

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

Vytvoření expozičních parametrů pro prehistorický materiál

Bakalářská práce

Vypracoval: Jan Holub

Vedoucí práce: RNDr. Marta Dočkalová, Ph.D.

3. května 2010

Abstract

The research of prehistoric skeletal samples using X – ray techniques is now a routine practice. With the development of digital technologies, the process of image is significantly faster, and subsequent processing brings more information that increases the yield of such research. Due to the availability of different systems, it is not clear which technology is the best for anthropological purposes. Moreover, when there is a huge quantity of samples to be imaged, we often obtain poor quality images. That in turn requires us to experiment with the setting of proper exposure times, thus slowing the entire imaging process.

The objective of this work is to determine exposure parameters for prehistoric skeletal samples and to evaluate their effectiveness in direct and indirect digitalization systems. A subsequent goal is to compare the devices in terms of operation, quickness and quality of images, and to provide recommendations for the most suitable technology for working with these samples.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval 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 elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou Univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích.....

Jan Holub.....

Poděkování

Na této stránce bych rád vyjádřil poděkování RNDr. Martě Dočkalové, Ph.D., vedoucí mé bakalářské práce, za její odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi v průběhu zpracování tématu poskytla.

V Českých Budějovicích, květen 2010

Jan Holub

Obsah

Úvod	11
1. Současný stav.....	12
1.1. Wilhelm Conrad Röntgen.....	13
1.2 Rentgenové záření.....	13
1.3 Využití RTG záření.....	14
1.4. Spolupráce s institucemi	14
1.5. Archeologie	15
1.6. Antropologie	15
1.7. Paleopatologie.....	16
1.8. RTG v archeologii.....	17
1.9. Morfologické a radiodiagnostické vyšetření v paleopatologii	17
1.10. Důvody snímkování z pohledu paleopatologa	19
2. Cíl práce a hypotéza	21
3. Metodika	22
3.1. Postup snímkování	22
3.2. Přístroje	23
3.2.1. Swissray - technická data	23
3.2.2. GE Revolution XD – technická data	24
3.2.3. Digitalizér (čtečka) Konika minolta	25
3.3. Použitý kostní materiál	26
3.4. Průběh snímkování na jednotlivých přístrojích.....	27
3.4.1. Swissray ddR Multi	27
3.4.2. GE Revolution XD	28
3.4.3. Swissray ddR Combi	29
3.5. Zhodnocení přístrojů.....	30
3.5.1. Swissray ddR Multi	30
3.5.2. GE Revolution XD	31
3.5.3. Swissray ddR Combi	31

4. Výsledky – Expoziční tabulky	32
4.1. <i>Lebka - AP, boční, kraniokaudální</i>	32
4.1.1 <i>Lebka - projekce AP: a) Swissray ddR Multi, b) GE Revolution XD</i>	
c) Swissray Combi CR	32
4.1.2. <i>Lebka – projekce boční: a) Swissray ddR Multi, b) GE Revolution XD</i>	
c) Swissray Combi CR	33
4.1.3. <i>Lebka – projekce kraniokaudální: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	34
4.2. <i>Dolní čelist - AP, bočná(šikmá), kraniokaudální</i>	35
4.2.1. <i>Dolní čelist - projekce AP: a) Swissray ddR Multi, b) GE Revolution XD</i>	
c) Swissray Combi CR	35
4.2.2. <i>Dolní čelist – projekce boční (šikmá: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi Combi	36
4.2.3. <i>Dolní čelist – projekce kraniokaudální: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi	37
4.3. <i>Obratel C páteře - AP, boční, kraniokaudální</i>	38
4.3.1. <i>Obratel C páteře - projekce AP: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XDc) Swissray Combi CR	38
4.3.2. <i>Obratel C – projekce boční: a) Swissray ddR Multi, b) GE Revolution XD</i>	
c) Swissray Combi CR	39
4.3.3. <i>Obratel C – projekce kraniokaudální: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	40
4.4. <i>Kost klíční - AP, boční</i>	41
4.4.1. <i>Kost klíční - projekce AP: a) Swissray ddR Multi, b) GE Revolution XD</i>	
c) Swissray Combi CR	41
4.4.2. <i>Kost klíční – projekce bočná: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XDc) Swissray Combi CR	42
4.5. <i>Lopatka - AP, boční</i>	43
4.5.1. <i>Lopatka - projekce AP: a) Swissray ddR Multi, b) GE Revolution XD</i>	
c) Swissray Combi CR	43

4.5.2. Lopatka - projekce boční: a) Swissray ddR Multi , b) GE Revolution XD	
c) Swissray Combi CR	44
4.6. <i>Kost hrudní – AP, boční</i>	45
4.6.1. <i>Kost hrudní – projekce AP: a) Swissray ddR Multi, b) GE Revolution XD</i>	
c) Swissray Combi CR	45
4.6.2. <i>Kost hrudní - projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	46
4.7. <i>Žebra – AP, boční</i>	47
4.7.1. <i>Žebra - projekce AP: a) Swissray ddR Multi, b) GE Revolution XD</i>	
c) Swissray Combi CR	47
4.7.2. <i>Žebra – projekce boční: a) Swissray ddR Multi, b) GE Revolution XD</i>	
c) Swissray Combi CR	48
4.8. <i>Obratel Th páteře - AP, boční, kraniokaudální</i>	49
4.8.1. <i>Obratel Th páteře - projekce AP: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	49
4.8.2. <i>Obratel Th páteře - projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	50
4.8.3. <i>Obratel Th páteře – projekce kraniokaudální: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD , c) Swissray Combi CR	51
4.9. <i>Obratel Ls páteře - AP, boční, kraniokaudální</i>	52
4.9.1. <i>Obratel Ls páteře - projekce AP: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	52
4.9.2. <i>Obratel Ls páteře – projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	53
4.9.3. <i>Obratel Ls páteře – projekce kraniokaudální: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	54
4.10. <i>Kost křížová – AP, boční</i>	55
4.10.1. <i>Kost křížová - projekce AP: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	55
4.10.2. <i>Kost křížová – projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i>	

b) GE Revolution XD b) Swissray Combi CR	56
4.11. <i>Kost pažní – AP, boční</i>	57
4.11.1. <i>Kost pažní - projekce AP: a) Swissray ddR Multi, b) GE Revolution XD</i> c) Swissray Combi CR	57
4.11.2. <i>Kost pažní – projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i> b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	58
4.12. <i>Kost loketní – AP, boční</i>	59
4.12.1. <i>Kost loketní - projekce AP: a) Swissray ddR Multi, b) GE Revolution XD</i> c) Swissray Combi CR	59
4.12.2. <i>Kost loketní – projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i> b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	60
4.13. <i>Kost vřetenní – AP, boční</i> 61	
4.13.1. <i>Kost vřetenní - projekce AP: a) Swissray ddR Multi,</i> b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	61
4.13.2. <i>Kost vřetenní- projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i> b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	62
4.14. <i>Prsty a záprstní kůstky – AP, boční</i>	63
4.14.1. <i>Prsty a záprstní kůstky - projekce AP: a) Swissray ddR Multi,</i> b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	63
4.14.2. <i>Prsty a záprstní kůstky – projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i> b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	64
4.15. <i>Pánevní kost – AP, šikmá</i>	65
4.15.1. <i>Pánevní kost – projekce AP: a) Swissray ddR Multi,</i> b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	65
4.15.2. <i>Pánevní kost – šikmá: a) Swissray ddR Multi, b) GE Revolution XD</i> c) Swissray Combi CR	66
4.16. <i>Kost stehenní – AP, boční</i>	67
4.16.1. <i>Kost stehenní - projekce AP: a) Swissray ddR Multi,</i> b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	67
4.16.2. <i>Kost stehenní – projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i>	

b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	68
4.17. <i>Kost holenní – AP, boční</i>	69
4.17.1. <i>Kost holenní - projekce AP: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	69
4.17.2. <i>Kost holenní – projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	70
4.18. <i>Kost lýtková – AP, boční</i>	71
4.18.1. <i>Kost lýtková - projekce AP: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	71
4.18.2. <i>Kost lýtková – projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	72
4.19. <i>Kost hlezenní – AP, boční</i>	73
4.19.1. <i>Kost hlezenní - projekce AP: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	73
4.19.2. <i>Kost hlezenní – projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	74
4.20. <i>Kost patní – AP, boční</i>	75
4.20.1. <i>Kost patní - projekce AP: a) Swissray ddR Multi, b) GE Revolution XD</i>	
c) Swissray Combi CR	75
4.20.2. <i>Kost patní – projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	76
4.21. <i>Zánártní kůstky – AP, boční</i>	77
4.21.1. <i>Zánártní kůstky - projekce AP: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	77
4.21.2. <i>Zánártní kůstky – projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i>	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	78
4.22. <i>Prsty nohou – AP, boční</i>	79
4.22.1. <i>Prsty nohou - projekce AP: a) Swissray ddR Multi, b) GE Revolution XD</i>	
c) Swissray Combi CR	79
4.22.2. <i>Prsty nohou – projekce boční: a) Swissray ddR Multi,</i>	

b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	80
4.23. Výsledné expoziční tabulky pro starší materiál: a) Swissray ddR Multi,	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	81
4.24. Výsledné expoziční tabulky pro mladší materiál: a) Swissray ddR Multi,	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	84
4.25. Výsledné zjednodušené expoziční tabulky: a) Swissray ddR Multi,	
b) GE Revolution XD c) Swissray Combi CR	87
5. Diskuze	90
6. Závěr	91
7. Použitá literatura	93
8. Klíčová slova	94
9. Přílohy – zkratky, snímky RTG	95

Úvod

Při mém povolání, kdy neustále pracuji s pacienty, se mi naskytla zajímavá příležitost provádět snímkování nálezů získaných z archeologických výzkumů. Snímkované předměty byly velmi různorodé z části to byly předměty např. zbraně (kovové meče, hroty šípů z rohovce) keramické nádoby (vypálené z hlíny), ozdoby těla (mušle, lastury, spondyly) atd. Největší část ovšem zaujímají kosterní pozůstatky, kdy jejich podíl dosáhl až 80% všech prováděných expozic.

Snímkování prehistorického materiálu ovšem velmi často spočívalo v provádění velkého množství expozic. Mnohokrát jsem překročil hranici 400 expozic v jednom sezení, což z časového hlediska obnáší plnohodnotnou osmihodinovou pracovní směnu. Tím se vytvořil problém, který mi často působil potíže ve formě experimentování s expozičními parametry a to z důvodů jejich neexistence. Práce radiologického asistenta, kterou zastávám na pracovišti digitální RTG (Klinika zobrazovacích metod, Fakultní nemocnice u Sv. Anny v Brně) je zaměřena na snížení radiační zátěže, délky ozáření a snížení vlivu moderních technologií na živého člověka – pacienta. Délka ionizujícího ozáření je stanovena povoleným limitem a u každého pacienta je vítané spíše snižování četnosti indikací neboť případné duplicitní vyšetření, může mít za následek narušení nebo poškození živého organismu.

Z důvodu mého pracovního zaměření proto spolupracuji s pracovníky brněnských vědeckých institucí, kteří se zabývají experimentálním výzkumem s využitím RTG, digitalizací předmětů, kde uplatňuji především své profesní radiologické zkušenosti při používání přístrojové techniky s expozičními parametry prezentované v této bakalářské práci.

1. Současný stav

Velmi často se dovídáme ze zpráv nebo tisku o nových zajímavých archeologických objevech uskutečněných v různých částech světa. V případě, že se jedná o kosterní pozůstatky je vždy téměř samozřejmě zmíněno i využití RTG, ať již klasického nebo například použití CT snímkování. Je to dáno samozřejmě tím, že kosterní materiál je ideální pro zobrazení pomocí záření X. Další zobrazovací metody, které jsou využívány v běžné lékařské praxi (UZ, MR) zde nemají přínos, což je způsobeno absencí měkkých tkání. Je tedy nasnadě, že při potřebě zobrazení kostních struktur bude využito právě RTG přístroje, ovšem pokud není limitujícím pro použití vysoká cena přístroje, potřeba mnoha povolení k provozu a z ekonomického hlediska i nerentabilní nepravidelné využití. Tyto důvody vedou k tomu, že instituce zabývající se výzkumem kostního antropologického a archeologického materiálu, si takovéto přístroje nepořizují. Mám na mysli instituce v ČR. Pokud se jedná o světově proslulá pracoviště, je zde situace jiná, tato pracoviště disponují např. přenosnými digitálními RTG přístroji, které jsou schopny provést požadované zobrazení bezprostředně na místě. Tento způsob zjednodušuje vlastní práci na nalezišti, kdy mohou být určité lokality prozkoumány přednostně např. na základě zajímavějších nebo neobvyklých nálezů, bez nutnosti zvýšené manipulace s objevenými kosterními pozůstatky. V současné době je tato situace řešena spoluprací několika institucí, které se podílejí na společném výzkumu. Zhotovení snímků provádí radiologický asistent s dlouholetou praxí v oboru ve spolupráci odborníky příslušného odborného zaměření. V současnosti spolupracuji s Moravským zemským muzeem, Ústavem Anthropos v Brně a Ústavem experimentální biologie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně.

1.1. Wilhelm Conrad Röntgen

(27. března 1845 Lennep, Prusko – 10. února 1923 Mnichov, Německo)

Německý fyzik W. C. Röntgen, jeden z nejtalentovanějších experimentátorů 19. století, byl původem z Holandska. Teprve ve čtyřiceti letech se dočkal uznání a to díky šťastné náhodě při objevu zářivých paprsků, které nesou jeho jméno. V roce 1901 za objev rentgenového záření mu byla udělena Nobelova cena za fyziku. Tento převratný objev brzy našel velké uplatnění nejen v lékařství ale i v dalších oborech. Za paradox můžeme označit smrt vynálezce, který zemřel v chudobě protože si svůj objev nepatentoval.

1.2. Rentgenové záření

Je forma elektromagnetického záření o vlnových délkách 10 nanometrů až 100 pikometrů. Foton rentgenového záření vzniká při interakcích vysoce energického elektronu. Jedná se o formu ionizujícího záření a jako takové může být nebezpečné. Má ovšem některé vlastnosti, které jsou důležité pro jeho využití.

Prochází hmotou – částečně se v ní absorbuje, přičemž množství absorbovaného záření závisí na složení hmoty a na kvalitě záření.

Luminiscenční efekt – při dopadu záření na luminiscenční plochu vyvolá její světélkování. Využívá se v digitální radiografii.

Fotochemický efekt – působí na halogenidy bromidu stříbra (AgBr), bylo využíváno při filmové radiografii.

Ionizace – vyražení elektronů z atomových obalů.

Biologický efekt - záření X škodí živé hmotě – ionizací

1.3. Využití RTG záření

Poté, co W. C. Röntgen objevil využití záření X pro pozorování kostních struktur, rozvinulo se jeho užívání hlavně v lékařském snímkování. Rentgenové záření je používáno pro zobrazení detailů kostí a zubů (skiografie). Toto je pravděpodobně nejčastější využití rentgenového záření v lékařské praxi. Specializovaný obor lékařství využívající rentgenového záření v diagnostice se nazývá radiologie.

Postupný rozvoj technologií umožnil další využití paprsků, například v defektoskopii zabývající se problematikou nedestruktivního zkoušení materiálu nebo v rentgenové krystalografii, což je fyzikálně-chemická metoda zabývající se studiem interakce krystalických vzorků s rentgenovým zářením.

Nesporným využitím je právě zkoumání prehistorického kostního materiálu, což je vlastně taková posmrtná radiodiagnostika využitelná k diagnostice současných kostních změn.

1. 4. Spolupráce s institucemi

Moravské zemské muzeum je druhá největší a zároveň nejstarší muzejní instituce v České Republice, založená v červenci roku 1817 císařským dekretem Františka I. Ve svých sbírkách uchovává přes 6 milionů předmětů, které představují velmi cenný materiál z oborů přírodních a společenských věd. Moravské zemské muzeum je výzkumnou organizací, jejímž hlavním účelem je provádět základní a aplikovaný výzkum, šířit z nich vzešlé výsledky prostřednictvím výuky, publikování nebo převodu technologií v rámci své činnosti. Ústav Anthropos tvoří součást muzea spolu s dalšími patnácti odbornými složkami, má rozsáhlý sbírkový fond z paleolitu, paleontologie, paleoantropologie a historické antropologie. Sběrka antropologie je tvořena kolekcí 40ti tisíc lidských skeletů zastoupených nálezy z neolitu, eneolitu, doby bronzové, laténu, z doby římské, stěhováním národů, Slovany, dobou hradištní, středověkem ale i novověkem. Z rozsáhlé sbírkové antropologické kolekce byl pro potřeby tohoto výzkumu a skiagrafické zobrazení kostního materiálu vybrán materiál s nejstaršího údobí z neolitu (9).

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity je historicky úzce spjata s historií a založením Masarykovy univerzity, která vznikla jako první univerzita v právě se zrodilém samostatném československém státě a první univerzita na Moravě (1919). Díky kvalitnímu odbornému a pedagogickému obsazení dosáhla přírodovědecká fakulta u celé řady oborů vynikající úrovně, nyní je zastoupena šestnácti odbornými ústavami z oboru společenskovědného a přírodovědného (10). Recentní kosterní materiál byl zapůjčen ze sbírek z Ústavu experimentální biologie z Oddělení genetiky a molekulární biologie (OGMB), které navazuje na odkaz zakladatele genetiky Gregora Mendela, který základní principy genetiky postuloval v Brně. Druhá srovnávací skupina recentního kosterního materiálu z období druhé světové války byla použita k shodnému hodnocení jako první skupina z období neolitu.

1.5. Archeologie

Je věda studující minulé lidské společnosti prostřednictvím archeologických pramenů, tj. zachovaných lidských výtvorů (artefaktů) a jiných zbytků přírodního původu neintencionálně ovlivněných člověkem (ekofaktů), jako např. architektury, tělesných ostatků apod. Zabývá se v kontrastu k historii především materiální kulturou. Cílem archeologie je poznat minulé události lidských komunit a strukturu jejich chování - kulturu. Patří k těm několika málo vědním disciplínám, které jsou schopné interpretovat minulost lidstva z doby před používáním písma, ale pomáhá také při porozumění pozdějším společnostem. Samotná archeologie se dělí na několik podoborů, definovaných buď obdobími nebo specifickým tématem, kterým se ten či onen podobor věnuje, např.: pravěká archeologie, klasická archeologie, středověká archeologie, církevní archeologie, archeologie krajiny.

Z archeologických výzkumů jsou získávány nálezy dokládající historii naší dávné minulosti, ale i poznatky o zdraví a nemoci našich předků. Z tohoto důvodu se ve své práci zaměřuji na přírodovědnou problematiku z oboru antropologie a především na paleopatologii.

1.6. Antropologie

Věda zabývající se člověkem, lidskými společnostmi, vývojem populace a lidstvem vůbec. Patří mezi vědy holistické – snaží se vytvořit celkový obraz člověka, zabývá se všemi lidmi ve všech dobách a zároveň také všemi rozměry lidství.

Antropologie je věda o člověku a v zásadě je možné rozlišovat dvojí pojetí studia fyzické a historické antropologie. Fyzická antropologie studuje živého člověka, jeho ontogenetický vývoj od narození k dospělosti, změny způsobené stárnutím, tělesnou aktivitou, rozdílnou pracovní a duševní činností. Sleduje důsledky vlivu nemocí, zranění i dědičnosti, vrozené vlastnosti a jejich projevy v organismu. Zejména fyzická antropologie je velmi blízká medicíně, ale také odlišná. Lékařství se zabývá problémem chorob a nemocí živého člověka a problémem jak ho uzdravit. Fyzická antropologie se zabývá studiem člověka jeho variabilitou, stanovením odchylek od normálního vývoje a zdraví. Původem, vznikem a vývojem člověka se zabývá paleoantropologie (5), která je součástí historické antropologie, ale odlišuje se studováním vývojových změn na lidské kostře. Historická antropologie se zabývá studiem pozůstatků člověka, který žil v mladší době kamenné od neolitu v období pravěku, středověku a novověku.

Historická antropologie, se zabývá výzkumem lidských kostí, zejména těch, které byly získány z archeologických výzkumů pravěkých a středověkých pohřebišť či sídlišť.

1.7. Paleopatologie

V roce 1892 R.W. Shufeldt poprvé použil název paleopatologie k označení pro nauku o chorobách vymřelých zvířat a o lidskou patologii ji rozšířil Marc Armand Ruffer v roce 1913. Dnes pod pojem paleopatologie označujeme nauku o chorobách populací i zvířat. Cílem patologie je sledování vzniku nemocí a historického vývoje chorob postihujících kosti, zuby mumifikované tkáně, včetně nemocí, které byly vyléčeny. Z hlediska biologického (vzhledem k zaměření práce) jsou sledovány nálezy kosterních pozůstatků většinou získaných z archeologickým výzkumem. Vědní disciplína, která zkoumá patologické jevy v pravěkých populacích, pokud jsou rentgenem zachytitelné na kosterních pozůstatcích (artróza, tbc) nám doplňuje celkový obraz dějinného vývoje (2).

U kosterního materiálu je zajímavé jak odlišné nálezy lze rentgenováním hodnotit i po tak dlouhém období (více jak 6 000 let. před n. l.). Prehistorický materiál, který jsem rentgenoval i přes vysoké stáří jednotlivých nálezů byl vhodným materiálem výzkumu. Bylo zřejmé, že k tomuto zkoumání mohou být podrobeny především kosti, které jako jediné se z původních tělesných schránek zachovaly. Z nálezů bylo možné vyčíst například mechanismy a příčiny zranění nebo patologické procesy, které mohly probíhat za života daného jedince nebo i po jeho smrti. Nespornou výhodou této práce byla možnost experimentovat s expozičními hodnotami bez omezení radiační zátěže a rizika biologického poškození, jak jsme zvyklí při práci s živými pacienty. Tato práce poskytující možnosti vytvoření několika snímků s různými expozičními parametry, byla důležitá a podstatná k zobrazení různě objemné struktury.

1.8. RTG v archeologii

První práce o výzkumu v archeologii (konkrétně mumií) rentgenem se objevují už v roce 1897. To znamená, že v podstatě ihned po objevu paprsků X Röntgenem, se začalo využívat tohoto záření v archeologických nálezech. Obrovským přínosem bylo, že nález mumie se už nemusel totálně zničit, aby se zjistilo co obsahuje nebo neobsahuje. Od té doby se zájem o využívání RTG zobrazení kosterních pozůstatků zvyšoval, kdy největší rozmach zaznamenává v 60-tých letech minulého století. V dnešní době je jeho využívání při výzkumu kostních materiálů již téměř samozřejmostí.

1.9. Morfologické a radiodiagnostické vyšetření v paleopatologii

Prvním diagnostickým postupem je morfologické posouzení posuzovaného materiálu. Především na něm totiž závisí, zda se dále materiál podrobí dalšímu diagnostickému zkoumání, které je mnohdy značně nákladné. Standardně se při něm hodnotí:

Tvar a velikost kosti – ve smyslu hyperostózy, resp. hypostózy, tj. nadměrně velké resp. malé kosti obvyklého tvaru, a dysostózy, tj. defigurované kosti.

Povrch kosti – zde je významné odlišit změny, které vznikly postmortálně nebo intravitálně. Změny povrchu kosti mohou mít podobu přerušení jeho kontinuity, destruktivního rozrušení nebo naopak periostóz či deformace jinými prominencemi či defekty. Variabilita změn povrchu je značná.

Vzájemný vztah jednotlivých částí skeletu – což je zvláště významné především v oblasti kloubů, ale i jinde, např. u axiálního skeletu. Sem patří i odchylky ve smyslu synostóz a ankylóz.

Dalším základním diagnostickým postupem je radiodiagnostika. Radiodiagnostika patologických stavů skeletu je oblastí neobyčejně bohatě členitou a komplikovanou. Při stručném podání jejich základů nelze postihnout její celou šíři. Z tohoto hlediska je nutné pohlížet na uvedené důvody ke snímkování, jako na výběr některých aspektů kostní a kloubní zobrazovací diagnostiky, které se týkají jmenovitě paleopatologie.

Skiografie je základní zobrazovací vyšetřovací metodou v paleopatologii, realizovanou v různých obdobích (přehledné a cílené snímky v různých projekcích). Indikací ke skiografickému vyšetření v paleopatologii představuje de facto každé podezření na patologickou kostní změnu. Znalost interpretace standardních skiagramů skeletu je základním odborným požadavkem zobrazovací diagnostiky. Nezbytná je znalost morfologického nálezu, umožní to vyhnout se mylné interpretaci pseudo-patologických odchylek.

V rentgenovém obrazu se především hodnotí:

- změny celkové a lokální sytosti stínu kosti;
- změny v celkovém architektonickém uspořádání kostních struktur;
- detailní změny v obraze kortikalis a trámčiny;
- vztah skiograficky prokazatelných změn k morfologickému nálezu;

Digitální skiografie má pro vyšetření paleopatologických kosterních nálezů několik potenciálních výhod. Mezi ně patří volitelnost vyvolávacích hodnot. Znamená to, že je možno měnit kombinaci stupnice šedi, stupně kontrastu, denzity, pozadí atd. teoreticky neomezeně. Nakonec patří mezi její výhody i nižší náklady na provoz, z důvodu

nahrazení filmů interpretací nálezů na monitor. Mezi nevýhody digitální skiografie skeletu patří snížená možnost zhodnotit kostní denzitu a vznik artefaktů na hranici výrazně kontrastně odlišných struktur.

CT reprezentuje v současné zobrazovací diagnostice skeletu v paleopatologii výběrové vyšetření s pouze úzkou indikační šíří. Zpravidla následuje po základním skiografickém vyšetření. Indikací jsou především nádorové procesy kostí. Lze ji také s určitou výhodou použít pro diagnostiku struktur skrytých sumací.

Celá řada zobrazovacích diagnostických metod však není pro paleopatologické účely použitelná. Platí to zejména pro metody založené na ultrasonografii a magnetické rezonanci. Snad by tyto metody mohly být účelné tam, kde studované pozůstatky by měly zachovány vlastnosti, které by dovolily jejich použití (např. u mumií). Kosterní materiály mezi ně nepatří (6).

1.10 Důvody snímkování z pohledu paleopatologa

Stejně jako radiolog provádí diagnostiku určitých patologických stavů, tak i paleopatolog diagnostikuje na snímкованém materiálu. Neprovádí to ovšem podle symptomů, paleopatolog přímo hodnotí lézi, zranění či jiný zajímavý nález na kosti a dle rozsahu rozhodne se zda ji zařadí k prozkoumání rentgenem či ne. Zde jde o to zjistit příčinu, algoritmus či druh postižení z hlediska historických faktů. Na rozdíl od diagnostiky v lékařství, kde je nutné objasnit problém v celé jeho šíři a aplikovat odpovídající léčbu.

– Vrozené anomálie skeletu

Úkolem hodnocení je odlišení zjištěného nálezu od vzniklého stavu.

– Poúrazové a úrazové změny skeletu

Zaznamenání průběhu původního přerušení kontinuity kosti, algoritmus vzniku úrazu a eventuální komplikace při hojení.

– Kostní a kloubní záněty

Specifické a nespecifické záněty, jejichž diferenciací je ovšem problematická, neboť jde o obranný a reparativní reakci organismu.

– ***Kostní nádory a nádorům podobné léze***

Upřesní charakter postižení a jeho okolí a dále může odhalit eventuelní ložiskové změny, které nejsou morfologicky zřejmé. Analýza rentgenového obrazu periostóz patří k základním úkolům při posouzení obrazu kostního nádoru.

– ***Degenerativní spondylopatie a artropatie***

Nejčastější nálezy diagnostikované na kosterních nálezech.

– ***Osteopatie***

Onemocnění kostí: endokrinní (hormonální), ischemické, metabolické, hematogenní

– ***Cribrá orbitalia***

Způsobují destrukce v předních částech stropu očnice, jsou důsledkem dlouhodobého hladovění, nebo poruchy výživy, deficitu železa či střevních nemocí (3)

– ***Harrisovy linie***

Nejlépe jsou viditelné na kostech holeních (*tibae*). Vznikají z široké škály příčin společným znakem je stres. Hladovění, infekční nemoci, traumata. Linie zachycují průběh fyziologického stresu zkoumaného jedince.

Jsou to strukturální odchylky viditelné na snímcích dlouhých kostí a lze je verifikovat v podélném řezu kosti. Ve skutečnosti jde o příčné zóny lamelární kosti, které jsou situovány v metafýzách v různé vzdálenosti od úrovně epifyzární štěrbin. Vznikají v rostoucí kosti jako důsledek dočasné zástavy růstu. Podle jejich vzájemných vzdáleností lze s určitou rezervou usuzovat, ve kterém roce věku jedince k této zástavě došlo.

2. Cíl práce a hypotéza

Vývoj RTG techniky značně postoupil od dob Wilhelma Conrada Röntgena, nacházíme se v době digitálních technologií, které samozřejmě již pronikly i do zdravotnictví. Ponechám tedy stranou klasické analogové rentgenové přístroje a zaměřím se právě na přístroje digitální. Je výhodou, že pracuji na pracovištích jak přímé tak nepřímé digitální radiografie, porovnáám obě tyto technologie. Přímou radiografii (DR) dále ještě rozdělím na technologii CCD kamer a flat detektoru.

Cíl práce

Cílem práce je vytvoření expozičních parametrů pro prehistorický materiál. Sestavení tabulek pro snímkování, porovnání digitálních technologií, za účelem doporučení té nejvhodnější z hlediska kvality zobrazení, náročnosti obsluhy a následných možností úpravy snímku.

Hypotéza

Využití přístrojů s přímou digitalizací je vhodnější pro snímkování kostního materiálu než přístroje s nepřímou digitalizací.

3. Metodika

Metodika mé práce spočívala v získání konkrétních expozičních hodnot u jednotlivých částí skeletu prehistorického materiálu. Informace o přístrojích a vědních oborech jsem získal z odborné literatury, manuálů RTG systémů a Internetu. Expoziční parametry jsem získal pouze na základě praktického provedení snímků na uvedených přístrojích. Rozsah kostního materiálu u studovaných skeletu byl stáří od 6000 let a 70 let. Z počtu snímaných skeletů různého věku bylo snímkováno přes 250 kostí. Materiál rozdílného stáří jsem se rozhodl snímkovat z důvodů nejednotné absorpce RTG záření dle tafonomické historie zaznamenané v jednotlivých kostech.

Nejdůležitější částí práce je vytvoření expozičních parametrů a jejich srovnání do přehledných tabulek, které by byly použitelné na většině pracovištích s digitalizací, která je v současné době v České republice již dostatečně rozšířená.

Součástí práce bylo rovněž porovnání jednotlivých digitálních systémů, z hlediska uživatelské obsluhy a zejména velikosti změny kvality obrazu při malých změnách expozice, objasňující zda je nutná přesná expozice, kdy i malá změna způsobí zhoršení kvality obrazu, nebo zda se tolerance při změně expozice např. o 5kV a kvalita obrazu nemění.

3.1. Postup snímkování

Snímkování jsem provedl za konstantních mAs (4mAs). Expozice byla měněna pouze pomocí kV. Na každou kost byl vyhledána nejpřínosnější expozice, kterou nebylo nutné upravovat na pracovní stanici. Následně od této nastavené hodnoty jsem přidával či snižoval 2-3 kV do doby kdy již expozice nebyla přínosná (podexponováno nebo přexponováno). Snímkování bylo provedeno v klasických projekcích, tedy předozadní a boční. Vzhledem k tomu, že u samostatných kostí bylo možné provádět projekce, které by u živého člověka nebyly proveditelné, u některých kostí byly provedeny i tyto projekce (lebka, obratel). Nutno uvést, že při snímkování patologických procesů, často provádím projekce cílené na zkoumané patologie.

3.2. Přístroje

Využil jsem přístroje na našich pracovištích centrálního RTG a ortopedie. Na přístroji Swissray je možné snímkovat jak přímou tak nepřímou metodou. Kde při nepřímé metodě jsou využívány kazety a digitalizér (čtečka) Konika minolta. Přístroj využívá technologie CCD čipů s nepřímou konverzí rtg záření na viditelný obraz.

Přístroj GE revolution využívá technologie flat detektoru s a-Si, tedy opět s nepřímou konverzí rtg záření na výsledný obraz.

3.2.1. Swissray ddR Multi (ddR Combi)

Digitální detektor CCD technologie

Maximální velikost zobrazení	35x43cm y 43x35cm
Čas mezi expozicemi	5s
Rozlišení	8,5 mil. Pixel
Velikost pixelu	0,167 mm
Citlivost	ekvivalent 400 citlivosti

Rentgenka

Optitop 150/40/80 HC – 100L	dvojité ohnisko, rotační anoda
Velikost	06,/1.0 mm
Výstupní výkon	40/80 kW
Tepelná kapacita	763 000 H.U.



Obr. 1. Příklad přístroje Swissray ddR Multi a ovládací touch panel

3.2.2. GE Revolution XD

Digitální detektor s a-Si

Maximální velikost zobrazení	41cm x 41 cm
Čas mezi expozicemi	4 sec
Rozlišení	8,5 mil. Pixelů
Velikost pixelu	0,197mm
Citlivost	ekvivalent 400 citlivosti

Rentgenka

Maxiray 100	dvojité ohnisko, rotační anoda
Velikost	06,1.0 mm
Výstupní výkon	40/80 kW
Tepelná kapacita	1500000 H.U



Obr. 2. Příklad přístroje GE Revolution XD s ovládacím touch panelem

3.2.3. Swissray ddR Combi + digitalizér (čtečka) Konika minolta

Jednoslotový digitalizér.

Rychlost získání snímku: 40sec

Ostatní parametry shodné s přístrojem Swissray ddR Multi.



Obr. 3. Příklad přístroje Swissray ddR Combi s ovládacím touch panelem

3.4. Průběh snímkování na jednotlivých přístrojích

3.4.1. Swissray ddR Multi

K snímkování jako první byl použit přístroj Swissray ddR Multi a to z důvodu, že je to přístroj, který využívám nejčastěji pro svou práci a zároveň mi je nejlépe pracovní dostupný. Z důvodu konstrukce přístroje – C rameno, zde nelze měnit ohniskovou vzdálenost, která je trvale nastavena na vzdálenost 150cm. Materiál pokládám přímo na snímač, nepoužívám vyšetřovací stůl. Tím zmenším vzdálenost objektu – snímače a zároveň snížím geometrickou neostrost. Vzhledem k nízkým expozičním je rovněž vypnuta expoziční automatika a sekundární bucky clona neboť množství sekundárního záření je minimální.

Snímky provádím v nejlepší a nejvyšší kvalitě zobrazení struktury kosti (bez ohledu na cílenou patologii, pokud se vyskytuje). Nejprve snímkuji starší materiál, jehož stáří je cca 6000let. Začínám většími kostmi, jako je pažní kost (*humerus*) a kost stehenní (*femur*). Vyhledám a nastavím nejlepší expozici a začínám experimentovat. Nejprve směrem nahoru. Přidám 3 kV, snímek je přeexponován za hranici přijatelnosti. Stejně je to mu i při snížení expozice. Změna o 3 kV vede k tomu, že snímek je podexponován. Zjišťuji, že i změna 1 kV hraje roli a ovlivní výslednou kvalitu obrazu (*rentgenový snímek 9.1*). S tímto jevem jsem se samozřejmě setkal již při dřívějším snímkování a byl jedním z faktorů proč jsem se rozhodl tyto expoziční parametry vytvořit. Pokračuji ve snímkování, stejné kosti ale rozdílných jedinců, kosti jsou tedy různě velké. Téměř u každé kosti musím upravovat expozici. Přitom kvalitní snímek se pohybuje v rozmezí 4 kV. Tyto potíže mě provází po celou dobu snímkování a ještě se prohloubí ve chvíli, kdy začínám snímkovat malé kosti, jako žebra, kost klíční a zejména zánártní a zápěstní kosti a prsty. Mnohdy stačí změna o 2 kV a snímek je naprosto nepoužitelný. Navíc se pohybuji na hranici 40kV, což je minimální hodnota kV u přístroje. Nelze ji tedy snížit a zjistit, kdy je snímek již podexponován. Lze toho ovšem dosáhnout snížením mAs. U kostí kde tedy nelze snížit expozici pomocí kV uvádím nelze provést (N/A – no applicable). Několikrát se mi stane, že při stejné expozici je jednou snímek kvalitní

a jednou špatný. Docházím k závěru, že přístroj má problémy při těchto nízkých expozicích.

Přecházím na zobrazení lebky, zde jsou snímky excelentní, ale opět je nutné přesné nastavení kV a i malá změna se projeví zhoršením kvality výsledného obrazu. Bonusem navíc je možnost exponovat v projekcích, které by u živého člověka nebyly možné.

Nyní začínám snímkovat materiál z období druhé světové války, tedy asi 70 let starý. Již při uchopení je poznat rozdíl ve váze kostí z tohoto období. Postupuji stejným způsobem, tedy nejdříve větší kosti. Expozice jsou vyšší asi o 5 % oproti expozicím na starší materiál. Rovněž při zvyšování a snižování expozice je zde možný větší rozsah, kdy je snímek ještě dostatečně kvalitní. Doufám, že to bude stejné i s malými kostmi.

Bohužel mé naděje se nenaplnily a i zde dochází ke stejnému problému nízkých expozic, kdy nemohu provést podexponovaný snímek a pro kvalitní snímek je vyžadována naprosto přesná expozice. U lebky je situace obdobná, tzn. že dostávám obrázky s dokonale prokreslenou strukturou kosti. Navýšení expozice je opět v rozmezí 5 – 10 % oproti staršímu materiálu.

Celkově jsem z přístroje mírně rozladěn, očekával jsem větší rozpětí kV pro získání kvalitního snímku i u staršího kostního materiálu. Snímky splňují očekávané požadavky na kvalitu zobrazení, zejména u větších kostí a lebky. U menších objektů kvalita zobrazení mírně zaostává a nutí operátora k častějšímu opakování.

3.4.2. GE Revolution XD

Druhý přístroj je GE Revolution XD, využívaný především na klinice ortopedie. Přístroj má stropní závěs, takže ohniskovou vzdálenost (ohnisko - snímač) nastavuji na standardních 100cm. Snímkovaný materiál opět pokládám přímo na snímač. Expoziční automatika a bucky clona jsou vypnuty.

Experimentovat začínám opět se starším materiálem. Po několika provedených expozicích na dlouhé kosti jsem velmi překvapen kvalitou zobrazení a zároveň velikostí rozsahu při nastavení expozice pro získání kvalitního snímku (*rentgenový snímek 9.2*). Nekvalitní snímek dostávám až při změně o 7 -8 kV a i tyto lze ještě postprocesingem upravit do přijatelné hodnoty. Nicméně zajímají mě obrázky bez jakékoliv úpravy.

Kvalita prokreslení snímkových objektů je na stejné úrovni, jako u prvního přístroje. Jenom expozici je v průměru o 5–10 kV vyšší. Vzhledem k tomu, že snímkuji materiál, kterému nemohu radiačně ublížit, tuto otázku neřeším. Pokračuji ve snímkování a zjišťuji, že na stejné kosti byt' různých jedinců mohu používat stejnou nebo téměř stejnou expozici. Přesto po pozorném zkoumání nacházím drobné rozdíly a tak se snažím vyzískat ze snímků co nejvíce informací pomocí experimentování s expozicí. Při běžném snímkování prehistorického materiálu bych takto nemohl postupovat a zřejmě bych snímek upravil dodatečně.

Přecházím na drobné kosti, které mi u předešlého přístroje dělaly značné problémy. Flat panel zde potvrzuje svou technologickou vyspělost. Veškeré kosti jsou precizně zobrazeny. Nedochází k žádným výkyvům kvality při několika stejných expozicích, jak tomu bylo u CCD technologie. Expozice je zde sice opět vyšší, ale širší nastavení expozice se zde pohybuje okolo 8–10 kV, kdy je snímek stále přijatelný, což ulehčuje práci při vyhledávání správné expozice.

Na závěr opět nechávám lebku. Opakuje se předešlý způsob práce. Rozpětí nastavení expozice je z hlediska obsluhy velké a kvalita snímků je rovněž na vynikající úrovni.

Tento přístroj je nejvhodnější pro tuto práci. Perfektní kvalita snímků a relativní benevolence při nastavování expozice dělá z GE Revolution XD přístroj, který bych rozhodně doporučil pro práci s prehistorickým kostním materiálem.

3.4.3. *Swissray ddR Combi*

Jako poslední přístroj jsem zvolil Swissray ddR Combi. Přístroj má stropní závěs, rovněž tedy umožňuje měnit ohniskovou vzdálenost. Tu nastavuji na standardních 100 cm, tentokrát ohnisko - kazeta. Pouze tento přístroj umožňuje konvenční snímkování na kazety CR (ddR Multi tuto funkci nemá). Samozřejmě nelze použít expoziční automatiku ani bucky clonu. Digitalizér Konica – Minolta Regius 190 v kombinaci s kazetami stejného výrobce jejichž zesilovací faktor je ekvivalentní k zesilovacím fóliím 400 LUS. Čas potřebný na získání snímku je asi 40 sec.

Začínám snímkovat standardním způsobem, nejdříve dlouhé kosti, následně drobné a na závěr lebka. Dávka se pohybuje v rozpětí mezi dvěma předešlymi přístroji. Rozpětí volby expozice je větší než u ddR Multi, ale menší než u GE Revolution XD (*rentgenový snímek 9.3.*). Subjektivně mám dojem, že kvalita snímků mírně zaostává za předešlymi přístroji. Veškeré snímkování probíhá bez problému. U drobných kostí zkouším více expozic se stejným nastavením. Snímek je stále stejný a nedochází k jeho různým interpretacím, jako tomu bylo u prvního přístroje s technologií CCD kamer.

Přístroj bych tedy zhodnotil jako průměrný, získané snímky se mi zdají mírně horší kvality než u předešlých přístrojů, částečná výhoda je v široké možnosti volby expozice, jako největší zápor ovšem vidím jednoznačně v nutnosti pracovat s kazetami. Samotná manipulace s nimi a zejména zdlouhavé získání snímků výrazně prodlužuje tuto výzkumnou činnost, což se naplno projevilo při experimentech, kdy jsem se snažil najít expozici, aby snímek nebylo již nutné dále upravovat.

Veškeré snímkování jsem následně provedl s materiálem jehož stáří bylo asi 70 let. Průběh na jednotlivých systémech byl naprosto stejný. Pouze expozice se pohybovala průměrně asi o 5% výše. Z tohoto snímkování uvádím pouze konečné expoziční tabulky pro jednotlivé přístroje.

3.5. Zhodnocení přístrojů

3.5.1. Swissray ddR Multi

Kladný přínos

- rychlost
- kvalita snímků (při přesné expozici)
- možnost následné úpravy

Záporné zjištění

- nutnost přesného nastavení expozice
- šíře nastavení expozice
- nestabilita při nízkých expozicích

3.5.2. GE Revolution XD

Kladný přínos

- rychlost
- kvalita snímků
- šíře nastavení expozice
- možnost následné úpravy

Záporné zjištění

-nic mě nenapadá, snad jen cena. Ovšem přístroj nebyl kupován pro tyto účely.

3.5.3. Swissray ddR Combi CR

Kladný přínos

- šíře nastavení expozice
- kvalita snímků
- možnost následné úpravy

Záporné zjištění

- rychlost (respektive pomalost)
- kazetový provoz

4. Výsledky – Expoziční tabulky

4.1. Lebka - AP, boční, kraniokaudální

4.1.1. Lebka - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Lebka		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	48	52	55
2	49	53	55
3	47	50	53
4	49	52	55
5	50	53	56
Průměrná ideální expozice		52	

b)

GE Revolution XD			
Lebka		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	56	64
2	49	58	65
3	49	59	67
4	51	60	68
5	50	59	68
Průměrná ideální expozice		58	

c)

Swissray Combi CR			
Lebka		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	47	53	58
2	46	52	58
3	46	52	57
4	48	53	58
5	46	52	57
Průměrná ideální expozice		52	

4.1.2. Lebka – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Lebka		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	47	50	53
2	48	51	53
3	48	52	55
4	45	48	51
5	47	50	52
Průměrná ideální expozice		50	

b)

GE Revolution XD			
Lebka		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	51	59	66
2	48	57	65
3	50	58	66
4	49	58	67
5	49	58	66
Průměrná ideální expozice		58	

c)

Swissray Combi CR			
Lebka		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	48	53	58
2	48	54	58
3	47	52	57
4	47	52	56
5	48	53	57
Průměrná ideální expozice		53	

4.1.3. Lebka – projekce kraniokaudální

a)

Swissray Multi ddR			
Lebka		Projekce kraniokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	47	50	53
2	48	51	54
3	46	49	52
4	50	53	56
5	49	53	55
Průměrná ideální expozice		51	

b)

GE Revolution XD			
Lebka		Projekce kraniokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	47	55	62
2	49	57	65
3	50	58	66
4	49	56	65
5	49	58	67
Průměrná ideální expozice		57	

c)

Swissray Combi CR			
Lebka		Projekce kraniokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	47	53	59
2	46	51	56
3	47	52	57
4	47	53	57
5	48	53	57
Průměrná ideální expozice		52	

4.2. Dolní čelist - AP, bočná(šikmá), kraniokaudální

4.2.1. Dolní čelist - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Dolní čelist		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	43	46	49
2	42	45	49
3	43	46	48
4	43	46	49
5	41	44	47
Průměrná ideální expozice		45	

b)

GE Revolution XD			
Dolní čelist		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	44	52	58
2	45	54	61
3	45	53	60
4	45	53	60
5	45	53	61
Průměrná ideální expozice		53	

c)

Swissray Combi CR			
Dolní čelist		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	49	54
2	44	49	55
3	43	47	53
4	44	48	54
5	43	47	52
Průměrná ideální expozice		48	

4.2.2. Dolní čelist – projekce boční (šikmá)

a)

Swissray Multi ddR			
Dolní čelist		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	44	47
2	42	44	48
3	43	45	49
4	40	42	46
5	40	43	46
Průměrná ideální expozice		44	

b)

GE Revolution XD			
Dolní čelist		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	51	58
2	44	51	59
3	44	52	59
4	45	53	60
5	42	51	58
Průměrná ideální expozice		52	

c)

Swissray Combi CR			
Dolní čelist		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	47	51
2	42	47	52
3	41	46	51
4	41	47	52
5	42	46	51
Průměrná ideální expozice		47	

4.2.3. Dolní čelist – projekce kraniokaudální

a)

Swissray Multi ddR			
Dolní čelist		Projekce kraniokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	40	43	46
2	42	44	48
3	40	42	46
4	41	44	48
5	40	42	45
Průměrná ideální expozice		43	

b)

GE Revolution XD			
Dolní čelist		Projekce kraniokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	43	50	57
2	44	51	57
3	43	49	57
4	43	49	58
5	45	51	58
Průměrná ideální expozice		50	

c)

Swissray Combi CR			
Dolní čelist		Projekce kraniokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	48	52
2	42	47	52
3	42	47	52
4	43	48	53
5	42	47	52
Průměrná ideální expozice		47	

4.3. Obratel C páteře - AP, boční, kraniokaudální

4.3.1. Obratel C páteře - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Obratel C páteře		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	N/A	42	45
2	N/A	43	46
3	N/A	42	45
4	N/A	42	44
5	N/A	41	43
Průměrná ideální expozice		42	

b)

GE Revolution XD			
Obratel C páteře		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	49	56
2	43	49	57
3	44	51	59
4	41	48	56
5	41	48	56
Průměrná ideální expozice		49	

c)

Swissray Combi CR			
Obratel C páteře		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	46	50
2	40	45	50
3	41	45	49
4	41	46	51
5	40	45	50
Průměrná ideální expozice		45	

4.3.2. Obratel C – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Obratel C páteře		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	N/A	42	45
2	N/A	42	45
3	N/A	42	45
4	N/A	41	45
5	N/A	42	45
Průměrná ideální expozice		42	

b)

GE Revolution XD			
Obratel C páteře		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	43	50	58
2	41	47	56
3	41	49	58
4	44	51	58
5	44	51	58
Průměrná ideální expozice		50	

c)

Swissray Combi CR			
Obratel C páteře		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	40	44	49
2	41	45	50
3	40	44	49
4	41	46	51
5	42	46	50
Průměrná ideální expozice		45	

4.3.3. Obratel C – projekce kраниokaudální

a)

Swissray Multi ddR			
Obratel C páteře		Projekce kраниokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	N/A	41	45
2	N/A	43	46
3	N/A	42	45
4	N/A	42	45
5	N/A	42	44
Průměrná ideální expozice		42	

b)

GE Revolution XD			
Obratel C páteře		Projekce kраниokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	47	54
2	42	50	58
3	42	49	58
4	43	49	57
5	41	49	58
Průměrná ideální expozice		49	

c)

Swissray Combi CR			
Obratel C páteře		Projekce kраниokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	45	49
2	40	44	48
3	41	46	50
4	42	46	51
5	41	45	50
Průměrná ideální expozice		45	

4.4. Kost klíčnı́ - AP, boční

4.4.1. Kost klíčnı́ - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Kost klíčnı́		Projekce AP	
	podexponováno	Ideálnı́ expozice	přexponováno
1	N/A	41	44
2	40	43	46
3	N/A	42	46
4	N/A	42	45
5	N/A	41	44
Průměrná ideálnı́ expozice		42	

b)

GE Revolution XD			
Kost klíčnı́		Projekce AP	
	podexponováno	Ideálnı́ expozice	přexponováno
1	41	47	53
2	40	46	53
3	40	47	54
4	40	46	54
5	41	48	55
Průměrná ideálnı́ expozice		47	

c)

Swissray Combi CR			
Kost klíčnı́		Projekce AP	
	podexponováno	Ideálnı́ expozice	přexponováno
1	42	46	51
2	40	44	48
3	41	44	49
4	40	44	48
5	41	45	50
Průměrná ideálnı́ expozice		45	

4.4.2. Kost klíčnı – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Kost klıčnı		Projekce bočn	
	podexponováno	Idelnı expozice	přeexponováno
1	40	43	46
2	N/A	42	46
3	N/A	41	45
4	N/A	41	44
5	40	43	47
Průměrná idelnı expozice		42	

b)

GE Revolution XD			
Kost klıčnı		Projekce bočn	
	podexponováno	Idelnı expozice	přeexponováno
1	42	49	57
2	42	48	57
3	43	49	57
4	43	49	56
5	43	50	58
Průměrná idelnı expozice		49	

c)

Swissray Combi CR			
Kost klıčnı		Projekce bočn	
	podexponováno	Idelnı expozice	přeexponováno
1	41	45	50
2	41	45	49
3	42	47	52
4	42	46	51
5	41	46	52
Průměrná idelnı expozice		46	

4.5. Lopatka - AP, boční

4.5.1. Lopatka - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Lopatka		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	N/A	42	45
2	40	43	45
3	40	43	46
4	42	44	47
5	N/A	42	45
Průměrná ideální expozice		43	

b)

GE Revolution XD			
Lopatka		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	49	56
2	41	49	57
3	44	50	57
4	44	51	58
5	44	50	58
Průměrná ideální expozice		50	

c)

Swissray Combi CR			
Lopatka		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	47	52
2	41	45	50
3	41	46	51
4	42	46	51
5	42	47	52
Průměrná ideální expozice		46	

4.5.2. Lopatka - projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Lopatka		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	45	48
2	44	46	49
3	43	46	48
4	43	45	48
5	44	47	50
Průměrná ideální expozice		46	

b)

GE Revolution XD			
Lopatka		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	52	58
2	46	53	59
3	44	51	58
4	45	53	59
5	45	52	59
Průměrná ideální expozice		52	

c)

Swissray Combi CR			
Lopatka		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	44	48	53
2	42	47	53
3	42	47	52
4	43	48	53
5	42	47	25
Průměrná ideální expozice		47	

4.6. Kost hrudní – AP, boční

4.6.1. Kost hrudní – projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Kost hrudní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	40	44	48
2	41	45	49
3	41	46	50
4	40	44	48
5	41	45	48
Průměrná ideální expozice		45	

b)

GE Revolution XD			
Kost hrudní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	53	59
2	44	52	59
3	44	53	60
4	45	55	61
5	44	51	59
Průměrná ideální expozice		53	

c)

Swissray Combi CR			
Kost hrudní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	47	52
2	44	49	54
3	42	47	52
4	42	47	52
5	42	48	52
Průměrná ideální expozice		48	

4.6.2. Kost hrudní - projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Kost hrudní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	46	50
2	41	45	50
3	41	46	49
4	42	47	51
5	42	47	51
Průměrná ideální expozice		46	

b)

GE Revolution XD			
Kost hrudní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	52	59
2	47	54	61
3	46	53	60
4	47	55	60
5	46	53	60
Průměrná ideální expozice		53	

c)

Swissray Combi CR			
Kost hrudní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	44	49	54
2	45	50	55
3	45	49	54
4	45	50	55
5	45	50	54
Průměrná ideální expozice		50	

4.7. Žebra – AP, boční

4.7.1. Žebra - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Žebra		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	40	43	46
2	N/A	42	46
3	N/A	42	46
4	N/A	43	47
5	N/A	41	45
Průměrná ideální expozice		42	

b)

GE Revolution XD			
Žebra		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	48	56
2	42	49	57
3	41	47	56
4	40	47	55
5	42	48	56
Průměrná ideální expozice		48	

c)

Swissray Combi CR			
Žebra		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	45	50
2	40	45	50
3	42	46	51
4	40	44	50
5	40	44	49
Průměrná ideální expozice		45	

4.7.2. Žebra – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Žebra		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	N/A	43	48
2	N/A	43	48
3	40	44	48
4	N/A	42	47
5	N/A	43	48
Průměrná ideální expozice		43	

b)

GE Revolution XD			
Žebra		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	49	57
2	41	48	57
3	43	51	58
4	42	50	58
5	43	50	58
Průměrná ideální expozice		50	

c)

Swissray Combi CR			
Žebra		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	46	51
2	41	45	50
3	42	47	52
4	40	45	50
5	41	45	50
Průměrná ideální expozice		46	

4.8. Obratel Th páteře - AP, boční, kraniokaudální

4.8.1. Obratel Th páteře - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Obratel Th páteře		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	40	43	47
2	41	45	48
3	40	42	47
4	40	43	47
5	42	45	49
Průměrná ideální expozice		44	

b)

GE Revolution XD			
Obratel Th páteře		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	53	59
2	42	49	57
3	44	51	58
4	44	52	59
5	44	52	60
Průměrná ideální expozice		51	

c)

Swissray Combi CR			
Obratel Th páteře		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	46	50
2	43	48	52
3	43	48	53
4	42	47	52
5	42	47	52
Průměrná ideální expozice		47	

4.8.2. Obratel Th páteře - projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Obratel Th páteře		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	44	48
2	42	45	48
3	40	43	46
4	40	44	49
5	42	46	49
Průměrná ideální expozice		44	

b)

GE Revolution XD			
Obratel Th páteře		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	46	52	59
2	45	52	60
3	45	53	61
4	44	51	60
5	44	50	59
Průměrná ideální expozice		52	

c)

Swissray Combi CR			
Obratel Th páteře		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	47	51
2	42	46	51
3	43	48	52
4	45	49	54
5	42	47	52
Průměrná ideální expozice		47	

4.8.3. Obratel Th páteře – projekce kraniokaudální

a)

Swissray Multi ddR			
Obratel Th páteře		Projekce kraniokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	40	43	48
2	41	45	48
3	42	45	49
4	41	44	47
5	40	44	48
Průměrná ideální expozice		44	

b)

GE Revolution XD			
Obratel Th páteře		Projekce kraniokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	43	50	57
2	43	51	58
3	44	52	59
4	44	52	60
5	42	50	57
Průměrná ideální expozice		51	

c)

Swissray Combi CR			
Obratel Th páteře		Projekce kraniokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	47	52
2	44	49	54
3	42	47	52
4	41	47	52
5	43	48	53
Průměrná ideální expozice		48	

4.9. Obratel Ls páteře - AP, boční, kraniokaudální

4.9.1. Obratel Ls páteře - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Obratel Ls páteře		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	45	49
2	41	44	48
3	42	46	49
4	42	47	51
5	42	45	49
Průměrná ideální expozice		45	

b)

GE Revolution XD			
Obratel Ls páteře		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	44	52	59
2	45	52	59
3	45	53	60
4	47	54	60
5	44	51	57
Průměrná ideální expozice		52	

c)

Swissray Combi CR			
Obratel Ls páteře		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	47	52
2	43	48	53
3	42	48	53
4	42	47	52
5	43	48	53
Průměrná ideální expozice		48	

4.9.2. Obratel Ls páteře – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Obratel Ls páteře		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	47	51
2	41	45	49
3	41	44	49
4	40	45	48
5	42	45	49
Průměrná ideální expozice		45	

b)

GE Revolution XD			
Obratel Ls páteře		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	53	60
2	48	55	62
3	43	51	58
4	46	54	60
5	46	54	60
Průměrná ideální expozice		53	

c)

Swissray Combi CR			
Obratel Ls páteře		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	50	55
2	45	50	55
3	44	49	54
4	44	50	55
5	45	49	54
Průměrná ideální expozice		50	

4.9.3. Obratel Ls páteře – projekce kraniokaudální

a)

Swissray Multi ddR			
Obratel Ls páteře		Projekce kraniokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	44	48
2	42	45	48
3	41	45	50
4	41	44	49
5	42	46	50
Průměrná ideální expozice		45	

b)

GE Revolution XD			
Obratel Ls páteře		Projekce kraniokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	52	59
2	43	51	58
3	45	53	60
4	45	54	61
5	45	53	61
Průměrná ideální expozice		53	

c)

Swissray Combi CR			
Obratel Ls páteře		Projekce kraniokaudální	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	44	48	52
2	45	49	54
3	45	49	54
4	44	49	53
5	44	48	52
Průměrná ideální expozice		49	

4.10. Kost křížová – AP, boční

4.10.1. Kost křížová - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Kost křížová		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	45	49
2	42	47	50
3	42	46	50
4	43	48	52
5	41	46	49
Průměrná ideální expozice		46	

b)

GE Revolution XD			
Kost křížová		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	49	56	63
2	44	52	59
3	44	53	61
4	45	53	61
5	44	52	60
Průměrná ideální expozice		53	

c)

Swissray Combi CR			
Kost křížová		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	47	51	56
2	46	51	56
3	44	49	55
4	44	49	55
5	45	50	55
Průměrná ideální expozice		50	

4.10.2. Kost křížová – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Kost křížová		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	44	47	51
2	42	46	50
3	45	48	52
4	43	48	53
5	44	48	51
Průměrná ideální expozice		47	

b)

GE Revolution XD			
Kost křížová		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	49	56	63
2	47	55	63
3	47	54	62
4	48	55	62
5	48	56	63
Průměrná ideální expozice		55	

c)

Swissray Combi CR			
Kost křížová		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	47	52	57
2	45	50	55
3	46	50	55
4	47	52	57
5	46	51	57
Průměrná ideální expozice		51	

4.11. Kost pažní – AP, boční

4.11.1. Kost pažní - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Kost pažní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	43	47	50
2	41	46	49
3	45	48	51
4	45	48	52
5	44	48	52
Průměrná ideální expozice		47	

b)

GE Revolution XD			
Kost pažní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	52	59
2	46	53	60
3	45	54	61
4	46	54	61
5	46	54	61
Průměrná ideální expozice		53	

c)

Swissray Combi CR			
Kost pažní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	46	51	56
2	46	51	56
3	45	50	55
4	45	50	55
5	45	50	55
Průměrná ideální expozice		50	

4.11.2. Kost pažní – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Kost pažní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	44	48	51
2	46	49	53
3	45	48	52
4	44	48	51
5	46	49	52
Průměrná ideální expozice		48	

b)

GE Revolution XD			
Kost pažní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	53	60
2	43	51	59
3	45	53	60
4	46	54	61
5	45	53	61
Průměrná ideální expozice		53	

c)

Swissray Combi CR			
Kost pažní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	47	52	57
2	48	53	58
3	46	51	56
4	46	51	56
5	47	52	57
Průměrná ideální expozice		52	

4.12. Kost loketní – AP, boční

4.12.1. Kost loketní - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Kost loketní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	44	47	50
2	45	48	51
3	42	45	48
4	42	45	48
5	43	46	48
Průměrná ideální expozice		46	

b)

GE Revolution XD			
Kost loketní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	44	51	58
2	44	50	57
3	43	50	57
4	43	49	57
5	44	50	58
Průměrná ideální expozice		51	

c)

Swissray Combi CR			
Kost loketní		Projekce Ap	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	47	53
2	42	48	55
3	40	46	53
4	40	46	53
5	41	47	53
Průměrná ideální expozice		47	

4.12.2. Kost loketní – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Kost loketní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	43	46	49
2	42	46	48
3	43	46	49
4	44	47	50
5	43	45	48
Průměrná ideální expozice		46	

b)

GE Revolution XD			
Kost loketní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	43	49	57
2	45	52	59
3	44	50	58
4	44	51	58
5	42	50	59
Průměrná ideální expozice		51	

c)

Swissray Combi CR			
Kost loketní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	40	46	52
2	41	47	53
3	42	47	53
4	41	47	53
5	41	47	52
Průměrná ideální expozice		47	

4.13. Kost vřetenní – AP, boční

4.13.1. Kost vřetenní - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Kost vřetenní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	44	47
2	42	45	48
3	42	45	47
4	42	46	49
5	42	45	48
Průměrná ideální expozice		45	

GE Revolution XD			
Kost vřetenní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	50	58
2	41	48	55
3	42	49	56
4	41	49	55
5	42	49	56
Průměrná ideální expozice		49	

Swissray Combi CR			
Kost vřetenní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	47	53
2	41	46	52
3	40	46	52
4	41	47	54
5	40	46	52
Průměrná ideální expozice		46	

4.13.2. Kost vřetenní- projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Kost vřetenní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	43	45
2	42	45	48
3	44	47	50
4	42	45	48
5	42	45	48
Průměrná ideální expozice		45	

GE Revolution XD			
Kost vřetenní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	49	57
2	41	48	55
3	41	48	58
4	42	49	58
5	42	48	57
Průměrná ideální expozice		48	

Swissray Combi CR			
Kost vřetenní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	40	46	52
2	40	46	53
3	40	46	52
4	41	47	52
5	40	46	52
Průměrná ideální expozice		46	

4.14. Prsty a záprstní kůstky – AP, boční

4.14.1. Prsty a záprstní kůstky - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Prsty a záprstní kůstky		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přeexponováno
1	N/A	40	42
2	N/A	41	44
3	N/A	40	43
4	N/A	42	45
5	N/A	41	43
Průměrná ideální expozice		41	

b)

GE Revolution XD			
Prsty a záprstní kůstky		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přeexponováno
1	42	48	56
2	41	47	56
3	40	47	56
4	40	46	54
5	40	47	56
Průměrná ideální expozice		47	

c)

Swissray Combi CR			
Prsty a záprstní kůstky		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přeexponováno
1	N/A	43	48
2	40	44	49
3	40	44	49
4	N/A	43	47
5	40	44	49
Průměrná ideální expozice		44	

4.14.2. Prsty a záprstní kůstky – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Prsty a záprstní kůstky		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	N/A	41	43
2	N/A	41	44
3	N/A	40	43
4	N/A	42	45
5	N/A	40	42
Průměrná ideální expozice		41	

b)

GE Revolution XD			
Prsty a záprstní kůstky		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	48	56
2	42	47	55
3	41	48	56
4	42	48	56
5	42	48	55
Průměrná ideální expozice		48	

c)

Swissray Combi CR			
Prsty a záprstní kůstky		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	40	44	49
2	40	45	50
3	40	45	49
4	40	44	50
5	40	45	50
Průměrná ideální expozice		45	

4.15. Pánevní kost – AP, šikmá

4.15.1. Pánevní kost – projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Pánevní kost		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	46	50
2	43	48	51
3	41	46	51
4	41	45	50
5	44	49	53
Průměrná ideální expozice		47	

b)

GE Revolution XD			
Pánevní kost		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	53	60
2	46	55	61
3	47	53	60
4	45	52	59
5	45	53	60
Průměrná ideální expozice		53	

c)

Swissray Combi CR			
Pánevní kost		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	44	49	54
2	45	50	55
3	44	48	53
4	44	50	55
5	46	51	56
Průměrná ideální expozice		50	

4.15.2. Pánevní kost – šikmá

a)

Swissray Multi ddR			
Pánevní kost		Projekce šikmá	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	45	49
2	43	47	51
3	44	47	50
4	45	48	51
5	42	47	51
Průměrná ideální expozice		47	

b)

GE Revolution XD			
Pánevní kost		Projekce šikmá	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	47	56	63
2	45	52	59
3	45	53	60
4	45	53	61
5	47	54	61
Průměrná ideální expozice		54	

c)

Swissray Combi CR			
Pánevní kost		Projekce šikmá	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	50	55
2	45	49	54
3	44	49	54
4	44	49	54
5	45	49	55
Průměrná ideální expozice		49	

4.16. Kost stehenní – AP, boční

4.16.1. Kost stehenní - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Kost stehenní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	49	53
2	45	48	52
3	47	51	54
4	45	50	54
5	45	50	53
Průměrná ideální expozice		50	

b)

GE Revolution XD			
Kost stehenní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	50	58	65
2	49	57	64
3	50	58	65
4	48	56	65
5	50	58	64
Průměrná ideální expozice		57	

c)

Swissray Combi CR			
Kost stehenní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	49	54	59
2	48	54	59
3	49	54	60
4	47	53	58
5	48	53	59
Průměrná ideální expozice		54	

4.16.2. Kost stehenní – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Kost stehenní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	47	51	54
2	47	50	54
3	48	51	55
4	45	49	53
5	46	50	53
Průměrná ideální expozice		50	

b)

GE Revolution XD			
Kost stehenní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	49	57	65
2	50	58	65
3	50	57	64
4	48	56	63
5	49	57	64
Průměrná ideální expozice		57	

c)

Swissray Combi CR			
Kost stehenní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	49	54	59
2	47	53	57
3	48	53	58
4	49	54	59
5	49	54	59
Průměrná ideální expozice		54	

4.17. Kost holenní – AP, boční

4.17.1. Kost holenní - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Kost holenní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	44	48	53
2	44	48	52
3	45	48	53
4	43	47	51
5	46	50	54
Průměrná ideální expozice		48	

b)

GE Revolution XD			
Kost holenní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	49	56	63
2	48	55	63
3	50	57	64
4	49	56	62
5	50	58	65
Průměrná ideální expozice		56	

c)

Swissray Combi CR			
Kost holenní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	47	52	58
2	48	53	59
3	47	53	58
4	46	52	57
5	47	52	58
Průměrná ideální expozice		52	

4.17.2. Kost holenní – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Kost holenní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	48	52
2	46	50	53
3	43	47	51
4	47	51	54
5	44	48	52
Průměrná ideální expozice		49	

b)

GE Revolution XD			
Kost holenní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	50	58	66
2	50	57	66
3	48	55	63
4	48	56	63
5	47	56	63
Průměrná ideální expozice		56	

c)

Swissray Combi CR			
Kost holenní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	48	53	58
2	48	53	58
3	48	54	59
4	47	52	57
5	47	52	57
Průměrná ideální expozice		53	

4.18. Kost lýtková – AP, boční

4.18.1. Kost lýtková - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Kost lýtková		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	45	48
2	41	44	47
3	43	46	49
4	43	45	48
5	42	45	48
Průměrná ideální expozice		45	

b)

GE Revolution XD			
Kost lýtková		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	43	50	58
2	45	52	60
3	45	51	59
4	44	51	59
5	44	51	58
Průměrná ideální expozice		51	

c)

Swissray Combi CR			
Kost lýtková		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	48	53
2	40	46	52
3	40	46	52
4	40	47	54
5	41	47	54
Průměrná ideální expozice		47	

4.18.2. Kost lýtková – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Kost lýtková		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	43	46	49
2	41	44	48
3	43	46	49
4	41	44	47
5	42	45	48
Průměrná ideální expozice		45	

b)

GE Revolution XD			
Kost lýtková		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	44	51	59
2	43	51	58
3	43	50	58
4	44	51	59
5	44	51	59
Průměrná ideální expozice		51	

c)

Swissray Combi CR			
Kost lýtková		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	48	54
2	41	47	53
3	40	47	53
4	40	46	52
5	41	47	53
Průměrná ideální expozice		47	

4.19. Kost hlezenní – AP, boční

4.19.1. Kost hlezenní - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Kost hlezenní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	50	54
2	45	49	53
3	47	52	55
4	46	51	54
5	47	51	54
Průměrná ideální expozice		51	

b)

GE Revolution XD			
Kost hlezenní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	52	59	66
2	48	56	63
3	50	57	64
4	50	58	65
5	51	58	66
Průměrná ideální expozice		58	

c)

Swissray Combi CR			
Kost hlezenní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	49	54	59
2	50	55	60
3	49	55	60
4	49	54	59
5	49	54	59
Průměrná ideální expozice		54	

4.19.2. Kost hlezenní – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Kost hlezenní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	47	51	54
2	47	50	53
3	46	50	54
4	48	51	55
5	48	52	55
Průměrná ideální expozice		51	

b)

GE Revolution XD			
Kost hlezenní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	52	59	67
2	50	57	64
3	49	57	64
4	50	58	65
5	50	57	64
Průměrná ideální expozice		58	

c)

Swissray Combi CR			
Kost hlezenní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	48	53	59
2	48	54	59
3	49	54	59
4	48	53	58
5	48	53	58
Průměrná ideální expozice		53	

4.20. Kost patní – AP, boční

4.20.1. Kost patní - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Kost patní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	46	49	53
2	47	51	54
3	46	50	54
4	45	50	53
5	44	49	43
Průměrná ideální expozice		50	

b)

GE Revolution XD			
Kost patní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	51	58	65
2	51	58	65
3	52	58	66
4	48	56	63
5	50	57	64
Průměrná ideální expozice		57	

c)

Swissray Combi CR			
Kost patní		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	48	53	58
2	48	53	58
3	48	53	58
4	47	53	57
5	49	54	58
Průměrná ideální expozice		53	

4.20.2. Kost patní – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Kost patní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	47	51	54
2	48	51	55
3	46	50	54
4	46	49	53
5	46	50	53
Průměrná ideální expozice		50	

b)

GE Revolution XD			
Kost patní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	49	56	62
2	51	58	65
3	51	58	65
4	50	57	63
5	50	57	63
Průměrná ideální expozice		57	

c)

Swissray Combi CR			
Kost patní		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	48	53	58
2	49	54	59
3	48	53	58
4	48	53	58
5	50	55	60
Průměrná ideální expozice		54	

4.21. Zánártní kůstky – AP, boční

4.21.1. Zánártní kůstky - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Zánártní kůstky		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	44	47
2	40	42	46
3	40	43	46
4	41	44	48
5	41	44	47
Průměrná ideální expozice		43	

b)

GE Revolution XD			
Zánártní kůstky		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	44	51	58
2	43	49	57
3	43	50	57
4	44	51	58
5	43	51	58
Průměrná ideální expozice		50	

c)

Swissray Combi CR			
Zánártní kůstky		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	42	47	52
2	41	46	51
3	42	47	52
4	41	47	52
5	43	47	53
Průměrná ideální expozice		47	

4.21.2. Zánártní kůstky – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Zánártní kůstky		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	40	43	47
2	40	43	46
3	40	42	46
4	40	43	47
5	41	44	48
Průměrná ideální expozice		43	

b)

GE Revolution XD			
Zánártní kůstky		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	45	52	60
2	43	50	57
3	43	50	58
4	42	49	57
5	41	50	57
Průměrná ideální expozice		50	

c)

Swissray Combi CR			
Zánártní kůstky		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	40	45	50
2	42	47	52
3	41	46	51
4	41	46	51
5	41	46	51
Průměrná ideální expozice		46	

4.22. Prsty nohou – AP, boční

4.22.1. Prsty nohou - projekce AP

a)

Swissray Multi ddR			
Prsty nohou		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	40	42	45
2	40	43	47
3	N/A	41	45
4	N/A	42	45
5	N/A	41	44
Průměrná ideální expozice		42	

b)

GE Revolution XD			
Prsty nohou		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	41	47	53
2	43	50	57
3	42	48	56
4	42	48	56
5	42	47	55
Průměrná ideální expozice		48	

c)

Swissray Combi CR			
Prsty nohou		Projekce AP	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	40	45	49
2	N/A	43	47
3	40	45	48
4	40	44	48
5	40	44	48
Průměrná ideální expozice		44	

4.22.2. Prsty nohou – projekce boční

a)

Swissray Multi ddR			
Prsty nohou		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	N/A	40	44
2	40	42	45
3	N/A	41	45
4	40	43	46
5	41	43	46
Průměrná ideální expozice		42	

b)

GE Revolution XD			
Prsty nohou		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	43	50	56
2	44	50	57
3	43	49	55
4	43	50	56
5	42	48	55
Průměrná ideální expozice		49	

c)

Swissray Combi CR			
Prsty nohou		Projekce boční	
	podexponováno	Ideální expozice	přexponováno
1	N/A	43	47
2	40	44	48
3	40	44	48
4	N/A	43	47
5	40	44	48
Průměrná ideální expozice		44	

4.23. Výsledné expoziční tabulky pro starší materiál

a)

Swissray ddR Multi konstantní mAs 4		
KOST	PROJEKCE	kV
Lebka	AP	52
	bočná	50
	kraniokaudální	51
Dolní čelist	AP	45
	bočná	44
	kraniokaudální	43
Obratel C páteře	AP	42
	bočná	42
	kraniokaudální	42
Kost klíční	AP	42
	bočná	42
Lopatka	AP	43
	bočná	46
Kost hrudní	AP	45
	bočná	46
Žebra	AP	42
	bočná	43
Obratel Th páteře	AP	44
	bočná	44
	kraniokaudální	44
Obratel Ls páteře	AP	45
	bočná	45
	kraniokaudální	45
Kost křížová	AP	46
	bočná	47
Kost pažní	AP	47
	bočná	48
Kost loketní	AP	46
	bočná	46
Kost vřetenní	AP	45
	bočná	45
Prsty a záprstní kůstky	AP	41
	bočná	41
Kost pánevní	AP	47
	šikmá	47
Kost stehenní	AP	50
	bočná	50
Kost holenní	AP	48
	bočná	49
Kost lýtkova	AP	45
	bočná	45
Kost hlezenní	AP	51
	bočná	51
Kost patní	AP	50
	bočná	50
Zánártní kůstky	AP	43
	bočná	43
Prsty nohou	AP	42
	bočná	42

b)

GE Revolution XD konstantní mAs - 4		
KOST	PROJEKCE	kV
Lebka	AP	58
	bočná	58
	kraniokaudální	57
Dolní čelist	AP	53
	bočná	52
	kraniokaudální	50
Obratel C páteře	AP	49
	bočná	50
	kraniokaudální	49
Kost klíční	AP	47
	bočná	49
Lopatka	AP	50
	bočná	52
Kost hrudní	AP	53
	bočná	53
Žebra	AP	48
	bočná	50
Obratel Th páteře	AP	51
	bočná	52
	kraniokaudální	51
Obratel Ls páteře	AP	52
	bočná	53
	kraniokaudální	53
Kost křížová	AP	53
	bočná	55
Kost pažní	AP	53
	bočná	53
Kost loketní	AP	51
	bočná	51
Kost vřetenní	AP	49
	bočná	48
Prsty a záprstní kůstky	AP	47
	bočná	48
Kost pánevní	AP	53
	šikmá	54
Kost stehenní	AP	57
	bočná	57
Kost holenní	AP	56
	bočná	56
Kost lýtkova	AP	51
	bočná	51
Kost hlezenní	AP	58
	bočná	58
Kost patní	AP	57
	bočná	57
Zánártní kůstky	AP	50
	bočná	50
Prsty nohou	AP	48
	bočná	49

c)

Swissray Combi CR konstantní mAs - 4		
KOST	PROJEKCE	kV
Lebka	AP	52
	bočná	53
	kraniokaudální	52
Dolní čelist	AP	48
	bočná	47
	kraniokaudální	47
Obratel C páteře	AP	45
	bočná	45
	kraniokaudální	45
Kost klíční	AP	45
	bočná	46
Lopatka	AP	46
	bočná	47
Kost hrudní	AP	48
	bočná	50
Žebra	AP	45
	bočná	46
Obratel Th páteře	AP	47
	bočná	47
	kraniokaudální	48
Obratel Ls páteře	AP	48
	bočná	50
	kraniokaudální	49
Kost křížová	AP	50
	bočná	51
Kost pažní	AP	50
	bočná	52
Kost loketní	AP	47
	bočná	47
Kost vřetenní	AP	46
	bočná	46
Prsty a záprstní kůstky	AP	44
	bočná	45
Kost pánevní	AP	50
	šikmá	49
Kost stehenní	AP	54
	bočná	54
Kost holenní	AP	52
	bočná	53
Kost lýtkova	AP	47
	bočná	47
Kost hlezenní	AP	54
	bočná	53
Kost patní	AP	53
	bočná	54
Zánártní kůstky	AP	47
	bočná	46
Prsty nohou	AP	44
	bočná	44

4.24. Výsledné expoziční tabulky pro mladší materiál

a)

Swissray ddR Multi konstantní mAs 4		
KOST	PROJEKCE	kV
Lebka	AP	54
	bočná	52
	kraniokaudální	52
Dolní čelist	AP	47
	bočná	48
	kraniokaudální	45
Obratel C páteře	AP	44
	bočná	44
	kraniokaudální	44
Kost klíční	AP	44
	bočná	44
Lopatka	AP	45
	bočná	48
Kost hrudní	AP	47
	bočná	48
Žebra	AP	44
	bočná	44
Obratel Th páteře	AP	46
	bočná	46
	kraniokaudální	46
Obratel Ls páteře	AP	47
	bočná	47
	kraniokaudální	46
Kost křížová	AP	48
	bočná	49
Kost pažní	AP	49
	bočná	49
Kost loketní	AP	48
	bočná	48
Kost vřetenní	AP	47
	bočná	47
Prsty a záprstní kůstky	AP	42
	bočná	42
Kost pánevní	AP	49
	šikmá	49
Kost stehenní	AP	53
	bočná	52
Kost holenní	AP	50
	bočná	51
Kost lýtkova	AP	47
	bočná	47
Kost hlezenní	AP	53
	bočná	52
Kost patní	AP	52
	bočná	52
Zánártní kůstky	AP	45
	bočná	45
Prsty nohou	AP	44
	bočná	44

b)

GE Revolution XD konstantní mAs - 4		
KOST	PROJEKCE	kV
Lebka	AP	60
	bočná	60
	kraniokaudální	59
Dolní čelist	AP	55
	bočná	55
	kraniokaudální	53
Obratel C páteře	AP	51
	bočná	52
	kraniokaudální	51
Kost klíční	AP	49
	bočná	49
Lopatka	AP	52
	bočná	54
Kost hrudní	AP	55
	bočná	55
Žebra	AP	50
	bočná	50
Obratel Th páteře	AP	53
	bočná	54
	kraniokaudální	52
Obratel Ls páteře	AP	54
	bočná	55
	kraniokaudální	54
Kost křížová	AP	55
	bočná	57
Kost pažní	AP	55
	bočná	55
Kost loketní	AP	53
	bočná	53
Kost vřetenní	AP	51
	bočná	50
Prsty a záprstní kůstky	AP	49
	bočná	49
Kost pánevní	AP	55
	šikmá	56
Kost stehenní	AP	59
	bočná	59
Kost holenní	AP	58
	bočná	58
Kost lýtkova	AP	53
	bočná	53
Kost hlezenní	AP	59
	bočná	59
Kost patní	AP	59
	bočná	58
Zánártní kůstky	AP	52
	bočná	52
Prsty nohou	AP	50
	bočná	50

c)

Swissray Combi konstantní mAs - 4		
KOST	PROJEKCE	kV
Lebka	AP	54
	bočná	55
	kraniokaudální	54
Dolní čelist	AP	50
	bočná	50
	kraniokaudální	49
Obratel C páteře	AP	47
	bočná	47
	kraniokaudální	47
Kost klíční	AP	48
	bočná	48
Lopatka	AP	48
	bočná	49
Kost hrudní	AP	50
	bočná	52
Žebra	AP	47
	bočná	48
Obratel Th páteře	AP	49
	bočná	49
	kraniokaudální	49
Obratel Ls páteře	AP	51
	bočná	52
	kraniokaudální	51
Kost křížová	AP	52
	bočná	54
Kost pažní	AP	53
	bočná	53
Kost loketní	AP	49
	bočná	49
Kost vřetenní	AP	48
	bočná	48
Prsty a záprstní kůstky	AP	47
	bočná	47
Kost pánevní	AP	52
	šikmá	51
Kost stehenní	AP	56
	bočná	56
Kost holenní	AP	52
	bočná	55
Kost lýtkova	AP	49
	bočná	49
Kost hlezenní	AP	56
	bočná	55
Kost patní	AP	55
	bočná	56
Zánártní kůstky	AP	49
	bočná	48
Prsty nohou	AP	46
	bočná	46

4.25. Výsledné zjednodušené expoziční tabulky

Následné tabulky jsou již seřazené podle kostí o stejné expozici a tím maximálně zjednodušené. Rovněž je možné využít tyto tabulky i pro mladší kostní materiál a to s ohledem na možnost následného upravení snímku na pracovní stanici.

a)

Swissray ddR Multi konstantní mAs - 4		
KOST	PROJEKCE	kV
Obratel C páteře	AP, bočná, kraniokaudální	42
Kost klíční	AP, bočná	
Žebra	AP, bočná	
Prsty a záprstní kůstky	AP, bočná	
Zánártní kůstky	AP, bočná	
Prsty nohou	AP, bočná	
Dolní čelist	AP, bočná, kraniokaudální	
Lopatka	AP, bočná	
Obratel Th páteře	AP, bočná, kraniokaudální	
Kost hrudní	AP, bočná	45
Obratel Ls páteře	AP, bočná, kraniokaudální	
Kost loketní	AP, bočná	
Kost vřetenní	AP, bočná	
Kost lýtková	AP, bočná	
Kost křížová	AP, bočná	
Kost pažní	AP, bočná	47
Kost pánevní	AP, šikmá	
Kost holenní	AP, bočná	
Lebka	AP, bočná, kraniokaudální	50
Kost stehenní	AP, bočná	
Kost hlezenní	AP, bočná	
Kost patní	AP, bočná	

b)

GE Revolution XD konstantní mAs - 4		
KOST	PROJEKCE	kV
Obratel C páteře	AP,bočná,kraniokaudální	50
Kost klíční	AP,bočná	
Lopatka	AP,bočná	
Žebra	AP,bočná	
Obratel Th páteře	AP,bočná,kraniokaudální	
Kost loketní	AP,bočná	
Kost vřetenní	AP,bočná	
Kost lýtková	AP,bočná	
Prsty a záprstní kůstky	AP,bočná	
Zánártní kůstky	AP,bočná	
Prsty nohou	AP,bočná	
Dolní čelist	AP,bočná,kraniokaudální	
Kost hrudní	AP,bočná	
Obratel Ls páteře	AP,bočná,kraniokaudální	
Kost křížová	AP,bočná	
Kost pažní	AP,bočná	
Kost pánevní	AP,šikmá	
Kost holenní	AP,bočná	
Lebka	AP,bočná,kraniokaudální	58
Kost stehenní	AP,bočná	
Kost hlezenní	AP,bočná	
Kost patní	AP,bočná	

c)

Swissray Combi CR konstantní mAs - 4		
KOST	PROJEKCE	kV
Dolní čelist	AP,bočná,kraniokaudální	46
Obratel C páteře	AP,bočná,kraniokaudální	
Kost klíční	AP,bočná	
Lopatka	AP,bočná	
Žebra	AP,bočná	
Obratel Th páteře	AP,bočná,kraniokaudální	
Kost loketní	AP,bočná	
Kost vřetenní	AP,bočná	
Kost lýtková	AP,bočná	
Prsty a záprstní kůstky	AP,bočná	
Zánártní kůstky	AP,bočná	
Prsty nohou	AP,bočná,kraniokaudální	
Kost hrudní	AP,bočná	
Obratel Ls páteře	AP,bočná,kraniokaudální	
Kost křížová	AP,bočná	
Kost pažní	AP,bočná	
Kost pánevní	AP,šikmá	
Kost holenní	AP,bočná	
Lebka	AP,bočná,kraniokaudální	52
Kost stehenní	AP,bočná	
Kost hlezenní	AP,bočná	
Kost patní	AP,bočná	

5. Diskuse

Při množství snímků, které jsem provedl, mohu prohlásit, že kvalitní přístroje využívající přímou digitalizaci jsou oproti kazetovému provozu nepřímé digitalizace mnohem výhodnější, z důvodu rychlosti a jednoduchosti obsluhy. Co se týče kvality snímků ta je na všech přístrojích srovnatelná (*obr. 9.2.4 a obr.9.2.5*). Nevýhodou technologie se CCD kamerami se mi jeví nutnost nastavení přesné expozice, při které získám kvalitní snímek ovšem za nutnosti častého experimentování s expozicí. Při využití technologie flat detektoru k těmto problémům nedochází.

Další výhodou všech digitálních zobrazovacích systémů je získání snímků v digitální podobě a s tím související další možnosti úprav a rovněž sdílení po síti. Hlavní nevýhodou systémů s přímou digitalizací je vyšší finanční náročnost, ovšem je nutné si uvědomit, že přístroje nejsou pořizovány za tímto účelem, alespoň ne přístroje na kterých jsem prováděl pracovní experiment.

Vytvoření expozičních parametrů je pro mě přínosem, který jsem si následně ověřil při dalším snímkování. Týká se to zejména přístroje se systémem CCD kamer, který je velmi citlivý při nastavování správné expozice. U ostatních systémů je jejich využití spornější. Teoreticky lze nastavit jednu expozici a provádět jí veškeré snímkování a obrázky upravovat až následně, na diagnostickém monitoru. Přesto mi vytvořené parametry byly nápomocny a značně zlepšily orientaci při volbě expozice na těchto systémech.

Ovládání všech přístrojů je přehledné a intuitivní, rovněž tak posílání snímků do Pacsu nebo jejich následné ukládání na medium, např. CD nebo flash paměť. Pomalejší získání snímků je samozřejmě u nepřímé digitalizace, což je dáno principem CR systémů.

Přístroje komunikují ze systémem pomocí software na bázi Windows. Odesílání je nastaveno u všech přístrojů na ruční volbu, kdy si nejprve vybereme obrázky, které chceme zachovat a následně je pošleme do systému. Eliminujeme tím ukládání špatných snímků, které zbytečně zabírají místo. V systému můžeme následně rozeznat zda byly snímky dělané na přímé či nepřímé digitalizaci, kdy nám je odlišuje modalita. Pro přímou digitalizaci je to modalita DX a pro nepřímou potom CR.

Kvalita snímků je na výborné úrovni, zejména technologie s flat detektorem přináší skvělé prokreslení a troufám si říct, že je to budoucnost v radiodiagnostickém zobrazování. Rovněž bych tuto technologii doporučil všem výzkumným pracovníkům v oboru antropologie jako nejpřínosnější.

6. Závěr

Jak již naznačují informace uvedené výše, rozhodně bych volil přístroje přímé digitalizace. Vynikají totiž vysokou průchodností, pohodlným ovládáním a vysokou kvalitou zobrazení. Přístroje pro nepřímou digitalizaci, bych pro tuto práci spíše nedoporučil. A to zejména z důvodů několikanásobně delší doby strávené při snímkování stejného množství materiálu, než u přímé digitalizace. Což je způsobené principem nepřímé digitalizace, tzn. kazetovým provozem a následným získáváním snímků pomocí čtečky.

Mohu tedy potvrdit hypotézu, že systémy přímé digitalizace jsou výhodnější pro tuto práci než systémy nepřímé digitalizace.

Použití expozičních parametrů je rozhodně přínosné tam, kde se zkoumá např. kostní věk či Harrisovy linie a provádíme standardní snímkování ve standardních projekcích. Jejich přínos je sporný v případě, že se jedná o cílené zkoumání patologií (*obr. 9.2.6.*) či traumat (*obr. 9.2.7.*), zde je vždy přístup zcela individuální. Je nutné provádět nestandardní projekce, pro zobrazení dané patologie, jejichž šíři nelze zachytit do expozičních tabulek. Rovněž jejich aplikovatelnost závisí na technologii použitého přístroje, kdy největší užitek přináší na systémech se CCD kamerami.

Výsledné expozice jsem shrnul v zjednodušených tabulkách (*podkapitola 4.25.*), kde řadím kosti dle stejné expozice, což vedlo k výraznému omezení počtu používaných expozičních hodnot. U přístroje Swissray ddR Multi je celkově 5 různých expozic a u přístrojů GE Revolution XD a Swissray ddR Combi jsou to dokonce pouze 3 různé expozice. Toto zjednodušení je ovšem možné pouze při využití následné úpravy získaných snímků na pracovní stanici.

Celkově jsem provedl okolo 5000 expozic pro vytvoření těchto parametrů. Toto množství je dáno i tím, že jsem hledal expozice, kdy je již objekt podexponován

a přeexponován. Dalších asi 1000 expozic jsem provedl během mé práce, které s ní přímo nesouvisely, ale měl jsem možnost si ověřit tabulky přímo v praxi a to i z důvodu, že jsem je prováděl na ddR Multi, tedy na přístroji u kterého je správné nastavení expozice velmi důležité.

7. Použitá literatura

1. HEINZ, FENEIS – Anatomický obrazový slovník, 456 s., Avicenum Praha 1981, ISBN: 80-716-9197-6
2. HORÁČKOVÁ L. a spol.: Základy paleopatologie, 264 s., akademické nakladatelství CERM, Masarykova univerzita a Nauma, Brno 2004; ISBN 80-7204-274-2
3. HENGEN, O. P. Cribra orbitalia. Pathogenesis and probable etiology. *Homo* 22, 2: 57-76, 1971.
4. KOLÁŘ J., ZÍDKOVÁ H. – Nárys kostní radiodiagnostiky, 419 s., Avicenum 1986
5. ŠMORANC, PAVEL - Rentgenová technika v lékařství, 264 s., Střední průmyslová škola elektrotechnická a Vyšší odborná škola, 2004
6. STLOUKAL, MILAN – Antropologie: příručka pro studium kostry, Národní muzeum 1999
7. SOUKUP, VÁCLAV Dějiny antropologie (Encyklopedický přehled dějin fyzické antropologie, paleoantropologie, sociální a kulturní antropologie), 670 s., Praha 2004, ISBN 80-246-0337-3
8. SVOBODA, MILAN - Základy techniky vyšetřování rentgenem, 581 s., Avicenum Praha 1973, 08-048-73
9. www.mzm.cz
10. http://sci.muni.cz/main.php?stranka=31_01&podtext=01

8. Klíčová slova

RTG, Kosterní materiál, Přímá digitalizace, Nepřímá digitalizace, Expoziční parametry, RTG v archeologii, Historická antropologie, Patologie.

9. Přílohy

9.1. Zkratky

CR – computed radiography

DR - direct radiography

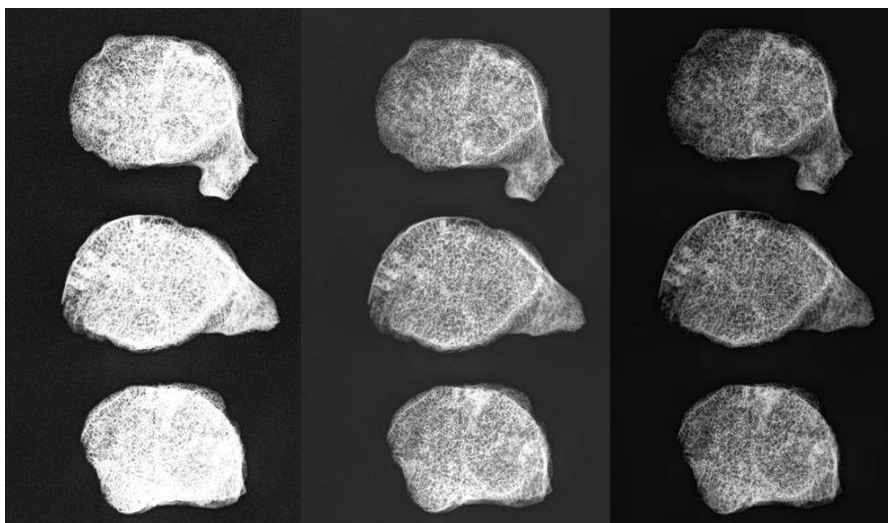
DDR – direct digital radiography

CCD – couple charge device

CT – computer tomography

a – Si – amorfní křemík

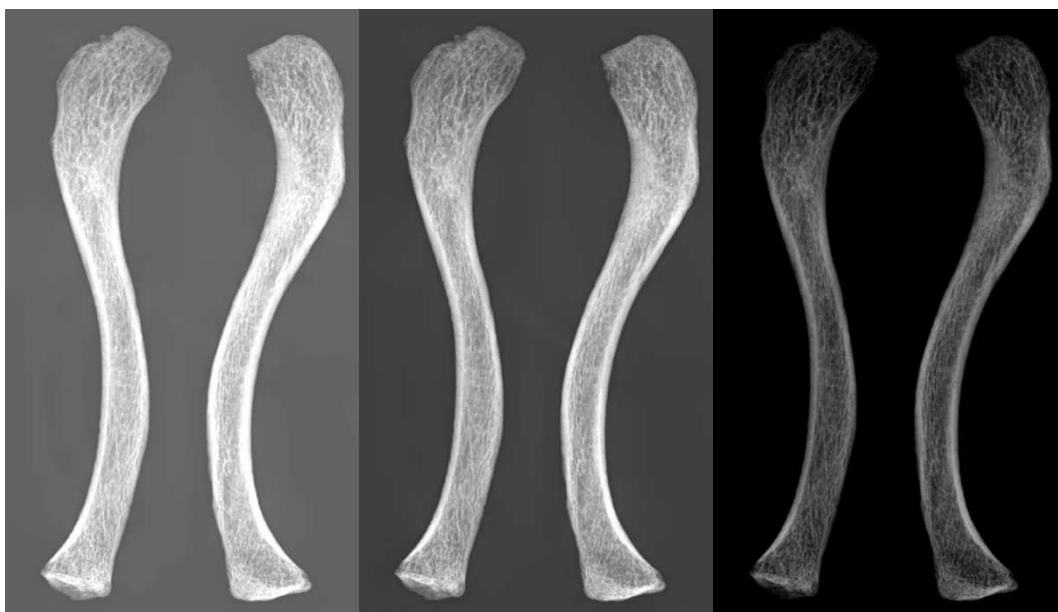
9.2. Rentgenové snímky



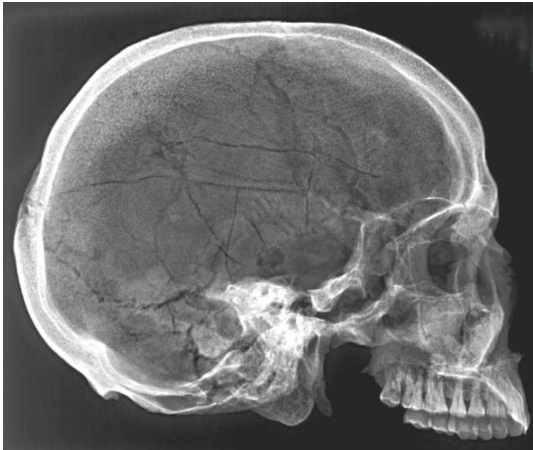
9.2.1. rozdíly v expozici u ddR Multi: 41, 44 a 47kV



9.2.2. rozdíly v expozici u GE Revolution: 44, 50 a 57kV



9.2.3. rozdíly v expozici u ddR Combi: 40, 47 a 53kV



9.2.4. snímek lebky na jednotlivých přístrojích, shora: ccd, flat, cr



9.2.5. snímek humeru na jednotlivých přístrojích: ccd, flat, cr



9.2.6. traumata a fraktury



9.2.7. zhojená zranění