



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Studies

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta
Katedra radiologie a ochrany obyvatelstva

Bakalářská práce

Speciální skiagrafické projekce v ortopedii

Vypracoval: Ing. Hana Coufalová

Vedoucí práce: Mgr. Miloš Plhoň

České Budějovice 2015

Abstrakt

Tématem této bakalářské práce jsou speciální projekce používané v ortopedii.

Radiologie má dnes nezastupitelnou roli v jakémkoliv medicínském oboru a pomáhá s určováním diagnózy či přímo při léčbě.

Nicméně, nejvíce se tyto metody využívají při diagnostice a při určování typu a stupně poranění, či nemoci. Většina vyšetření jsou standardní, klasické projekce, které jsou popsány ve většině dostupné literatury, která se věnuje tématu RTG projekcí. V některých případech se ale vyskytne žádost o nestandardní projekci pro potřebu ortopeda. Tyto projekce nejsou tolik známé a většina radiologických asistentů, pokud nedělají na RDG oddělení, kde jsou vyžadované, tyto projekce nezná.

V teoretické části této bakalářské práce jsou zpracovány informace, které je vhodné znát pro všeobecný přehled v oboru ortopedie, anatomie kostí a radiodiagnostiky. Cílem této bakalářské práce bylo na specializovaných RDG pracovištích získat informace o projekcích prováděných pro potřeby ortopedů pomocí pohovorů a praktických ukázek. A poté pomocí získaných informací vytvořit jednoduchý manuál jednotlivých projekcí, který bude pro potřeby radiologických asistentů na jiných RDG pracovištích. Informace byly získány na těchto pracovištích: Fakultní nemocnice Motol, Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Nemocnice na Bulovce a Poliklinika Mazurská. Tyto cíle byly splněny, daný manuál je vytvořený v části práce „Výsledky“.

Projekce uvedené v této bakalářské práci jsou nejčastější speciální projekce, které se pro potřeby ortopedů provádějí. Každé pracoviště má samozřejmě jiné standardy a každá projekce může být na jiném pracovišti prováděna v jiné modifikaci, než v jaké ji uvádím. Může být také jiné označení projekce, které je pro dané pracoviště dané. Projekce, kdy jsou potřeba speciální pomůcky, zařízení, technické parametry nebo nastavení, jsem neuváděla. Také projekce, které jsou ve velmi malé míře používány, nebo projekce držené, kdy je potřeba přítomnost ortopeda, zde nejsou. Je to z důvodu toho, že by měl manuál sloužit hlavně na pracovištích, kde v běžné praxi provádějí standardní projekce a tyto speciální provádějí jen zřídka, pouze když přijde nějaký pacient na toto vyšetření.

Dále byly položeny výzkumné otázky, zda se liší speciální ortopedické projekce a jestli je lze specifikovat a sumarizovat do formy výukového materiálu. A také zda radiologičtí asistenti tyto projekce znají. Ano, tyto projekce lze zpracovat do ucelenější formy tak, aby mohly sloužit jako výukový materiál. A informovanost radiologických asistentů o těchto projekcích je závislá od toho, jak dlouho radiologický asistent pracuje v praxi, s jakými projekcemi se setkal v rámci školní praxe, či studia. A také, zda dané pracoviště tyto projekce v běžném provozu vůbec provádí.

Smyslem této bakalářské práce bylo vytvoření manuálu – přehledu jednotlivých projekcí používaných v ortopedii a jejich popis doplněný obrázky tak, aby každý radiologický asistent, který tyto projekce nezná, je mohl vytvořit.

Klíčová slova: speciální projekce, RTG projekce, ortopedie, klouby, kost.

Abstract

The main topic of this thesis are special projections used in orthopedics.

Radiology nowadays plays an important role in any field of medicine and helps with medical diagnostic or directly with treatment.

Nevertheless, these methods are mostly used for diagnostics and classification of type and degree of injury or disease. For most common examinations are used standard, classic projections, which are described in literature on RTG projections.

However, in some cases comes requests for non-standard projections from orthopedist. These projections are not so commonly known and most radiological assistants are usually not familiar with them.

The theoretical part of the thesis summarizes general overview in orthopedics, bones anatomy and radiodiagnostics.

The main objective of work presented in the thesis was to gain information from specialized RDG locations on projections conducted for the use of orthopedists with help of interview and practical demonstrations. The collected information was to be used to create a brief manual of the used projections, which would be available for the radiology assistants at the other RDG locations.

Inputs were collected from these organizations: University Hospital in Motol, University Hospital Královské Vinohrady, Hospital Na Bulovce and Health center Mazurská.

The set objectives have been achieved; the manual is presented in the results' section.

The listed projections are mostly special projections conducted on demand for orthopedists. Each organization has naturally different standards and a procedure of each projection may slightly differ from place to place. Also the system of projection's designation may vary. From the list are excluded projections demanding special tools, devices or instruments and/or special technical setting or parameters; projections used rarely; and held projections (with assistance of orthopedist).The reasoning for the exclusion is a fact, that the manual is intended for RDG locations conducting the most standard projections and the special types are used only seldom.

There were formulated further research questions, whether special orthopedic projections vary and whether is it possible to specify and summarize them into a form of a handbook. Another question was whether RDG assistants are familiar with these projections. The answer was positive – yes, these projections can be processed as an educational material. And the knowledge of the RDG assistants about these projections depends on the length and extent of their practice and experience from the practical education at university and also on the extent of projections provided on the daily basis.

The main benefit of the thesis was drawing up the manual – overview of particular projections used in orthopedics including descriptions and figures, so that every radiological assistant can use it to perform these projections.

Keywords: special projections, RTG projections, orthopedics, joints, bone.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 7. 8. 2015

.....

Ing. Hana Coufalová

Poděkování

Ráda bych poděkovala Mgr. Miloši Plhoňovi za vedení bakalářské práce, dále radiologickým asistentům na RDG pracovištích, které jsem navštívila a také svému příteli Petrovi za trpělivost, kterou se mnou měl.

Obsah

Úvod	10
1. Teoretická část.....	11
1.1 Anatomie	11
1.1.1 Kosterní systém.....	11
1.2 Ortopedie	22
1.2.1 Změny struktury kostí	24
1.2.2 Změna tvaru kostí.....	24
1.2.3 Poranění kostí a kloubů	25
1.3 Radiodiagnostika.....	26
1.3.1 Vznik a vlastnosti rentgenového záření.....	26
1.3.2 Tvorba a kvalita obrazu.....	29
1.3.3 Ochrana před zářením	34
1.3.4 Projekce – obecné zásady	35
2. Hypotézy a metodika výzkumu.....	37
2.1 Cíle práce	37
2.2 Výzkumná otázka.....	37
2.3 Metodika.....	37
3. Výsledky	39
3.1 Horní končetina.....	39
3.1.1 Prsty.....	39
3.1.2 Ruka	39
3.1.3 Zápěstí	39
3.1.4 Předloktí	42
3.1.5 Loket.....	42
3.1.6 Pažní kost.....	43
3.1.7 Rameno.....	43
3.1.8 Lopatka.....	47
3.1.9 Klíční kost.....	47
3.2 Dolní končetina.....	48

3.2.1	Prsty.....	48
3.2.2	Noha	48
3.2.3	Pata.....	50
3.2.4	Hlezno	50
3.2.1	Bérec.....	51
3.2.2	Koleno	51
3.2.3	Stehenní kost.....	54
3.2.4	Kyčelní kloub.....	54
3.3	Osový skelet.....	55
3.3.1	Pánev	55
3.3.2	Krční páteř	56
3.3.3	Hrudní páteř	58
3.3.4	Bederní páteř.....	58
3.3.5	Křížová kost a kostrč.....	59
4.	Diskuze	60
5.	Závěr	62
6.	Seznam informačních zdrojů.....	63
7.	Seznam obrázků	66

Seznam použitých zkratk

AC – akromioclavikulární

AP – anterioposterionální

CP – centrální paprsek

CT – výpočetní tomografie

MR – magnetická rezonance

PA – posterioanterionální

RDG – radiodiagnostické (oddělení)

RTG - rentgen (-ový, -ová)

USG – ultrazvukové vyšetření

Úvod

Radiologie má dnes nezastupitelnou roli v jakémkoliv medicínském oboru a pomáhá s určováním diagnózy či přímo při léčbě.

Nicméně, nejvíce se tyto metody využívají při diagnostice a při určování typu a stupně poranění, či nemoci. Jako pracovník radiodiagnostického oddělení menší nemocnice, provádíme nejvíce rentgenových vyšetření pro potřeby oddělení chirurgie, interní ambulance, rehabilitace, neurologie a ortopedie. Většina vyšetření jsou standardní, klasické projekce, které jsou popsány ve většině dostupné literatury, která se věnuje tématu RTG projekcí. Občas se ale vyskytne žádost o nestandardní projekci pro potřebu ortopeda. Tyto projekce nejsou tolik známé a většina radiologických asistentů, pokud nedělají na RDG oddělení, kde jsou vyžadované, tyto projekce nezná.

1. Teoretická část

1.1 Anatomie

1.1.1 Kosterní systém

Na stavbě kostry se podílejí všechny tři typy pojivových tkání: vazivo, chrupavka a kost. Skládají se z buněk a z mezibuněčné hmoty (matrix) tvořené základní amorfni složkou a složkou vláknitou.(1)

1.1.1.1 Vazivo

Vazivo má v pohybovém aparátu podpůrnou funkci. Zajišťuje spojení kostí, tvoří ligamenta a kloubní pouzdra a kryje povrch kostí a chrupavek (periost, perichondrium). Tvoří šlachy, fascie a septa. Nejčastější buňkou vaziva jsou fibroblasty, které produkují mezibuněčnou a vláknitou hmotu vaziva. Klidová forma fibroblastů se nazývá fibrocyt. Vlákná vaziva jsou tvořena vláknitými proteiny trojího typu. Nejpočetnější jsou vlákna tvořená kolagenem, především kolagenem typu I. Jsou velmi pevná a ohebná. V elastických vláknech převažuje elastin, který vláknům propůjčuje pružnost. Retikulární vlákna zase obsahují zejména kolagen typu III a značné množství glykoproteinů. Převažující typ vláken určuje specifické vlastnosti vaziva.(1)

1.1.1.2 Chrupavka

Chrupavka je typ pojiva, jehož matrix je pevné konzistence. Vyznačuje se pružností a mechanickou odolností. Obsahuje jemná vlákna kolagenu typu II, na která jsou vázány proteoglykany základní hmoty. Ta je tvořena zejména komplexními hydratovanými proteoglykany, skládajícími se kromě bílkovin také z glykosaminoglykanů (chondroitinsulfát, keratansulfát a kyselina hyaluronová). Existují tři typy chrupavky – hyalinní, elastická a vazivová.

Hyalinní chrupavka je sklovitá, poloprůhledná. Je to nejčastější forma chrupavky. V prenatalním období tvoří hyalinní chrupavka kostru (kromě kostí, které osifikují

z vaziva), později růstovou chrupavku a chrupavku kloubní. V dospělosti tvoří, kromě kloubních chrupavek, přední části žeber.

Ve žluté elastické chrupavce jsou navíc i elastická vlákna. A bílá vazivová chrupavka obsahuje velmi husté síť kolagenu I. Tato chrupavka je stavebním materiálem kloubních disků a menisků, intervertebrálních disků a symfýzy.

Buňky chrupavky se nazývají chondrocyty. Mohou se mitoticky dělit a přispívat k růstu chrupavky. Na povrchu chrupavky je vazivové perichondrium, které obsahuje cévy chrupavky (vlastní chrupavka cévy nemá a je odkázána na difúzi z perichondria), a ve vnitřní vrstvě chondroblasty. Z těchto buněk vychází růst chrupavky a omezená regenerační schopnost. Na kloubních chrupavkách perichondrium není vytvořeno, jelikož je chrupavka vyživována ze synoviální tekutiny.(1)

1.1.1.3 Kostní tkáň

Kostní tkáň je tvořena z 50% anorganickým materiálem (hlavně z fosforečnanu vápenatého, tzv. hydroxyapatitu), z 25% organickou kostní matrix – osteoid (90% kolagen typ I, 10% proteiny nekolagenové povahy – osteokalcin, osteonectin, proteoglykany buňky a enzymy) a z 25% vody, která je navázána na kolagen a mukopolysacharidy. Poměr organické a anorganické složky se během života mění (1:1 v době narození, 1:2 ve stáří). Proto jsou kosti v období dětství pružnější a ve stáří křehké a lomivé. (2)

Součástí organické složky jsou buňky (osteoblasty, osteocyty a osteoklasty) a kostní matrix.

Osteoblasty jsou buňky kubického tvaru, které produkují organickou složku mezibuněčné hmoty kosti (matrix) a ovlivňují její následnou mineralizaci. Jsou uloženy ve vnitřní vrstvě periostu a v kostních dutinách, kde tvoří podstatnou část endostu. Jakmile je osteoblast obklopen matrix, snižuje se jeho metabolická aktivita a mění se v osteofyt.(1)

Osteocyty jsou protáhlé buňky s velkým množstvím výběžků. Vznikají z osteoblastů a leží v dutinkách kosti, *lacunae ossium*. Osteocyty zajišťují metabolismus

a obměnu kostní matrix. Zaniknou- li osteocyty a nejsou li nahrazeny novými osteocyty z osteoblastů, je kost resorbována.

Osteoklasty jsou mnohояaderné velké buňky, zajišťují odbourávání kosti pomocí enzymů. Produkci kyselé fosfatázy a kolagenózy uvolňují kostní minerály a rozrušují strukturu základní hmoty. Tím uvolňují prostor pro nově vytvořenou kost a napomáhají její remodelaci. Tato resorpce je řízena hormonálně (parathormon ji aktivuje, kalcitonin inhibuje). Aktivace osteoklastů je ovlivňována i osteoblasty, čímž je zaručena jednota novotvorby a resorpce v průběhu kostní remodelace.(1)

Kostní matrix je organická složka syntetizována osteoblasty. Obsahuje především kolagen typu I a amorfni základní hmotu (proteiny, glukosaminoglykany). Na organickou složku je vázána složka anorganická (minerální), která ve spojení s kolagenem zajišťuje výlučné vlastnosti kosti – tvrdost a současně pevnost a pružnost. Anorganická složka je tvořena sloučeninami vápníku a fosforu v podobě krystalků hydroxyapatitu a amorfniho fosforečnanu vápenatého, dále uhličitany, citráty a řadou stopových prvků. Anorganické látky nejsou v kosti uloženy trvale, ale jsou podle potřeby uvolňovány a doplňovány v řízeném režimu, který zajišťuje stabilní iontové složení tělních tekutin. (1,2,3)

1.1.1.4 Spojení kostí

Spojení kostí zajišťuje pohyb a stabilitu skeletu. Studium spojení kostí se zabývá artrologie. Kostí jsou navzájem spojeni několika způsoby:

- a) Spojení pomocí vaziva. Tento typ spojení se vyskytuje ve třech podobách.

Šev – spojení plochých kostí lebky. Jsou důležitým místem růstu kostí, s věkem postupně srůstají, tento proces začíná u jednoduše tvarovaných švů přibližně od 30. roku věku a má určitou posloupnost.

Syndesmóza – pevné spojení kostí kolagenním, případně i elastickým vazivem. Příkladem je spojení distálních konců kostí bérce.

Vklínění – příkladem je spojení kořene zubu s čelistí.

- b) Spojení pomocí chrupavky. Spojení kostí pomocí chrupavky se vyskytuje ve dvou základních typech: *synchondrosis* je spojení tvořené hyalinní chrupavkou (připojení

žebra ke sternu) a *symphysis* je spojení převážně vazivovou chrupavkou. Příkladem je spona stydká a meziobratlové destičky.

- c) Kloub. Je to pohyblivé spojení dvou či více kostí uzavřených ve vazivovém kloubním pouzdru, které je zesíleno vazy. Dotykové kloubní plochy kosti jsou potáhnuty hyalinní chrupavkou. Kloubní plochy jsou obvykle tvarovány do podoby hlavice a jamky, někdy jsou doplněné na svém obvodu o chrupavčitý lem. Kloub je tvořen kloubní chrupavkou, kloubním pouzdem a kloubní dutinou.

Kloubní chrupavka je různě silná, silnější bývá v centru, po obvodu je slabší. V místech kde je vsunut chrupavčitý disk – meniskus je kloubní chrupavka tenčí. Tato chrupavka je bezcévná a její výživa je zajištěna ze synoviální tekutiny. Výživě chrupavky prospívá pohyb v lehké zátěži kloubu.

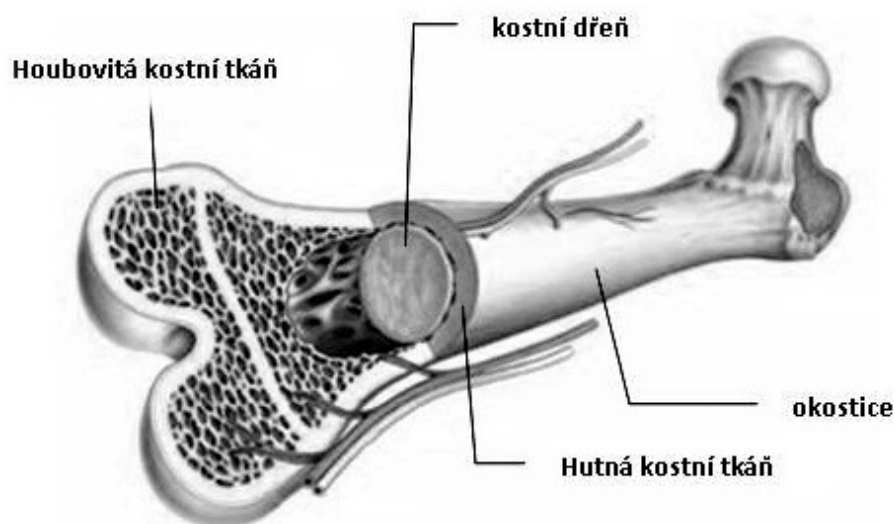
Kloubní pouzdro se upíná po obvodu styčných ploch artikulujících kostí. Je složeno ze dvou vrstev. Zevní vrstva je tvořena převážně kolagenními vlákny a zevně zesílena kapsulárními vazy. Vnitřní vrstva (synoviální membrána) vystýlá kloubní dutinu vyjma styčných ploch a pokrývá i všechny intraartikulární struktury. Je tvořena řidším, bohatě cévně zásobeným vazivem. Některé buňky jsou schopné fagocytózy. Synoviální membrána vylučuje čirou a vazkou tekutinu – nitrokloubní maz (synoviální tekutinu, která obsahuje především kyselinu hyaluronovou).

Kloubní dutina je úzká štěrbina mezi styčnými plochami artikulujících kostí a kloubním pouzdem.

Rozsah a směr pohybu v kloubech závisí na geometrickém tvaru styčných ploch a na rozložení vazů a svalů kolem kloubu. Chrupavka jako bezcévná tkáň po poškození obtížně regeneruje a defekty se hojí vazivovou jizvou, která často kalcifikuje, a tím zhoršuje mechanické vlastnosti kloubu. Přirozený proces stárnutí je doprovázen degenerativními a proliferativními změnami (artrózy, osteoartrózy). Při degenerativních změnách dochází k obnažení kolagenních vláken chrupavky a k jejímu povrchovému poškození, při proliferativních změnách se vytvářejí na obvodu chrupavčitých kloubních ploch kostní výrůstky (osteofyty), které mohou bolestivě omezovat pohyb v kloubu.(1)

1.1.1.5 Stavba kosti

Stavbu kosti lze rozdělit do tří celků: okostice, kostní tkáň a kostní dřeň.



Obrázek 1: Stavba kosti (4)

Okostice (periost) je tuhá vazivová blána pokrývající vnější povrch kosti, s výjimkou míst pokrytých chrupavkou (kloubních ploch) a úponů svalů. Zajišťuje cévní zásobení a inervaci kosti. Obsahuje kolagenní, elastická vlákna. Vnitřní vrstva je bohatá na fibroblasty, osteoblasty a cévní pleteně. V této vrstvě dochází ke kostitvorné činnosti uplatňující se nejen při růstu kosti do šířky, ale také v procesu hojení zlomenin. (5)

Kostní tkáň může tvořit základní dva typy kosti:

- a) Fibrilární (plst'ovitá) – vývojově původní (primární), jde o nezralou kostní tkáň vývojového období. Tvoří se jako prvý, přechodný typ kosti, který se později přestavuje na kost lamelární. V dospělosti lze nalézt její nepatrné zbytky jen v místech úponů šlach a při novotvorbě kosti v hojících se frakturách. Má nižší mechanickou odolnost než kost lamelární. Její kolagenní vlákna jsou uspořádána nepravidelně. Obsahuje méně minerálů a více osteofytů než kost lamelární.

b) Lamelární (vrstevnatá) – tvoří převážnou část skeletu v dospělosti. Její kostní matrix je uspořádána do lamel a kolagenní vlákna v jedné lamely mají shodný průběh. Lamely leží ve vrstvách a osteocyty jsou uloženy mezi lamelami v malých prostůrcích, lakunách, ze kterých vybíhají do lamel drobné kanálky obsahující cytoplazmatické výběžky osteocytů.

Tato lamelární kostní tkáň se vyskytuje ve dvou formách:

a) Kompaktní (hutná) – je pevná, tvrdá a v dlouhých kostech uzavírá dřeňovou dutinu, je umístěna nejvíce v diafýze. Je tvořena koncentricky uspořádanými lamelami nebo destičkovými lamelami, orientovanými rovnoběžně s dlouhou osou kosti. Komplex až dvaceti soustředných lamel s centrálním (Haversovým) kanálkem se nazývá Haverský systém neboli osteon. Osteon je základní stavební jednotkou kompaktní kosti, která je nositelkou především mechanických vlastností skeletu.

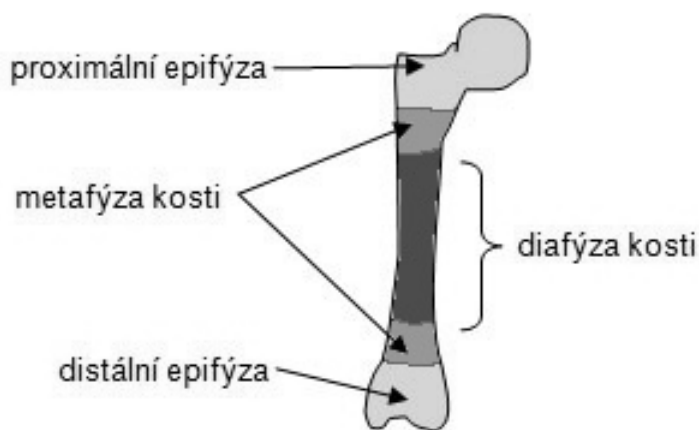
b) Spongiózní (trabekulární, trámčitá, houbovitá) – je složena z kostních trámců či plotének, jejichž prostorové uspořádání je výsledkem působení mechanických sil na kost. U dětí je totiž prostorové uspořádání trámečků nepravidelné. S postupným zatěžováním kosti při lokomoci se trámečky přestavují do směru maximálního zatížení a vytváří se architektura spongiózní kosti. (1,3)

Kostní dřeň (medulla ossium) je rosolovitá měkká tkáň, která vyplňuje prostory mezi trámci spongiózní kosti a dutiny v dlouhých kostech. Může být červená, žlutá či šedá. Červená dřeň je krvetvorný orgán. Po narození je jediným místem vzniku krevních elementů. V průběhu růstu jí ubývá a kolem dvacátého roku věku se nachází zejména ve sternu, spongióze dlouhých a krátkých kostí. Do poměrně vysokého věku je krvetvorba udržována v žebrech, plochých kostech lebky a pánve. V ostatních lokalitách je postupně nahrazována žlutou. Postupnou infiltrací tukových buněk dochází ke vzniku žluté kostní dřeně, která je v podstatě tukovým vazivem. Velké množství tukových buněk představuje i určitou energetickou rezervu pro organismus. Ve vysokém věku je nahrazována šedou dření, což je vazivo zůstávající v dřeňových dutinách po ztrátě tukových buněk. (1, 3, 5)

1.1.1.6 Vývoj, růst, remodelace a přestavba kosti

Vývoj kosti prochází několika fázemi vývoje. V první fázi se končetinová kost zakládá jako prochondrální blastém, který se mění v chrupavčitý model budoucí kosti. Tento model má již zřetelný tvar budoucí kosti.

V druhé fázi, v období 6. – 8. týdnu od oplození, dochází k procesu osifikace. Diafýzy dlouhých kostí osifikují v průběhu fetálního života, zatímco jejich epifýzy a apofýzy (výrůstek na kosti) osifikují po celou dobu růstu. Končetinové kosti osifikují na základě chrupavčitého modelu, tj. chondrogeně. Nově vytvořená kost je primární (prehaverská).



Obrázek 2: Struktura dlouhé kosti (6)

Ve třetí fázi se po narození tato primární kost začíná přestavovat na kost sekundární (haverskou) v procesu remodelace.(7)

Novotvořená kost má na začátku jen svou základní formu, která je během osifikace a růstu i v dospělosti dále upravována ve vnějším tvaru i ve vnitřní struktuře. Tento dynamický stav přestavby je umožněn trvalým novotvořením a současným odbouráváním kostní tkáně. Podkladem kostní přestavby je neustálá aktivita osteoblastů, které kost tvoří, osteocytů, které udržují její metabolismus, a osteoklastů, které ji odbourávají. Rychlost kostní obměny je vysoká především u dětí, kde převažuje novotvorba kosti nad jejím odbouráváním. V dospělosti jsou oba děje vyvážené. Během stárnutí převládá odbourávání nad výstavbou.(1)

Kost si při růstu v zásadě zachovává svůj tvar. Je to umožněno trvale probíhajícími procesy apozice a resorpce na kostních površích. Růst do délky je zajišťován funkcí růstové ploténky. Aktivitou růstové ploténky se od sebe vzdalují epifyzární konce kosti od původního růstového středu. Růstu diafýzy do délky se musí nutně přizpůsobit i růst periostu. Periost se tak posouvá po povrchu kompakty a s ním se posouvají i úpony šlach a ligamenta. Růst kosti do šířky je zajišťován diafyzární apozicí doprovázenou metafyzární resorpcí v následujících pochodech: dochází k resorpci periostálního povrchu metafýzy a zahušťováním spongiózy vzniká vrstva kompakty na vnitřním povrchu metafýzy a vrstva kosti endosteálního původu. Ve střední části diafýzy vzniká aktivitou kombiové vrstvy periostu lamelárně uspořádaná kost periostální, současně probíhá na vnitřním povrchu kosti endostální resorpce, a tím se rozšiřuje dřeňová dutina.(7)

1.1.1.7 Osifikace

V procesu osifikace (kostnatění) dochází k přestavbě pojivové tkáně (chrupavky nebo vaziva) a vzniká kost. Kostní tkáň je tvořena osteoblasty, které syntetizují a mezi buňky ukládají základní organickou hmotu kosti. Do základní hmoty jsou vzápětí ukládány anorganické látky. Osteoblasty jsou postupně zcela obklopeny základní hmotou a mění se v osteofyty. Tento proces začíná velmi časně (kolem 4. týdne nitroděložního života) a probíhá po celé růstové období. Osifikace rozlišujeme desmogenní a chondrogenní. (1,7)

Desmogenní osifikace (endesmální, intramembranózní) je proces, kdy se kostní matrix ukládá přímo do vazivové tkáně. Tímto způsobem osifikují ploché kosti. To jsou například kosti klenby lebeční a obličeje. Nejprve dochází ke zmnožení buněk a cév uprostřed budoucí kosti a podél kapilár se z osteogenních buněk diferencují a posléze proliferují osteoblasty. Jejich základní rolí je syntetizovat kostní matrix, ukládat do ní anorganické látky a vytvářet ostrůvky primární kosti s prvními trámci (tj. vytvoření osifikačních center). Trámečky se postupně zvětšují a osifikační centrum se radiálně šíří k periferii budoucí kosti, až nakonec nahradí původní vazivo s výjimkou povrchových

vrstev, které jsou základem periostu. Osteogenní buňky periostu zajišťují pak novotvorbu kosti po celý život s maximální aktivitou v růstovém období.(1,7)

Chondrogenní osifikace (enchondrální) probíhá tak, že se kostní matrix ukládá na zvápenatělou matrix hyalinní chrupavky, která je současně resorbována. Takto vznikají dlouhé kosti (např. femur), krátké (např. os naviculare), kosti báze lebeční a kostra páteře a hrudníku. Při této přestavbě neprobíhá osifikace současně v celém rozsahu kosti, ale začíná z osifikačních center. Primární osifikační centra se objevují v dlouhých kostech končetin časně prenatálně (v 7. -8. týdnu). Doba objevení se sekundárních osifikačních center je příznačná pro každou epifýzu. V dolní končetině se objevují v dlouhých kostech osifikační centra dříve než v horní končetině a u téže kosti se objevuje osifikační centrum v závislosti na aktivitě růstové ploténky (např. u femuru je aktivnější distální ploténka a osifikační centrum se objevuje v distální epifýze těsně před narozením). Z nástupu sekundárních osifikačních center je možné usuzovat na biologický věk dítěte (kostní věk).(1,7)

1.1.1.8 Růstová ploténka

Růstová ploténka (růstová chrupavka, fýza- pfysis) probíhá mírně zvlněně napříč kostí. Má tvar komolého kužele. Je tvořena hyalinní chrupavkou, ve které jsou chondrocyty uspořádány do sloupců. Růstová ploténka zajišťuje růst dlouhých kostí. Proliferuje po celé růstové období a je na diafyzární strany průběžně nahrazována novotvořenou kostí. Mezi 14. až 24. rokem věku dochází k uzávěru plotének. Po růstové ploténce zůstane jen epifýzová linie, která je patrná po celý život.

Poranění růstové chrupavky v období růstu může vést k tvorbě kostěných mřížek v její chrupavčité tkáni a k následným poruchám růstu kostí do délky včetně úhlových deformací.(1,7)

1.1.1.9 Kostní hojení

Pro úspěšné hojení kosti je důležité dodržení dvou principů: biomechanického (dostatečně stabilní fixace) a biologického (dostatečně cévní zásobení). Při dodržení těchto dvou principů probíhá kostní hojení, a to dvěma možnými způsoby v závislosti na míře stabilizace fragmentů. Rozlišujeme tzv. stabilitu absolutní, které lze dosáhnout pouze za podmínek kompresní osteosyntézy (tahový šroub, kompresní dlaha), kdy kostní fragmenty jsou k sobě fixovány pod tlakem a naléhají těsně na sebe, a stabilitu relativní, která je typická pro ostatní osteosyntézy (nitrodřeňové hřebování, zevní fixatér) a pro konzervativní léčení v sádrové fixaci. Fragmenty jsou znehybněny, ale nenaléhají těsně na sebe, je mezi nimi prostor, který se vyplní hematodem poraněných cév. Za podmínek absolutní stability dochází k tzv. přímému (primárnímu) kostnímu hojení a za podmínek relativní stability dochází k tzv. nepřímému (sekundárnímu) kostnímu hojení, které je také někdy označováno jako „přirozené“ kostní hojení.

Primární kostní hojení

Principem primárního kostního hojení je těsné nalehnutí kostních fragmentů a jejich absolutní znehybnění. Rozlišujeme dva typy primárního kostního hojení: kontaktní hojení, kdy jednotlivé haverské systémy prorůstají přes linii lomu přímo z fragmentu do fragmentu. Podmínkou je, že prostor mezi fragmenty nesmí být širší než 10 μm , druhé štěrbinové kostní hojení, kdy prostor mezi fragmenty je široký 10 – 20 μm . Zde do štěrbiny vrůstá ze strany periostu podél cévních pupenů přímo primitivní kost, která se poté remodeluje na haverské systémy orientované podle mechanické zátěže. Postup přímého kostního hojení nelze prakticky sledovat na RTG snímcích, protože se zde nevytváří typický postupně osifikující kostní svalek. (7)

Sekundární kostní hojení

Principem sekundárního kostního hojení je vytvoření tzv. kostního svalku. Je třeba zdůraznit, že tento typ se označuje jako přirozené kostní hojení a dochází k němu za podmínek konzervativního léčení zlomenin. Průběh tohoto typu hojení můžeme rozdělit do několika fází.

- a) Vznik hematomu – hematom vzniká jak roztržením periostálních cév, tak z porušení nutritivní artérie a jejich větví. Přítomnost určitého rozsahu hematomu pro příznivý průběh hojení je nezbytná. Značně veliký hematom, který působí útlak měkkých tkání, je naopak nutno evakuovat.
- b) Organizace hematomu – jde vlastně o aseptickou zánětlivou reakci. Do hematomu prorůstají z okolí cévy, dochází k zánětlivé hyperémii a hematom podléhá vazivové transformaci. Narůstá buněčná infiltrace, omezuje se vzájemný pohyb fragmentů. Období trvá asi 7 až 10 dnů.
- c) Vznik primitivního chrupavčitého svalku – zvyšuje se vaskularizace svalku a zastoupení buněčné infiltrace. Vedle fibrocytů a polymorfonukleárů se ze strany periferie (periostu) se objevuje zastoupení chondroblasty. Toto období trvá asi 3 týdny, na jeho konci jsou fragmenty vůči sobě fixovány měkkým svalkem.
- d) Transformace chrupavčitého svalku na primitivní kostní svalek – měkký svalek je konvertován enchondrální osifikací v tvrdý svalek, který pevně spojuje fragmenty. Proces probíhá od periferie svalku k centru a trvá kompletně 3 až 4 měsíce.
- e) Remodelace kostního svalku – vlivem zatížení a funkce dochází k remodelaci svalku, k orientaci haverských systémů a k vytváření trámčité kostní struktury. Proces trvá řadu měsíců až let.

Průběh hojení lze sledovat na RTG snímcích.(7)

1.2 Ortopedie

Ortopedie je chirurgický obor zabývající se prevencí, profylaxí, léčbou a výzkumem onemocnění pohybového aparátu. Jako první užil názvu ortopedie francouzský lékař a profesor Nicholas Andry. Toto slovo se skládá ze dvou řeckých slov – ortos (přímý) a pai (dítě). V jeho knize věnované ortopedii byl poprvé uveden obrázek, který se později stal logem ortopedů (Obrázek 3). Jedná se o zobrazení špatně rostlého stromu, který je provazem připoután ke kůlu. Symbolizuje tak touhu ortopedů korigovat deformity. (7)



Obrázek 3: Logo ortopedů (7)

Ortopedie vznikla postupně splynutím proteticko-bandažistického a kinezioterapeutického směru. S rozvojem nových technologií, s výrobou instrumentářií a pestré škály implantátů a se zavedením moderních vyšetřovacích, jako je výpočetní tomografie, magnetická rezonance, sonografie a artroskopie, zaznamenala ortopedie

v posledních letech bouřlivý rozvoj zvláště v endoprotetice velkých kloubů, artroskopii, spondylochirurgii a traumatologii pohybového ústrojí.(7)

Léčbu nemocí, poranění a vad pohybového ústrojí můžeme rozdělit na konzervativní a operační.

Konzervativní léčba zahrnuje klidový režim celkový a místní. Pro imobilizaci jsou k dispozici různé fixační pomůcky: dlahy, obvazy, ortézy a korzety. Nejčastěji používaným fixačním prostředkem je sádrový obvaz, i když je v současné době vytlačován umělými hmotami. Do konzervativní léčby lze zařadit i léčbu pomocí fyzikálních prostředků – *fyziatrie*. Ta zahrnuje vodoléčbu, elektroterapii, termoterapii, balneoterapii a další metody. Velmi významnou formou léčby je také léčba pohybem – *kinezioterapie*.(7)

Chirurgické léčebné metody zahrnují napravení, tj. *repozici* zlomenin a luxací, a *redres*, který představuje pasivní úpravu postavení v kloubu, může být proveden jednorázově, nebo postupně. Nejzávažnějším výkonem je pak operace. Provádí se na kostech, kloubech, svalech, vazech a jiných měkkých tkání.(7)

Ortopedické vyšetření je soubor jednotlivých vyšetření, jak fyzikálních, laboratorních, tak i pomocných vyšetřovacích metod. Nejprve ale ortoped odebere anamnézu (rodinná, osobní, pracovní atd.). Dále se zaměří na objektivní vyšetření. Zpravidla začíná vyšetřením místním a to pomocí aspekce, palpce, perkuse, auskultace, měřením končetin a funkčním vyšetřením. U funkčního vyšetření se zjišťuje aktivní a pasivní pohyblivost v jednotlivých kloubech končetin a v jednotlivých úsecích páteře. Hodnotí také jeho postoj, chůzi a sezení.

Mezi pomocné vyšetřovací metody patří RTG vyšetření, fistulografie, artrografie, angiografie, ultrasonografie, scintigrafie, CT a MR. Dále sem patří bioptické vyšetření, laboratorní vyšetření a vyšetření kloubního výpotku.(8)

Na RTG snímkách může lékař hodnotit:

1.2.1 Změny struktury kostí

- Osteoskleróza (kostní hypertrofie)

Jedná se o snížení transparence kosti na podkladě kostní novotvorby. Kostní novotvorba je dvojího druhu:

Reaktivní - podnícení činnosti normálních osteoblastů nefyziologickým podnětem).

Nádorová - disharmonické bujení osteogenních a chondrogenních nádorových buněk.

- Osteopenie

Je to kvantitativní úbytek kostní tkáně se zvýšenou transparentí kosti.

Osteoporóza – (kostní atrofie), úbytek normálně mineralizované kostní tkáně.

Osteomalacie – nedostatečně mineralizovaná a nadměrně se tvořící kostní hmota.

- Osteolýza

Jedná se o destrukci kosti jejím rozpouštěním. S různým typem a rozsahem projasnění. Ve spongióze probíhá rychleji a hůře se zpočátku detekuje.

- Osteonekróza

Jde o odbourávání odumřelé kosti následkem ischemie s náhradou osteomem.

1.2.2 Změna tvaru kostí

- Změny vyvolané poruchou vývoje

Dysplazie (disproporční poruchy vývoje kostí a chrupavek), dysostózy (poruchy vývoje jen některých kostí nebo oddílů – ageneze, aplazie, hypoplazie, hyperplazie), variety (nepůsobí klinické obtíže), anomálie (působí klinické obtíže).

- Změny vyvolané chorobou

Mnoho onemocnění se projevují změnami struktury a také tvaru kostí, někdy dosti typicky (např. fraktury).

1.2.3 Poranění kostí a kloubů

Jednorázovým překročením hranice mechanické odolnosti vzniká zlomenina kosti nebo vykloubení kloubu. Opakovaným podprahovým násilím může dojít k fraktuře z únavy. K patologické zlomenině může dojít i malým násilím.

Fraktura se projeví:

- Přímými známkami: porušení tvaru, souvislosti a struktury kosti. Při oddálení úlomků se zobrazí linie lomu jako projasnění, naopak při jejich vpáčení jako linie kondenzace. Podle vzhledu a průběhu linie zlomu označujeme frakturu jako šikmou, spirální, tříštivou atd. Vzhled některých zlomenin je tak typický, že jsou označovány jmény některých osobností, např. *Colles*, *Weber*.

Pro správnou repozici je nutný přesný popis dislokace úlomku: ad axim, ad laterem atd.

V dětských kostech často dochází ke zlomenině periostální, úlomky nejsou v dislokaci, protože je udrží elastický periost. Označuje se jako zlomenina vrbového proutku.

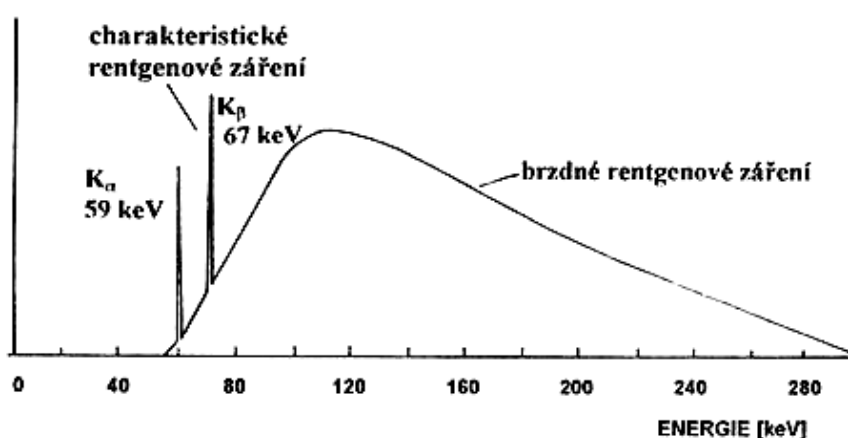
- Nepřímými známkami: na frakturu mohou upozornit změny v sousedních měkkých tkáních nebo orgánech – otok, hematoma, dislokace tukových částic, přítomnost vzduchu.(10)

1.3 Radiodiagnostika

1.3.1 Vznik a vlastnosti rentgenového záření

Rentgenové záření (dříve označované také jako záření X) je elektromagnetické vlnění o vlnové délce, která se pohybuje okolo 10^{-9} m. Což je asi tisíckrát méně, než je vlnová délka viditelného světla. Záření prochází hmotou i vakuem a jeho intenzita klesá se čtvercem vzdálenosti. V přírodě lze RTG záření detekovat jako přicházející kosmické záření, které vzniká u různých procesů přeměny hvězd.

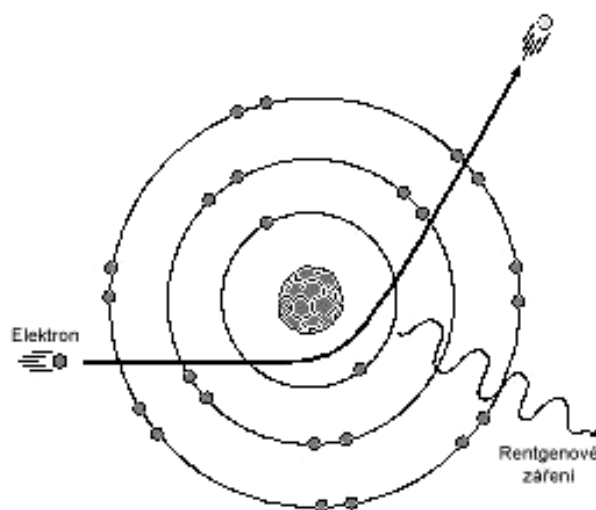
Zdrojem RTG záření pro RTG zobrazení je speciální vakuová elektronka zvaná rentgenka, rentgenová lampa či trubice (angl. X-ray tube). Z elektronického hlediska je to klasická dioda zapojená v obvodu s vysokým napětím cca 20-200kV. Žhavená katoda emituje elektrony, které jsou přitahovány k anodě s vysokým kladným napětím, přičemž jsou silným elektrickým polem urychlovány na kinetickou energii danou vysokým napětím mezi katodou a anodou. V závislosti na přiloženém napětí se mění rychlost elektronů a tím i pak výsledná vlnová délka RTG záření. Těsně před dopadem na anodu získá elektron značně vysokou rychlost. Po dopadu na anodu se elektrony prudce zbrzdí, přičemž většina energie se změní na teplo a pouze malá část jejich kinetické energie se přemění na elektromagnetické záření - RTG záření dvojího druhu: brzdné záření a charakteristické záření.(11,12)



Obrázek 4: Spektrum brzdného a charakteristického záření (13)

1.3.1.1 Brzdné záření

Vzniká zpomalením letícího elektronu blízko jádra atomu. Jádro je kladně nabitě a přitahuje elektron. Ten pak změní směr letu a zpomalí. Rozdíl energie je pak vyzářen ve formě brzdného záření. Brzdné RTG záření produkované rentgenkou má spojité spektrum od energií blízkých nule až k maximální energii dané téměř hodnotou anodového napětí. Čím hlouběji elektrony proniknou do nitra atomů anody, blíže k jádru, tím tvrdší brzdné RTG záření je produkováno. (12)

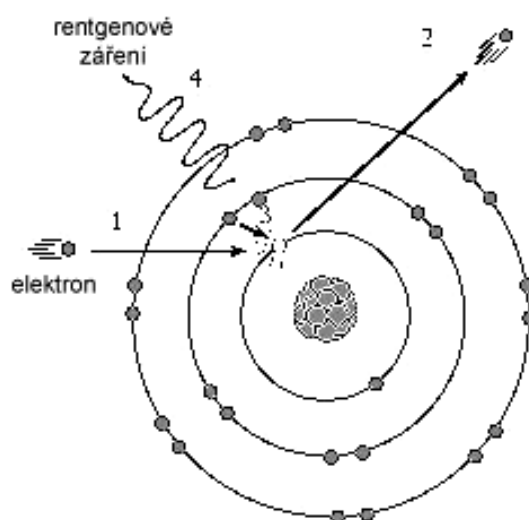


Obrázek 5: Interakce elektronu s polem jádra atomu (14)

Elektrony nízké energie jsou většinou rozptýlovány na vnějších slupkách atomů materiálu anody a vysílají měkké záření, které často ani nedosahuje rentgenového energetického oboru. Čím vyšší je energie dopadajících elektronů, tím vyšší je pravděpodobnost že proniknou hlouběji do atomů anody, až do blízkosti jádra, kde působí největší elektrické síly výrazně mění vektor rychlosti elektronu, což vede k vyšší energii i účinnosti produkce brzdného RTG záření. Nejkratší vlnové délky tak vznikají u elektronů, které pronikly na úroveň slupky K a blíže k jádru, kde mohou být zabrzděny téměř jednorázově.(12)

1.3.1.2 Charakteristické záření

Vzniká při srážce letícího elektronu a elektronu z elektronového obalu atomu (slupky K nebo L). Původní elektron je vyražen ven z atomu s nižší rychlostí. Uvolněné místo je ale následně zaplněno elektronem z jedné z hladin vzdálenějších od jádra. Při tomto přeskoku se uvolní značné množství energie ve formě fotonu RTG záření. Energie záření je rovna energetickému rozdílu mezi elektronovými hladinami, mezi kterými došlo k přeskoku elektronu. (12)



Obrázek 6: Interakce elektronu s obalovými elektrony (14)

Charakteristické záření se vyznačuje čárovým spektrem, jehož energie nezávisí na anodovém napětí, ale je dána materiálem anody; pro nejčastěji používaný wolfram jsou to energie 59,3 a 67,2keV, které se projevují jako dva výrazné píky, viz Obrázek 4: Spektrum brzděného a charakteristického záření (13)

Dále můžeme záření rozdělit podle místa vzniku. A to, zda vzniká jako primární záření v rentgence nebo až následně ve hmotě či objektu jako sekundární záření.

Primární záření je směs měkkého a tvrdého záření. Lze ho označit také jako užitečný svazek záření. Jako měkké záření se označuje záření vlnové délky větší než 0,1nm a má nižší energii. Toto záření se přímo neúčastní při tvorbě obrazu, a proto je neužitečné. Je tedy potřeba ho odfiltrvat jako škodlivé. To se děje už při výstupu záření z rentgenky, kdy jako filtr slouží sklo rentgenky, olej, který obklopuje rentgenku a výstupní okénko. Dále se ještě přidává přídatný filtr, což jsou destičky hliníku (dá se použít i měď). (11,15)

Záření kratší vlnové délky se označuje jako tvrdé a je více energetické. Je neviditelné, má velkou schopnost pronikat hmotou, přičemž se v ní částečně absorbuje. Množství absorbovaného záření závisí na složení hmoty, především na jejím průměrném protonovém čísle, hustotě, tloušťce a na kvalitě záření, tedy na jeho vlnové délce. Toto záření se od zdroje šíří přímočaře.

Sekundární záření vzniká jako vedlejší efekt interakce primárního záření se zkoumaným objektem. Zhoršuje ostrost a kontrast obrazu. Vzniká ho tím více, čím větší použijeme napětí. Dále také čím objemnější je zkoumaný objekt. Proto je důležité při snímkování co nejlépe vyclonit primární svazek a aby bylo použito přiměřené napětí. Sekundární záření je rozptylováno do okolí všemi směry. Proto ohrožuje osoby stojící u vyšetřovaného pacienta.(11,15)

1.3.2 Tvorba a kvalita obrazu

Při vytváření RTG snímku prochází svazek RTG záření, vznikající v rentgence, vyšetřovanou oblastí, kde se absorbuje v závislosti na složení vyšetřovaných tkání. Pohlcování rentgenového záření různými materiály závisí na jejich protonovém čísle. Čím větší protonové číslo atomů materiálů, tím víc tento materiál záření pohlcuje. Využití rentgenového záření v medicíně vychází mj. z faktu, že kosti obsahující vápník, takže pohlcují záření více než měkké tkáně s velkým podílem vody. Záření, které se v tkáních neabsorbuje, dopadá na kazetu s filmem. Na filmu vzniká obraz, který se vyvoláním zviditelní. Rentgenový obraz je dvourozměrný sumační obraz třírozměrného objektu. Sumační obraz znamená, že zachycuje informaci o všech tkáních, kterými

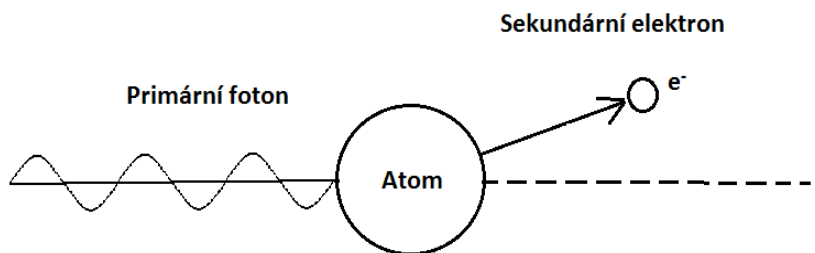
záření prošlo, přičemž ale nezáleží na pořadí, v jakém k tomu došlo. Tkáň, které absorbují více záření, vytvářejí na snímku zastínění. Tkáň absorbující méně vytvářejí projasnění.(11,15).

Pro vznik a tvorbu obrazu jsou důležité vlastnosti RTG záření. A tím jsou:

Proniká hmotou

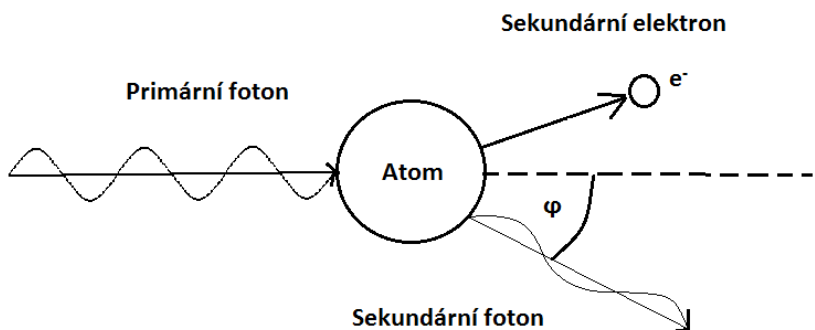
Při tvorbě RTG snímků využíváme schopnosti RTG záření pronikat hmotou a absorbovat se či zeslabovat podle vlastností prozařované hmoty (tj. atomární vlastnosti, tloušťka a hustota). Zeslabení či absorbování také závisí na vlastnostech samotného záření. Čím je totiž kratší vlnová délka záření, tím má větší energii, tím pádem je pronikavější a tím je méně zeslabováno hmotou. Pokud je záření o nižší energii (záření je „měkčí“), má tedy delší vlnovou délku, neprochází hmotou. Nezúčastní se tak na tvorbě obrazu. Na zeslabování se tak podílí absorpce, rozptyl a tvorba elektronových párů.

- **Absorpcí** záření v hmotě dochází k fotoefektu (fotoelektrickému jevu). Při fotoefektu předá foton RTG záření veškerou svoji energii elektronu na některé z vnitřních slupek atomu. Tento elektron je z atomu uvolněn a jeho místo je zaplněno elektronem z vyšší slupky a přebytek energie je vyzářen v podobě fotonu charakteristického rentgenového záření. Toto záření označujeme jako sekundární. Má větší energii a kratší vlnovou délku, čím vyšší je energetická hladina vypuzeného elektronu. Pravděpodobnost fotoefektu se zmenšuje s rostoucí energií záření a roste s protonovým číslem materiálu. Projevuje se tedy hlavně u fotonů s nižší energií (řádově několik keV) a látek s vysokým protonovým číslem.(12,17)



Obrázek 7: Fotoefekt (16)

- Rozptyl** je buď klasický, nebo Comptonův. Při klasickém rozptylu dochází ke srážce rentgenového kvanta s elektronem atomu na sféře a rentgenové záření je bez ztráty energie odchýleno od svého původního směru. Při Comptonově jevu dochází k interakci fotonů RTG záření s volnými nebo jen velmi slabě vázanými elektrony (na rozdíl od fotoefektu, kde se jedná o interakci fotonu s pevně vázaným elektronem). Foton RTG záření předá část své energie volnému elektronu a posune ho. Rozptýlený foton pak s nižší energií (tj. větší vlnovou délkou) pokračuje v pohybu v odlišném směru. Rozptyl sekundárním fotonů kolísá v intervalu 0° až 180° a jejich energie je závislá na úhlu rozptylu. Comptonův rozptyl je převládajícím typem interakce RTG záření středních energií s látkami s malým protonovým číslem. Pro zpětný rozptyl (úhel 180°) je pokles energie primárního fotonu největší. Děj se může několikrát opakovat, až foton ztratí tolik energie, že převládne pravděpodobnost zániku fotoelektrickým jevem. Při tomto jevu také vzniká sekundární záření.(12,17)



Obrázek 8: Comptonův jev (16)

- **Tvorba elektronových párů** vzniká jen při využití velmi tvrdého záření (tisíce kV), které se v diagnostice nepoužívá.(15)

Luminiscenční efekt

Tento jev spočívá v tom, že záření je schopné vyvolat při dopadu na některé látky světélkování. Podlé délky světélkování můžeme rozlišit fluorescenci a fosforescenci. Při fluorescenci látka světélkuje pouze při dopadu záření, kdežto při fosforescenci látka světélkuje ještě nějakou dobu po dopadu záření. Dále tento jev můžeme rozdělit podle způsobu excitace (způsobu vyvolání záření). (11)

Několik příkladů:

Fotoluminiscence – vyvolána elektromagnetickým zářením (např. zářivka)

Chemoluminiscence – vyvolána chemickou reakcí

Bioluminiscence – způsobena chemickou reakcí vytvořenou živými organismy

Termoluminiscence – vyvolána vzrůstem teploty po předchozím dodání energie (např. termoluminiscenční dozimetrie)

Triboluminiscence – vyvolána třením

Látky, které jsou schopné luminiscence, se označují jako luminofovy.

Luminiscence vzniká vybuzením atomu luminoforu do excitovaného stavu (tj. energeticky bohatšího) a následným návratem atomu do základního stavu, při kterém dojde k vyzáření fotonů.(18)

Fotochemický efekt

Podobně jako světlo, působí RTG záření na halogenidy stříbra tak, že uvolňuje jejich vzájemnou vazbu. Mění ionty stříbra a bromu v neutrální atomy. Vzniklé atomy jsou schopné vyvolání, čímž vznikaly RTG snímky. V dnešní době se při použití přímé a nepřímé digitalizace uplatňuje luminiscence.

Ionizace

RTG záření má schopnost ionizace, to znamená, že dokáže z atomů látky při dopadu záření vyrazit elektron mimo atom. Tím v atomu dochází k nábojové nerovnováze (vzniká elektron a kladně nabitý ion-kation). Takto uvolněné elektrony mohou dále narážet do dalších neutrálně nabitých atomů a vyrážet z nich další elektrony. Tento jev má negativní účinky na člověka a ostatní živé organismy. Ionizované části molekul se stávají vysoce reaktivními a vedou k řadě chemických reakcí, které buňku buď rovnou usmrtí, nebo vedou ke změnám genetické informace. K poškození DNA ionizujícím zářením dochází jednak přímo – ionizací a excitací atomů těchto makromolekul, čímž dojde ke štěpení vazeb až rozlomení DNA, a jednak nepřímo – radiolýzou vody za vzniku reaktivních volných radikálů. RTG záření má schopnost ionizovat pouze nepřímo. Této schopnosti využíváme při radioterapii, při léčbě rakoviny.(19)

Biologický efekt

RTG záření má negativní účinky na živou hmotu. Viz výše ionizace.

Ke vzniku snímku jsou zapotřebí tři základní komponenty: zdroj záření, vyšetřovaný objekt a film. Vzájemné postavení těchto komponentů, ovlivňují výsledné zobrazení objektu. Máme dva základní typy projekcí: paralelní a centrální. Projekce paralelní je taková, při které je zdroj umístěn v nekonečnu, a tím pádem paprsky probíhají paralelně. Např. slunce je zdrojem takové záření. Při této projekci se daný objekt zobrazí přesně co do velikosti a tvaru a dochází k co nejmenšímu zkreslení. Při projekci centrální je zdroj záření umístěn tak daleko, že se paprsky šíří rozbíhavě a tvoří kužel. U RTG vyšetření se jedná vždy o tuto projekci. Ještě můžeme projekci centrální rozdělit na projekci centrální kolmou a centrální šikmou. U centrální kolmé dopadá centrální paprsek kolmo na kazetu a objekt se zobrazí optimálně jak velikostně, tak tvarově. Při centrální šikmé projekci centrální paprsek dopadá na kazetu pod určitým úhlem. Tuto projekci používáme tehdy, když je snímková oblast překryta sytou kostí nebo z anatomického hlediska nelze zvolit lepší pozici pacienta. Kvůli rozbíhavosti

paprsku u centrální projekce dochází ke zvětšení obrazu. Toto zvětšení je tím větší, čím je ohnisko blíže k objektu nebo čím je větší vzdálenost objekt-film. Ideálně by měla být ohnisková vzdálenost (vzdálenost ohniska od filmu) co největší, jenže tuto vzdálenost nelze prodlužovat do nekonečna. Brání tomu totiž výkon RTG přístroje. Proto se volí určitý kompromis (např. snímky skeletu vzdálenost 100cm). (11)

Abychom docílily co nejmenší vzdálenosti objektu od filmu, volíme polohu pacienta podle snímkaného orgánu, např. ledviny snímáme vleže, na zádech; klíček snímáme čelem k filmu.

Další zkreslení obrazu, ke kterému dochází, je sumace (superpozice). Je následkem toho, že RTG záření prochází postupně všemi částmi objektu a jejich obraz dopadá na stejné místo na filmu. Protože z jednoho snímku nemáme prostorovou představu, pořizujeme většinou i druhý snímek, který je na první kolmý.

1.3.3 Ochrana před zářením

Jak bylo výše napsáno, RTG záření je záření ionizující a je důležité dodržovat určité postupy, aby byly jeho dopady na zdraví člověka co nejmenší.

Stínění: stíněním se snižuje ionizující záření exponenciálně, ale ne úplně. Při vyšetření lze stínit gonády, plod, dále je nutno využít maximální vyclonění paprsku.

Vzdálenost: množství záření klesá se čtvercem vzdálenosti: pokud jste dále od zdroje záření, dopadá na vás méně ionizujícího záření.

Čas: vyšetření (např. skiaskopické) zkrátit na minimum, používat pulzní režim (zdroj září např. 4× za sekundu).

Princip optimalizace přikazuje, že lékařské ozáření musí být tak nízké, jak je rozumně dosažitelné pro získání požadovaného účelu ozáření. Mnemotechnickým heslem principu je **ALARA – as low as reasonably achievable**. (20,21)

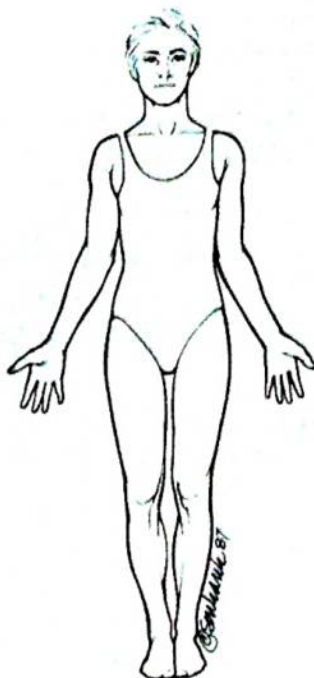
1.3.4 Projekce – obecné zásady

Probíhá-li centrální paprsek v sagitální rovině těla, mluvíme o projekci sagitální. Probíhá-li paprsek v rovině frontální, jde o projekci frontální či bočnou. Probíhá-li centrální paprsek v dlouhé ose těla nebo dlouhé ose snímkaného objektu, mluvíme o projekci axiální.

Centrování provádíme světelným zaměřením primární clony. Centrální paprsek míří buď vertikálně, nebo horizontálně. Někdy je skloněn kraniálně (tedy k hlavě) nebo kaudálně (tedy k nohám), někdy mediálně nebo laterálně. Pokud budeme používat sekundární clonu, můžeme sklánět paprsek jen ve směru průběhu lamel sekundární clony a paprsek musí být zacentrován na střední lamelu.

Snímkuje se z předepsané vzdálenosti, u speciálních projekcí snímkuje se ze vzdálenosti, která odpovídá podobné standardní projekci na danou část těla.

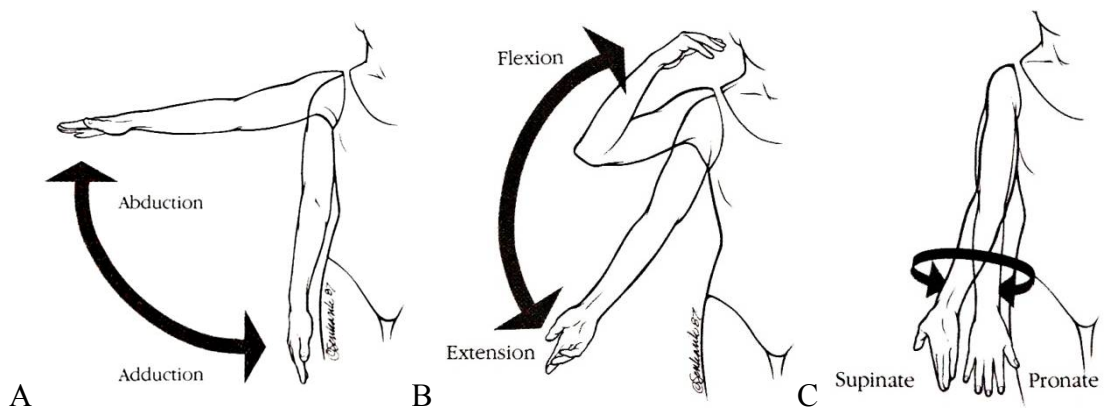
Důležité je stranové označení a umístění písmena musí odpovídat konečné orientaci snímku. U předozadních snímků jsou písmena čitelně, u zadopředních, bočných a šikmých jsou písmena zrcadlově. U snímku rukou musí prsty směřovat nahoru.(11)



Obrázek 9: Základní anatomické postavení (22)

Základním pravidlem při pořizování snímků je, že snímková část musí být co nejbliže kazetě.

Na každou projekci musí také pacient odložit oblečení a kovové předměty tak, aby byly dobře vidět snímkové anatomické struktury a aby se nesumovaly cizí předměty s kostěnými strukturami.



Obrázek 10: Názvy pohybů (22)

2. Hypotézy a metodika výzkumu

2.1 Cíle práce

- Na specializovaných pracovištích získat informace o ortopedických projekcích pomocí pohovorů a praktických ukázek.
- Vytvořit jednoduchý manuál jednotlivých projekcí pro potřeby radiologických asistentů.

2.2 Výzkumná otázka

- Liší se speciální ortopedické projekce a lze je specifikovat a sumarizovat do formy výukového materiálu?
- Znájí radiologičtí asistenti tyto projekce?

2.3 Metodika

Pro získání informací od lékařů ortopedů byla vytvořena jednoduchá anketa, která obsahovala šest otázek. Poté byla vyplněna lékařem elektronicky přes internetový odkaz, nebo byly otázky položeny při osobním nebo telefonickém rozhovoru. Na základě informací z ankety byla vybrána RDG pracoviště, kam lékaři posílají pacienty na RTG vyšetření a také jaké projekce pro dané vyšetření vyžadují.

Ortopedy uvedené projekce byly dále doplněny o další, které na RDG pracovištích provádějí pro potřeby jiných ortopedů. Vybrána byla tato pracoviště: Fakultní nemocnice Motol, Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Nemocnice na Bulovce a Poliklinika Mazurská.

Na daných RDG pracovištích byl osloven radiologický asistent, který s těmito projekcemi má zkušenost a následně pomocí pohovoru a názorných ukázek byly projekce vysvětleny a ukázány. Dále byly projekce setříděny a každá byla doplněna o informace, jak se projekce provádí. Projekce byly také doplněny o snímky či obrázky

pro lepší pochopení jak danou projekci provést. Pokud byly přítomni další radiologičtí asistenti, byli dotázáni, zda znají tyto projekce.

Protože je tato bakalářská práce určena pro radiologické asistenty, kteří mají vědomosti o základních projekcích a vyšetřování rentgenem, nejsou uváděny další informace o parametrech vyšetření. Tyto parametry jako je ohnisková vzdálenost, velikost kazety (či dokonce použití rovnou detektoru při přímé digitalizaci), vykrytí clon, vykrytí pacienta ochrannými pomůckami, atd. jsou dány nejen zvyklostí pracoviště, ale i požadavky indikujících lékařů.

3. Výsledky

Uveden je souhrnný přehled běžně používaných (standardních i speciálních) projekcí v ortopedii. Uveden je popis pouze u speciálních projekcí.

3.1 Horní končetina

3.1.1 Prsty

Standardní projekce – PA projekce, bočná projekce

3.1.2 Ruka

Standardní projekce – PA (dorzovolární projekce), šikmá projekce

Speciální projekce

- Bočná, radioulnární projekce

Pacient sedí u stolu, předloktí a ruka spočívají ulnární stranou na kazetě. Rovina dlaně jde kolmo na kazetu. Tato projekce se používá na lokalizaci cizích těles. CP kolmo na kazetu.

3.1.3 Zápěstí

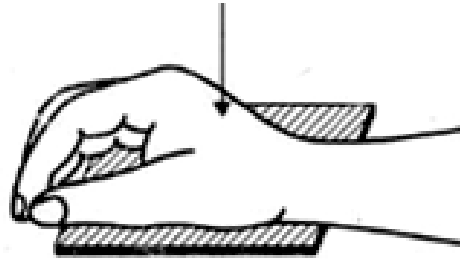
Standardní projekce – PA projekce (dorzovolární), bočná projekce

Speciální projekce

- Projekce na kost člunkovou (3 varianty)

Pokud snímkuje kost člunkovou, provádíme základní projekce jako na zápěstí a doplňujeme speciální projekcí, provedenou v jedné této variantě.

- 1. varianta – ruka je v lehké ulnární dukci a palec se dotýká ukazováku (špetka) a předloktí spočívá celou plochou na kazetě. CP kolmo na kazetu. Viz Obrázek 11.



Obrázek 11: Pozice špetka (15)

- 2. varianta – projekce v plné ulnární dukci. Dlaň leží celou plochou na kazetě a je co nejvíce vytočena směrem ven, za malíčkem. CP kolmo na kazetu. Viz Obrázek 12.

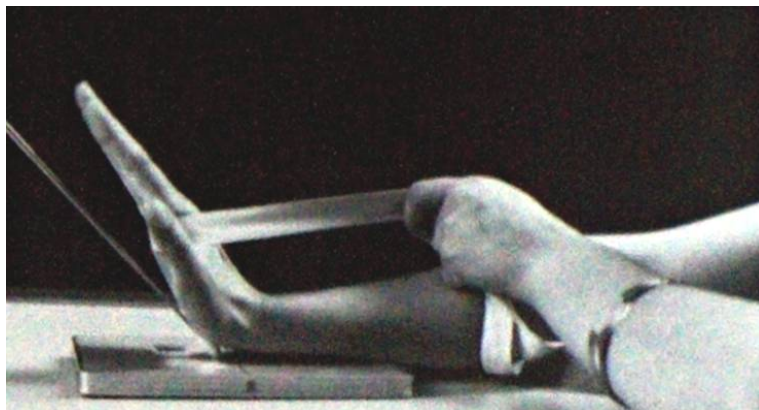


Obrázek 12: Ulnární dukce (10)

- 3. varianta – pokud pacient pro velkou bolest nezvládne dvě předešlé varianty, je možná projekce šikmá radioulnární, kdy je ruka vypodložena asi 30° klínem. CP kolmo na kazetu. Je možno také ruku nevypodkládat a sklápět CP.
- Projekce v radiální dukci
Pacient sedí u stolu. Dlaň je položena na kazetu a ruka je plně radiální dukci, vytočena směrem dovnitř, za palcem. CP kolmo na kazetu.

- Projekce na karpální tunel (tunelová, axiální projekce)

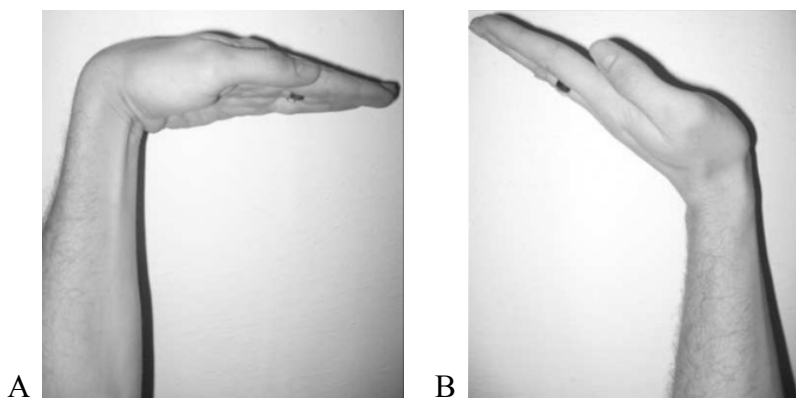
Předloktí spočívá volární stranou na stole, zápěstí je umístěno na kazetě, ruka je co nejvíce uhnuta dorzálně, ohnutí provede pacient druhou rukou nebo pomocí popruhu, za který tahá. CP je skloněn asi 45° ke kazetě a vchází do dlaně. Viz Obrázek 13.



Obrázek 13: Projekce na karpální tunel (23)

- Maximální flexe a extenze zápěstí (funkční, dynamické snímky)

Tyto projekce se používají pro průkaz nestability v kloubu. Rukou provedeme maximální flexi a poté extenzi. Ruka a zápěstí spočívají ulnární stranou na kazetě. CP kolmo na kazetu. Viz Obrázek 14.



Obrázek 14: Dynamické snímky zápěstí, A - maximální flexe, B – maximální extenze (vlastní zdroj)

3.1.4 Předloktí

Standardní projekce – AP projekce, bočná projekce

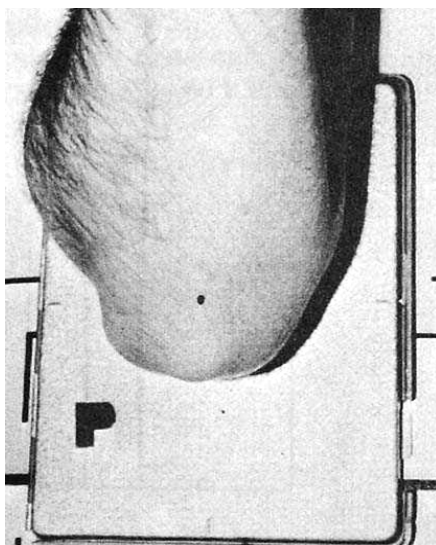
3.1.5 Loket

Standardní projekce – AP projekce, bočná projekce

Speciální projekce

- Axiální, distoproximální projekce na olekranon

Pacient sedí bokem ke stolu, dorzum paže naléhá na kazetu, předloktí je maximálně flektované v lokti, olekranon je umístěn uprostřed kazety. CP míří kolmo na kazetu na olekranon. Viz Obrázek 15.



Obrázek 15: Projekce na olekranon (24)

- Bočná projekce na hlavičku radia

Pacient sedí bokem u stolu, vyšetřovaná končetina je ve stejné pozici, jako bychom snímkovali bočný loket. Důležité je, aby pacient neměl nadzdvíženou paži, ta musí být v kontaktu s kazetou. CP je skloněn 45° k rameni v dlouhé ose humeru a směřuje na hlavičku radia. Touto projekcí lze dosáhnout rozprojikování hlaviček obou kostí, které se v bočné projekci sumují.

3.1.6 Pažní kost

Standardní projekce – AP projekce, bočná projekce

3.1.7 Rameno

Standardní projekce – AP projekce

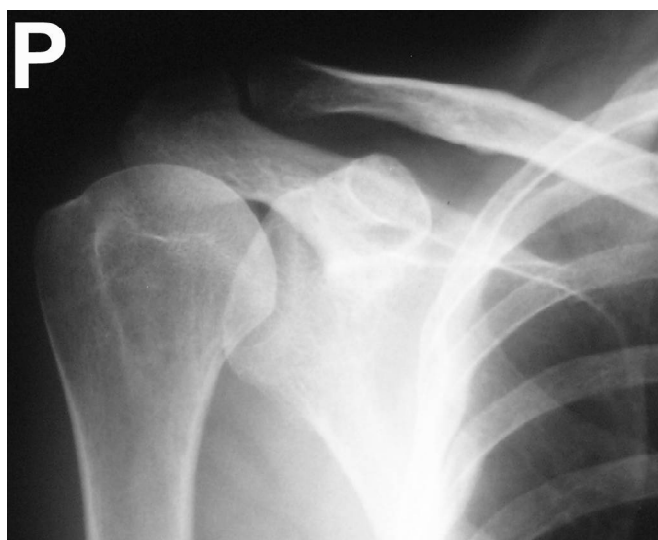
Speciální projekce

- Projekce předozadní (dle Grasheye, NEER 1 nebo jako True AP)

Postup u této projekce je stejný jako bychom dělali základní projekci AP na rameno, ale vyšetřované rameno naléhá na kazetu celou lopatkou. Nevyšetřované rameno je od úložné desky oddáleno tak, že zadní strana lopatky nevyšetřované horní končetiny svírá s úložnou deskou úhel 45°. Cílem této polohy je dostat kloubní štěrbinu glenohumerálního kloubu do kolmé polohy vůči kazetě. CP kolmo na kazetu. Viz Obrázek 16 kdy je štěrbinu glenohumerálního kloubu v jedné rovině oproti její pozici na snímku ramena ve standardní AP projekci (Obrázek 17).



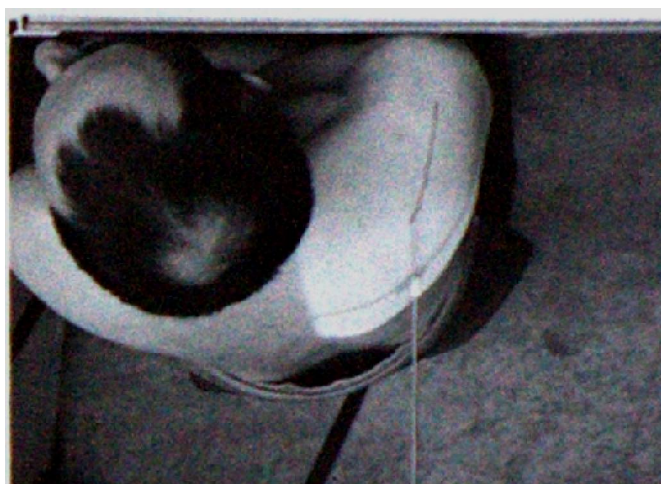
Obrázek 16: Projekce předozadní dle Grasheye (23)



Obrázek 17: Standardní projekce na rameno (23)

- Projekce šikmá mediolaterální (Morrisonova projekce, NEER 2, tunelová projekce, Y projekce, outlet-view projekce, projekce na akromioklavikulární prostory)

Pacient stojí čelem k vertigrafu a je natočen tak, že sagitální rovina svírá s vertigrafem úhel 45° , aby se vyšetřované rameno dotýkalo vertigrafu. Vyšetřovaná horní končetina je pokrčena v loketním kloubu a je v mírné abdukci 45° , aby lopatka směřovala kolmo na kazetu. Centrální paprsek směřuje $15^\circ - 20^\circ$ kaudálně do středu kazety, která má horní okraj umístěn 1 cm nad kožní hranicí ramene. Viz Obrázek 18.



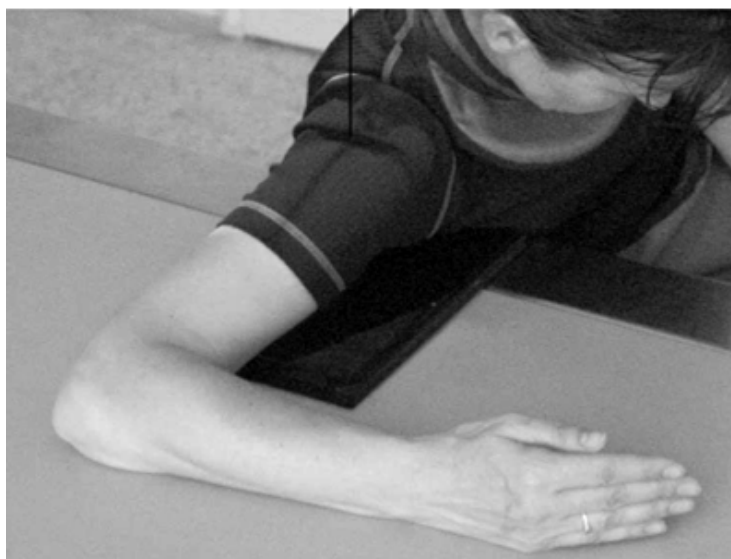
Obrázek 18: Y projekce (23)

- Předožadní projekce v zátěži

Pacient stojí nebo sedí zády k vertigrafu, ve vyšetřované končetině drží asi 5 kg zátěž. Horizontální CP směřuje do středu kloubu. Je indikován při podezření na AC luxaci, která nemusí být na snímku bez zátěže viditelná.

- Axiální, proximodistální projekce

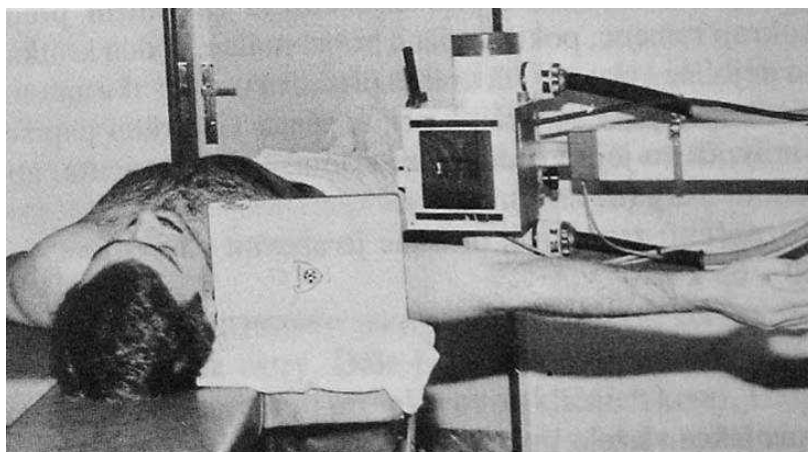
Pacient sedí u stolu, co nejvíce upaží, loket je flektován do pravého úhlu. Kazeta je umístěna na stole, pod podpažím. Nalehne na kazetu tak, aby axilla byla ve středu kazety. Hlavu odkloní na opačnou stranu. CP směřuje do kloubu a středu kazety, podle potřeby jej můžeme sklopit v dlouhé ose humeru tak, aby směřoval do středu kazety. Projekce zobrazuje struktury glenohumerálního skloubení. Viz Obrázek 19.



Obrázek 19: Axiální projekce na rameno (25)

- Axiální, distoproximální projekce

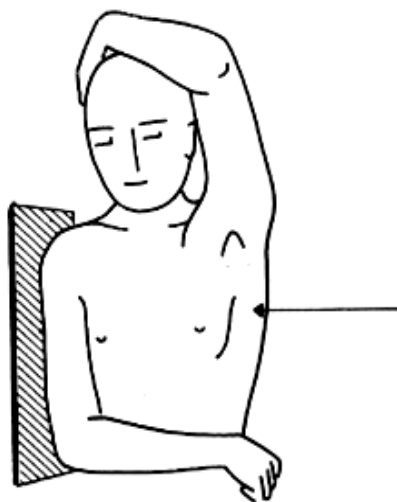
Pacient leží na stole, paže je v pravém úhlu upažena a rotována zevně. Kazeta je umístěna kolmo na stůl, těsně na proximálním konci ramene. CP vstupuje do axilly pod takovým úhlem, aby dopadal co nejvíce kolmo na kazetu. Lze provést i vstoje, kdy si pacient drží kazetu sám druhou rukou. Viz Obrázek 20.



Obrázek 20: Axiální projekce na rameno vleže (24)

- Bočná mediolaterální projekce transtorakální (dle Lawrence)

Pacient si stoupne bokem k vertigrafu a vyšetřované rameno přiloží těsně k vertigrafu, druhou končetinu vzpaží, ohne kolem hlavy a předloktím se opírá o hlavu. CP centrujeme na střed kazety, horizontálně do středu axilly. Provádí se při fraktuře hlavice humeru nebo její luxaci, pokud pacient nemůže končetinou pohybovat. Zobrazení humeru není optimální, dochází k sumaci se strukturami plic. Viz Obrázek 21.



Obrázek 21: Bočná projekce na rameno (15)

3.1.8 Lopatka

Standardní projekce – AP projekce, bočná projekce

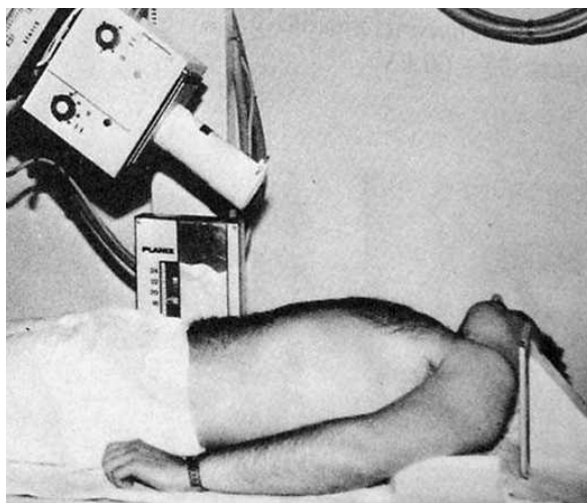
3.1.9 Klíční kost

Standardní projekce – PA projekce

Speciální projekce

- Předozaďní, axiální, kaudokraniální projekce

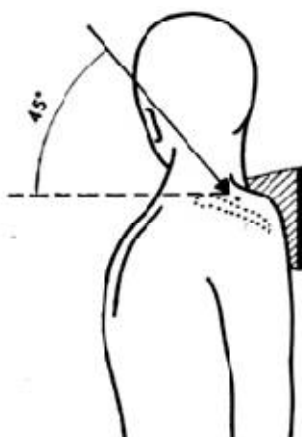
Pacient leží na stole, pro lepší zobrazení je vhodné rameno vypoďložit. Hlava je mírně zakloněna a otočena na nevyšetřovanou stranu. Kazeta naléhá na horní konturu ramene vyšetřované horní končetiny. Vyšetřovaná horní končetina leží volně v supinačním postavení podél těla. CP je skloněn 45° kraniálně a míří na střed vyšetřované klíční kosti. Viz Obrázek 22.



Obrázek 22: Axiální, AP projekce na klíční kost (24)

- Zadopřední, axiální, kraniokaudální projekce

Pacient se postaví k vertigrafu, horní končetiny má svisle podél těla a klíční kost co nejvíce přitlačí k vertigrafu. Rentgenku skloníme kraniokaudálně v úhlu 45° a centrální paprsek centrujeme na střed klíční kosti. Viz Obrázek 23.



Obrázek 23: Axiální, PA projekce na klíční kost (15)

3.2 Dolní končetina

3.2.1 Prsty

Standardní projekce – AP projekce, šikmá projekce

3.2.2 Noha

Standardní projekce – AP projekce, šikmá projekce

Speciální projekce

- Bočná, tibiofibulární projekce

Pacient leží na boku vyšetřované strany, noha je fibulární stranou přitisknuta přesně kolmo ke kazetě. CP směřuje kolmo do středu tarzálních kostí. Na snímku musí být zachycena noha v celém rozsahu od paty až po konce prstů. Tato projekce se používá při posouzení podélné nožní klenby a také na přítomnost cizích těles.

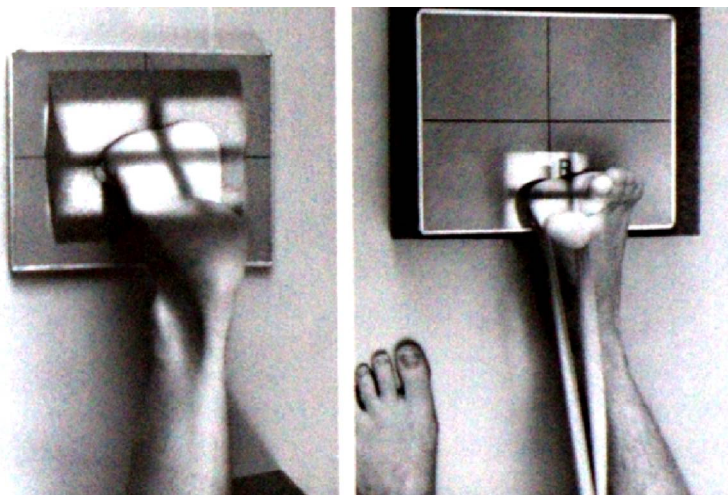
- Bočná, tibiofibulární projekce v zátěži

Pacient stojí u vertigrafu na schůdkách. Kolmo na schůdky je u malíkové strany vyšetřované nohy postavena kazeta. Druhá noha je nadzvednuta aby se nesumovala s vyšetřovanou nohou. Tato projekce se používá při posouzení podélné klenby nohy. CP kolmo na kazetu.

- Axiální projekce na sezamské kůstky

Tato projekci se provádí nejčastěji v těchto dvou variantách.

- 1. varianta – pacient sedí na vyšetřovacím stole a vyšetřovaná končetina je natažena jako při axiální projekci paty a pomocí obvazu si přitahuje palec do dorzoflexe. Kazeta je umístěna na stole tak, aby byla zasunuta co nejvíce k plošce nohy. Centrální paprsek směřuje kolmo na vystupující bázi prvního metatarzu, který je zachycen tangenciálně.
- 2. varianta – při druhé variantě pacient leží na břiše, klečí, či stojí na zemi. Prsty na vyšetřované noze jsou plantární stranou na kazetě a pokrčeny v metatarzofalangeálních kloubech v dorzální flexi. Centrální paprsek směřuje kolmo, opět na vystupující bázi prvního metatarzu. Viz Obrázek 24.



Obrázek 24: Projekce na sezamské kůstky (23)



Obrázek 25: RTG snímek projekce na sezamské kůstky (23)

3.2.3 Pata

Standardní projekce – Axiální projekce, bočná projekce

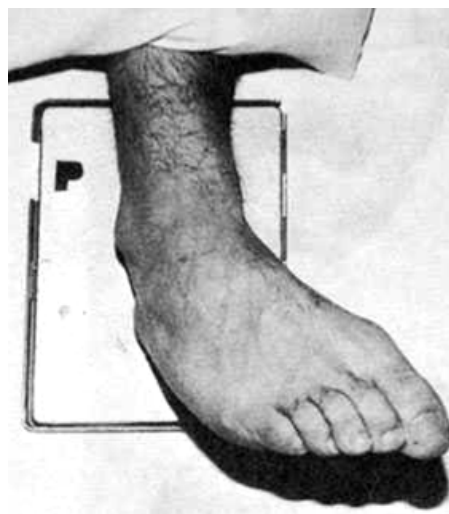
3.2.4 Hlezno

Standardní projekce – AP projekce, bočná projekce

Speciální projekce

- Šikmá projekce na dolní tibiofibulární skloubení (projekce na vidlice)

Vyšetřovaná končetina je 45° ve vnitřní rotaci a mírně plantárně flektovaná. Centrální paprsek směřuje kolmo na hlavičku fibuly. Hlavní indikací je trauma hlavičky fibuly, která je při základní AP projekci částečně překryta tibií. Viz Obrázek 26.



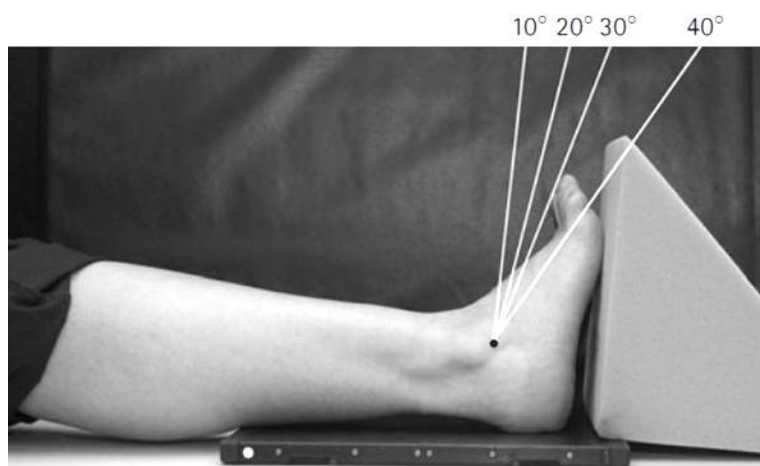
Obrázek 26: Projekce na vidlici (24)

- Předožadní projekce v zátěži

Pacient stojí zády k vertigrafu, dle možností pracoviště, na zemi či schůdkách. CP míří horizontálním směrem. Tato projekce se používá pro přesnější zobrazení kloubních prostor při zátěži vstojе.

- Šikmá fibulotibiální projekce na subtalární kloub (projekce dle Broděna)

Pacient sedí nebo leží na vyšetřovacím stole. Vyšetřovaný hlezenní kloub je rotován mediálně 45°. Centrální paprsek směřuje 2-3cm retrokaudálně od zevního kotníku v úhlech 10, 20, 30 a 40 stupňů kраниálně. Viz Obrázek 27.



Obrázek 27: Projekce dle Broděna (26)

3.2.1 Běrec

Standardní projekce – AP projekce, bočná

3.2.2 Koleno

Standardní projekce – AP projekce, bočná projekce

Speciální projekce

- Předožadní projekce v zátěži

Pacient stojí zády k vertigrafu, dle možností pracoviště, na zemi či schůdkách. CP míří horizontálním směrem. Tato projekce se používá pro přesnější zobrazení kloubních prostor při zátěži vstojе. Lze také zobrazit změny zakřivení kolenního

kloubu ve smyslu valgosity a varosity. Často zhotoveny oba klouby zároveň pro srovnání.

- Předozadní, ventrodorzální projekce na proximální tibio-fibulární skloubení

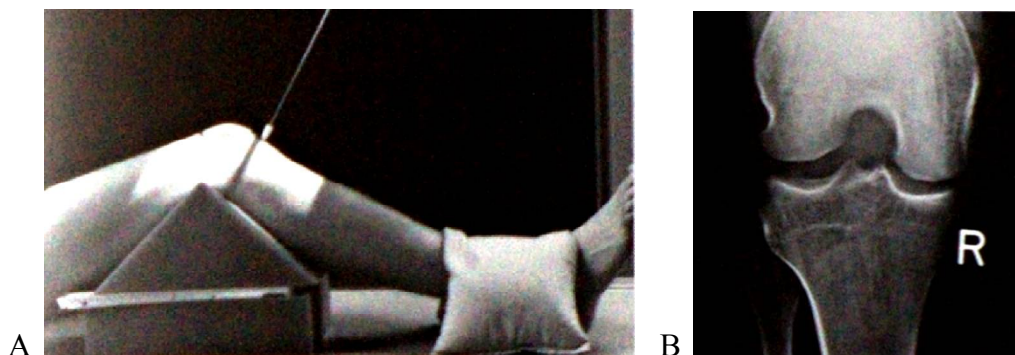
Pacient sedí na stole, vyšetřovaná končetina je rotovaná mediálně asi 30°. Centrální paprsek míří kolmo přímo na hlavičku fibuly. Viz Obrázek 28.



Obrázek 28: Projekce na hlavičku fibuly (27)

- Tunelová projekce (Frickova projekce)

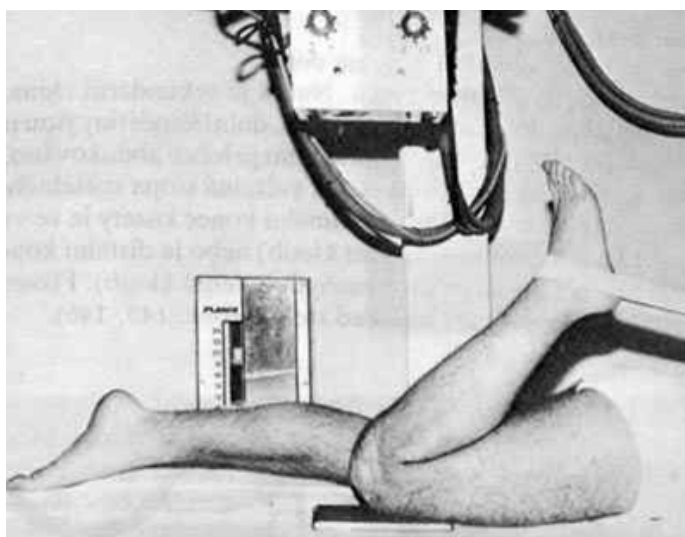
Pacient sedí na stole a pod kolenem má vsunutý klín tak, aby bylo koleno v mírné flexi pod úhlem 60 stupňů. CP je sklopen 30° směrem ke stolu a centrujeme jej na dolní okraj pately. Kloubní štěrbina by měla být zobrazena bez jakékoli superpozice kloubní plochy tibie a femuru. Tato projekce je indikována k zobrazení interkondylického prostoru. Viz Obrázek 29.



Obrázek 29: Tunelová projekce, A - pozice pacienta, B - RTG snímek (23)

- Axiální projekce na patelu

Pacient leží na břiše, nevyšetřovaná končetina je natažena. Ve vyšetřovaném kolenně maximální flexe, takže se bérce přibližuje co nejvíce stehnu. Pacient si popruhem nebo horní končetinou za nohu a přitahuje bérce ke stehnu. Centrální paprsek směřuje kolmo na dolní okraj pately. Pokud pacient dostatečně nepřitáhne bérce ke stehnu, skloníme centrální paprsek tak, aby respektoval osu pately. Viz Obrázek 30.

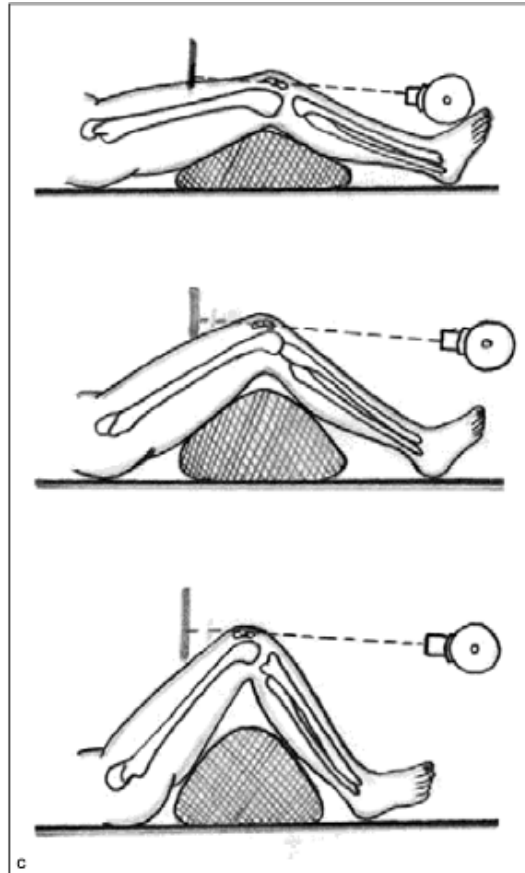


Obrázek 30: Projekce na patelu (24)

V případě špatné spolupráce pacienta (nedostatečné přitažení bérce) lze udělat axiální projekci vsedě horizontálním paprskem. Koleno je v co největší flexi, noha se ploskou dotýká stolu. Kazeta je držena pacientem a je tlačena do stehna. Centrální paprsek probíhá osou česky.

- Defilé patel (dle Ficata)

Pacient sedí na stole a koleno je postupně snímkováno ve 30°, 60° a 90° flexi. Centrální paprsek je sklopen asi 10° k hlavě, s centrací na dolní okraj pately. Paprsek míří kolmo na kazetu. Kazeta si držena pacientem a je umístěna blízko kolenního kloubu, aby bylo minimalizováno zkreslení. Tato projekce je indikovaná pro dysplazie pately. Viz Obrázek 31.



Obrázek 31: Defilé patel (10)

3.2.3 Stehenní kost

Standardní projekce – AP projekce, bočná

3.2.4 Kyčelní kloub

Standardní projekce – AP projekce

Speciální projekce

- Poloaxiální, ventrodorzální projekce (dle Lauensteina, žabí poloha)

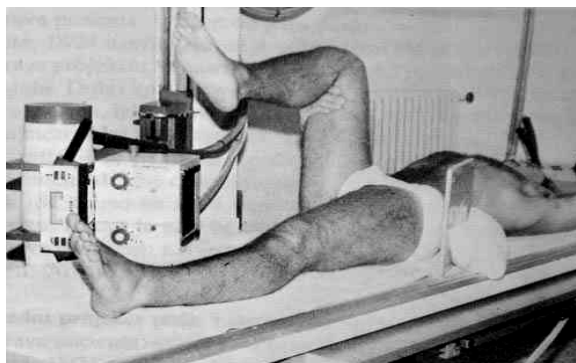
Pacient leží na zádech a vyšetřovaná končetina je pokrčena v kyčelním i kolenním kloubu směrem ven a leží svojí laterální stranou a dorsem nohy na stole. CP směřuje kolmo na snímkaný kyčel. Při snímkování obou kyčlí jsou kolena navzájem od sebe co nejvíce oddálena.

- Letournelovy projekce, ilická a obturátová projekce (dle Judeta)

Pacient leží na stole a nejprve natočí celé tělo s pánví o 45° na jednu stranu např. na pravou – snímkují pravý kyčel (jedna projekce), poté se natočí na levou stranu a opět snímkují pravý kyčel (druhá projekce). CP míří kolmo na stůl, na střed třísla. Tyto projekce jsou indikovány v případě podezření na zlomeninu acetabula. Mimo traumat mohou být prováděny při zobrazení zadní hrany acetabula u implantovaných totálních endoprotéz, kdy lékař potřebuje zhodnotit stabilitu acetabulární komponenty.

- Bočná, mediolaterální projekce (Cross-table, Johnson, True lateral)

Pacient leží na zádech, snímkaná končetina leží na podložce, druhá noha je flektována v koleni i kyčli a je nadzvednuta nad stůl. Kazeta je umístěna kolmo na stůl za snímkanou kyčlí. CP míří rovnoběžně se stolem, kolmo na osu krčku. Viz Obrázek 32.



Obrázek 32: Projekce Cross-table na kyčelní kloub (24)

3.3 Osový skelet

3.3.1 Pánev

Standardní projekce – AP projekce

Speciální projekce

- Pennalovy projekce
 - Outlet projekce – východová

Pacient leží na vyšetřovacím stole na zádech. Vertikální CP je skloněn 30° – 45° kranálně, vstupuje do pánve a je centrován do středu spojnice symfýzy a pupku. Viz Obrázek 33.



Obrázek 33: Outlet projekce (23)

- Inlet projekce – vchodová

Pacient leží na zádech na vyšetřovacím stole. Vertikální CP skloněn 30° – 45° kaudálně. Centrace na střed spojnice pupku a symfýzy.

Tyto projekce se provádějí při traumatech pánve. Viz Obrázek 34.



Obrázek 34: Inlet projekce (23)

3.3.2 Krční páteř

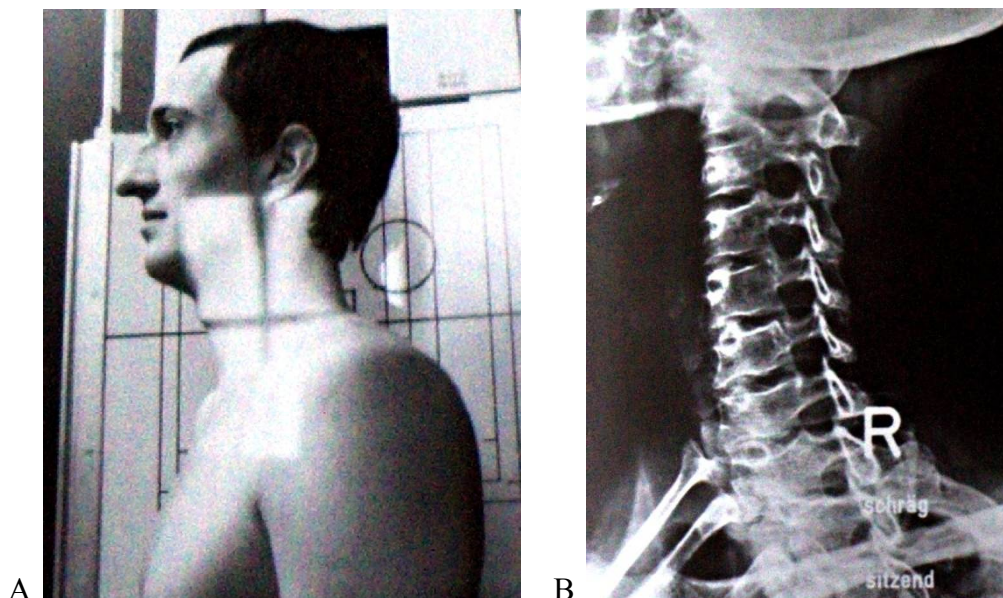
Standardní projekce – AP projekce, bočná projekce

Možné jsou i cílené snímky na určité obratle, či na přechod.

Speciální projekce

- Šikmá projekce na foramina intervertebralia

Pacient stojí nejdříve bokem k vertigrafu, potom je vytočen nevyšetřovaným bokem 45° vzad. Hlava je předkloněna tak, aby frankfurtská horizontála byla vodorovně se zemí. Horizontální CP centrujeme na C4 a střed kazety. Provádí se při podezření na útlak míšního kořene, zobrazí se foramina intervertebralia. Snímkují se z obou stran. Viz Obrázek 35.



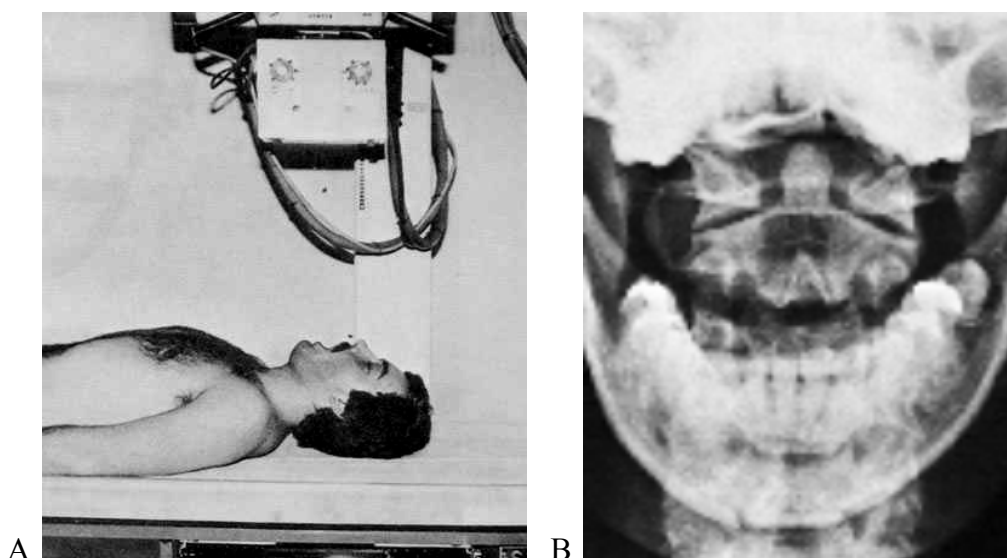
Obrázek 35: Projekce na foramina, A – Pozice pacienta, B – RTG snímek (23)

- Dynamické snímky (funkční, předklon a záklon)

Pacient stojí bokem k vertigrafu. Nejprve provede krční páteří maximální předklon, poté záklon. Tyto projekce slouží k prokázání atlantoaxiální instability. CP kolmo na kazetu.

- Projekce dle Sandberga na C1, C2

Provádí se vsedě nebo vleže (dle stavu pacienta). Spojnice horní ret a kořen nosu je rovnoběžná s deskou stolu nebo vertigrafem. Ústa jsou maximálně otevřená a CP vstupuje 1 cm kaudálně od horního řezáku a vystupuje 1 cm kraniálně od hmatného okraje týlní kosti. Správně provedená projekce zachycuje dens axis v ústní dutině. Viz Obrázek 36.



Obrázek 36: Projekce dle Sandberga, A – Pozice pacienta, B – RTG snímek (24)

3.3.3 Hrudní páteř

Standardní projekce – AP projekce, bočná projekce

Možné jsou i cílené snímky na určité obratle, či na přechod.

Speciální projekce

- Šikmá projekce (poloha plavce)

Pacient leží na stole břichem dolů a na jedné straně je nadzdvihnut tak, že svírá se stolem úhel 45°. Paže, na které leží, je podél těla a je vytlačena dorzálním směrem, tím se lopatka dostane dorzálně za páteř. Druhá paže je předsunuta ventrálně a nahoru (pozice kraul). Páteř snímkuje mezi oddálenými lopatkami. CP kolmo na kazetu.

3.3.4 Bederní páteř

Standardní projekce – AP projekce, bočná projekce

Možné jsou i cílené snímky na určité obratle, či na přechod.

Speciální projekce

- Dynamické snímky (funkční, předklon a záklon)

Pacient stojí bokem k vertigrafu. Nejprve provede maximální předklon, poté záklon. Funkční snímky umožní posoudit instabilitu páteře a posun obratlů. CP kolmo na kazetu.

3.3.5 Křížová kost a kostrč

Standardní projekce – AP projekce, bočná projekce

4. Diskuze

Pro získání informací o speciálních projekcích používaných v ortopedii jsem nejprve oslovila lékaře ortopedy. Sestavila jsem proto soubor šesti otázek (např. kam posílají pacienty na RTG vyšetření, jaké vyšetření a projekce používají) a vytvořila na internetu anketu, jejíž adresu jsem ortopedům odeslala. Příliš lékařů ale neodpovědělo, proto jsem je kontaktovala telefonicky či osobně. Nejčastěji uváděná pracoviště jsem navštívila s prosbou, zda by mi mohl zkušenější radiologický asistent pomoci s objasněním speciálních projekcí uvedených ortopedy a zároveň aby uvedl další projekce, které pro ortopedy provádějí.

Projekce uvedené v této bakalářské práci jsou nejčastější speciální projekce, které se pro potřeby ortopedů provádějí. Každé pracoviště má samozřejmě jiné standardy a každá projekce může být na jiném pracovišti prováděna v jiné modifikaci, než v jaké ji uvádím. Může být také jiné označení projekce, které je pro dané pracoviště dané. Projekce, kdy jsou potřeba speciální pomůcky, zařízení, technické parametry nebo nastavení, jsem neuváděla. Také projekce, které jsou ve velmi malé míře používány, nebo projekce držené, kdy je potřeba přítomnost ortopeda, zde nejsou. Je to z důvodu toho, že by měl manuál sloužit hlavně na pracovištích, kde v běžné praxi provádějí standardní projekce a tyto speciální provádějí jen zřídka, pouze když přijde nějaký pacient na toto vyšetření. Jak mi bylo řečeno, pokud i na specializované pracoviště přijde pacient na vyšetření, kdy danou projekci asistenti neznají, je vhodné ortopedovi zavolat a zeptat se, jak by měla projekce vypadat.

Také znalost těchto speciálních projekcí je u radiologických asistentů různá. Odvíjí se od doby, jakou asistent pracuje v běžném provozu, jaké projekce poznal nebo se naučil během školní praxe na různých pracovištích nebo v zaměstnání, nebo jaké projekce se naučil ve škole. Kolegyně v zaměstnání pracuje jako radiologický asistent 25 let, přesto byla zaskočena požadavkem ortopeda na projekci na sezamské kůstky. Nikdy tuto projekci nepoužívala, a proto ji nezná. Kdežto na pracovišti ve Vinohradské nemocnici je radiologická asistentka, která je dva roky po absolvování školy a všechny uvedené projekce zná a většinu běžně provádí. Shodou okolností tam byla i radiologická

asistentka čerstvě po promoci a ta znala pouze standardní projekce, které ale zná v provedení jiném, než jak je provádějí na daném RDG oddělení.

Žádostí o speciální projekce také ubývá, je to v souvislosti s nástupem dalších zobrazovacích metod a jejich dynamickým rozvojem. Byly nahrazeny dalšími vyšetřovacími metodami jako je CT, MR , artrografie, artroskopie či ultrazvuk. Některé tyto metody jsou schopné oproti RTG zobrazit i stav měkkých tkání jako jsou svaly, vazy, šlachy, menisky atd.

5. Závěr

V teoretické části této bakalářské práce jsou zpracovány informace, které je vhodné znát pro všeobecný přehled v oboru ortopedie, anatomie kostí a radiodiagnostiky. Cílem této bakalářské práce bylo na specializovaných RDG pracovištích získat informace o projekcích prováděných pro potřeby ortopedů pomocí pohovorů a praktických ukázek. A poté pomocí získaných informací vytvořit jednoduchý manuál jednotlivých projekcí, který bude pro potřeby radiologických asistentů na jiných RDG pracovištích. Informace byly získány na těchto pracovištích: Fakultní nemocnice Motol, Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Nemocnice na Bulovce a Poliklinika Mazurská. Tyto cíle byly splněny.

Dále byly položeny výzkumné otázky, zda se liší speciální ortopedické projekce a jestli je lze specifikovat a sumarizovat do formy výukového materiálu. A také zda radiologičtí asistenti tyto projekce znají. Ano, tyto projekce lze zpracovat do ucelenější formy tak, aby mohly sloužit jako výukový materiál. Informovanost radiologických asistentů o těchto projekcích je závislá od toho, jak dlouho radiologický asistent pracuje v praxi, s jakými projekcemi se setkal v rámci školní praxe, či studia. A také, zda dané pracoviště tyto projekce v běžném provozu vůbec provádí.

V dnešní době se už tolik speciálních projekcí nepoužívá, s nástupem dalších zobrazovacích metod a jejich dynamickým vývojem byly nahrazeny jinými vyšetřovacími metodami jako je výpočetní tomografie, magnetická rezonance, artrografie, artroskopie či ultrazvuk. Některé tyto metody jsou schopné oproti RTG zobrazit i stav měkkých tkání jako jsou svaly, vazy, šlachy, menisky atd.

6. Seznam informačních zdrojů

1. GRIM, Miloš, DRUGA, Rastislav. *Základy anatomie: 1. Obecná anatomie a pohybový systém*. 1 vyd. Praha: Galén, 2001. 159 s. ISBN 80-7262-112-2.
2. JANÍČEK, Pavel, a kol. *Ortopedie*. 3 vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2012. 112 s. ISBN 978-80-210-5971-9.
3. DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 532 s. ISBN 978-80-247-3240-4.
4. Školní a webové informační centrum.
http://vyuka.zsjarose.cz/index.php?action=lesson_detail&id=261 (citováno 27. 7. 2015).
5. DYLEVSKÝ, Ivan. *Základy funkční anatomie*. Olomouc: Poznání, 2011, 330 s. ISBN 978-808-7419-069.
6. O kostech v lidském těle. <http://www.orling.cz/cz/o-kostech-a-kloubech/o-kostech-v-lidskem-tele.html> (citováno 28. 7. 2015).
7. KOUDELA, Karel, a kol. *Ortopedie*. 1 vyd. Praha: Karolinum, 2004. 281 s. ISBN 80-246-0654-2.
8. ROZKYDAL, Zbyněk, CHALOUPKA, Richard. *Vyšetřovací metody v ortopedii*. 1 vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2001. 66 s. ISBN 80-210-2655-3.
9. RYBKA, Vratislav, SOSNA, Antonín. *Ortopedie*. 1 vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. 255 s. ISBN 80-7066-140-2.
10. DUNGL, Pavel a kol. *Ortopedie*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-0550-8.
11. CHUDÁČEK, Zdeněk. *Radiodiagnostika 1.část*. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. ISBN 80-7013-114-4.
12. Internetový portál RTG. <http://www.rtg.fbmi.cvut.cz/index.php.html> (citováno 28. 6. 2015).
13. ZDROJE IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ.
http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kra/externi/kra_7169/ch01.htm (citováno 17. 7. 2015).

14. Princip vzniku RTG záření v rentgence.
http://www.rtg.fbmi.cvut.cz/index.php%3Foption=com_content&view=article&id=56&Itemid=62.html (citováno 12. 7. 2015).
15. SVOBODA, Milan, *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. 1 vyd. Brno: Avicenum, 1973. 584 s. ISBN 80-048-73.
16. Comptonův jev - v čem spočívá.
http://www.wikiskripta.eu/index.php/Compton%C5%AFv_jev_-_v_%C4%8Dem_spo%C4%8D%C3%ADv%C3%A1 (citováno 15. 7. 2015).
17. SLANINA, Josef. *Vyšetřování a léčení roentgenem: technika a organisace*. 1 vyd. Praha: Zdravotnické nakladatelství, 1951. 153 p.
18. Co je to luminiscence?. <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/13-14-Konecny.html> (citováno 7. 7. 2015).
19. Radiobiologie: <http://fbmi.sirdik.org/1-kapitola/13/131.html> (citováno 4. 7. 2015)
20. SINGER, Jan.; HEŘMANSKÁ, Jindřiška. *Principy radiační ochrany*; 2004, ISBN 80-7040-708-5.
21. ZÁŠKODNÝ, Přemysl. *Přehled základů teoretické fyziky (s aplikací na radiologii)*. Bratislava: DIDAKTIS, s. r. o., 2005, s. 264. ISBN 80-89160-25-5.
22. EISENBERG, Ronald L., DENIS, Cynthia A. a MAY, Chris R. *Radiographic positioning*. Boston : Little, Brown , 1989. ISBN 0-316-22543-6.
23. BERNAU, A. *Orthopädische Röntgendiagnostik*. Mnichov, 1995. ISBN 3-541-10213-6.
24. CHUDÁČEK, Zdeněk, *Radiodiagnostika*. Banská Bystrica: Osveta, 1993. 439 s. ISBN 80-217-0571-X.
25. ŠNYRYCHOVÁ, Hana. *Speciální projekce v ortopedii: bakalářská práce*. Olomouc, 2012.
26. WHITNEY, Stewart A., SLOANE, Charles, HOADLEY, Graham, MOORE, Adrian D. *Clark's positioning in radiography*. Great Britain, , London: Arnold, a member of the Hodder Headline Group, 2005. ISBN 0-340-76390-6.
27. JASNÁ, Andrea. *Rentgenové vyšetření kloubů dolní končetiny: bakalářská práce*. Olomouc, 2012.

28. GALLO, Jiří. *Ortopedie pro studenty lékařských a zdravotnických fakult*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2486-6
29. TUREK, Samuel L. *Turek's orthopaedics, principles and their application*. 5 vyd. Lippincott Company, 1994. ISBN 0-397-50692-9.
30. 3. Aplikace ionizujícího záření. <http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm#2> (citováno 19. 7. 2015).
31. FRANEK, Martin, TŘETINOVÁ, Daniela. *Praktická skiografie I*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2009 239 s. ISBN 978-80-7368-667-3
32. KOZÁK, Jiří. Speciální projekce v ortopedii - 1.díl. *Praktická radiologie*, 2001, roč. 6/1, s. 9–11. ISSN 1211-5053.
33. KOZÁK, Jiří. Speciální projekce v ortopedii - 2.díl. *Praktická radiologie*, 2001, roč. 6/2, s. 26–29. ISSN 1211-5053.
34. KOZÁK, Jiří. Speciální projekce v ortopedii - 3.díl. *Praktická radiologie*, 2001, roč. 6/4, s. 4–5. ISSN 1211-5053.

7. Seznam obrázků

Obrázek 1: Stavba kosti (4)	15
Obrázek 2: Struktura dlouhé kosti (6)	17
Obrázek 3: Logo ortopedů (7).....	22
Obrázek 4: Spektrum brzdného a charakteristického záření (13).....	26
Obrázek 5: Interakce elektronu s polem jádra atomu (14)	27
Obrázek 6: Interakce elektronu s obalovými elektrony (14)	28
Obrázek 7: Fotoefekt (16).....	31
Obrázek 8: Comptonův jev (16).....	31
Obrázek 9: Základní anatomické postavení (22)	35
Obrázek 10: Názvy pohybů (22).....	36
Obrázek 11: Pozice špetka (15)	40
Obrázek 12: Ulnární dukce (10).....	40
Obrázek 13: Projekce na karpální tunel (23)	41
Obrázek 14: Dynamické snímky zápěstí, A - maximální flexe, B – maximální extenze (vlastní zdroj)	41
Obrázek 15: Projekce na olekranon (24)	42
Obrázek 16: Projekce předozadní dle Grasheye (23).....	43
Obrázek 17: Standardní projekce na rameno (23).....	44
Obrázek 18: Y projekce (23)	44
Obrázek 19: Axiální projekce na rameno (25).....	45
Obrázek 20: Axiální projekce na rameno vleže (24).....	46
Obrázek 21: Bočná projekce na rameno (15)	46
Obrázek 22: Axiální, AP projekce na klíční kost (24)	47
Obrázek 23: Axiální, PA projekce na klíční kost (15)	48
Obrázek 24: Projekce na sezamské kůstky (23).....	49
Obrázek 25: RTG snímek projekce na sezamské kůstky (23).....	50
Obrázek 26: Projekce na vidlici (24).....	50
Obrázek 27: Projekce dle Brodého (26)	51
Obrázek 28: Projekce na hlavičku fibuly (27)	52

Obrázek 29: Tunelová projekce, A - pozice pacienta, B - RTG snímek (23).....	52
Obrázek 30: Projekce na patelu (24)	53
Obrázek 31: Defilé patel (10)	54
Obrázek 32: Projekce Cross-table na kyčelní kloub (24).....	55
Obrázek 33: Outlet projekce (23).....	56
Obrázek 34: Inlet projekce (23)	56
Obrázek 35: Projekce na foramina, A – Pozice pacienta, B – RTG snímek (23).....	57
Obrázek 36: Projekce dle Sandberga, A – Pozice pacienta, B – RTG snímek (24)	58