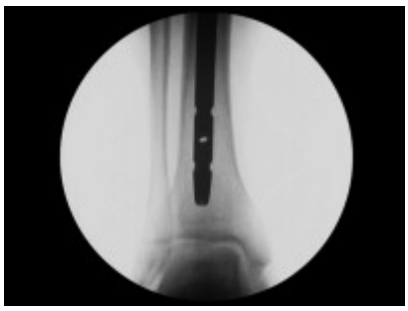
Obr. 1-6: *Přikládání dlahy, která je vytvarována dle anatomického průběhu fibuly a fixována šrouby na několika místech.*



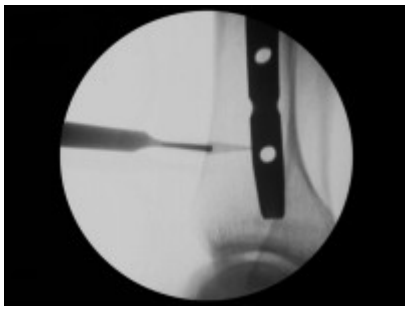
Obr. 7: *Kontrolní bočná projekce*

PŘÍLOHA Č. 4 – SKIASKOPICKÝ POSTUP PŘI ZAVÁDĚNÍ NITRODŘEŇOVÉHO HŘEBU DO TIBIE

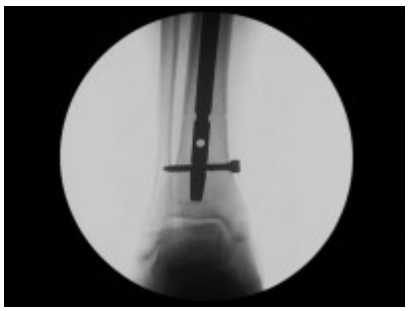
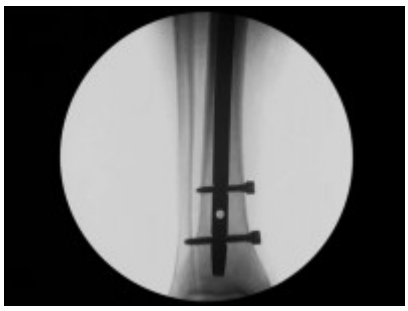
Obr. 1-4: *Zavádění vodiče a nitrodřeňového hřebu po vodiči do tibie.*

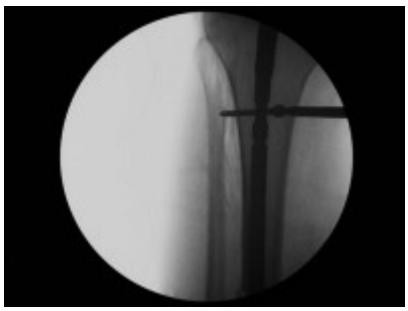
Obr. 5: *Bočná projekce pro zavedení zajišťovacích šroubů na distálním konci tibie.*



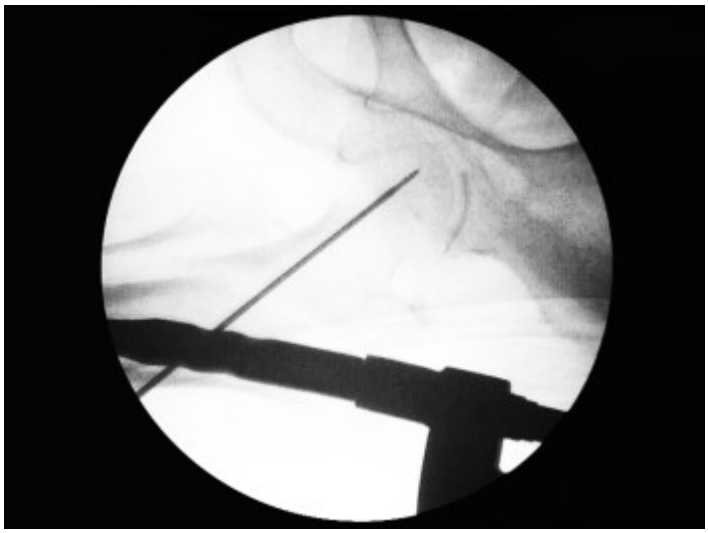
Obr. 6-7: *Zavedení zajišťovacích šroubů na distálním konci tibie.*

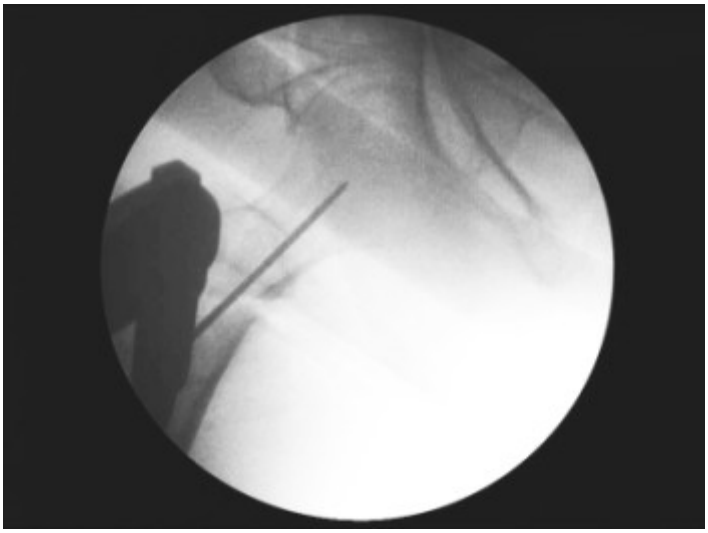
Obr. 8: *Zavedení zajišťovacího šroubu na proximálním konci tibie.*



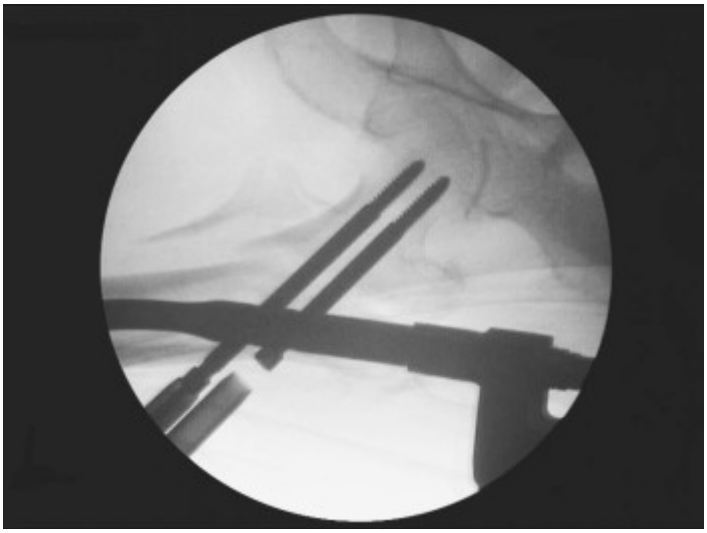
PŘÍLOHA Č. 5 – SKIASKOPICKÝ POSTUP PŘI ZAVÁDĚNÍ PROXIMÁLNÍHO FEMORÁLNÍHO HŘEBU



Obr. 1: Zavádění vodiče skrz femorální hřeb.



Obr. 2: Bočná projekce kontrolující pozici vodiče.



Obr. 3: Zavedení šroubů skrz hřeb do krčku femuru.