



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Andrea Ťápalová

Dentální radiologie v diagnostickém zobrazování

Bakalářská práce

Olomouc 2014

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Název práce v ČJ:

Dentální radiologie v diagnostickém zobrazování

Název práce v AJ:

Dental Radiology in Diagnostic Imaging

Datum zadání: 2013-12-30

Datum odevzdání: 2014-04-30

Datum obhajoby: 2014-06-02

Vysoká škola, fakulta: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav radiologických metod

Autor práce: Ďápalová Andrea

Vedoucí práce: MUDr. Lukáš Hrdina

Oponent práce: MUDr. Jan Hrbek

Abstrakt v ČJ:

Bakalářská práce předkládá ucelený přehled poznatků o dentální radiologii v diagnostickém zobrazování. Podává informace o konvenčních i moderních zobrazovacích technologiích a metodách. Věnuje se zejména zobrazovacím metodám užívaných v zubním lékařství, dentálním i extraorálním rentgenovým filmům a radioviziografii. Popisuje typy rentgenových přístrojů i jednotlivé intraorální a extraorální rentgenové techniky včetně jejich indikací. Zmíněny jsou i základní principy radiační ochrany pacientů a pracovníků.

Abstrakt v AJ:

The assignment presents a coherent overview of knowledge on dental radiology in diagnostic imaging. It provides information on both conventional as well as modern imaging technologies and methods. It focuses in particular on imaging methods/technologies that are being used in dentistry, dental and extraoral X-ray films and radiovisiography. It describes types of X-ray machines as well as individual intraoral and extraoral X-ray techniques including their indications. Moreover, in the assignment there is also a mention of basic principles of radiation protection for patients and healthcare staff.

Klíčová slova v ČJ:

Dentální radiologie, intraorální snímkování, extraorální snímkování, stomatologie, ortopantomografie, telerentgenografie, rentgenové přístroje

Klíčová slova v AJ:

Dental radiology, intraoral X-ray imaging, extraoral X-ray imaging, stomatology, orthopantomography, imaging radiography, X-ray machines

Rozsah: 55 stran, 5 příloh

Místo uložení: Ústav radiologických metod, FZV UP - sekretariát

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 30. dubna 2014

.....

podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce MUDr. Lukáši Hrdinovi za odbornou pomoc, cenné rady a poskytnutí materiálů.

Olomouc 30. dubna 2014

OBSAH

ÚVOD	8
1 ANATOMIE	10
1.1 Orofaciální systém.....	10
1.2 Stomatognátní systém.....	12
2 HISTORICKÝ VÝVOJ ZOBRAZOVACÍCH METOD.....	14
2.1 Vývoj dentální radiologie	14
3 MODERNÍ ZOBRAZOVACÍ METODY	15
3.1 Skiografie.....	15
3.2 Digitální radiografie	16
3.3 Tomografie	17
3.4 Výpočetní tomografie	18
3.5 Angiografie.....	20
3.6 Ultrasonografie	20
3.7 Magnetická rezonance	22
3.8 Metody využívající kontrastních látek ve stomatologii.....	23
4 RENTGENOVÉ FILMY A DIGITÁLNÍ ZOBRAZOVACÍ SYSTÉMY V ZUBNÍM LÉKAŘSTVÍ.....	24
4.1 Intraorální zubní rentgenové filmy	24
4.2 Extraorální rentgenové filmy.....	25
4.3 Digitální zobrazovací systémy	25
5 RENTGENOVÉ PŘÍSTROJE V ZUBNÍM LÉKAŘSTVÍ.....	27
5.1 Intraorální rentgenové přístroje	28
5.2 Panorální radiografy	29
5.3 Free focus radiography	30
5.4 Panoramatické rentgenové přístroje	31
5.5 Cone Beam výpočetní tomografie	32
6 INTRAORÁLNÍ RENTGENOVÉ TECHNIKY.....	34

6.1	Pravoúhlá snímkovácí technika.....	35
6.2	Technika půleného úhlu	36
6.3	Limbální projekce.....	36
6.4	Apikální projekce	37
6.5	Bitewing technika.....	38
6.6	Okluzní projekce	38
6.7	Radiologické lokalizační metody	39
7	EXTRAORÁLNÍ RENTGENOVÉ TECHNIKY	41
7.1	Vyšetření s použitím dentálního rentgenového přístroje.....	41
7.2	Extraorální projekce na výkonných přístrojích	42
7.3	Ortopantomografie	45
7.4	Telerentgenografie.....	46
8	RADIAČNÍ OCHRANA PŘI ZUBNÍM RTG VYŠETŘENÍ	47
8.1	Ochrana pacientů při zubním RTG vyšetření	47
8.2	Ochrana pracovníků při zubním RTG vyšetření	49
	ZÁVĚR	50
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	51
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	54
	PŘÍLOHY.....	55

ÚVOD

Dentální radiodiagnostika se řadí mezi nejčastěji užívané pomocné a zobrazovací metody v zubním lékařství hned po klinickém vyšetření. V dnešní době je základní vyšetřovací metodou indikovanou stomatologem.

Smyslem bakalářské práce je podat ucelený přehled doposud publikovaných informací o dentální radiologii v diagnostickém zobrazování.

Práce je členěna do osmi přehledných kapitol. V první části se zabýváme anatomií orofaciálního a stomatognátního systému. Následuje přehled historického vývoje radiodiagnostiky včetně dentální radiologie. Moderní zobrazovací metody užívané v zubním lékařství jsou shrnuty ve třetí kapitole. Zahrnují např. skiografii, tomografii, výpočetní tomografii, ultrasonografii, magnetickou rezonanci a další.

V odbornější části se setkáváme s poznatky o zubních a extraorálních rentgenových filmech a digitálním zobrazovacím systému v zubním lékařství. Další kapitola se věnuje jednotlivým rentgenovým přístrojům, mezi které patří intraorální rentgenové přístroje, panorální radiografy, free focus radiography, panoramatické rentgenové přístroje a Cone Beam výpočetní tomografie.

Následující dvě části práce se věnují intraorálnímu a extraorálnímu snímkování. Intraorální rentgenové techniky jsou pravoúhlá snímkovácí technika, technika půleného úhlu, limbální projekce, apikální projekce, bitewing technika a okluzní projekce. Popsány jsou také základní pravidla pro intraorální snímkování. Mezi extraorální rentgenové techniky patří vyšetření s použitím dentálního rentgenového přístroje, extraorální projekce na výkonných přístrojích, ortopantomografie a telerentgenografie. V poslední kapitole bakalářské práce je pojednáváno o základních principech radiační ochrany pacientů a pracovníků.

Úkolem bakalářské práce je také zvýšit vzdělanost radiologických asistentů v dané problematice. Lze se setkat s publikacemi, které se dentální radiologií zabývají, avšak z pohledu lékaře, nikoli radiologického asistenta.

Ke specifikaci problému byla užita následující vstupní literatura:

KREJČÍ, Přemysl et al. 2009. *Dentální radiologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 80-244-1452-X.

STEKLÝ, Luboš. 1999. *Vybrané kapitoly z rentgenologie a z anesteziologie*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1999. ISBN 80-7013-276-0.

VOMÁČKA, Jaroslav, NEKULA, Josef, KOZÁK, Jiří. 2012. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-3126-0.

NEKULA, Josef et al. 2001. *Radiologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2001. ISBN 80-244-0259-9.

NAŇKA, Ondřej, ELIŠKOVÁ, Miloslava. 2009. *Přehled anatomie*. 2.vyd. Praha: Galén: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-7262-612-0.

Bakalářská práce byla zpracována na základě následující vyhledávací taktiky: Byla vybrána klíčová slova: dentální radiologie, intraorální snímkování, extraorální snímkování, stomatologie, ortopantomografie, telerentgenografie, rentgenové přístroje.

Pro rešeršní činnost byly užity databáze MEDVIK, MEDLINE a BMČ. Publikační články byly vyhledávány v českém jazyce v období od roku 1998 do roku 2012. Bylo nalezeno 96 publikací a z nich použito 37 článků. Ostatní publikace byly nevyhovující z důvodu nepotřebných informací. Další důležité poznatky byly dohledány v knihách, které jsou uvedeny v seznamu doporučené literatury.

Na základě prostudované vstupní literatury byla stanovena otázka a formulovány cíle bakalářské práce.

Otázka bakalářské práce:

Jaké jsou dosud publikované poznatky o dentální radiologii v diagnostickém zobrazování?

Cíle bakalářské práce:

1. Sestavit přehled dosud publikovaných informací o anatomii orofaciálního a stomatognátního systému.
2. Publikovat nalezené informace o historickém vývoji zobrazovacích a vyšetřovacích metod používaných ve stomatologii.
3. Předložit shrnutí dosud publikovaných poznatků o rentgenových filmech a digitálním zobrazovacím systému sloužící v zubním lékařství.
4. Analyzovat publikované informace o intraorálních a extraorálních rentgenových technikách.
5. Uveřejnit poznatky o radiační ochraně při zubních rentgenových vyšetřeních.

1 ANATOMIE

První zmínka o zubech a zubních tkáních pochází z díla řeckého lékaře Hippokrata. O zuby ve větším rozsahu se začal poté zajímat řecký filozof Aristoteles. Ve svém díle „De Panibus Animalium“ sepsal rozdíly mezi chrupem člověka a zvířat. Vědeckou knihu o zubech napsal jako první anatom Eustachius. V souvislosti s anatomií zubů a zubních tkání hovoříme o dvou systémech. O systému orofaciálním a systému stomatognátním. (Thurzo, 2007, s. 6 - 7)

1.1 Orofaciální systém

Orofaciální systém morfologicky zahrnuje dutinu ústní (cavitas oris), zuby (dentes), které jsou seřazeny do zubních oblouků (arcus dentales) a parodont (parodontium). Jeho součástí je kostra obličeje (skeleton faciei), která se skládá ze dvou důležitých částí: horní čelist (maxillae) a dolní čelist (mandibula), následují čelistní klouby (articulationes temporomandibulares) a lící kosti (ossa zygomatica). Do tohoto systému dále patří žvýkačí svalstvo (musculi masticatorii), mandle (tonsillae), jazyk (lingua), hltan (pharynx) a slinné žlázy (glandulae salivariae). (Klepáček, Mazánek, 2001, s. 17)

Zuby (dentes) jsou fylogeneticky staré, bílé až nažloutlé útvary dutiny ústní, připomínající kosti. Jsou nezbytné pro získávání a zpracování potravy, artikulaci, fonaci a také chrání měkké části dutiny ústní. Jejich hlavní funkce je řezací, uchopovací a rozmělnovací.

Anatomicky se zub skládá z několika částí: korunky (corona dentis), krčku (collum dentis), kořene (radix dentis), hrotu kořene (apex dentis), dutiny dřeňové (cavitas dentis) a dřeňových kanálků (canales radicales). Corona dentis je objemná část zubu a vystupuje volně z dásní do dutiny ústní. Je potažena sklovinou (enamelum). Rozlišujeme korunku anatomickou (corona dentis anatomica) a korunku klinickou (corona dentis clinica). Collum dentis se nachází mezi kořenem a korunkou. Za běžných podmínek není viditelný, protože je zakryt gingivou. Radix dentis je uložen v alveolu. Podobně jako korunka, je i kořen zubu anatomický a klinický. Zuby se dělí na jednokořenové, které mají kořen celistvý, nebo vícekořenové, kde je kořenů více. Dřeňová dutina (cavum pulpae) je vnitřní částí zubu. Má tři části a pokračuje do kořenů kořenovým kanálkem. Lze v ní najít nervy, cévy a zubní dřeň (pulp dentis). (Šedý, Foltán, 2009, s. 19 - 25)

Mezi základní stavební složky všech zubů patří zubovina (dentin), sklovina (enamelum), cement (cementum) a zubní dřeň (pulp dentis). První tři složky se řadí

mezi tvrdé zubní tkáň, zubní dřev je naopak měkká. Zubovina je tvořena téměř ze tří čtvrtin anorganickými látkami. Je nejsilnější vrstvou a proto předurčuje tvar zubu. Má nažloutlou barvu a je v kontaktu s dřevnou dutinou i kořenovým kanálkem. Dentin je nejtvrdší tkáň v těle a má namodralou barvu. Důležitou součástí skloviny jsou šestiboké zvápenaté hrany. Další zubní tkáň je cement, který obaluje kořen, zubní krček a v malé míře i sklovinu na krčku. Tvoří ho vláknitá kostní tkáň. Měkká zubní dřev vyplňuje především dřevnou dutinu. Je to růžová hmota, skládající se z rosolovitého vaziva. Nachází se v ní krevní cévy a síť senzitivních nervových vláken. (Dokládál, 1994, s. 11)

Závěsný aparát zubu – **parodont** (parodontium) jsou struktury, podílející se na upevnění zubu v alveolu. Má několik složek: dásně (gingiva), zubní cement, alveolární kost, spojovací epitel a periodontium, což je soubor nervů, vazivových vláken a cév. Alveolus je zubní kostěné lůžko. Periodontium je chráněno před mikrobiální flórou dutiny ústní prostřednictvím gingivodentálního uzávěru. Dásně (gingiva) je pokračováním sliznice patra, předsině a spodiny dutiny ústní. Pokrývá alveolární výběžky čelistních kostí a obklopuje krčky zubů. (Straka, 1998, s. 32; Šedý, Foltán, 2009, s. 31-39)

Lidský chrup se skládá ze čtyř druhů zubů. Jedná se o řezáky (dentes incisivi), špičáky (dentes canini), zuby třenové (dentes premolares) a stoličky (dentes molares). Má dvě generace: chrup dočasný (mléčný) a chrup stálý (permanentní). Dočasný chrup obsahuje 20 zubů. V jednom kvadrantu se nachází dva řezáky, jeden špičák a dvě stoličky. Začíná růst mezi šestým a desátým měsícem života a vývoj je ukončen ve dvou letech. Korunka mléčných zubů je širší, menší a nižší. Kořeny jsou potom špičatější a užší než jejich stálí nástupci. Stálý chrup začíná nahrazovat mléčný během šestého až sedmého roku života dítěte. Mezi patnáctým a osmnáctým rokem je dentice definitivní. Trvalý chrup je tvořen 32 zuby. V jednom kvadrantu lze najít dva řezáky, jeden špičák, dva zuby třenové a tři stoličky. (Klepáček, Mazánek, 2001, s. 35 – 37; Šedý, Foltán, 2009, s. 41 – 53)

Zuby jsou označovány prvním písmenem jejich latinského názvu a číslem. Pokud jde o zuby stálé, používají se velká písmena, u chrupu dočasného písmena malá. Číslo potom znamená pořadí daného zubu. Chrup se dělí na čtyři kvadranty pomocí dentálního kříže neboli zubního schématu. Kvadranty rozděluje rovina okluzní a rovina sagitální. Vychází se z představy, že při zaznamenávání zubů do kříže stojí pacient otočený čelem k nám. Chrup jako celek se nazývá dentice. (Kilián, 2003, s. 8; Dokládál, 1994, s. 3 – 5)

Zuby tvoří dva **zubní oblouky** (arcus dentales), a to: horní zubní oblouk (arcus dentalis superior) a dolní zubní oblouk (arcus dentalis inferior). (Šedý, Foltán, 2009, s. 13; Dokládal, 1994, s. 3)

Horní čelist (maxilla) patří mezi párové kosti. Nachází se v obličejové části lebky, kde je uložena v jejím středním a předním oddílu. Obě tyto párové kosti jsou spojeny ve střední čáře. Maxilla pomáhá utvářet tvar obličeje, patra, nosní dutiny a stěny očnice. Nese horní zubní oblouk. Horní čelist se skládá z těla (corpus maxillae) a čtyř výběžků (processus frontalis, zygomaticus, palatinus, et alveolaris). Významná část těla horní čelisti je vyplněna největšími nosními dutinami (sinus maxillaris). Na maxille visí dolní skořepa nosní (concha nasalis inferior). (Šedý, Foltán, 2009, s. 109 – 110)

Dolní čelist (mandibula) je kost nepárová a je největší kostí obličeje. Skládá se ze zahnutého těla (corpus mandibulae) a dvou ramen (rami mandibulae). Lze na ní vidět úhel (angulus mandibulae), což je místo přechodu těla v ramena. (Šedý, Foltán, 2009, s. 123)

Čelistní kloub (articulatio temporomandibularis) náleží mezi složené elipsovité klouby a zajišťuje spojení mezi nepohyblivou spánkovou kostí a pohyblivou mandibulou. Vykonává rotačně - translační pohyb. Temporomandibulární kloub obsahuje kloubní disk (discus articularis), který se nachází v kloubní štěrbině. Je tvořen vazivovou chrupavkou a je připojen k vnitřní i dolní straně kloubního pouzdra. Kloubní hlavice je tvořena hlavičkou dolní čelisti a kloubní jamka je plocha na kosti spánkové (fossa mandibularis). Čelistní kloub bývá též označován jako kraniomandibulární kloub (articulatio craniomandibularis). Je důležitý pro tvorbu řeči a významně se podílí na příjmu potravy. (Klepáček, Mazánek, 2001, s. 94; Nátek, Jirousek, Bartáková, 2000, s. 18 - 23)

1.2 Stomatognátní systém

Do stomatognátního systému člověka řadíme paranazální dutiny, svaly hlavy a krku, cévy, nervy a regionální uzlinový systém. Z hlediska našeho oboru jsou důležitou částí tohoto systému paranazální dutiny.

Paranazální dutiny neboli vedlejší dutiny nosní (sinus paranasales) jsou spojeny s dutinou nosní a tudíž podstatně zvětšují její objem. Slouží k predehřívání vdechovaného vzduchu a k tvorbě zabarvení hlasu. Patří sem sinus maxillaris, sinus frontalis, sinus ethmoidalis a sinus sphenoidalis.

- Sinus maxillaris (dutina čelistní) se nachází v těle horní čelisti. Je tvaru pyramidy a bázi tvoří boční stěna nosní. Jedná se o největší paranazální dutinu. Její objem je přibližně 25 cm³.
- Sinus frontalis (dutina čelní) je umístěna v šupině čelní kosti. Je také tvaru pyramidy. Její dolní stěna vytváří strop očníce, s dutinou nosní se spojuje prostřednictvím vývodu (ductus nasofrontalis). Objem dutiny čelní je přibližně 15cm³.
- Sinus ethmoidalis (dutiny čichové) představují nepravidelný systém osmi až dvanácti sklípků rozdílné velikosti a tvaru. Přední a střední sklípky vyúsťují do nosní dutiny ve středním průduchu, zadní sklípky ústí do horního průduchu.
- Sinus sphenoidalis (dutina kosti klínové) je uložena v těle klínové kosti. Její tvar a velikost nejsou stálé. Objem sinus sphenoidalis je přibližně 6 cm³. (Mazánek, 2004, s. 28 – 33).

2 HISTORICKÝ VÝVOJ ZOBRAZOVACÍCH METOD

O vznik rentgenového záření se zasloužil německý fyzik Wilhelm Conrad Roentgen 8. listopadu 1895, kdy experimentoval s katodovými trubicemi ve své laboratoři. Svůj objev pojmenoval paprsky X a roku 1901 za ně získal Nobelovu cenu.

Dalším významným bodem v historii radiologie byl objev výpočetní tomografie M. L. Cormackem a G. N. Hounsfieldem. Také tento vynález byl roku 1979 oceněn Nobelovou cenou. Do klinické praxe byla CT zavedena v r. 1973.

Magnetická rezonance (MR) se začala v praxi objevovat od roku 1980. Její objevitelé E. M. Purcell a F. Bloch dostali Nobelovu cenu v roce 1952. (Charvát, Markalous, 2006, s. 19 – 20)

Na počátku 20. století se v olomoucké nemocnici objevila první rentgenová (RTG) zařízení. Roku 1927 byla zavedena mozková angiografie a ve 30. letech 20. stol. uvedena do praxe tomografie. Začaly se objevovat kontrastní látky – síran barnatý (1905) a jodový olej (1922). (Nemeth, 2004, s. 20 – 21)

2.1 Vývoj dentální radiologie

Vývoj dentální radiologie je úzce spjat s vývojem oboru radiologie obecně. Na začátku roku 1896 byl proveden první zubní snímek, o který se zasloužil německý fyzik dr. Otto Walkhoff. O šest měsíců později se stal dr. C. Edmund Kells z USA prvním vlastníkem zubního rentgenového přístroje. Ve Finsku roku 1946 byla zaznamenána první práce o panoramatické tomografii. Y. V. Paatero poté zrekonstruoval první ortopantomograf, což bylo v Helsinkách roku 1959. (Forrai, 2007, s. 1 – 7)

Rentgenová diagnostika našla uplatnění v mnoha medicínských oborech včetně zubního lékařství. Na jejím rozvoji ve stomatologii u nás se podíleli odborníci, jako jsou Hořejš, Toman, Velgos, Parma a další. V padesátých letech se používala nejstarší rentgenová zařízení typu Ritter a Oralix. V letech sedmdesátých se zavedly přístroje výkonnější, které dovedly zachytit celkový panoramatický obraz obou čelistí. Počítačová tomografie, uvedená do praxe v osmdesátých letech, se stala významným přínosem pro dentální implantologii. V devadesátých letech se začaly používat přístroje umožňující trojrozměrnou rekonstrukci tkání – 3D CT, jejichž využití je významné zejména při zavádění zubních implantátů. (Nemeth, 2004, s. 20 – 21)

3 MODERNÍ ZOBRAZOVACÍ METODY

Mezi zobrazovací vyšetřovací metody patří především: skiografie (snímkování) a s ní související digitální radiografie, tomografie, výpočetní tomografie, angiografie, ultrasonografie, magnetická rezonance a metody, při nichž se využívají kontrastní látky. Všechny tyto techniky se využívají i v zubním lékařství.

3.1 Skiografie

Skiografie je metoda využívající rentgenové záření. Rentgenové záření je forma elektromagnetického vlnění, jehož vlnová délka nabývá hodnot $10^{-8} - 10^{-12}$ m. Radiodiagnostika pak využívá vlnové délky $10^{-9} - 10^{-11}$ m. Umělým zdrojem záření je rentgenka, kterou tvoří skleněná vakuová trubice s elektrodami. (Kokšal, 2010b, s. 24)

Svazek záření, vznikající v rentgence, prochází vyšetřovanou částí těla. Absorbuje se podle složení zobrazovaných tkání a dopadá na kazetu, ve které je uložen film. Na filmu se vytvoří tzv. latentní obraz, jenž je zviditelněn vyvoláním a ustálením filmu.

Rentgenový snímek je dvojrozměrný obraz trojrozměrného objektu. Podává informace o všech tkáních, kterými prošlo záření bez ohledu na pořadí, v jakém k tomu došlo – jedná se o sumační obraz. Tkáně více absorbující záření se zobrazí na snímku jako stín (zastínění) a naopak ty tkáně, které absorbují méně RTG záření, jako projasnění. Snímek je však negativ a proto jsou oblasti zastínění „světlejší“ a oblasti projasnění „tmavší“. (Svoboda, 1973, s. 33; Nekula et al., 2001, s. 12-13)

Termín „projekce“ v diagnostice znamená průmět RTG obrazu částí objektu na průmětnu. Projekce jsou pojmenovány podle dvou kritérií. První z nich je podle směru průchodu svazku záření vyšetřovanou oblastí těla a druhé pak podle orientací na těle. Vychází se z představy, že pacient je otočený směrem k nám v anatomické pozici těla. (Ort, Strnad, 1997, s. 5)

Ve většině případů se zhotovují projekce dvě: předozadní a boční. Provedení rentgenového vyšetření ve dvou projekcích je výhodné. Je poskytnuta informace o prostorovém uložení tkání a mohou být nalezeny změny, které by nebyly jen v jedné projekci patrné. Předozadní projekce (AP – anteroposterior) znamená, že svazek záření prochází objektem (pacientem) směrem z ventrální (přední) strany dorzálně (dozadu).

Výjimku tvoří snímky hrudníku a plic a snímky lebky, které jsou zhotovovány pro účely obličejové chirurgie. Projekce jmenovaných oblastí lidského těla se zhotovují jako zadopřední (PA - posteroanterior). Boční snímek znamená postavení pacienta bokem

ke kazetě s filmem. Mezi další používané projekce patří šikmá, tangenciální, axiální a dále některé speciální projekce zejména u zobrazení lebky. Do rohu každého snímku je umístěno písmeno, které značí určení pravé nebo levé strany, aby případně nemohlo dojít k omylu. (Svoboda, 1973, s. 33; Nekula et al., 2001, s. 12-13)

Filmy pro skiografii mohou být fóliové a bezfóliové. Bezfóliové filmy se zhotovují většinou v menších formátech. Jsou používány pro snímkování drobných oblastí těla, jako je např. skelet s bohatou strukturou. Největší velikost těchto filmů bývá 24 x 30 cm. Nevyužívá se zde zesilovacích fólií, a tím nám poskytují tyto filmy rentgenogramy s vysokou ostroť kresby. Nevýhodou je však menší kontrast.

Pro zobrazení objemných a větších částí těla jsou nezbytné filmy fóliové. Film je uložen mezi dvěma zesilujícími fóliemi, což jsou pomůcky, které využívají luminiscenčního efektu. Zviditelňují rentgenový obraz a zvyšují účinek záření. Ozáření pacienta je rychlejší. Nejčastější rozměry těchto filmů jsou 18 x 24, 24 x 30 a 30 x 40 cm.

Pro snímkování zubů jsou vyráběny filmy dentální. Nejpoužívanější rozměr je 3 x 4 cm nebo 2 x 3 cm. Pro zachycení čelisti jsou pak nezbytné filmy formátu 4 x 5 cm. Zubní filmy jsou opatřeny oblými rohy, aby nedošlo k poranění dutiny ústní. (Svoboda, 1973, s. 119 – 127; Steklý, 1999, s. 17)

3.2 Digitální radiografie

Jedná se o přechod od filmové radiografie k digitalizaci, při které jsou obrazy získávány v digitální podobě. Smyslem digitalizace obrazů je eliminace nepříznivých jevů konvenčních rentgenových systémů. Mezi tyto jevy se řadí např. nehomogenita procesu zobrazení, šum, neostrost, potíže s archivací, cena filmů a v neposlední řadě také ozáření pacienta větší dávkou, než jaká je skutečně nutná. (Zelinka, 2012b, s. 174, 2012a, s. 113)

Výhody digitální radiografie jsou značné: zhotovený snímek je okamžitě k dispozici a může být podroben kontrole, využití processingu a postprocessingu, snadnější a levnější archivace a možnost přesnější diagnózy lékaře. Nevýhody reprezentuje vysoká pořizovací cena těchto přístrojů. (Schuppler, 2008, s. 85)

Snímkování zubů prostřednictvím digitální radiografie se nazývá radioviziografie. Uplatňuje se u intraorálního i extraorálního snímkování. V současné době jsou nejvíce užívány dva způsoby digitalizace: výpočetní radiografie (CR – nepřímá) a digitální radiografie (DR – přímá).

Výpočetní radiografii se také říká kazetový systém. K získání obrazů slouží místo filmu světlonosné fólie s detekční vrstvou, která obsahuje fotocitlivé krystaly jodidů, chloridů nebo bromidů. Fólií projde rentgenové záření a elektrony umístěné v krystalech jsou vybuzeny. Přechází do tzv. elektronových pastí. Tímto procesem vzniká latentní obraz. Fólie jsou uloženy v kazetách, které se podobají kazetám s filmem. Exponovaná kazeta se vloží do skeneru a obraz je získán skenováním fólie vysokofrekvenčním laserem po jednotlivých bodech. Elektrony z elektronové pasti se přesunou na nižší hladinu a emitují viditelné světlo. Latentní obraz je digitalizován a přenesen do počítače, kde je upraven a archivován. Fólie je poté smazána pomocí intenzivního světla a připravena k dalšímu použití. Zpracování obrazu trvá přibližně jednu až dvě minuty. (Krejčí, 2009, s. 12; Zelinka, 2012a, s. 114)

Systém **digitální radiografie** pracuje na principu digitálních detektorů rentgenového záření, kde je obraz vytvořen maticí detektorů. Záření se převádí na elektrický náboj dvěma způsoby: nepřímým a přímým převodem.

- Nepřímý systém spočívá v konverzi RTG záření na viditelné světlo prostřednictvím scintilátoru. Fotodiodové zařízení, ve většině případů amorfnní silikon, pak dá za vznik elektrickému signálu.
- U přímé konverze se využívá k převodu energie rentgenového záření na elektrický impuls nejčastěji amorfního selenu, který má vysokou rozlišovací schopnost. Jde o selenové flat - panely, které se vyskytují nejčastěji. Elektrický signál se v digitální podobě převádí do počítače. Rychlost získání obrazu je výrazně kratší ve srovnání s výpočetní radiografií, jedná se o dvě sekundy. Také kvalita obrazu je vyšší.

Obrazy jsou ukládány v univerzálním systému Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) a poté archivovány v systému Picture Archiving and Communicating system (PACS). (Zelinka, 2012a, s. 114-115, 2012b, s. 179; Nekula et al., 2001, s. 13)

3.3 Tomografie

Tomografie se řadí mezi speciální zobrazovací metody. Je v dnešní době často nahrazována magnetickou rezoncí či výpočetní tomografií. V zubním lékařství má však tomografie stále svou nezastupitelnou roli v podobě ortopantomografie.

Jde o doplňkovou metodu, která nám dovoluje izolovaně zobrazit požadovanou vrstvu lidského těla (objektu) v RTG obraze a současně odstranit sumaci. Využívá se úmyslně

vyvolané pohybové neostrosti nezajímavých částí objektu. Za základ lze považovat pohyb dvou ze tří komponent RTG obrazu. Většinou se pohybuje film a rentgenka, jen výjimečně objekt a film.

Rychlost kyvu znamená pomalý nebo rychlý pohyb rentgenky a filmu. Nejjednodušším typem je tomografie lineární, kdy se rentgenka a film pohybují přímo, jiný případ je jejich pohyb po složitější dráze. (Svoboda, 1973, s. 418 – 421)

3.4 Výpočetní tomografie

Výpočetní tomografie (CT – computerová tomografie) je dnes standardní vyšetřovací metoda s výbornou prostorovou rozlišovací schopností a vysokým kontrastem. Využívá stejně jako konvenční rentgenové systémy rentgenové záření. Hlavní rozdíl je, že zatímco skiografie poskytuje sumační obraz, CT systémy zobrazují objekt v řezu (tomografické rovině) a jsou schopny rozlišit objekt menšího rozměru než 1 mm. Jejich výhodou je možnost zobrazení řezů tkání a následně pomocí výpočetní techniky zrekonstruování do 3D obrazu. (Schuppler, 2008, s. 95 – 96)

Jde o vyšetřovací postup, který užívá digitální zpracování dat o průchodu RTG záření ve více průmětech vyšetřovanou vrstvou. Principem je zeslabení svazku rentgenových paprsků při průchodu objektem. Získány jsou skeny – sousedící vrstvy o šířce 0,625 - 10 mm. Záření vycházející z rentgenky je pomocí clon upraveno do tvaru vějíře. Jako dokumentační médium slouží plynové nebo keramické detektory, umístěné na části kruhové výseče naproti rentgence. Detektory registrují množství dopadajícího rentgenového záření a převádějí jej na elektrický signál, který je odeslán do počítače.

Systém detektorů a rentgenka se během zhotovení jednoho řezu otáčí o 360° kolem pacienta. Expoziční čas (doba rotace) je v intervalu 0,5 – 7 vteřin, u novějších přístrojů se však zkracuje na rozmezí jedné až dvou sekund. Během jedné rotace jsou každým detektorem změřeny stovky dat (většinou 720 – 1440 měření). V systému bývá 800 – 1200 detektorů. Z poskytnutých dat se v počítači tvoří obraz vyšetřované vrstvy. V dnešní době existují výpočetní systémy, které mají více řad detektorů vedle sebe a dokáží značně zkrátit čas vyšetření, tzv. multislice CT. (Nekula et al., 2001, s. 18 – 19; Válek, 1998 s. 6 – 7)

Mezi vybavení výpočetního přístroje patří gantry (vyšetřovací tunel) s rentgenkou a detektory, polohovací vyšetřovací stůl, generátor vysokého napětí, počítačová jednotka (software a hardware) a zařízení sloužící pro dokumentaci digitálních obrazů.

Získaný obraz v digitální podobě je složen ze sítě čtverečků v dvojrozměrné podobě tzv. matici (matrixu). Velikost matice určuje množství pixelů. Nejčastější velikost matice je 512 x 512, u některých přístrojů i 1024 x 1024. Při výpočetní tomografii však není vyšetřována plocha objektu, ale jeho objem. Výsledný obraz se tedy skládá z krychlí. Nejmenší jednotka objemu se nazývá voxel a jeho velikost je závislá na tloušťce vrstvy a velikosti matice. Denzita označuje míru oslabení rentgenového záření v jednotlivých bodech vyšetřovaného objektu a udává se v tzv. Hounsfieldových jednotkách. (Válek, 1998, s. 7 – 8)

Při CT vyšetření se jako první zhotoví topogram (plánovací sken) vyšetřované oblasti těla, kdy nedochází k pohybu rentgenky ani detektorů. Pohyblivý stůl s pacientem pouze projede vyšetřovacím tunelem. Na snímku, který je tímto získán, se naplánuje rozsah vyšetření. Vlastní vyšetření se provádí konvenční nebo spirální technikou. Vrstvové obrazy jsou poskytovány v transverzální (axiální) rovině.

- U **konvenční techniky** jsou jednotlivé vrstvy zhotovovány postupně a pohyblivý stůl s pacientem se posune o předem zvolenou vzdálenost.
- **Spirální (heliakální) CT vyšetření** probíhá tak, že rentgenka s detektory kontinuálně rotuje a pacient pomalým pohybem projíždí vyšetřovacím tunelem. Výhodou je zkrácení doby vyšetření a jistota, že bude zachycen celý objem vyšetřované oblasti.

Vyšetření výpočetní tomografií může být provedeno nativně nebo s použitím kontrastní látky. Obvykle trvá pět až třicet minut.

Indikací k výpočetní tomografii je mnoho a týkají se všech oblastí těla. Mezi nejčastější patří potvrzení maligních ložisek a stážování. Akutní výpočetní tomografie se využívá především u polytraumat, cévní mozkové příhody k vyloučení krvácení, traumat páteře a lebky a u poranění hrudníku a břicha. Absolutní kontraindikace u CT nejsou, relativní kontraindikací je těhotenství. (Krejčí, 2009, s. 18 – 21; Nekula et al., 2001, s. 18 – 22)

CT vyšetření ve stomatologii je využíváno:

- u vývojových vad obličeje, zubů a čelistí
- u třídimenzionálních rekonstrukcí obličejové kostry
- v obličejové onkologii a traumatologii (spodina lební)
- v orální chirurgii (faciální zlomeniny, hodnocení čelistního kloubu)
- pro hodnocení kvality alveolární kosti
- v dentální implantologii

- v diagnostice retinovaných zubů, zánětlivých onemocnění, u nádorů ve faryngeální a retromaxillární oblasti
- v ortodoncii. (Krejčí, 2009, s. 21; Šimůnek, Kopecká, 1998, s. 16)

3.5 Angiografie

Angiografie v užším slova smyslu je invazivní metoda, kterou provází aplikace kontrastní látky (KL) do lumina cévy a následné zobrazení pomocí některé vyšetřovací metody. Prostřednictvím angiografického zařízení se kontroluje zavádění katetrů a vodičů do požadované oblasti. Snímkování je možné v několika projekcích. Součástí komplementu je pohyblivé C-rameno a vyšetřovací stůl (plovoucí deska). K aplikaci KL slouží tlaková stříkačka. Angiografie se může provádět konvenčně, kdy je snímkováno na RTG filmy většího formátu. Ty se velkou rychlostí mění v tzv. měničích. Moderním a často využívaným způsobem je digitální substrakční angiografie (DSA), při které se katetrizace provádí Seldingerovou technikou. Zde klasické snímkování nahrazuje digitální záznam obrazu. Subtrahované angiogramy jsou poskytovány už během vyšetření. Princip spočívá v počítačové substrakci (odečtení) obrazů před a po aplikaci KL, čímž dojde k eliminaci struktur viditelných na nativním obraze (zejména skeletu). Před aplikací kontrastní látky je vložen do obrazové paměti nativní obraz, který je poté promítnut na obraz po nástřiku KL. Zobrazí se jen cévy naplněné kontrastní látkou. Při digitální substrakční angiografii se používá menší množství kontrastní látky. Výhodou je i výrazně lepší zobrazení cév překrytých skeletem. DSA je užívaná zejména u aneurysmat, cévnatých nádorů, stenóz velkých cév a při kontrolách po terapeutických výkonech. (Charvát, Markalous, 2006, s. 37; Nekula et al., 2001, s. 15 - 16)

Konvenční i digitální substrakční angiografie slouží zpravidla k diagnostice onemocnění tepen a žil. Na angiografických pracovištích se provádí i výkony intervenční radiologie. Kontraindikacemi DSA jsou poruchy hemokoagulace, porucha funkce ledvin a KI související s podáním kontrastní látky. (Charvát, Markalous, 2006, s. 37)

Angiografie v zubním lékařství podává informaci zejména o arteria carotis externa a je využívána u onkologických onemocnění a cévních dysplázií. (Krejčí, 2009, s. 16)

3.6 Ultrasonografie

Ultrasonografie (ultrazvuk, sonografie) je levná, neinvazivní a dostupná zobrazovací vyšetřovací metoda založená na odrazech ultrazvukových vln od struktur s různou akustickou impedancí. Pod pojmem ultrazvuk (UZ) si lze představit zvukové vlnění (mechanické kmity

prostředí, vibrace částic) o frekvenci vyšší než 20 kHz, kdy zdrojem těchto vln jsou samotné molekuly prostředí. Ultrazvukové vlnění se při průchodu hmotou absorbuje, odráží a rozptyluje. Diagnostický UZ využívá frekvence 2 – 15 MHz. Před vyšetřením je nanesen na kůži kontaktní gel, aby došlo k eliminaci vrstvy vzduchu mezi kůží a sondou. (Charvát, Markalous, 2006, s. 38)

Zdrojem UZ jsou látky (krystaly) s piezoelektrickými vlastnostmi. Ty, když na ně působí střídavý proud, deformují svůj tvar. K registraci ech je využíván opačný princip a intenzita odrazů podává informaci o velikosti rozdílu rozhraní struktur. Piezoelektrické krystaly se nacházejí v sondách. Sondy jsou nejčastěji lineární, konvexní a sektorové a liší se vysílanou frekvencí. Pro studium povrchově uložených struktur a tkání se používá frekvencí 5 – 15 MHz, pro hlubší struktury 2 - 5 MHz. Endosonografie užívá speciální sondy, které se zavádí do lumina orgánu.

Využití ultrazvuku je mnohostranné: porodnictví, vyšetřování parenchymatózních orgánů a měkkých tkání, v oblasti břicha a pánve, sledování pleurálních výpotků, řízení drenáží tekutinových kolekcí a diagnostických punkcí. (Krejčí, 2009, s. 16 – 18)

Dále se tato metoda uplatňuje v diagnostice onemocnění lymfatických uzlin a slinných žláz. Výhodou je, že umožňuje zobrazit celou slinnou žlázu včetně vývodů a parenchymu. Sektorové sondy s frekvencí 7,5 MHz disponují vysokou rozlišovací schopností a umožňují zachycení měkkých tkání hlavy a krku. Dokáží dobře posoudit zvětšení, strukturu a morfologii žlázy včetně vztahu k okolním tkáním. V případě potřeby se doplní ultrazvukem kontrolovaná aspirační punkce tenkou jehlou. Vyšetření bývá indikováno při zánětech, úrazech, konkrementech, nádorech a cystách. (Charvát, Markalous, 2006, s. 40; Krejčí, 2009, s. 18)

V zubním lékařství slouží k UZ vyšetření nízkofrekvenční ultrazvukové přístroje. První obor, kde se UZ objevil, byla parodontologie (věda zabývající se závěsným aparátem zubu). Zde slouží k odstranění zubního kamene a zubního plaku, ošetření parodontu a ke kondenzaci výplní. Využití má i v endodoncii (věda zabývající se zubní dření a zubními kořeny) při výplachu a plnění kořenového kanálku a preparaci kavit. Významnou roli hraje také v ústní a čelistní chirurgii. (Roubalíková et al., 2008, s. 21 – 25; Black in Roubalíková, 2006, s. 25- 31; Bereš, 2001, s. 28)

3.7 Magnetická rezonance

Magnetická rezonance (MR) je neionizující diagnostická metoda, poskytující vyšetření ve třech rovinách. Její předností je možnost podrobnějšího zobrazení měkkých oblastí těla a cév mozku bez aplikace KL. (Hubálková et al., 2007, s. 43; Nekula, Chmelová, 2007, s. 7)

MR využívá zpravidla protonů vodíku obsažené v lidském těle. Jsou to částice s kladným nábojem, které rotují kolem své osy. Protony s rotací (spinem) vytvářejí slabé magnetické pole. Při umístění vyšetřované tkáně do zevního silného magnetického pole se spiny protonů srovnají do určitého směru. Za této situace protony vykonávají i druhý pohyb zvaný precese. Jde o rotaci po plášti pomyslného kužele. Jestliže je nyní vyslán radiofrekvenční puls o frekvenci, která se shoduje s frekvencí precese protonu, dojde k synchronizaci precese protonů a vychýlení magnetického momentu z původního směru o daný úhel. Po skončení pulzu se protony vrátí do původního stavu. Signál, který se tímto procesem získá, je zaznamenán. Pulzy jsou opakovány pravidelně mezi relaxacemi a tato série pulzů se nazývá sekvence. Aby byl získán co nej kvalitnější obraz, cívka by měla být uložena co nejbližší k vyšetřované části těla. (Charvát, Markalous, 2006, s. 32 - 33)

Přístroje pro magnetickou rezonanci se dělí podle síly magnetického pole na velmi nízké (pod 0,2 T), nízké, střední a vyšší (1 – 4 T). Nejčastěji se používají přístroje 1,5 T, které dovolují všechny druhy vyšetření. Cívky mohou být buď permanentně zabudované v gantry přístroje, nebo povrchové, které jsou tvarované a přikládají se k vyšetřovaným oblastem těla. (Nekula, Chmelová, 2007, s. 20 – 23)

Indikace magnetické rezonance jsou podobné indikacím ve výpočetní tomografii. MR je metoda často využívaná v neuroradiologii (onemocnění mozku, páteře a míchy) a při poruchách muskuloskeletálního systému, neboť dovede poskytnout informace o všech jeho součástech. Dále se jedná o stážování a potvrzení přítomnosti ložiskových lézí. Mezi relativní kontraindikace patří klaustrofobie a přítomnost kovových předmětů v těle pacienta. Absolutní kontraindikace reprezentuje zavedený kardiostimulátor, který není kompatibilní s MR vyšetřováním. (Nekula et al., 2001, s. 25)

Kvalita výsledků MR může být ovlivněna kovovými materiály umístěnými na obličeji a v dutině ústní, kdy se tyto artefakty obrazu často projeví jako výpadek signálu nebo lem kolem předmětu. Velký význam této metody je např. u obličejových deformit a mezičelistních anomálií. (Hubálková, 2005, s. 28 – 33)

Výhody magnetické rezonance se využívají také v diagnostice čelistního kloubu, kdy jsou dokonale zobrazeny měkké části. Magnetická rezonance se v tomto případě uplatňuje

v diagnostice polohy a stavu kloubního disku. K vyšetření se užívají dvě povrchové cívky. Obrazy jsou poskytnuty v šikmé sagitální a šikmé koronální rovině. MR se uplatňuje i v diagnostice měkkých tkání orofaciální oblasti (nádory epifaryngu a jazyka).

Neinvazivní zobrazení vývodů slinných žláz poskytuje MR sialografie. Chirurgie maxillofaciální oblasti využívá magnetické rezonance u nemocných s vrozenými anomáliemi, novotvary a poúrazovými stavy. (Krejčí, 2009, s. 24; Hubálková, 2007, s. 43)

3.8 Metody využívající kontrastních látek ve stomatologii

V zubním lékařství se lze setkat s těmito metodami: sialografie, antrografie, cystografie, artrografie a fistulografie. V současnosti jsou tato vyšetření nahrazována spíše ultrasonografií apod.

Při **sialografii** se jedná o plnění vývodů slinných žláz pozitivní kontrastní látkou. Metoda je indikována při onemocnění slinných žláz, jako jsou chronické záněty, benigní i maligní ložiska, regresivní změny. Mezi kontraindikace patří alergie na jód, vážný celkový stav vyšetřovaného, čerstvé poranění parenchymu slinné žlázy a akutní zánět. Při tomto vyšetření se nejdříve zavede speciální kanyla do vývodu žlázy a následuje aplikace vodné nebo olejové KL. Její množství je v případě podčelistní žlázy 0,5 až 1,5 ml a u příušní žlázy 1 až 2 ml. Poté jsou provedeny snímky ve dvou projekcích na sebe kolmých. Po vyjmutí kanyly se snímky opakují. Zdravá žláza vyloučí KL do půl hodiny. Tím, že dojde k opětovnému zhotovení snímků, lze posoudit i její funkci. MR sialografie je speciální vyšetření, které poskytuje zobrazení vývodů slinných žláz neinvazivním způsobem. (Krejčí, 2009, s. 25)

Antrografie (maxillografie) je metoda založená na plnění čelistní dutiny kontrastní látkou. Po aplikaci se provede boční nebo semiaxiální snímek lebky. Patologický útvar se zobrazí ve výplni jako defekt. Indikuje se v diagnostice píštělí, cyst a tumorů.

U **cystografie** se jedná o RTG kontrastní vyšetření cysty. Prostřednictvím jedné nebo dvou jehel se vypláchne její obsah a poté je lumen vyplněno olejovou KL. Nakonec se zhotoví snímek ve vhodné projekci, na němž se zobrazí kulovitý stín cysty. (Houba, 1999, s. 52)

Starší metodou, která je v současnosti nahrazována vyšetřením MR je **artrografie**. Provádí se tak, že se do horní části čelistního kloubu aplikuje vodná KL.

Fistulografie nám umožňuje zobrazit průběh píštěle, jež je naplněna vodnou jodovou kontrastní látkou. Na snímku v žádané projekci lze vidět sytý tenký stín, který vede k projasnění. V současné době ji nahrazuje ultrasonografie. (Dostálová, Seydlová, 2008, 34)

4 RENTGENOVÉ FILMY A DIGITÁLNÍ ZOBRAZOVACÍ SYSTÉMY V ZUBNÍM LÉKAŘSTVÍ

V zubním lékařství se používají zpravidla dva druhy filmů. V prvním případě jde o filmy zubní, které slouží k intraorálnímu snímkování. Druhou skupinou jsou filmy extraorální. Ty se uplatňují při ortopantomografii, telerentgenografii a při zhotovení projekcí na výkonných přístrojích. Radioviziografie je ve stomatologii název pro snímkování pomocí digitální radiografie. Digitalizace se dělí na přímou (digitální senzory) a nepřímou (paměťové fólie).

4.1 Intraorální zubní rentgenové filmy

Zubní filmy jsou určené pro snímkování jednotlivých zubů. Jedná se o filmy bezfóliové. Vyrábí se z plastového nehořlavého transparentního materiálu, jenž je z obou stran potažen fotografickou emulzí. Tato emulze je tvořena ve většině případů suspenzí bromidu stříbrného na želatinové bázi. Velikost krystalů bromidu stříbrného a síla emulze určují, jak je film citlivý. Dentální filmy se řadí k filmům vysoce citlivým. (Navrátil, Rosina, 2005, s. 482)

Film je vložen do dvojitého obalu a tím je uschován před vlhkem a světlem. Rohy obalu musí být zaoblené, aby nedošlo k poranění měkkých částí v dutině ústní vyšetřovaného. Obě strany filmu jsou chráněny vrstvou papíru černé barvy. Strana odvrácená při expozici od rentgenky je opatřena olovenou fólií, která umožňuje zlepšení kvality obrazu, zkrácení expozice a ochranu filmu před sekundárním rentgenovým zářením. Z tohoto důvodu je na filmu vždy označena rubová strana. Aby bylo po expozici možné rozlišit snímek stranově, je na filmech důlek v jednom z rohů.

K dispozici je několik velikostí filmů dle výrobce a použití. Filmy pro marginální a apikální projekci: 3 x 4 cm a 2 x 3 cm (pedostomatologie, frontální úsek), filmy pro okluzní projekci: 6 x 8 cm a 5,5 x 7 cm, filmy pro bitewing techniku: 3 x 3 cm, 2 x 3,5 cm a 3 x 5 cm. Z uvedeného vyplývá, že nejčastějším formátem dentálních filmů je rozměr 3 x 4 cm. (Dostálová, Seydlová, 2008, s. 39)

U intraorálních filmů je ke kontrole kvality zobrazení používán **zubní fantom**. Zubní fantom má podobu stupňovitého klínu a jeho úkol je optimalizace expoziční doby s výsledkem co nejvyššího snímku. Je vyroben z čistého hliníku a měl by mít alespoň 7 stupňů. Síla středního stupně klínu je 6 mmAl. (Kodl et al., 2007, s. 46)

Zubní fantom po vyobrazení na intraorální film vytváří škálu stupňů šedi. K fantomu je vždy poskytnut optimální referenční snímek. Exponovaný snímek pomocí fantomu se srovnává s referenčním snímkem. Mezi porovnávané parametry patří zejména kontrast a optická hustota. Tímto způsobem lze sledovat vyčerpanost vývojky, potvrzovat nebo vyvracet správnou funkci zubního rentgenového přístroje, regulovat optimální expozici a pravidelně realizovat kontrolu zpracování filmu. (Steklý, 1999, s. 23)

4.2 Extraorální rentgenové filmy

Extraorální rentgenové filmy jsou filmy využívající vlastností zesilovacích fólií. Jde tedy o fóliové rentgenové filmy. Filmy užívané na zubních RTG přístrojích jsou zpravidla formátu 13 x 18 cm, filmy pro panoramatické přístroje 15 x 30 cm a filmy pro kefalometrii 18 x 24 cm. Rozměr 24 x 30 cm slouží k extraorálním projekcím na výkonnějších přístrojích. (Dostálová, Seydlová, 2008, s. 39; Mazánek, Urban, 2003, s. 89)

Základem **zpracování všech exponovaných filmů** je vyvolání. Soli stříbra, na které dopadlo rentgenové záření, jsou přeměněny na kovové stříbro. To způsobuje šedočerné zabarvení obrazu. Po vyvolání je potřeba film ještě ustálit, kdy se z emulze vyřadí stříbrné soli, které nebyly postihnuty rentgenovým zářením. Dochází k vytvrzení emulze. Snímky se mohou vyvolávat třemi způsoby. Jedná se o ruční vyvolávání v temné komoře, které se dá zaměnit za ruční vyvolávací komoru. Posledním způsobem jsou zubní vyvolávací automaty.

- Ruční vyvolávání probíhá za přítomnosti vývojky a ustalovače.
- Ruční vyvolávací komora může být součástí ordinace. Je to box opatřen otvory se speciálními světlotěsnými rukavicemi, do nichž se vsunují ruce. Postup je podobný postupu v temné komoře.
- Posledním způsobem vyvolávání jsou dentální vyvolávací přístroje. (Kodl et al., 2007, s. 44 – 45; Dostálová, Seydlová, 2008, s. 39)

4.3 Digitální zobrazovací systémy

V zubním lékařství je metoda snímkování pomocí digitální radiografie nazývána radioviziografie. Je užívána při intraorálním i extraorálním snímkování. Jsou známy dva způsoby digitalizace obrazů: prostřednictvím digitálního senzoru a pomocí paměťové fólie. Oba dva systémy umožňují vysoce kvalitní snímky. Podstatným rozdílem je však proces získání snímků a doba potřebná na manipulaci.

Digitální senzory (snímače) pracují na principu přímé digitalizace. Snímek je zaznamenán polovodičovým prvkem, převeden kabelem do elektroniky a dále do počítače. Polovodičové prvky obsažené v senzorech umožňují zachytit rentgenové paprsky, převést je na elektrické signály ve formě zakódované informace a dále na data v digitální podobě. Digitalizované obrazy se přenesou do počítače a dále upravují, zpracovávají a archivují. Snímače jsou mnohem citlivější než filmový materiál a proto je snížena radiační zátěž vyšetřovaných i personálu.

Digitální senzory se vyrábí ve dvou typech: charge coupled device (CCD) senzory a complementary metal-oxid semiconductor (CMOS) senzory. CCD snímače jsou opatřeny scintilační vrstvou, která jakmile na ni dopadne rentgenové záření, se aktivuje a vyprodukuje světlo v množství odpovídajícím intenzitě záření. Světlo je dále registrováno CCD čipy a upraveno na elektrický signál. Ten je nakonec převeden do počítače. Výhody digitálních senzorů reprezentuje dlouhá životnost a odolnost, vysoká kvalita snímku a okamžitý proces. (Krejčí, 2009, s. 12 – 14)

Paměťové fólie jsou založené na principu nepřímé digitalizace. Latentní obraz je zaznamenán paměťovou fólií a přečten prostřednictvím laserového paprsku ve speciálním skeneru. Poté je přenesen do počítače. Paměťové fólie mají životnost v řádu tisíců expozic. Mezi výhody patří mimo jiné ohebnost a bezdrátové užívání.

Paměťové fólie i digitální senzory jsou vyráběny v různých velikostech. Senzory jsou zhotovovány v několika rozměrech podle anatomie pacienta, věku, nebo podle potřeb expozice. Předpokladem pro bezproblémové a kvalitní užívání digitálního systému je kvalitní monitor a softwarová výbava. Mezi hlavní přednosti patří minimální radiační zátěž vyšetřovaného, maximální pohodlí, zjednodušení spolupráce a komunikace lékaře a pacienta, velká časová úspora a možnost upravovat snímky. (Kokšal, 2010c, s. 22 – 33)

5 RENTGENOVÉ PŘÍSTROJE V ZUBNÍM LÉKAŘSTVÍ

Rentgenový přístroj lze dnes najít téměř v každé zubní ordinaci. Všechny typy přístrojů musí být schváleny Státním úřadem pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Před uvedením do provozu je provedena tzv. přejímací zkouška, kterou provádí akreditovaný pracovník. Po určité době od instalace jsou přístroje podrobovány dalším periodickým zkouškám a kontrolám, mezi které patří test provozní stálosti a zkouška dlouhodobé stability. Dentální rentgenové přístroje by měly splňovat tyto parametry: jednoduchost, snadná ovladatelnost, dostatečná výkonnost a malé rozměry. (Mazánek, Urban, 2003, s. 86; Steklý, 1999, s. 9)

Dentální rentgenové přístroje se od běžných rentgenových přístrojů liší svou konstrukcí. Příčinou jsou anatomické zvláštnosti zubních tkání.

Intraorální rentgenové přístroje poskytují snímky jednotlivých zubů. Pro zobrazení kompletně celého chrupu, celých čelistí a jejich přilehlých částí slouží panoramatické rentgenové přístroje, tzv. ortopantomografické (OPG) přístroje. Snímkování pomocí těchto speciálních zařízení se provádí při akutním problému nebo v rámci preventivní prohlídky u dospělých. U dětí je spíše výjimkou, využívá se například pro potřeby ortodoncie. (Horníčková, 2009, s. 57 – 58)

Další skupinu přístrojů reprezentují dentální CT přístroje a panoramatické rentgeny s možností 3D skenování. Mezi novinky patří skenování prostřednictvím Cone Beam CT (CB CT), které umožňuje zobrazení orofaciální oblasti. Výsledkem je přehledná prostorová rekonstrukce v podobě 3D modelu. (Filipi, 2010, s. 69 - 72)

Mezi zubní rentgenové přístroje se řadí také klasické přístroje poskytující konvenční snímky celé lebky a přístroje pro tomografii, které jsou v současnosti zpravidla nahrazeny počítačovým tomografem. Využití nachází i panorámní radiografy s panoramatickou zvětšovací technikou. (Steklý, 1999, s. 9 – 16)

Neopomenutelnou součástí rentgenových zařízení jsou také pomocné prostředky. Zejména se jedná o pomůcky, které přispívají ke kvalitě výsledných snímků a snižují radiační zátěž pacienta. Do pomocných prostředků se řadí např. sedačky s libovolným nastavením výšky a opěrky pro možnost opření hlavy, které dovolují eliminovat pohyby pacienta během expozice. Držiče snímků napomáhají správnému zaměření a úhlu dopadu svazku paprsků na plochu snímku. (Houba et al., 1999, s. 16)

5.1 Intraorální rentgenové přístroje

Intraorální rentgenové přístroje jsou nejrozšířenější skupinou přístrojů v zubních ordinacích. Jsou umístěny na stacionárním sloupu, pohyblivé základně nebo stěně ordinace. Nejlepším řešením je snímkování pacientů přímo na křesle. (Kokšal, 2010a, s. 24 – 25)

Tato dentální zařízení slouží ke zhotovení snímků jednotlivých zubů, skupin zubů s částí alveolárního výběžku a v některých případech i dolní čelisti. Mezi indikace však patří i zobrazení měkkých tkání v případě určení polohy slinného kamene nebo cizího předmětu. (Steklý, 1999, s. 11)

Ve většině případů jde o jednopulsové komorové zařízení. K získání snímků se využívá bezfóliový film, paměťové fólie nebo digitální senzor. Rentgenové záření vzniká v rentgence. Jeho vlnová délka je v rozmezí 10 – 0,1 nm. Rentgenka je válcovitá trubice malých rozměrů (7 x 3 cm). Nachází se spolu s transformátorem v hlavě přístroje a obsahuje dvě wolframové elektrody – kladnou anodu a zápornou katodu. Jestliže dojde k zapojení vysokého napětí mezi elektrodami, elektrony se začnou pohybovat vysokou rychlostí a jsou přitahovány k anodě. Dopadem proudu elektronů na anodové ohnisko vzniká velké množství tepla (99 %) a rentgenové záření (1 %). Dopadem elektronů je anoda zahřívána a je nutné chlazení. U těchto přístrojů se užívá olejové chlazení ve formě olejového krytu kolem rentgenky. (Svoboda, 1984, s. 102 – 103)

Rentgenka je uložena v pevném krytu, který ji chrání před poškozením. Na přední straně krytu se nachází výstupní okénko, tím vychází svazek záření. Směrník neboli tubus značí směr paprsků a slouží k zajištění vzdálenosti ohniska a objektu (zpravidla 20 cm nebo 30 cm). V tubusu je umístěn filtr z hliníku o tloušťce 3 mm, jenž vychytává měkké škodlivé RTG záření. Proto je vzdálenost ohnisko – film jen 12 až 15 cm. Součástí přístroje je i primární clona, uložená před tubusem. (Dostálová, Seydlová, 2008, s. 35)

Závěs, na němž je uchycena rentgenka, má dva klouby. Tato konstrukce dovoluje její nastavení ve vhodném směru a výšce. Součástí hlavy přístroje je i úhloměr, jenž určuje sklon směru svazku záření k horizontální rovině. Podpěrná ramena krytu rentgenky jsou přidružena ke spodní základně rentgenového přístroje. Jsou opatřena vyvažovacím mechanismem. Přístroj se napojí do zásuvky elektrického proudu daného napětí, zapne se hlavní spínač a tím je přichystán k provozu. Ovladačem se poté přivede do chodu. Napětí užívané u zubních rentgenů je v rozhraní 50 – 75 kV při proudu 8 – 20 mA. V některých případech se doba expozice a parametry napětí regulují pomocí ovladače, někdy už jsou kritéria snímkování přednastavena a není možné je změnit. U modernějších přístrojů se expoziční čas pohybuje

do tří sekund a zabezpečuje jej časový spínač. Kvalita filmu, sktruktura snímkové části, výkonnost přístroje a vzdálenost objektu od zdroje záření určují expoziční dobu. Moment expozice je oznamován opticky i akusticky. (Krejčí, 2009, s. 27; Steklý, 1999, s. 9 – 10)

Pro poskytnutí přesných rentgenových snímků je velmi podstatné stabilní a přesné polohování rentgenky. Svazek záření musí být směřován přímo proti filmu nebo senzoru. Při dodržení těchto podmínek je radiační zátěž pacienta co nejmenší. Dnešní moderní zubní přístroje umožňují nastavení expozičních parametrů (expoziční čas, anodový proud a anodové napětí) pro dosažení ostrých a kvalitních snímků. Jelikož jednotlivé tkáně pohlcují záření rozdílně, není jednoduché optimálně nastavit hodnoty pro všechny části snímku.

U intraorálních rentgenových přístrojů se lze setkat se dvěma typy generátorů. Starší přístroje disponují nízkofrekvenčním generátorem, který však není vždy schopen zajistit stabilní anodové napětí rentgenky po dobu nastaveného expozičního času. Druhým typem je vysokofrekvenční generátor, který je součástí moderních přístrojů. Ten umožňuje poskytnout vysoce kvalitní snímky při krátkém expozičním čase. Radiační zátěž pacienta se tímto snižuje na minimum. (Kokšal, 2010b, s. 24 – 25)

V posledních šesti letech nachází v České republice uplatnění přenosné intraorální rentgenové přístroje. V roce 2009 Státní úřad pro jadernou bezpečnost určil podmínky pro uplatnění těchto přístrojů. Žadatel musí udat důvod, proč tento typ přístroje potřebuje. Uznané jsou důvody jako nemožnost instalace stacionárního RTG přístroje a používání přístroje na více místech, kde lékař pracuje. Musí být prokázána bezpečnost zdroje a zároveň nesmí dojít k poklesu úrovně radiační ochrany. Přístroj musí dále obsahovat držák senzoru. I přenosné intraorální rentgeny musí být podrobeny přejímací zkoušce a zkoušce dlouhodobé stability. (Mikušová, 2010, s. 30 – 31)

5.2 Panorální radiografie

Přístroje pracují na základě konvenčních rentgenových principů. Tato snímková metoda využívající panorálních radiografií se nazývá také panoramatická zvětšovací technika. Pacient se umístí mezi zdroj záření (tubus) a kazetu s filmem. Během snímkování jsou tyto dva komponenty stacionární, přičemž tubus je uložen intraorálně a film extraorálně. Tkáně, kterými prošlo rentgenové záření, se ve výsledném obraze znázorní jako stíny. (Černochová, 2006, s. 35)

Na jeden panoramatický film je zachycen obraz části horní nebo dolní čelisti a zubních oblouků. Výsledkem je zvětšení obrazu 2 – 2,5 x. Nezbytnou součástí přístroje je rentgenka

a její pracovní zakončení je umístěno ve zvláštním pouzdře. Při snímkování je konec rentgenky vkládán do úst. Svazek záření vznikající v rentgence prostupuje z dutiny ústní skrz tkáň směrem ke kazetě, ve které je uložen film. Rozbíhavost svazku paprsků je minimální. Kazeta musí být pružná a při snímkování je přikládána na zevní stranu tváře k dolní nebo horní čelisti pomocí fixačních pruhů. Pozice filmu je různá a závisí na tom, zda se snímkuje horní nebo dolní čelist. Přístroje disponují specifickými rentgenkami, kde je anoda umístěna ke konci jejího ramene. Žhavení katody není přímé. Intenzita přístroje je 0,5 mA, napětí se pohybuje v rozmezí 50 – 70 kV. (Navrátil, Rosina, 2005, s. 478 – 479)

Zařízení slouží k diagnostice onemocnění závěsného aparátu zubů, k potvrzení nebo vyvrácení přítomnosti granulomů, folikulárních cyst nebo ke zjištění lokalizace neprořezaných zubů. (Vaško, 1994, s. 18)

Mezi výhody panorámních radiografií patří jednoduchá ovladatelnost a snadná přemístitelnost. Za krátkou dobu je možno vyšetřit velký počet pacientů.

Nevýhody reprezentuje fakt, že zobrazení premolárů a molárů (distálních zubů) na obou stranách není ostré, stejně jako zachycení zubů v excentrické (šikmé) projekci. Dávka záření je podobná jako u ostatních zubních přístrojů. (Steklý, 1999, s. 11 – 12)

5.3 Free focus radiography

Tato technika je obměnou panorámní radiografie. Anoda rentgenky je vložena do dutiny ústní a je libovolně polohovatelná. Jejím otočením o 90° a eventuálně i posunutím je možné získat snímek jedné poloviny horní i dolní čelisti (= jednostranná technika dle Durner – Meyera). Film se před expozicí přiloží k vyšetřované polovině obličeje. Výsledný obraz je podobný polovině OPG snímku a je při okrajích zkreslený z důvodu šikmého dopadu rentgenového záření na film.

Mezi přednosti free focus radiography patří krátký expoziční čas, ostrost snímku, kvalitní zobrazení středního úseku čelisti a menší dávka záření. Nevýhody reprezentuje vyšší povrchová dávka rentgenového záření na sliznici jazyka a patra a dále neostrost obrazu v postranních částech chrupu.

Tímto způsobem je možno zobrazit polovinu horního a polovinu dolního dentálního oblouku včetně přilehlé části čelisti. (Houba et al., 1999, s. 44; Navrátil, Rosina, 2005, s. 479)

5.4 Panoramatické rentgenové přístroje

Panoramatické rentgenové přístroje (ortopantomografy) dovolují zachytit celý chrup najednou. Na snímku lze vidět horní i dolní čelist, temporomandibulární klouby, čelistní dutiny a část dutiny nosní. Tato technika snímkování poskytuje souhrnnou informaci o kvalitě chrupu a alveolární kosti na jednom snímku, což je jistě značná výhoda této metody. (Svoboda, 1984, s. 104 – 105)

Snímky jsou většinou velikosti 15 x 30 cm. Základem je kombinace translačního a rotačního pohybu filmu a rentgenky a dále užití dvou excentrických a jedné koncentrické roviny. K vyclonění primárního svazku slouží kolimátor ve tvaru štěrbin. K eliminaci pohybu hlavy pacienta se používá fixační zařízení - kefalostat. Při snímkování rentgenka rotuje za hlavou vyšetřovaného po parabolické dráze, která opisuje tvar dentálního oblouku. Proti směru zdroje záření se zároveň pohybuje film. Touto metodou jsou postupně zobrazovány části objektu na film. Pohybová neostrost způsobuje nezobrazení okolních předmětů. Přístroje jsou vyráběny ve dvou variantách: filmové a digitální. V dnešní době je možné filmové přístroje digitalizovat. (Chudáček, 1995, s. 153; Krejčí, 2009, s. 34 – 35)

Panoramatické RTG přístroje se podle použité metody dělí na jednomotorové, multimotorové a multifokální.

- V případě využití **jednomotorového přístroje** se uskutečňuje snímání dentálního oblouku po elipsovitě dráze v jediné ose, s variantou posunutí polohy osy. V tomto případě nelze dospět k ostrému snímku po celé délce oblouku zubů. Jednomotorové přístroje dovolují jen základní nastavení - zaostření pouze na frontální nebo distální úsek, ostatní části snímku jsou neostře. Výsledné zobrazení je rozostřené a postiženo tvarovou deformací v distální části oblouku. Proto není u takto zhotovených snímků diagnostická hodnota uspokojivá.
- **Multimotorové přístroje** umožňují snímání v několika osách a variantu úpravy jejich trajektorie. Vykazují plné přizpůsobení morfologii vyšetřované oblasti a disponují zpravidla dvěma až třemi motory. V nabídce je více programů snímání podle zakřivení dentálního oblouku včetně možnosti provést příčné nebo podélné řezy. Diagnostická hodnota snímků je uspokojivější, v některých případech se však i tyto snímky považují za orientační kvůli neúplné ostrosti.
- Speciální skupinou jsou **rentgeny multifokální**, které jsou oproti předchozím dvěma typům přístrojů odlišné ve způsobu získávání a zpracovávání obrazových dat. Je zde

využíváno více fokálních vrstev. Ty během snímání přístroje poskytnou větší počet snímků. Každý snímek je zaostřen v různé fokální rovině. Tímto způsobem je po segmentech zobrazena celá čelist. Přístroje disponují speciálními senzory. Ty umožňují rozšíření pole hloubky ostroty. Z tohoto důvodu je vždy minimálně jeden snímek určitého segmentu naprosto ostrý, jelikož prostupuje středovou osou dentálního oblouku. Složitý softwarový systém přístroje poté vyhodnotí nejkvalitnější snímky ze všech segmentů a vytvoří dokonale ostrý panoramatický obraz. Radiační dávka je stejná jako u běžných přístrojů. Výhodou multifokálních přístrojů je časová nenáročnost. (Kokšal, 2010d, s. 21 - 23)

V nabídce jsou přístroje běžné a přístroje umožňující více technologií. Jde zejména o panoramatické rentgeny s cefalostatem (zařízením, umožňující snímek lebky v několika projekcích a snímek řezu dutinami), přístroje umožňující CT analýzu, CB CT a třídímenzionální snímkování. Technické parametry přístrojů určují výslednou kvalitu ortopantomogramů. Mezi tyto parametry se řadí velikost ohniska (kolem 0,5 mm), anodové napětí (55 až 85 kV), anodový proud (2 až 16 mA), počet motorů (1 až 5) a množství projekcí (3 až 22). Mezi výhody panoramatických rentgenových přístrojů patří krátká doba expozice, relativně malá radiační zátěž a jednoduchost vyšetření. (Navrátil, Rosina, 2005, s. 479 – 480; Kokšal, 2010e, s. 30 – 33)

5.5 Cone Beam výpočetní tomografie

Hojně užívanou metodou zejména v zubním lékařství je tzv. Cone Beam výpočetní tomografie (CB CT). Umožňuje třídímenzionální (3D) zobrazení vyšetřované části a ve výsledku poskytuje přehlednou prostorovou rekonstrukci usnadňující diagnostiku. Svazek rentgenového záření vycházející z rentgenky je kuželovitého tvaru. Rentgenka obíhá kolem hlavy vyšetřovaného a při svém pohybu zhotovuje rentgenové snímky hlavy (emise rentgenového záření). Plně postačí jedno otočení rentgenky. Detektor tvaru čtverce tyto emise registruje a zpracovává. Poskytnutá data - stovky snímků vyšetřované oblasti, jsou prostřednictvím počítačového softwaru spojeny do výsledného 3D obrazu. (Filipi, 2010, s. 69 – 72; Kokšal, 2011b, s. 35 - 37)

Snímání obrazu je uskutečňováno prostřednictvím speciálního senzoru. Tím, že je využíván prostorový svazek záření, poskytuje CB CT obrazová data z veškeré plochy snímané oblasti a každý snímek je schopen zachytit potřebné detaily. Efektivní dávka je mnohem menší ve srovnání s klasickou výpočetní tomografií. (Kokšal, 2010f, s. 37 – 38)

Pro data získaná z CB CT je používán univerzální formát Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). Umožňuje tvorbu rekonstrukce a jejich prohlížení. V nabídce je také tvorba multiplanární rekonstrukce (MPR) zpravidla ve třech rovinách – sagitální, axiální a koronální, která se používá např. k zobrazení průběhu mandibulárního kanálu, výšky alveolární kosti nebo postavení kořenů zubů. (Filipi, 2010, s. 69 – 72)

Důležité je, v jaké poloze probíhá vyšetření u jednotlivých přístrojů. Z hlediska odstranění nežádoucích pohybů, se považuje za nejvhodnější, když je pacient vyšetřován vleže. V tomto případě je dosaženo téměř maximální kvality poskytnutých snímaných dat. Druhá nejpříznivější je poloha pacienta vsedě. Naopak poloha vestoje znamená velké množství nepřesností vzniklých pohybem vyšetřovaného. (Kokšal, 2011a, s. 30 – 39)

Využití technologie CB CT je značné, jelikož výrazně usnadňuje diagnostiku. Užívá se v ortodoncii, endodoncii, maxillofaciální chirurgii, implantologii a parodontologii. Umožňuje vizuální naplánování ošetření a v neposlední řadě dovoluje vytvářet řezy v různých rovinách a tím získat mnohem více informací o vyšetřované oblasti. (Kokšal, 2011b, s. 35 – 37; White, Pharoah, 2009, s. 242)

6 INTRAORÁLNÍ RENTGENOVÉ TECHNIKY

Snímkování v zubním lékařství zahrnuje intraorální a extraorální rentgenové techniky. Mezi techniky intraorálního snímkování se řadí: pravoúhlá snímkovácí technika, technika půleného úhlu, limbální projekce, apikální projekce, bitewing technika, okluzní projekce a radiologické lokalizační metody. Pro výslednou kvalitu snímku je důležitá spolupráce vyšetřovaného. V případě nespolupracujících pacientů např. dětí, nemocných s třesem a dávivým reflexem je téměř nemožné snímek zhotovit. V této situaci je vhodné intraorální snímek nahradit některou extraorální projekcí.

Intraorální rentgenové techniky jsou nejčastěji užívány ke znázornění zubů a tkání alveolárního výběžku. Intraorální zubní film nebo digitální senzor je vložen do úst, přičemž uložení podléhá druhu použité projekce. Platí však pravidlo co nejbližšího umístění filmu nebo senzoru k zobrazovanému zubu. Výsledný snímek by měl být přesný, reálný a měl by upozornit na přítomnost patologických změn. Tento obraz je poskytnut, pokud je filmový materiál uložen rovnoběžně s podélnou osou zubu a centrální paprsek (CP) je nastaven kolmo na film.

Pro poskytnutí optimálního obrazu vyšetřovaného objektu je žádoucí dodržovat jistá **pravidla intraorálního snímkování**. Je nutné správně nastavit směr centrálního paprsku. Ten se shoduje se směrem tubusu zubního rentgenového přístroje. Směr paprsku odpovídá dvěma na sebe kolmým rovinám. V této souvislosti hovoříme o úhlu vertikálním a horizontálním.

- **Vertikální úhel** znamená úhel mezi horizontální rovinou a centrálním paprskem. Při obvyklém RTG vyšetření je vystihnout tzv. Cieszynského pravidlem, dle kterého paprsek dopadá kolmo na rovinu, jež pólí úhel svírající plochu rentgenového filmu a dlouhou osu zubu. Jestliže je zmíněné pravidlo dodrženo, délka obrazu objektu odpovídá realitě. Tento snímek se nazývá izometrický. V případě nastavení tubusu horizontálněji vzniká obraz zvětšený ve vertikálním směru a zobrazená struktura je delší než ve skutečnosti. Jde o snímek hypermetrický. V opačném případě je osa paprsku vykloněna vertikálněji a obraz je kratší než ve skutečnosti. Vzniká hypometrický snímek. Úhel položený kraniálně od horizontální roviny je označován jako kladný a naopak úhel umístěný kaudálně jako záporný. Kladný úhel je pro horní čelist, záporný pro dolní čelist. (Dostálová, Seydlová, 2008, s. 35 – 36)
- U **horizontálního úhlu** je nutné, aby centrální paprsek byl paralelní s průběhem mezizubních kostěných přepážek vyšetřovaných zubů. Tento snímek má název

ortoradiální. Pokud není uvedené pravidlo splněno, je snímek excentrický. Jestliže paprsek prochází směrem od meziálního vedlejšího zubu, jedná se o snímek mezioexcentrický. Prochází-li paprsek směrem od distálního sousedního zubu, je snímek nazýván distoexcentrický. (Houba, Zemen, 1998, s. 21 – 28).

Při obvyklých projekcích nejsou excentrické snímky optimální. Využívají se však v endodoncii při zobrazení horních premolárů. Zatímco v excentrické projekci se zachytí oba kořeny, u ortoradiálního snímku jsou překryty. Excentrické snímky slouží také při tzv. Pordesově metodě, kdy se zjišťuje poloha retinovaných zubů a neobvyklých předmětů v úseku alveolárního výběžku. (Houba et al., 1999, s. 22 – 23)

Své zákonitosti má také **průběh intraorálního snímkování**. Před začátkem vyšetření je pacient seznámen s průběhem snímkování a oblečen do olověné zástěry a límce chránícího štítnou žlázu. V případě, že je vyšetřována žena, musí se radiologický asistent ujistit, zda není gravidní. Poté je pacient posazen k přístroji do křesla a vyzván, aby opřel hlavu o podhlavník. Hlava je zakloněná podle toho, zda se snímkuje v horní nebo dolní čelisti. Při snímkování horní čelisti je hlava polohována tak, aby Camperova linie (spojovací osa dolního okraje nosního křídla a vnějšího zvukovodu) byla vodorovná. Při zobrazení dolní čelisti leží spojnice tragu a ústního koutku horizontálně. (Steklý, 1999, s. 30 – 31)

Uložení filmu nebo digitálního senzoru určuje typ použité techniky. Rentgenka se nastaví ve vhodném směru. Film se neposunuje ani neprohýbá, aby byl poskytnut co nejkvalitnější snímek. Poté je tubus přiložen k vyšetřované oblasti tváře. Nastavení centrálního paprsku probíhá na základě pravidel o ortoradiálním a izometrickém snímku. Nakonec obsluhující zvolí skupinu, kde se zub nachází a při expozici odstoupí od přístroje nebo zcela opustí místnost. (Krejčí, 2009, s. 29 – 30)

Soubor snímků, které zachycují všechny zuby horní i dolní čelisti, se nazývá **rentgenový zubní status**. Tento soubor zpravidla obsahuje 10 nebo 14 intraorálních RTG snímků formátu 3 x 4 cm. Pro každou čelist se zhotovuje 5 – 7 snímků: pro moláry, pro premoláry včetně špičáku, nebo v jiném případě pro špičák na individuálním snímku a pro veškeré řezáky na jednom snímku. (Steklý, 1999, s. 26; Krejčí, 2009, s. 29 – 30)

6.1 Pravoúhlá snímkovácí technika

Základem pravoúhlé snímkovácí techniky (paralelizační techniky) je uložení filmového materiálu paralelně s podélnou osou zubu a zároveň nastavení paprsků kolmo

na film. Výsledný obraz je ostrý, minimálně zkreslený a nejlépe odpovídá realitě. Na snímku jsou zachyceny tvrdé zubní struktury celého zubu, kosti alveolárního výběžku a periapikální tkáň. Obraz poskytuje také informace o marginální oblasti.

Snímkování prostřednictvím paralelizační techniky se provádí pomocí specifických držičů snímků. Součástí držiče je nákusná destička, k níž se fixuje film a vodící tyčinka, stanovující směr centrálního paprsku. Nákusné destičky jsou vyráběny v sadách pro jednotlivé skupiny zubů. V některých případech je zařízení doplněno kroužkem z plastového materiálu umístěným na tyčince. Pomocí kroužku je možné nastavovat a centrovat trubicový tubus do středu snímku. Formát filmů je zpravidla 3 x 4 cm. Využití paralelizační techniky je u diagnostiky zubních kazů, u hodnocení kvality marginálního parodontu, u potvrzení přítomnosti zubního kamene a posouzení průběhu kořenového kanálku. (Weber, 2006, s. 158)

6.2 Technika půleného úhlu

Technika půleného úhlu je jednoduchá snímkovácí metoda, jež umožňuje zhotovit diagnostické snímky vysoké kvality. Anatomické zvláštnosti v ústní dutině nedovolují paralelní umístění filmu bez držáků. Principem je intraorální přiložení filmu bezprostředně k vyšetřované skupině zubů. Vyšetřovaný si přidržuje film v dutině ústní sám.

Jelikož se osa filmu nepřekrývá s podélnou osou snímaných zubů, je potřeba upravit sklon svazku paprsků. Nastavení směru RTG paprsků probíhá následujícím způsobem: V první řadě je nutné si objasnit rameno úhlu a osu zubu. Opačné rameno úhlu je určeno polohou filmu. Úhel svírající osu zubu a film se rozpůlí a vznikne střední rovina, tedy rovina půlící úhel. Ze střední roviny se zrekonstruuje rovina kolmá procházející kořenem. Tato výsledná kolmá rovina se shoduje se směrem centrálního paprsku. Snímkování probíhá pomocí běžného dvacetimetrového tubusu. Nevýhodou techniky je zkreslenost obrazů. (Pasler, Visser, 2007, s. 50 – 52)

6.3 Limbální projekce

Limbální nebo též marginální projekce se v praxi nevyskytuje často. Tubus s centrálním paprskem je směřován paralelně s průběhem mezizubních prostor na krček vyšetřovaného zubu. Výsledný snímek informuje o stavu marginálního parodontu a korunky zubu. Zubní kořeny jsou zachyceny zkresleně. Využívá se v zachovné stomatologii a parodontologii. (Steklý, 1999, s. 31)

6.4 Apikální projekce

Apikální projekce patří mezi nejčastěji používané techniky. Na výsledném obrazu lze vidět kořeny s kořenovými kanálky a periodontální štěrbinu s kostí alveolárního výběžku. Korunky zubů nejsou zachyceny v celém rozsahu. Centrální paprsek je nastaven do oblasti kořenů zubů. Filmový materiál je umístěn do ústní dutiny co nejblíže ke snímkanému zubu. Film si pacient při expozici přidržuje sám, neboť nejsou použity držiče filmu. Při užití apikální projekce se radiologický asistent řídí již zmíněnými pravidly pro intraorální snímkování. (Dostálová, Seydlová, 2008, s. 36)

Nastavení tubusu přístroje a pozice filmu v ústech jsou odlišné u různých skupin vyšetřovaných zubů. Paprsek by ale měl pokaždé mířit na rozhraní apikální a střední třetiny apexu zobrazovaného zubu.

- Při snímkování zubů v horní čelisti jsou pro nastavení vertikálního úhlu užívány orientační hodnoty: řezáky ($45^\circ - 50^\circ$), špičáky ($50^\circ - 60^\circ$), premoláry ($35^\circ - 40^\circ$) a moláry ($25^\circ - 35^\circ$).
- Při snímkování zubů v dolní čelisti jsou hodnoty nastavení vertikálního úhlu následující: řezáky ($-10^\circ - -20^\circ$), špičáky ($-15^\circ - -20^\circ$), premoláry (-10°), moláry (-5°).

Výše uvedené hodnoty nastavení vertikálního úhlu paprsků jsou pouze průměrné, jelikož musí být přizpůsobeny případným výchylkám anatomických tkání. (Houba et al, 1999, s. 23 – 25; Steklý, 1999, s. 24 - 30)

Využití této techniky je zejména v endodoncii, parodontologii a dentoalveolární chirurgii. Slouží také k diagnostice úrazů dočasných zubů. Mezi tyto traumata patří poranění tvrdých zubních tkání (zlomenina korunky, kořene a alveolu) a poranění periodontálních tkání (kontuze, subluxe, extruzivní luxace, intruzivní luxace a avulze), konstatuje Krejčí (2007, s. 28 – 34).

Přednosti apikální projekce jsou: dostupnost, poměrně nízká cena, získání kvalitních detailních snímků a nízká radiační zátěž pro vyšetřovaného. Mezi nevýhody se řadí zkreslení obrazu, nemožnost zhotovení dvou naprosto stejných apikálních projekcí a malý formát snímků (3 x 4 cm). U nespolupracujících pacientů jako jsou děti a vyšetřování s dávivým reflexem není možné snímek zhotovit. (Černochová, 2006, s. 27 - 29)

6.5 Bitewing technika

Bitewing technika neboli paralelní snímkovácí technika je název pro boční zobrazení zubních korunek horní i dolní čelisti a mezizubních prostorů na jednom obraze současně. Projekce patří mezi paralelní techniky snímkování. Snímek označujeme také jako snímek skusový. (Černý, Bednář, Ságlová, 2004a, s. 9)

Při expozici je využívána pomůcka, kterou má vyšetřovaný umístěnou mezi zuby ve skusu, tzv. skusové křídélko. Intraorální film situovaný na šířku je připevněn ke zvláštnímu plastickému držáku. Během snímkování má pacient ústa zavřená a zuby obou čelistí se dotýkají držáku. Přední plocha filmu přiléhá na lingvální a palatinální plochy zubních korunek a sousední úseky alveolu. Pacient má hlavu opřenou tak, že okluzní rovina je vodorovná. S pomůckou obsahující vodící tyčinku je nastavení tubusu jednoduché. Je-li však držák bez tyčinky, paprsek míří na film v oblasti snímaných zubů pod svislým úhlem $+5^\circ$ až $+10^\circ$. Doba expozice pro paralelní techniku je přibližně o $1/3$ či $1/2$ kratší než u běžných projekcí. Modernější RTG přístroje mají expozici pro tuto projekci předvolenou. Na snímku zhotoveném prostřednictvím interproximální projekce lze zhodnotit kvalitu tvrdých dentálních tkání, tedy zubních korunek i zachycených částí kořenů, dále dřeňovou dutinu, výplně, vrchol alveolu a periodoncium. (Černý, Bednář, Ságlová, 2004b, s. 10 – 13)

Tato paralelní technika slouží zejména pro diagnostiku zubního kazu. Dokáže odhalit i kazy, které při klinickém vyšetření nebyly prokázány. Aby bylo dosaženo kvalitního rozlišení aproximálních ploch molárů a premolárů, jsou potřeba čtyři snímky. Rozumnou alternativu však reprezentují dva RTG snímky snižující radiační zátěž pacienta na polovinu a to bez ztráty diagnostické hodnoty. Bitewing technika nám dále dovoluje posoudit stav oblasti marginálního parodontu, přítomnost zubního kamene a kvalitu rentgenových kontrastních výplní, jako jsou převíslé výplně, sekundární kazy. (Ságlová, 2004, s. 11 – 12)

6.6 Okluzní projekce

Při okluzní projekci, jinak také axiální projekci, je film situován do okluzní roviny, jelikož je přidržován ve vhodné poloze v ústní dutině jemným skousnutím zubů. Pacienti, kteří nemají zuby, si musí film během expozice přidržet prstem. Zpravidla se používají intraorální zubní filmy větších velikostí: 5 x 7 cm, 6 x 8 cm nebo 4 x 5 cm. (Pasler, Visser, 2007, s. 80 – 81)

Pokud se snímkuje **horní čelist**, hlava pacienta je v poloze podle intraorálních pravidel snímkování tak, aby byla Camperova linie vodorovně. Zde je možno zhotovit 3 typy axiálních snímků:

Přední horní okluzní snímek – tubus rentgenového zubního přístroje se takřka dotýká nosního hřbetu ve střední linii, centrální paprsek je směřován na film pod úhlem 70° - 75° .

Šikmý horní okluzní snímek – tubus přístroje je nastaven na špičák, respektive premoláry, sklon centrálního paprsku k filmu je shodný s předchozím případem.

Vertex/true (vertex/pravý) okluzní snímek – CP prochází rovnoběžně s podélnou osou středních řezáků a dále kranium, mozkem, bazí lebeční a horní čelistí, umístění tubusu je nad vrcholem lebky. Avšak snímek má mnoho nevýhod (ztráta jasu, vyšší radiační zátěž) a proto je zhotovován málokdy.

Při expozici zubu v **dolní čelisti** se hlava zakloní takovým způsobem, že je možné nastavit centrální paprsek kolmo ke spodní části úst. Podle toho, z jaké skupiny vyšetřované zuby pochází, se nastaví směr CP vzhledem k rovině filmu: řezáky ve směru 110° k rovině okluzní, premoláry a špičáky ve směru 90° k rovině okluzní a moláry ve směru 90° k rovině okluzní a dále 15° mediálně k vyrovnaní linguálního sklonu dolních molárů, uvádí Černochová (2006, s. 27 – 35).

Výhody této techniky (vyjma vertex/true snímku horní čelisti) reprezentují nízká dávka záření, dostupnost a kvalita výsledného obrazu. Naopak nevýhody jsou zkreslení, vysoká cena a horší hygiena. Okluzní projekce se využívá k odhalení cizích předmětů v ústní dutině, ke zjištění lokalizace retinovaných zubů, tumorů a cyst. (Houba et al., 1999, s. 26 – 27)

6.7 Radiologické lokalizační metody

Mezi přesné metody radiologické lokalizace se řadí pravoúhlá technika, paralaxní metoda a stereoskopie. Méně přesné metody reprezentují metoda zvětšení obrazu a metoda překrývání obrazu.

Při **pravoúhlé technice** se využívají dva rentgenové snímky zhotovené v pravých úhlech jeden ke druhému. Je potřeba řádně určit orientaci filmu a centrálního paprsku v prostoru. Principem je užití několika lokalizačních metod:

- kombinace vertex okluzního rentgenového snímku pro horní čelist a OPG snímku
- kombinace periapikálního a okluzního rentgenového snímku pro postranní část dolní čelisti

- kombinace bočního kefalometrického rentgenového snímku lebky a OPG snímku
- kombinace bočního a zadopředního kefalometrického rentgenového snímku lebky. (Černochová, 2006, s. 45 – 49)

U **paralaxní metody** (Clarkova pravidla) je základem paralaxa, tedy přesunutí obrazu sledovaného objektu (kupříkladu retinovaný zub) vůči obrazu referenčního objektu (kupříkladu kořen přilehlého zubu). Přemístění obrazu se provádí změnou v poloze tubusu zubního rentgenového přístroje.

Ke **stereoskopii** (stereoradiografii) jsou potřeba opět dva snímky: jeden nalevo a druhý napravo od střední čáry. Mezi těmito snímky je vzdálenost přibližně 6 cm a jsou charakterizovány prostřednictvím stereoskopu, který poskytuje kombinací obou dvou snímků trojrozměrný obraz.

Metoda zvětšení obrazu byla vytvořena na základě toho, že objekt lokalizován v menší vzdálenosti od filmu a větší vzdálenosti od rentgenového přístroje vrhá drobnější stín než objekt umístěný dále od filmu a blíže k rentgenovému přístroji. To má vliv na posouzení lokalizace zubu na OPG snímku. **Metoda překrývání obrazu** byla v minulosti vyvrácena a nebyla vědecky ověřena, jak píše Černochová. (2006, s. 45 – 49)

7 EXTRAORÁLNÍ RENTGENOVÉ TECHNIKY

Extraorální snímkování je možné rozdělit na extraorální rentgenová vyšetření s použitím dentálního rentgenového přístroje, extraorální projekce na výkonnějších přístrojích zhotovované na radiodiagnostických odděleních, ortopantomografii (OPG) a telerentgenografii. Během expozice by na sobě pacient neměl mít náušnice, řetízky a jiné ozdobné předměty, které by mohly znehodnotit výsledný snímek. Umělý chrup u starších osob se musí před vyšetřením vyjmout.

7.1 Vyšetření s použitím dentálního rentgenového přístroje

Extraorální snímky získané prostřednictvím dentálního rentgenového přístroje poskytují obraz většího rozsahu snímaných tkání, ve srovnání se snímky intraorálními. Nevýhodou však je, že výsledné zobrazení je méně detailní a při okrajích často dochází ke zkreslení vyšetřovaných struktur. Ve většině případů si pacient přidržuje kazetu na vhodném místě rukou.

Eislerova projekce je název pro boční (šikmý) snímek mandibuly. Využívá se především v maxillofaciální chirurgii a čelistní traumatologii. Uplatňuje se v diagnostice patologických změn, jako jsou cysty, záněty, defekty a dále v detekci konkrementů i cizích těles. Projekce umožňuje posoudit kvalitu zubů laterálních úseků dolní čelisti a stav parodontu. V současnosti se tato projekce nahrazuje ortopantomografickým snímkováním.

Vyšetřovaný při expozici sedí v křesle, hlavu má mírně zakloněnou a otočenou na vyšetřovanou stranu. Kazeta s filmem formátu 13 x 18 cm je opřena o spodní okraj dolní čelisti snímkové strany a jařmový oblouk. CP prochází pod corpus mandibulae opačné strany a míří přes krajinu úhlu dolní čelisti (nebo molárovou oblast) do středu kazety. (Krejčí, 2009, s. 44)

Bočný (šikmý) snímek mandibuly dle Cieszyńskiho je velmi podobný Eislerově projekci a liší se pouze v detailech. Indikace projekcí jsou shodné. Snímek je v dnešní době nahrazován OPG snímkováním. Oproti předchozí projekci je bočný snímek mandibuly zaměřen zejména na corpus mandibulae.

Hlava vyšetřovaného je vysunuta dopředu nebo zakloněna. Kazeta s filmem formátu 13 x 18 cm se opírá o spodní okraj dolní čelisti zobrazované strany a jařmový oblouk. CP prostupuje za úhlem dolní čelisti opačné strany a míří přes krajinu úhlu dolní čelisti (nebo molárovou oblast) do středu kazety.

Paravertebrální snímek mandibuly dle Cieszyńskiho poskytuje kvalitní zobrazení frontálních zubů a přilehlé části horní čelisti. Informuje o velikosti a rozsahu cysty horních řezáků nebo lokalizaci neprořezaného horního špičáku. Mezi indikace patří poranění frontální části dolní čelisti a patologické procesy. Snímek se zhotovuje i v případech, ve kterých je OPG vyšetření nevyhovující.

Hlava vyšetřovaného je ve vertikální poloze a vysunuta dopředu. Kazeta s filmem o velikosti 13 x 18 cm se opírá o nos, tělo licní kosti a bradu zobrazované strany. CP prochází za úhlem dolní čelisti opačné strany (mezi větví mandibuly a krční páteří – proto paravertebrální snímek) a míří přes oblast špičáku vyšetřované krajiny do středu kazety. (Houba et al., 1999, s. 32 – 33)

Zhotovení **Albers – Schönbergova snímku čelistních kloubů** se provádí málokdy, většinou se indikuje při úrazech hlavičky a krčku dolní čelisti a u nemocí čelistních kloubů.

Při expozici jsou ústa co nejvíce otevřená. Vyšetřovaný si přidržuje kazetu s filmem o velikosti 13 x 18 cm na krajině zobrazovaného kloubu. Poloha kazety je paralelní se sagitální rovinou. CP prostupuje z opačné strany před temporomandibulárním kloubem a pod jařmovým obloukem. (Krejčí, 2009, s. 47)

Šikmý excentrický transkraniální snímek čelistního kloubu je v současnosti používán jen zřídka. Jde o obměnu Shüllerovy projekce, která je však prováděna na výkonnějších přístrojích, viz níže. Výsledný obraz podává informaci o kostních tkáních čelistního kloubu.

Ústa vyšetřovaného jsou zavřená a hlava je podložena pomocí podhlavníku. Kazeta s filmem formátu 13 x 18 cm je ve vertikální poloze držena pacientem u ucha a její dolní okraj směřuje k úhlu mandibuly na snímané straně. CP míří z opačné strany do oblasti temporomandibulárního kloubu. (Houba et al., 1999, s. 33 – 34)

7.2 Extraorální projekce na výkonných přístrojích

Extraorální projekce se zhotovují zpravidla na výkonných rentgenových přístrojích. S těmi se lze setkat na specializovaných radiologických klinikách, radiodiagnostických odděleních nebo některých zdravotnických ambulantních zařízeních.

Zadopřední (posteroanteriorní) projekce lebky slouží k diagnostice cyst, zánětlivých změn, tumorů a zlomenin dolní čelisti. Výsledný obraz se vyznačuje překrýváním

struktur obličejové a spodiny lební a je místy nepřehledný. Na snímku lze dobře vidět strop oční, dutinu nosní, zuby frontální části horní a dolní čelisti a frontální sinus.

Vyšetřovaný leží na pohyblivém stole na břiše. Kazeta s filmem o velikosti 24 x 30 cm je umístěna vodorovně a to tím způsobem, aby podélná osa filmu byla souběžná s kraniokaudální osou lebky. CP je směřován kolmo na střed kazety od protuberantia occipitalis externa a dále paralelně s osou jářmového oblouku. (Pasler, Visser, 2007, s. 82)

Boční snímek lebky je prováděn zejména pro zobrazení dolní čelisti a mezičelistních poměrů. Při standardní boční projekci dochází k překrytí obou polovin dolní čelisti. Z tohoto důvodu je využívána jako doplněk k zadopřední projekci například v traumatologii.

Vyšetření je možno uskutečnit u pacienta sedícího i ležícího. Hlava je opřena jářmovým obloukem a uchem o kazetu, která je umístěna souběžně se sagitální rovinou lebky. CP míří kolmo na kazetu, asi 3 cm nad zevním zvukovodem, skrz kloubní hlavice. (White, Pharoah, 2009, s. 191 - 193)

Watersova projekce lebky (poloaxiální projekce) je standardní snímek ve stomatochirurgii, zhotovován pro zobrazení čelistních dutin a fraktur střední obličejové etáže a zygomatického oblouku. Snímek je posteroanteriorní a kraniálně excentrický obvykle o 54°. Dolní čelist je v tomto případě překryta stínou kostí skalních.

Hlava sedícího pacienta je opřena o vertigrafičeskou bradu a nosem. Ve většině případů má vyšetřovaný otevřená ústa. CP prostupuje střední částí lící kosti k hornímu rtu. Kazeta s filmem je formátu 13 x 18 cm. (Dostálová, Seydlová, 2008, s. 37)

Axiální snímek lebky se dnes provádí jen zřídka. V maxillofaciální chirurgii a zubním lékařství nemá velký význam. Setkat se s ní lze v čelistní traumatologii, kde slouží k zpřesnění průběhu linie lomu dolní čelisti.

Při vyšetření je hlava pacienta co nejvíce zvrácena dozadu. Temeno hlavy se dotýká kazety s filmem. CP prostupuje shora dolů lebku v její ose. (Pasler, Visser, 2007, s. 86)

Hofrathova projekce je šikmý posteroanteriorní snímek čelistního kloubu. Umožňuje posoudit tvar kloubní hlavičky. Indikací jsou zejména temporomandibulární poruchy. V praxi se tato projekce moc nevyskytuje.

Pacient má co nejvíce otevřená ústa a CP probíhá přes processus mastoideus do středu oční zobrazené strany. (Houba et al., 1999, s. 41)

Předozaďní šikmý transmaxillární snímek čelistního kloubu je zhotovován v opačném směru než Hofrathova projekce. Uplatňuje se v traumatologii u intraartikulárních nebo krčkových fraktur a při temporomandibulárních poruchách.

Kazeta je umístěna vertikálně. Ústa pacienta jsou co nejvíce otevřená a sagitální rovina hlavy je ve svislé poloze. CP prostupuje z opačné strany, přes čelistní dutinu na processus mastoideus zobrazované strany, kolmo na film. (Houba et al., 1999, s. 41)

Clementsčitschova projekce čelistních kloubů (PA projekce) nám nabízí možnost vidět oba kloubní výběžky, tělo mandibuly oboustranně a dále horní okraj kloubních hlavic. Využívá se ke zhodnocení patologických změn těla mandibuly a v traumatologii u dislokovaných zlomenin dolní čelisti.

Vyšetřovaný leží na břiše a hlavou se opírá o čelo a nos. Ústa musí být co nejvíce otevřená. Film je situován na výšku. CP má sklon 25° směrem k hlavě a prostupuje střední linií lebky v úrovni vnějšího zvukovodu. (Dostálová, Seydlová, 2008, s. 37 – 38)

Projekce dle Towna je modifikací Clementsčitschovy projekce. Snímek zachycuje tylní kost, vrchní hrany pyramid a foramen magnum.

Pacient leží naznak s bradou skloněnou k hrudní kosti. CP míří 45° k nohám a vstupuje přibližně 1 cm nad glabelou. (Nekula, Chmelová, 2005, s. 43)

Snímek licního oblouku (Hirtz) je axiální snímek s excentricky mířeným centrálním paprskem. Využití nachází v maxillofaciální traumatologii, kde slouží ke zhodnocení průběhu lomných linií a změn. Výsledný obraz může informovat o případných srůstech oblouku a svalového výběžku dolní čelisti. (Krejčí, 2009, s. 48)

Projekce dle Schüllera (šikmý transkraniální snímek čelistního kloubu) umožňuje posoudit strukturu a tvar jamky, hlavice, kloubního hrbolku a také spojitost hlavice a jamky. Schüllerova projekce je indikována zejména při nemocech temporomandibulárního kloubu a poraněních hlavičky a krčku dolní čelisti.

Vyšetřovaný leží na břiše, pozice hlavy je shodná s boční projekcí lebky. Hlava je opřená o kazetu spánkem a uchem zobrazované strany. Střed kazety je situován na oblast snímaného kloubu. Centrální paprsek je skloněn 25° směrem k nohám a vystupuje vnějším zvukovodem zobrazované strany. (Nekula, Chmelová, 2005, s. 43 - 45)

7.3 Ortopantomografie

Panoramatický rentgenový snímek – ortopantomogram (OPG snímek) je obraz, na kterém je zachycena horní čelist, nosní dutina, čelistní dutiny a celá dolní čelist s oběma temporomandibulárními klouby.

Na výsledném obrazu lze zhodnotit, mimo jiné, stav alveolárních výběžků, zubů a jednotlivých oblastí čelistních kostí. Současně nás OPG snímek informuje o stavu parodontu, tvaru mandibuly a kloubních struktur a případných retinovaných a přespočetných zubech. (Steklý, 2002, s. 183 - 190)

Metoda se uplatňuje v diagnostice zubních kazů, cyst a maligních ložisek. Pomáhá odhalovat fraktury čelistí a patologické periapikální útvary. Indikuje se také při onemocnění čelistních kloubů, vývojových poruchách a nemocech obličejových nervů. V neposlední řadě slouží v ortodoncii pro posouzení vychylek a sledování úspěšnosti jejich léčby. (Bezrouková, Badalová, Bezrouk, 1996, s. 145 – 148)

Každý pacient je **před vyšetřením** seznámen s činností přístroje. Je nutné, aby si sundal brýle a veškeré ozdoby z hlavy a krku. Má-li vyšetřovaný umělý snímatelný chrup, musí jej vyndat a místo tyčinky je použita opěrka hlavy. Dále je vysvětleno správné držení těla s volně svěřenými rameny a prohnutou bederní páteří a správné umístění jazyku na tvrdém patře. Poté jsou vyšetřovanému podány ochranné pomůcky (zástěra) a je umístěn do snímkovací pozice s nataženým krkem. (Bauerová, Bočková, 2007, s. 14 – 15; Beroušek, Dostálová, Lehrausová, 2010, s. 44 – 51)

Pacient **při OPG vyšetření** stojí a hlava je znehybněna pomocí fixačního zařízení - kefalostatu. Výška skusového držáku se seřídí takovým způsobem, aby hlava byla ve vzpřímené poloze a zároveň aby Camperova linie a okluzní rovina probíhaly horizontálně. Brada se opírá o opěrku a mezi čelisti se vloží tyčinka neboli zákusný kolíček, aby na snímku nedocházelo k překrytí čelistí. CP míří mezi druhý a třetí zub. Zkontroluje se pozice frontální části dentice v laterálním vertikálním průzoru a poté se nastaví na postranní řezáky. Vhodná poloha hlavy je docílena tzv. polohovacími světly. Na závěr se v zrcátku zkontroluje pozice střední sagitální roviny a zkusí se její postavení v týlní krajině. (Homola, Čechetka, 2005, s. 29 – 33; Beroušek, Dostálová, Lehrausová, 2010, s. 44 – 51)

Výhodou OPG je obraz horní a dolní čelisti na jednom filmu a možnost vyšetření pacienta se zesíleným dávivým reflexem. Pokaždé jsou zachyceny celé zuby včetně kořenů. Radiační dávka vyšetřovaného je relativně nízká a doba expozice je asi 15 vteřin. Výsledný

obraz je zvětšený. V případě potřeby však neumožňuje detailní zobrazení s vysokým rozlišením. Mezi kontraindikace vyšetření patří intenzivní třes a nespolupráce pacienta. (Kábrová, Tylšová, 2008, s. 4 – 6)

7.4 Telerentgenografie

Tato snímková technika poskytuje boční nebo zadopřední snímek, který se téměř shoduje se skutečnou velikostí a tvarem zobrazovaného objektu. Jde o přehledný obraz celé hlavy. Na snímku lze vidět skelet a do určité míry i obrysy měkkých tkání, to vše bez zkreslení. (Pasler, Visser, 2007, s. 94)

Výsledný obraz je poskytnut prostorovým uspořádáním rentgenky, objektu a filmu. Vzdálenost rentgenky od objektu je ve většině případů 1,5 - 2,5 m. Rentgenové záření dopadá kolmo na film, ke kterému je objekt co nejbližší, zpravidla 15 – 20 cm. Zvětšení obrazu je tím větší, čím blíže je rentgenka objektu a film dále.

Hlava pacienta je ve vzpřímené poloze. Je umístěna v kefalostatu. CP míří kolmo na plochu filmu. Ve většině případů na kazetu s filmem naléhá pravá strana hlavy. Frankfurtská horizontála probíhá horizontálně.

Telerentgenografie se uplatňuje v ortodoncii, kde se provádí kefalometrický rozbor. Na zadopředních a bočních snímcích lebky se měří úhly vzdálenosti, vyhledávají se anomálie růstu a posuzuje se vztah dentice ke kostře obličeje. Dále je možné hodnotit temporomandibulární klouby a pozici kloubních hlavic v různých polohách mandibuly a sledovat tak průběh ortodontické terapie. Kromě toho je využívána v plastické chirurgii a čelistní ortopedii k plánování operací. (Houba et al., 1999, s. 45 – 46)

8 RADIAČNÍ OCHRANA PŘI ZUBNÍM RTG VYŠETŘENÍ

Zubní rentgenové přístroje se řadí mezi jednoduché zdroje ionizujícího záření (IZ). Jsou využívány na pracovištích I. kategorie. Provozování těchto přístrojů není podmíněno monitorováním ionizujícího záření.

Hlavním ustanovením, které usměrňuje používání zdrojů IZ, je tzv. Atomový zákon o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (zákon č. 18/1997 Sb.). Je v něm pojednáváno o všech zdrojích, které IZ produkují, čili i o intraorálních a panoramatických rentgenových přístrojích. Na tento zákon navazují další vyhlášky Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB).

Rentgenové vyšetření je možné zhotovit pouze na základě lékařské indikace a odpovídá za něj zubní lékař. Je nutné, aby daná osoba měla povolení k nakládání se zdroji IZ od SÚJB. Toto povolení se vystavuje na základě žádosti. Na pracovištích, kde je užíváno rentgenových přístrojů, je nutné, kvůli dodržování radiační ochrany, zajistit vykonávání soustavného dohledu alespoň jedním pracovníkem se zvláštní odbornou způsobilostí. Každé pracoviště musí být vybaveno pomocnými prostředky a přístroji k zabezpečení kontroly jakosti. U intraorálních rentgenů je to zubní fantom. Zubní RTG přístroj nemusí být umístěn v oddělené místnosti. V případě, že je využíván v ordinaci, musí mít tato místnost minimálně 15 m². Pracoviště nemusí být označeno sledovaným pásmem. (Weber, 2006, s. 161)

8.1 Ochrana pacientů při zubním RTG vyšetření

Ochrana pacientů je založena na těchto základních principech:

- **Princip zdůvodnění** – každé rentgenové vyšetření je nutné zdůvodnit přínosem pro vyšetřovaného.
- **Princip optimalizace** – každé rentgenové vyšetření je nutné provést takovým způsobem, aby nebezpečí poškození zdraví bylo co nejmenší.
- **Princip nepřekročení limitů** – tento princip se při lékařském ozáření neuplatňuje, jsou však zavedeny tzv. směrné hodnoty, omezující ozáření na jeden snímek. (Steklý, 1999, s. 49 – 52)

Radiační zátěž pacienta a kvalitu snímku určuje:

- **Volba vhodného napětí na rentgence** – vysoké napětí znamená větší pronikavost RTG záření a jeho menší absorpci.

- **Úměrná filtrace rentgenového záření** – úměrná filtrace eliminuje nízkonoenergetické záření, poněvadž toto záření se v organismu silně absorbuje.
- **Zvolení optimální vzdálenosti mezi zdrojem a objektem** – vzdáleností mezi zdrojem záření a pacientem je možné ovlivnit množství pohlceného rentgenového záření, neboť s rostoucí vzdáleností se snižuje obdržaná dávka záření. Dentální intraorální přístroje s napětím do 60 kV mají danou vzdálenost mezi ohniskem a povrchem kůže 10 cm, přístroje nad 60 kV vzdálenost 20 cm. Zachování této vzdálenosti zajišťuje válcový, pravoúhlý nebo kuželový tubus. U panoramatických RTG přístrojů je požadována minimální vzdálenost ohniska a povrchu kůže 15 cm, jež je určena fixací hlavy vyšetřovaného v ose otáčení ramene a konstrukcí tohoto ramene. (Kodl, 2007, s. 40 – 43)
- **Přesné nasměrování rentgenového svazku na cílovou oblast a užití svazku s co nejmenším průměrem** – toho je dosaženo vhodným nastavením tubusu a využitím systémů clon, které jsou součástí RTG přístroje.
- **Expoziční doba** – doba expozice je určena prostřednictvím časového spínače.
- **Užití ochranných pomůcek pro vyšetřovaného** – ochranné pomůcky představují ochrannou zástěru (chrání tělo) a límec (chrání štítnou žlázu). Jsou vyrobeny z olova v disperzní formě. Límec umožňuje snížit dávku na štítnou žlázu o 80 % u dospělých, u dětí dokonce o 90 %. Musíme však zvážit, jestli je nutné při vyšetření ochranný límec použít. Například při extraorálních snímcích dolní čelisti by užití límce mohlo znamenat opakování snímku a tedy zvýšení radiační zátěže pro pacienta. (Houba et al., 1999, s. 74 – 76)
- **Správné nastavení směru centrálního paprsku** – je nutné, aby CP směřoval kolmo k podélné ose těla pacienta, v opačném případě dojde k zasažení i jiných než vyšetřovaných tkání.
- **Volba vhodného RTG přístroje a zobrazovacího média.**
- **Eliminace strachu vyšetřovaného** – strach vyšetřovaného lze odstranit vlídným přístupem a jeho seznámením s průběhem vyšetření. Užitím fixačního zařízení a opěrky pro hlavu se zabrání případným pohybům pacienta během expozice.
- **Respektování předepsaného postupu při zpracování exponovaného filmu.** (Steklý, 1999, s. 49 – 52)

8.2 Ochrana pracovníků při zubním RTG vyšetření

Ochrana pracovníků je představována těmito základními principy:

- **Ochrana vzdáleností** - prvním a účinným principem ochrany je dostačující vzdálenost personálu od zdroje RTG záření, jelikož s rostoucí vzdáleností se výrazně snižuje obdržená dávka. Je nutností dodržovat během expozice odstup od zdroje minimálně 2,5 m. Personál, pokud je to možné, odstupuje na opačnou stranu, než je směr paprsků rentgenového záření. Jestliže není možné odstoupit od zdroje na tuto minimální vzdálenost, je nutná instalace ochranné zástěny nebo prodloužení kabelu spínače. (Kodl, 2007, s. 48 – 49)
- **Ochrana časem** - ochrana personálu před RTG zářením je dána také délkou expozice. Expoziční doba závisí na druhu rentgenového vyšetření, expozičních parametrech a citlivosti filmového materiálu.
- **Ochrana stíněním** - prostory, kde se provádí radiodiagnostické výkony a kde se zpracovává filmový materiál, musí splňovat stanovené normy SÚJB. Jde především o stavební a technické úpravy RTG pracoviště nebo zubní ordinace. Personál je izolován od zdroje záření prostřednictvím speciálních stínících stěn nebo dveří s olovnatou vložkou a dále okénka vyrobeného z olovnatého skla. V případě, že to okolnosti nedovolují, obsluhující je chráněn odstupem a ochranným stíněním. (Houba, 1999, s. 76 – 77)
- **Zákaz výskytu dalších osob** – v prostorách, kde se RTG vyšetření provádí, může být přítomen jen pacient a pracovník obsluhující přístroj. V případě nespolupracujícího pacienta, například dítěte, se použijí fixační pomocná zařízení nebo je vybídnut doprovod, aby při fixaci pomohl. Během expozice musí mít doprovod také ochranné pomůcky. (Steklý, 1999, s. 52 – 53)

ZÁVĚR

Snahou bakalářské práce bylo shrnout dosud publikované poznatky o dentální radiologii v diagnostickém zobrazování. Kromě textů uveřejněných v časopisech bylo nutné čerpat z publikací, které jsou určeny pro studenty stomatologie a všeobecného lékařství. Proto by práce mohla posloužit jako učební text pro radiologické asistenty, kteří mají zájem se s touto problematikou více seznámit.

Po studiu vhodné literatury bylo zjištěno, že popisované intraorální a extraorální rentgenové techniky se v některých případech nahrazují modernějšími vyšetřeními. Kupříkladu extraorální projekce s užitím dentálního přístroje jsou v současné době zastoupeny OPG snímkem. Neinvazivní metody se upřednostňují před zobrazovacími metodami s užitím kontrastních látek. Arthrografii čelistního kloubu dnes nahrazuje magnetická rezonance a stejně tak fistulografii a sialografii vystřídala ultrasonografie.

Velkým přínosem současnosti a moderních zobrazovacích technik je pro dentální radiodiagnostiku jednoznačně digitalizace, která přináší mimo jiné možnosti úpravy snímku, časovou úsporu, minimální radiační zátěž vyšetřovaného a zlepšení spolupráce mezi pacientem a lékařem. Výhodou je také možnost 3D zobrazení, které umožňuje lékaři snazší prostorovou orientaci v oblasti zájmu.

V úvodu práce bylo formulováno pět cílů:

Sestavit přehled dosud publikovaných informací o anatomii orofaciálního a stomatognátního systému.

Publikovat nalezené informace o historickém vývoji zobrazovacích a vyšetřovacích metod používaných ve stomatologii.

Předložit shrnutí dosud publikovaných poznatků o rentgenových filmech a digitálním zobrazovacím systému sloužící v zubním lékařství.

Analyzovat publikované informace o intraorálních a extraorálních rentgenových technikách.

Uveřejnit poznatky o radiační ochraně při zubních rentgenových vyšetřeních.

Tyto cíle byly po studiu publikované literatury a vyhledání potřebného množství informací splněny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BAUEROVÁ, Marta, BOČKOVÁ, Dagmar. 2007. Ortopantomografie. *Praktická radiologie*. 2007, roč. 12, č. 2, s. 14-15. ISSN 1211-5053.
2. BEREŠ, Milan, et al. 2001. Podporná liečba parodontitíd. *Progresdent*. 2001, roč. 7, č. 1, s. 28 – 31. ISSN 1211-3859.
3. BEROUŠEK, Martin, DOSTÁLOVÁ, Tatjana, LEHRAUSOVÁ, Romana. 2010. Ortopantomogram a jeho klinické hodnocení. *Progresdent*. 2010, roč. 16, č. 2, s. 44-51. ISSN 1211-3859.
4. BEZROUKOVÁ, Zdenka, BADALOVÁ, Jarmila, BEZROUK, Jan. 2004. Rizikový pacient a diagnostické možnosti OPG. *Česká stomatologie a Praktické zubní lékařství*. Příl. Prakt. zub. Lék. 2004. roč. 52, č. 5, s. 145 – 149. ISSN 1213-0613.
5. ČERNOCHOVÁ, Pavlína. 2006. *Diagnostika retinovaných zubů*. Praha: Grada Publishing, 2006. ISBN 80-247-1269-5.
6. ČERNÝ, Daniel, BEDNÁŘ, Petr, SÁGLOVÁ, Simona. 2004. Bitewing – souhrnný referát (I.). *Časopis České stomatologické komory: LKS*. 2004, roč. 14, č. 2, s. 9–13. ISSN 1210-3381.
7. ČERNÝ, Daniel, BEDNÁŘ, Petr, SÁGLOVÁ, Simona. 2004. Bitewing – souhrnný referát (II.). *Časopis České stomatologické komory: LKS*. 2004, roč. 14, č. 3, s. 10 13. ISSN 1210-3381.
8. DOKLÁDAL, Milan. 1994. *Anatomie zubů a chrupu*. Brno: Masarykova univerzita, 1994.
9. DOSTÁLOVÁ, Tatjana, SEYDLOVÁ, Michaela. 2008. *Stomatologie*. Praha: Grada Publishing, 2008. ISBN 978-80-247-2700-4.
10. FILIPI, Vladimír. 2010. Může Cone Beam tomografie nahradit panoramatické rentgeny?. *Quintessenz*. 2010, roč. 19, č. 2, s. 69 – 72. ISSN 1210-017X.
11. FORRAI, Judit. 2007. *History of X-ray in dentistry* [online]. 2007. [ci. 2014-01 -17]. Dostupné z: www2.pucpr.br/reol/index.php/AOR?ddl=2058&dd99=pdf
12. HOMOLA, Martin, ČEČETKA, Lukáš. 2005. Nejčastější chyby při vyšetření OPG. *Praktická radiologie*. 2005, Roč. 10, č. 4, s. 29-33. ISSN 1211-5053.
13. HORNÍČKOVÁ, Dagmar. 2009. Metody a přístrojové vybavení stomatologické ordinace. *Sestra*. 2009, roč. 19, č. 9, s. 57 – 58. ISSN 1210-0404.
14. HOUBA, Robert, ZEMEN, Jiří. 1998. Nejčastější chyby při zhotovování rentgenových snímků ve stomatologii. *Progresdent*. 1998, roč. 4, č. 6, s. 21 – 28. ISSN 1211-3859.
15. HOUBA, Robert et al. 1999. *Základy radiodiagnostiky a ostatních zobrazovacích metod ve stomatologii*. Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-246-0005-6.
16. HUBÁLKOVÁ, Hana, et al. 2005. Magnetická rezonance ve stomatologii. *Progresdent*. 2005, roč. 11, č. 4, s. 28 – 33. ISSN 1211-3859.
17. HUBÁLKOVÁ, Hana, et al. 2007. Magnetická rezonance a fixní ortodontický aparát. *Progresdent*. 2007, roč. 13, č. 3, s. 43 – 47. ISSN 1211-3859.
18. CHARVÁT, František, MARKALOUS, Bohumil. 2006. *Zobrazení hlavy*. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-904-9.
19. CHUDÁČEK, Zdeněk. 1995. *Radiodiagnostika: I. část*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1995. ISBN 80-7013-114-4.
20. KÁBROVÁ, Monika, TYLŠOVÁ, Zuzana. 2008. Důležitost klasické snímkovací techniky ve stomatologii: panoramatická radiografie a její srovnání s intraorální radiografií. *Praktická radiologie*. 2008, roč. 13, č. 3, s. 4-6. ISSN 1211-5053.

21. KILIÁN, Jan. 2003. *Stomatologie pro studující všeobecného lékařství*. Praha: Karolinum, 2003. ISBN
22. KLEPÁČEK, Ivo, MAZÁNEK, Jiří. 2001. *Klinická anatomie ve stomatologii*. Praha: Grada Publishing, 2001. ISBN 80-7169-770-2.
23. KODL, Otto et al. 2007. *Radiační ochrana při zubních radiodiagnostických vyšetřeních*. 3. vyd. Praha: Česká stomatologická komora, 2007. ISBN 978-80-87109-04-5.
24. KOKŠAL, Libor. 2010. Zobrazovací technologie v zubním lékařství: Intraorální rtg přístroje. I. Část. *StomaTeam*. 2010a, roč. 10, č. 2, s. 24-28. ISSN 214-147X.
25. KOKŠAL, Libor. 2010. Zobrazovací technologie v zubním lékařství. Intraorální rtg přístroje. Souhrnný přehled produktů, I. Část. *StomaTeam*. 2010b, roč. 10, č. 2, s. 24 – 28. ISSN 1214-147X.
26. KOKŠAL, Libor. 2010. Zobrazovací technologie v zubním lékařství: téma: radiovizografie – přímá i nepřímá digitalizace. II. část, Souhrnný přehled produktů. *StomaTeam*. 2010c, roč. 10, č. 3, s. 22-33. ISSN 1214-147X.
27. KOKŠAL, Libor. 2010. Zobrazovací technologie v zubním lékařství. Téma: Panoramatické rentgeny. Úvod. *StomaTeam*. 2010d, roč. 10, č. 4, s. 21 – 23. ISSN 1214-147X.
28. KOKŠAL, Libor. 2010. Zobrazovací technologie v zubním lékařství. Téma: Panoramatické rentgeny. Souhrnný přehled produktů. *StomaTeam*. 2010e, roč. 10, č. 5, s. 30 – 41. ISSN 1214-147X.
29. KOKŠAL, Libor. 2010. Zobrazovací technologie v zubním lékařství - 3D zobrazovací systémy – úvod. *StomaTeam*. 2010f, roč. 10, č. 6, s. 37-38. ISSN 1214 - 147X.
30. KOKŠAL, Libor. 2011. Zobrazovací technologie v zubním lékařství - 3D zobrazovací systémy. *StomaTeam*. 2011a, roč. 11, č. 1, s. 30-39. ISSN 1214-147X.
31. KOKŠAL, Libor. 2011. Zobrazovací technologie v zubním lékařství - aplikace 3D obrazových dat. *StomaTeam*. 2011b, roč. 11, č. 2, s. 35-37. ISSN 1214-147X.
32. KREJČÍ, Přemysl. 2007. Úrazy dočasných zubů. *Progresdent*. 2007, roč. 13, č. 4, s. 28 – 34. ISSN 1211-3859.
33. KREJČÍ, Přemysl et al. 2009. *Dentální radiologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 80-244-1452-X.
34. MAZÁNEK, Jiří, URBAN, František. 2003. *Stomatologické repetitorium*. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-7169-824-5.
35. MAZÁNEK, Jiří. 2004. Záněty vedlejších dutin nosních. *Progresdent*. 2004, roč. 10, č. 3, s. 28 – 33. ISSN 1211-3859.
36. MIKUŠOVÁ, Marie. 2010. Přenosné intraorální rentgeny. *Časopis České stomatologické komory: LKS*. 2010, roč. 20, č. 2, s. 30 – 31. ISSN 1210-3381.
37. NÁTEK, Štefan, JIROUSEK, Zdeněk, BARTÁKOVÁ, Věra. 2000. Diagnostika poruch temporomandibulárního kloubu. *Progresdent*. 2000, roč. 6, s. 18 – 23. ISSN 1211-3859.
38. NAVRÁTIL, Leoš, ROSINA, Jozef. 2005. *Medicínská biofyzika*. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-1152-4.
39. NEKULA, Josef et al. 2001. *Radiologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2001. ISBN 80-244-0259-9.
40. NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. 2005. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta, 2005. ISBN 80-7368-057-2.

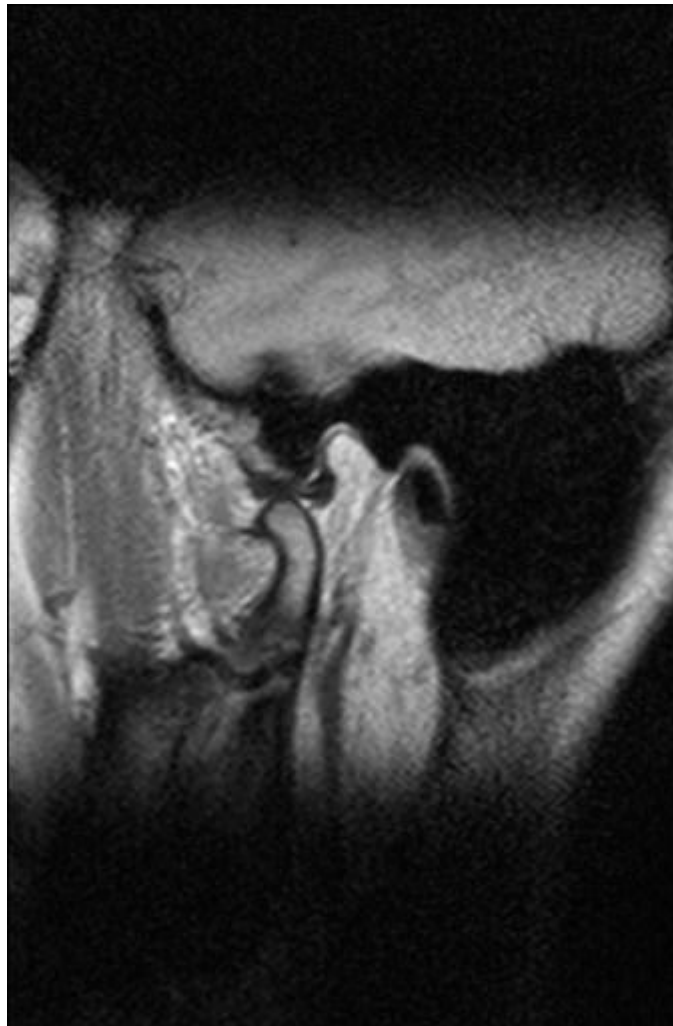
41. NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. 2007. *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta, 2007. ISBN 978-80-7368-335-1.
42. NEMETH, Tibor. 2004. RTG diagnostika ve stomatologii. Historické poznámky. *Progresdent*. 2004, roč. 10, č. 4, s. 20 – 21. ISSN 1211-3859.
43. ORT, Jaroslav, Strnad, Sláva. 1997. *Radiodiagnostika: II. část*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1997. ISBN 80-7013-240-X.
44. PASLER, Friedrich A., VISSER, Heiko. 2007. *Stomatologická radiologie: Kapesní atlas*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1307-6.
45. ROUBALÍKOVÁ, Lenka. 2006. Moderní pohled na problematiku zubního kazu III. Minimálně invazivní preparační techniky. *DentalCare*. 2006, roč.?, č. 3, s. 25 – 31. ISSN 1801-0512.
46. ROUBALÍKOVÁ, Lenka, et al. 2008. Nové dimenze použití ultrazvuku v zubním lékařství. 1. část. *Quintessenz*. 2008, roč. 17, č. 6, s. 21 – 25. ISSN 1210-017X.
47. SÁGLOVÁ, Simona. 2004. Včasná diagnostika zubního kazu – souborný referát. *Časopis České stomatologické komory: LKS*. 2004, roč. 14, č. 6, s. 10 – 13. ISSN 1210-3381.
48. SCHUPPLER, David. 2008. *Zobrazovací systémy v lékařství*. Brno: Učební text SPŠE Brno. 2008.
49. STEKLÝ, Luboš. 1999. *Vybrané kapitoly z rentgenologie a z anesteziologie*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1999. ISBN 80 -7013-276-0.
50. STEKLÝ, Luboš. 2002. Některé časté chyby při zhotovení ortopantomogramů. *Česká stomatologie a Praktické zubní lékařství*. Příl. Prakt. zub. Lék. 2002, roč. 50, č. 6, s. 183 – 190. ISSN 1213-0613.
51. STRAKA, Michal. 1998. Parodontológia 2000. *Progresdent*. 1998, roč. 4, č. 6, s. 29 – 35. ISSN 1211-3859.
52. SVOBODA, Milan. 1973. *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. Praha: Avicenum, 1973
53. SVOBODA, Otto, et al. 1984. *Stomatologická propedeutika*. Avicenum, 1984.
54. ŠEDÝ, Jiří, FOLTÁN, René. 2009. *Klinická anatomie zubů a čelistí*. Praha: Triton, 2009. ISBN 978-80-7387-312-7. (175s).
55. ŠIMŮNEK, Antonín, KOPECKÁ, Dana. 1998. Dentální implantologie. VI. Předoperační analýza. *Progresdent*. 1998, roč. 4, č. 4, s. 16 – 17. ISSN 1211-3859.
56. THURZO, Andrej. 2007. Osobnosti historie zubního lékařství: pravěk, starověk I. *StomaTip*. 2007, roč. 7, č. 3, s. 6 – 7. ISSN 1214-8288.
57. VÁLEK, Vlastimil et al. 1998. *Moderní diagnostické metody: II. díl Výpočetní tomografie*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1998. ISBN 80-7013-294-9.
58. WHITE, Stuart C., PHAROAH, Michael J. 2009. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. 6th ed. St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier, 2009. ISBN 978-0-323-04983-2.
59. ZELINKA, Martin. 2012a. Možnosti digitální radiografie. *Veterinární lékař*. 2012, roč. 10, č. 3, s. 113 – 124. ISSN 1214-3774.
60. ZELINKA, Martin. 2012b. Možnosti digitální radiografie. *Veterinární lékař*. 2012, roč. 10, č. 4, s. 174 – 183. ISSN 1214-3774.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Al	hliník
AP	anteroposteriorní
CB CT	Cone Beam výpočetní tomografie
CCD	charge coupled device
CMOS	complementary metal-oxid semiconductor
CP	centrální paprsek
CR	výpočetní radiografie
CT	výpočetní tomografie
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
DR	digitální radiografie
DSA	digitální substrakční angiografie
IZ	ionizující záření
kHz	kilo Hertz
KL	kontrastní látka
kV	kilovolt
mA	miliampér
MHz	mega Hertz
ml	mililitr
MPR	multiplanární rekonstrukce
MR	magnetická rezonance
např	například
OPG	ortopantomografie
PA	posteroanteriorní
PACS	Picture Archiving and Communicating systém
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
RTG	rentgenový
T	Tesla
tzv	takzvaný
UZ	ultrazvuk
3D	třidimenzionální

PŘÍLOHY

Příloha 1 – MR vyšetření temporomandibulárního kloubu – PD sekvence, při otevřených ústech



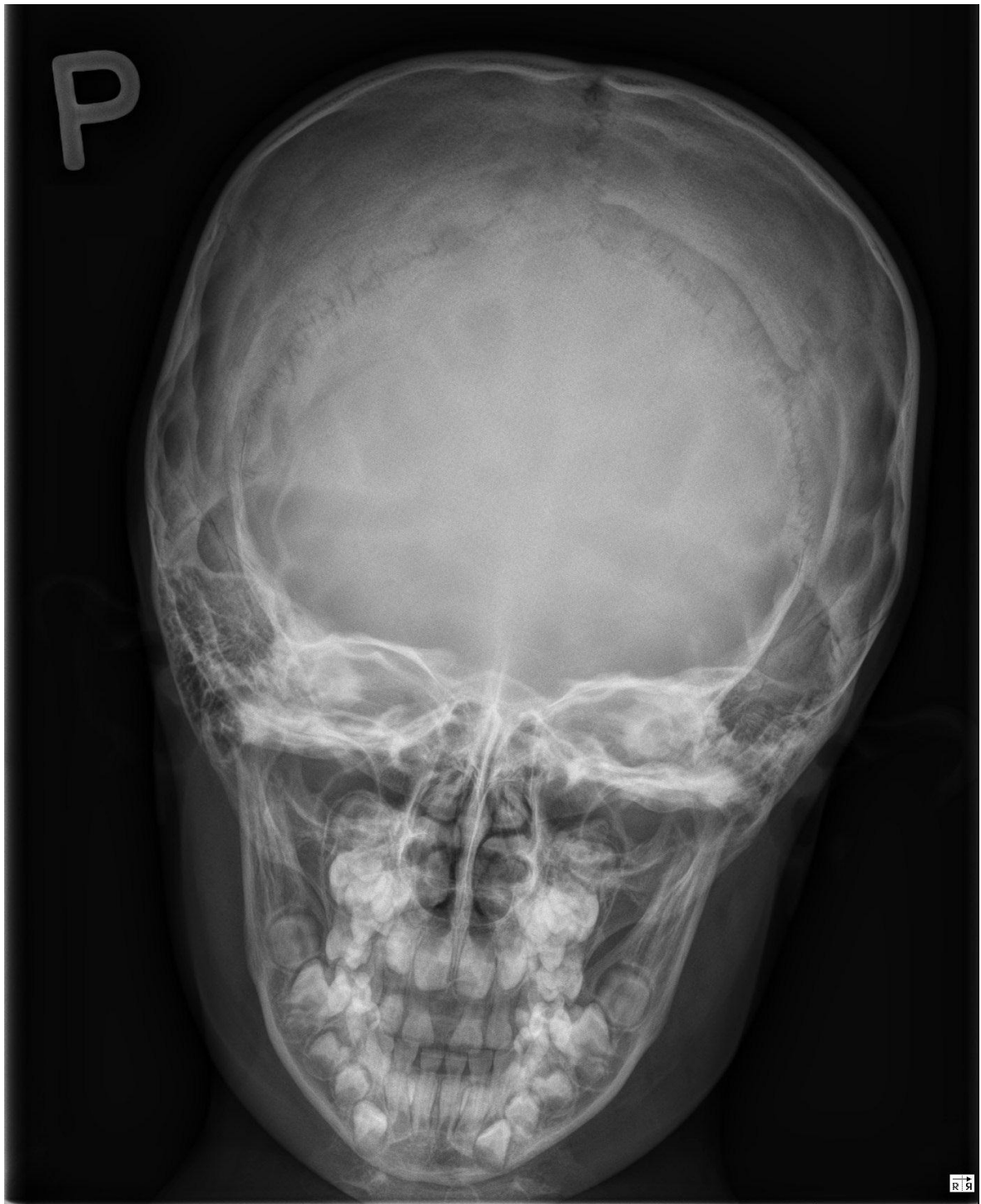
Zdroj: FNOL

Příloha 2 – Vyšetření temporomandibulárního kloubu na OPG přístroji



Zdroj: FNOL

Příloha 3 – prostý snímek lebky – PA projekce



Zdroj: FNOL

Příloha 4 – prostý snímek lebky – bočná projekce



Zdroj: FNOL

Příloha 5 – poloaxiální snímek lebky dle Waterse – při otevřených ústech



Zdroj: FNOL