

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zdravotně sociální fakulta

STOMATOLOGICKÁ RADIOLOGIE

bakalářská práce

Autor práce: Kateřina Jirková

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Radiologický asistent

Vedoucí práce: Mgr. Zuzana Freitinger Skalická

Datum odevzdání práce: 2. 5. 2012

ABSTRAKT

Tématem bakalářské práce je „Stomatologická radiologie“. Cílem práce je vytvořit souhrnné informace o stomatologické diagnostice a zhodnotit přínos moderních zobrazovacích metod v zubním lékařství. Práce seznámí studenty s konvenčními i moderními metodami a technologiemi v stomatologii. Dále s jednotlivými typy vyšetření a indikacemi k danému vyšetření, která se v oboru provádí. Také je v práci popsána radiační ochrana při zubních radiodiagnostických vyšetřeních. Radiologický asistent může samostatně provozovat stomatologické radiologické pracoviště. V práci nalezneme podmínky potřebné k samostatnému provozování.

Hypotéza bakalářské práce byla zformulována takto: Intraorální rentgeny jsou stále nejrozšířenější skupinou vyšetření v oblasti zobrazovacích technologií v zubním lékařství.

Informace, které tato práce poskytuje, se týkají především počtu intraorálních a panoramatických přístrojů používaných v České republice v letech 2002 až 2011. Data přístrojů jsou doplněna počtem dentálních CT přístrojů, která se začínají od roku 2007 objevovat na českých stomatologických pracovištích. Dále jsou uvedeny počty panoramatických a intraorálních výkonů, včetně výkonů extraorálních. V části „Výsledky“ byla jednotlivá získaná data porovnána a pro zpřehlednění dána do tabulek a grafů.

V části práce „Diskuse“ jsou vyhodnoceny získané informace a uvedeny názory k dané problematice.

V závěru jsou shrnuty veškeré poznatky týkající se dané problematiky. Cíle práce byly splněny a hypotéza potvrzena.

Přínos práce v praxi znamená pro radiologického asistenta zpřehlednění stomatologické diagnostiky, včetně informací o četnosti přístrojů a výkonů daných vyšetření v ČR. Práce je doplněna výukovým CD, které poslouží jako studijní pomůcka pro studenty oboru Radiologický asistent.

ABSTRACT

The topic of this bachelor thesis is „Dental Radiology.“ The aim of this thesis is to create a summary about dental diagnoses and evaluate the benefits of modern imaging methods in dentistry. The work is to familiarize students with conventional as well as modern methods and technologies in dentistry. Furthermore, to introduce different types of examinations and indications to given examinations which are done in the field. Radiation protection in dental radiological examinations is also described in this thesis. The radiology assistant may independently run the radiology department. In this thesis we find conditions needed for independent operation.

The hypothesis of this thesis was formulated as follows: intraoral X-rays are still the most widespread group of examinations in the area of imaging technologies in dentistry.

Information, which this thesis provides, especially concerning a number of intraoral and panoramic devices used in the Czech Republic in the years from 2002 to 2011. Data of the devices is supplemented with the number of dental CT devices which have been appearing in Czech dental surgeries since 2007. Figures of panoramic, intraoral and extraoral performances are given further. The obtained individual data has been compared and for clarification put into charts in the “Results” part.

The obtained information is evaluated and views on the matter given in the “Discussion” part.

All the information regarding this matter is summarized at the end of this thesis. Objectives of the work have been met and the hypothesis confirmed.

Contribution of the work in practice is clarification of dental diagnosis for radiology assistants, including information about frequency of devices and performances of given examinations in the Czech Republic. This thesis is supplemented with a tutorial CD which may serve as a learning tool for students in the field of Radiology assistants.

Prohlášení

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

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

V Českých Budějovicích dne 2. 5. 2012

.....

Kateřina Jirková

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Zuzaně Freitinger Skalické za poskytnuté rady, odbornou pomoc a připomínky, které mi v průběhu zpracování práce poskytla.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	8
ÚVOD	9
1 SOUČASNÝ STAV	10
1.1 Anatomie orofaciální oblasti	10
1.2 Zobrazovací metody ve stomatologii	13
1.2.1 Digitální radiologie	13
1.2.2 Skiografie	14
1.2.3 Tomografie.....	15
1.2.4 Výpočetní tomografie	15
1.2.5 Angiografie	18
1.2.6 Ultrasonografie	19
1.2.7 Magnetická rezonance	19
2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZA.....	21
2.1 Cíl práce.....	21
2.2 Hypotéza.....	21
3 METODIKA	22
4 VÝSLEDKY	24
4.1 Historie zubní radiologie	24
4.2 Rentgenové přístroje používané ve stomatologii	25
4.2.1 Intraorální rentgenový přístroj	26
4.2.2 Panorální radiograf	29
4.2.3 Free focus radiography	29
4.2.4 Panoramatický rentgenový přístroj	30
4.2.5 Cone Beam CT (CBCT)	32
4.2.6 Pomocná zařízení	33
4.3 Rentgenové filmy a digitální zobrazovací systém pro snímkování v stomatologii	34
4.3.1 Dentální filmy	34
4.3.2 Extraorální rentgenové filmy	36
4.3.3 Digitální zobrazovací systém v zubním lékařství	37
4.4 Intraorální snímkování zubů	38
4.4.1 Pravidla pro intraorální snímkování	38
4.4.2 Postup při intraorálním snímkování.....	39
4.4.3 Zubní status	40
4.4.4 Apikální (periapikální) projekce	41

4.4.5	Bitewing technika (paralelní snímkovácí technika, interproximální projekce)	42
4.4.6	Okluzní projekce (intraorální axiální projekce)	43
4.4.7	Pravoúhlá snímkovácí technika (paralelizační technika)	44
4.4.8	Projekce limbální (marginální)	44
4.4.9	Metody radiologické lokalizace	45
4.5	Extraorální snímkování ve stomatologii	45
4.5.1	Extraorální rentgenová vyšetření za použití dentálního přístroje	46
4.5.2	Extraorální projekce na výkonných přístrojích	47
4.6	Použití kontrastních látek v stomatologii	54
4.6.1	Sialografie	54
4.6.2	Antrografie (maxilografie)	55
4.6.3	Fistulografie	55
4.6.4	Artrografie čelistního kloubu	55
4.6.5	Cystografie	56
4.7	Radiační ochrana při zubních radiodiagnostických výkonech	56
4.7.1	Ochrana pacientů při radiodiagnostických výkonech v stomatologii	57
4.7.2	Ochrana pracovníků při radiodiagnostických výkonech v stomatologii	60
4.8	Uplatnění radiologického asistenta v stomatologické radiologii	60
4.9	Analýza počtu OPG a IO rentgenů v České republice	62
4.9.1	Počet dentálních CT používaných v ČR	67
4.10	Analýza počtu provedených výkonů v stomatologii v ČR	68
5	DISKUSE	69
6	ZÁVĚR	73
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	74
8	KLÍČOVÁ SLOVA	78
9	PŘÍLOHY	79

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

a. – arteria

AP – anteroposteriorní

CBCT – Cone Beam CT

CP – centrální paprsek

CR – nepřímá digitalizace (Computed radiography)

CT – výpočetní tomografie (Computed tomography)

DR – přímá digitalizace (Direct radiography)

DSA – digitální subtrakční angiografie

E – ekvivalentní dávka

HU – Hounsfieldová jednotka (Hounsfield unit)

ICRP – International Commission on Radiological protection

IO – intraorální

kV – kilovolt

mA – miliampér

MHz – megahertz

MR – magnetická rezonance (Magnetic resonance)

OK – vzdálenost mezi ohniskem rentgenky a povrchem kůže

OPG – ortopantomograf

PA – posteroanteriorní

PACS – systém pro archivaci a další zpracování digitálních obrazových dat
v medicíně (Picture Archiving and Communication System)

ROI – oblast zájmu (region of interest)

RTG – rentgen

SÚJB – Státní úřad pro jadernou bezpečnost

ÚZIS – Ústav zdravotnických informací a statistiky

wT – radiační váhový faktor

ZDS – zkoušky dlouhodobé stability

2D – dvojdimenze

3D – trojdimenze

ÚVOD

Bakalářská práce na téma stomatologická radiologie má za cíl zvýšit vzdělanost radiologických asistentů v současné stomatologické diagnostice. Oblast stomatologické radiologie z pohledu radiologického asistenta není uceleně zpracována. V mnoha případech je v učebnicích pro obor Radiologický asistent toto téma opomíjeno, nebo zmiňováno jen ve stručnosti. Radiologičtí asistenti, kteří se chtějí s touto problematikou podrobněji seznámit, jsou odkázáni na literaturu pro lékaře a studenty stomatologie. V tomto oboru je napsáno více odborné literatury. V publikacích (např. Základy radiodiagnostiky a ostatních zobrazovacích metod ve stomatologii; Dentální radiologie) je snímkovácí technice věnována značná pozornost. Nalezneme v nich i užití moderních technik, avšak vše je sepsáno z pohledu lékaře, nikoli radiologického asistenta. Nesmíme opomenout, že na webových stránkách Společnosti radiologických asistentů České republiky nalezneme e-learningový kurz pro radiologické asistenty.

Snahou této bakalářské práce je podat přehled o všech v současnosti dostupných radiologických metodách, které mohou být využity v stomatologické radiologii z pohledu radiologického asistenta.

Každý radiologický asistent by měl být dostatečně seznámen se základními znalostmi rentgenologie, se speciální přístrojovou technikou, být informován o moderních zobrazovacích postupech, umět ovládat základy snímkových technik zubů i ovládat základy zpracování rentgenového filmu. Znalost anatomie orofaciální oblasti při snímkování zubů by měla být pro radiologického asistenta samozřejmostí. Také je důležité vyvarovat se nepřiměřené expozice, opakování zhotovených snímků a dodržovat principy radiační ochrany.

1 SOUČASNÝ STAV

Radiologické zobrazovací metody jsou nejčastěji používané pomocné vyšetřovací metody ve všech odvětvích stomatologie. V stomatologii nejčastěji používáme skiografii za použití intraorálních a extraorálních technik.

Stomatologická radiologie je v dnešní době již samostatně definovaná stomatologická subdisciplína, která se stále rozvíjí. Rentgenové vyšetření v zubním lékařství patří k základním vyšetřovacím postupům ve všech odvětvích stomatologie. Hlavní náplní je diagnostika onemocnění a úrazů v orofaciální oblasti. Lékař může radiologické vyšetření využít k stanovení diagnózy, sledování průběhu léčby i k zhodnocení dosažených výsledků. Vyšetření zubů a čelistí bez užití zobrazovacích metod si dnes už nejde ani představit.

V současné době do radiologie rychle proniká digitalizace. Stále častěji se zavádějí nové techniky s užitím digitálního zobrazování a to jak u CT, MR, tak i u klasické konvenční radiodiagnostiky, tomografie, digitální subtrakční angiografie a ultrazvuku.

1.1 Anatomie orofaciální oblasti

Do orofaciálního systému patří *dutina ústní* (cavum oris), *zuby* (dentes), *zubní oblouky* (arcus dentales), *parodont* (parodontium), *kostra obličeje* (skeleton faciei) s důležitými částmi jako jsou horní čelist (maxilla), dolní čelist (mandibula), lící kosti (ossa zygomatica) a čelistní klouby (articulationes temporomandibulares). Dále do tohoto systému řadíme *žvýkací svalstvo* (musculi masticatorii), *mandle* (tonsillae), *jazyk* (lingua), *hltan* (pharynx) a *slinné žlázy* (glandulae salivariae). [17]

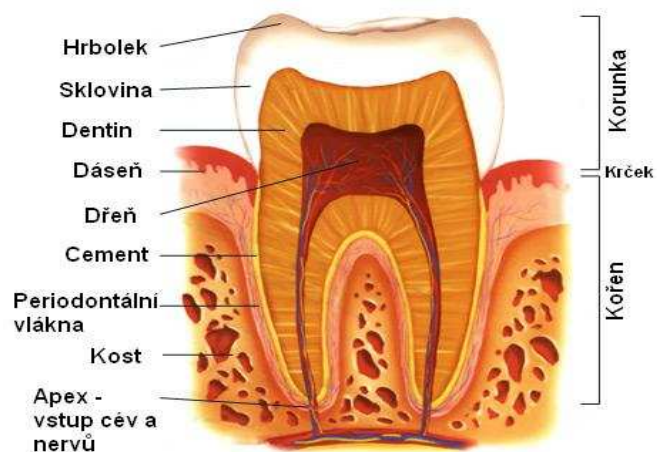
Stomatografický systém člověka zahrnuje i regionální uzlinový systém, paranazální dutiny, svaly hlavy, krku, dále cévy a nervy. Důležitou součástí orofaciální anatomie v stomatologické radiologii jsou horní čelist, dolní čelist a zuby.

Horní čelist je párová kost. Obě jsou spojeny ve střední čáře. Maxilla je uložena ve středním a předním oddílu obličejové části lebky. Podílí se na vytváření tvaru obličeje, patra, stěn oční a nosní dutiny a nese horní zubní oblouk.

Dolní čelist - mandibula je oproti maxille nepárová kost. Je největší a nejsilnější kostí obličeje. Skládá se ze zahnutého, ventrálně konvexního těla (*corpus mandibulae*) a dvou ramen (*rami mandibulae*).

Nejsložitějším kloubem v lidském těle je čelistní kloub (*articulatio temporomandibularis*). Je to složený kloub. Umožňuje spojení mezi pohyblivou dolní čelistí a nepohyblivou spánkovou kostí spodiny lebeční. Umožňuje složité pohyby a souhyby s druhostranným kloubem při kousání, žvýkání i mluvení.

Zuby, latinsky *dentes*, jsou tvrdé útvary uložené v dutině ústní tvořící dva oblouky, *arcus dentalis superior et inferior* (horní a dolní oblouk zubní). Slouží k řezání, trhání, rozměňování potravy a uplatňují se při tvorbě řeči. Zub se anatomicky skládá z korunky zubu (*corona dentis*), krčku zubu (*collum dentis*) a kořene zubu (*radix dentis*). Uvnitř zubu je uložena dřeňová dutina (*cavitas dentis*). Korunka zubu je nejobjemnější část zubu, která vyčnívá z dásně a je pokryta sklovinou (*enamelum*). Krček zubu tvoří přechod mezi korunkou a kořenem. Na zdravém zubu je překryt dásní, se kterou vytváří gingivodentální uzávěr. Kořen zubu je uložen v kostěném alveolu čelisti. Zuby mohou být jednokořenné nebo vícekořenné, kdy je kořen rozdělen na dvě až tři větve. Dřeňová dutina je v korunce, krčkem pokračuje do kořene jako kanálek (*canalis radialis dentis*). Obsahuje zubní dřeň (*pulpa dentis*), cévy a nervy. Základní stavební součástí zubu je zubovina (*dentin*), která určuje tvar zubu a je jeho největší částí. Povrch korunky kryje nejtvrdší hmota v lidském těle, sklovina. Další tvrdou tkáň zubu je zubní cement (*cementum*). Cement je tvořen vláknitou kostní tkání, která kryje povrch zubního kořene a krčku. Na stavbě zubu se také podílí zubní dřeň. Skládá se z řídkého vaziva, obsahuje cévy a nervová vlákna vstupující do dřeně hrotovým otvorem. [9]



Obrázek č. 1: Anatomie zubu a dásně [3]

Struktury podílející se na upevnění zubu v čelisti se souhrnně nazývají parodontium. Parodontium utváří dásně, periost, alveolus, zubní cement a závěsný vazivový aparát. Zub je v alveolu zavěšen pomocí vazivových vláken představující dentoalveolární závěsný aparát zvaný periodontium. Vstup do periodontia je chráněn u zubního krčku gingivodentálním uzávěrem který brání vniknutí škodlivin do periodontální štěrbiny. Dásně (gingiva) je sliznice alveolárních výběžků čelistí, která navazuje na sliznici předšní dutiny ústní, patra a spodiny dutiny ústní. [9]

Jednotlivé zuby se nazývají: *řezáky* (dentes incisivi), *špičáky* (dentes canini), *třenové zuby* (dentes praemolares), *stoličky* (dentes molares). U člověka vyrůstají zuby ve dvou generacích: *dočasný* (mléčný) chrup a *trvalý* (stálý) chrup. Mléčný chrup je složen z 20-ti zubů (8 řezáků, 4 špičáky a 8 stoliček). Prořezává se přibližně v šestém měsíci a jeho růst končí ve dvou letech. Náhrada mléčného chrupu za stálý chrup nastává v 6. – 7. roce života a končí mezi 15. – 18. rokem. Kompletní stálý chrup je složen z 32 zubů (8 řezáků, 4 špičáky, 8 třenových zubů a 12 stoliček). [7]

Soubor zubů se nazývá dentice (chrup). Jednotlivé zuby se označují zkratkami a čísly. Zkratky tvoří první písmeno latinského názvu a číselný index označuje pořadí zubu. Dočasné zuby se označují velkým písmenem. U mléčného chrupu se používají písmena malá. Postavení zubů v oblouku zakreslujeme do dentálního kříže, který dělí

zubní oblouky na čtyři kvadranty. Hranicí mezi kvadranty je rovina okluzní a rovina sagitální. Při zakreslování zubů do kříže vycházíme z představy, že pacient je postaven čelem k nám. Při tomto postavení zapisujeme zuby do pravé poloviny chrupu do zubního schématu vlevo a naopak. [6, 17]

1.2 Zobrazovací metody ve stomatologii

1.2.1 Digitální radiologie

Klasický způsob zobrazení rtg snímků na film dnes postupně nahrazuje digitální radiografie. V dnešní době získala také velké uplatnění u výpočetní tomografie, magnetické rezonance i digitální subtrakční angiografie. V praxi se setkáváme s přímou a nepřímou digitalizací.

Nepřímá digitalizace je označována jako CR (Computed radiography). Nosičem dat je speciální paměťová folie, která je uložena v kazetě standardních rozměrů, v níž se po expozici vytváří latentní obraz. Folie obsahuje luminifor a ten je schopen fosforescence. Pomocí speciálního skeneru, tzv. čtecího zařízení získáme po ozáření laserem z folie signál a ten převedeme na digitální obraz. Computed radiography obsahuje laser scanner, fosforové kazety a pracovní stanici.[29]

Přímá digitalizace označována jako DR (Direct radiography) umožňuje rychlé získání obrazu, kdy se už nepoužívají kazety ale tzv. flat panely. Flat panely mohou být přenosné k užití snímkování na lůžku nebo na transportním vozíku nebo jsou zabudované přímo do stolu nebo vertigrafu. U DR je záření zachycené maticí detektorů. Detektory převádějí záření na elektrický signál, který je v digitální podobě zaznamenáván počítačem. Mezi technologie DR patří buď desky na bázi amorfního křemíku, nebo ploché panely na bázi amorfního selenu. [29]

Výhodou přímé radiografie od nepřímé je především rychlost vytvoření digitální rtg obrazu, který je hotov již za 2 sekundy po expozici a expozici můžeme hned opakovat. Dalšími výhodami jsou vyšší kvalita získaných obrazů a následná úprava

obrazu. Snímky mohou být archivovány v digitální podobě s možností je opakovaně vytisknout, lze je elektronicky posílat na jiná oddělení nebo do jiných nemocnic. Provoz a digitální archivace je cenově stejně náročný, nepatrně i levnější než klasické techniky. Relativní nevýhodou je vysoká pořizovací cena. [28, 29]

1.2.2 Skiografie

Skiografie je rentgenová metoda užívající rentgenového filmu, na kterém po expozici vzniká latentní obraz prozářené tkáně. Vzniklý latentní obraz se vyvoláním a ustálením filmu zviditelní. Rentgenový obraz je dvojrozměrný, stínový obraz trojrozměrného objektu zachycující informace o všech tkáních, kterými záření prošlo. Je takzvaným sumačním obrazem. Tkáně pohlcující více záření se jeví na snímku jako zastínění a tkáně méně pohlcující záření jako projasnění. Snímek je negativ, proto jsou oblasti projasnění „tmavší“ a zastínění „světlejší“. [28, 27]

Obraz vzniká působením paprsků rentgenového záření na film, který je světlotěsně zabalen. Filmy mohou být bezfóliové a fóliové. Bezfóliové filmy se používají především jako zubní filmy. Většina rentgenových vyšetření využívá fóliových filmů, které jsou uloženy mezi zesilovacími fóliemi. Jde o vrstvu fluoreskující látky nanesené na folii a vloženou do kazety s rentgenovým filmem tím způsobem, aby byla obrácena fluoreskující vrstvou.[27] Rentgenové záření dopadá na zesilovací fólii, kde vyvolá fluorescenci, která značně zesílí celkový účinek rentgenového záření na film a tím se zkracuje expoziční doba i ozáření pacienta.

Rozměry kazet jsou dány rozměry filmů. Nejčastěji se užívá rozměrů 18 x 24, 24 x 30, 35 x 35 a 35 x 45 cm. Setkáváme se i s jinými rozměry, například ve stomatologii většinou používáme 3 x 4 cm eventuálně 2 x 3 cm.

Při snímkování se zhotovují ve většině případů snímky ve dvou projekcích a to nejčastěji v předozadní a bočné. Výhodou užití dvou projekcí je poskytnutí informací o prostorovém uložení struktur a nalezení změn, které v jedné projekci nemusí být patrné. U předozadní projekce (AP - anteroposteriorní, přesněji

ventrodorzální) svazek paprsků dopadá na tělo zepředu a opouští tělo dorzálně. Tuto projekci užíváme nejčastěji. U snímků lebky, pro účely obličejové chirurgie, zhotovujeme snímky zadopřední (PA - posteroanteriorní). U bočních snímků je pravidlem, že při jeho zhotovení je pravá strana pacienta uložena blíž ke kazetě s filmem. Dále můžeme zhotovit například projekce axiální, šikmé nebo tangenciální. [28, 31]

1.2.3 Tomografie

V dnešní době je tomografie nahrazována moderními metodami, kterými jsou výpočetní tomografie a magnetická rezonance. V zubním lékařství má však stále diagnostické využití pomocí tzv. ortopantomografie.

Tomografie zhotovuje vrstevné snímky, tzv. řezy (tomogramy). Na vzniku snímků se podílí tři komponenty: rentgenka, film s kazetou a pacient. Dva z komponentů se musí vždy pohybovat. Převážně se pohybuje rentgenka a film, málokdy pacient a film. Cílem tomografie je zobrazení tenké vrstvy části objektu s rozmazáním okolních struktur. Stíny struktur totiž často rušivě působí na přehledném snímku. Během expozice se rentgenka posunuje nad objektem a proti jejímu směru se současně pohybuje rovnoměrně kazeta s filmem pod objektem. Útvary, které leží ve vyšetřované rovině, se zachytí na film na stejném místě. Stíny útvarů ležící nad nebo pod touto rovinou mění své místo na filmu a jsou rozmazané. Čím je úhel kyvu větší, tím je zobrazená plocha menší.

1.2.4 Výpočetní tomografie

Výpočetní tomografie je rentgenová vyšetřovací metoda, která využívá digitální zpracování dat o průchodu rentgenového záření v mnoha průmětech vyšetřovanou vrstvou. [28]

Indikací k CT vyšetření je nespočetné množství. (viz. níže uvedený výčet). Kontraindikací je ze stomatologického hlediska přítomnost náhrad z těžkého kovu ve

snímkované rovině, protože kovové předměty vytvářejí artefakty v podobě paprskových stínů. Stíny nám znehodnotí dané řezy a znemožní další zpracování. [4]

Indikace k CT:

- v orální a maxilofaciální chirurgii – faciální zlomeniny, hodnocení čelistního kloubu a paranasálních dutin, prechirurgické plánování v dentální implantologii
- v traumatologii spodiny lebni
- pro diagnostiku nádorů v retromaxilární, faryngeální a parotické oblasti
- k diagnostice zánětlivých onemocnění
- k identifikaci cizích rentgenkontrastních a nekontrastních těles
- v ortodoncii – pro vyjasnění poměrů naspharyngeálních dýchacích cest, k zobrazení rozsahu deformit u pacientů s rozštěpem, pro zhodnocení skeletálních asymetrií
- v ortodonticko – chirurgické diagnostice – k určení polohy a velikosti cyst, odontomů a přespočetných zubů (jejich vztah k okolním strukturám jasně prokáží pouze CT obrazy)
- v diagnostice retinovaných zubů – bukolinguální inklinace (sklon) podélné osy neprořezaného zubu, dilacerace, angulace mezi kořenem a korunou jsou na rtg snímcích nedetekované [4]

Princip CT je založen na zeslabování svazku rentgenového záření při průchodu vyšetřovaným objektem. Svazek záření, který vychází z rentgenky, má vějířovitý tvar. Šířka svazku záření určuje šířku vyšetřované vrstvy. Záření prošlé pacientem dopadá na detektory. Jsou uloženy na protilehlé straně, než je uložena rentgenka. Detektory přeměňují prošlé množství rentgenového záření na elektrický signál, který je digitalizován a poté zpracováván. K zhotovení jedné vrstvy se systém rentgenka a detektory během expozice otočí kolem pacienta o 360°. Expoziční čas je u moderních přístrojů okolo 1–2 sekundy. Výsledkem celé expozice jsou změřená objemná kvanta

dat, jichž obvykle bývá v rozmezí 720–1440 měření každým detektorem. Detektorů bývá 800–1200. Ze získaných dat počítač rekonstruuje obraz vyšetřované vrstvy. Dnes se v praxi často setkáváme s CT přístroji s více řadami detektorů vedle sebe, tzv. multislice CT. [28]

Součástí CT přístroje jsou vyšetřovací stůl s úložnou deskou pro pacienta, gantry (vyšetřovací tunel), obsahující rentgenku a detektory, generátor vysokého napětí, počítačová jednotka (hardware a software) a zařízení pro dokumentaci digitálních obrazů.

Obrazy vrstev, které získáme, jsou digitální obrazy tvořené maticí bodů, tzv. pixelů (většinou v počtu 512 x 512). Absorpční vlastnost jednotlivých částí vyšetřovaného objektu registrujeme jako denzitu, která je udávána v Hounsfieldových jednotkách (HU).

Vyšetřovat můžeme jak nativně, tak s pomocí aplikace kontrastní látky. CT vyšetření lze provést dvojím způsobem, konvenční nebo spirální technikou. V obou případech získáme vrstevné obrazy v transverzální neboli axiální rovině. U konvenčního CT vyšetření jsou jednotlivé vrstvy zhotovovány postupně a mezi nimi se vyšetřovací stůl s pacientem posune o zvolenou vzdálenost. Při užití spirální techniky získáme informace o celém vyšetřovaném objemu, kdy během kontinuální expozice pacient projíždí otvorem gantry. Ze získaných dat potom počítač vytvoří obrazy jednotlivých vrstev. [25]

CT vyšetření zobrazuje měkké tkáně i kostní tkáň. Slouží k vyloučení nebo potvrzení přítomnosti ložiskových lézí a klasifikaci tumorů. Akutní CT vyšetření je indikováno například u traumat lebky, páteře, u cévních mozkových příhod, poranění hrudníku a břicha. Pod CT kontrolou můžeme také provádět diagnostické biopsie a terapeutické drenáže tekutinových kolekcí. [25, 27]

1.2.5 Angiografie

Hlavní indikací angiografie je onemocnění cév (např. aneuryzmata, stenózy či uzávěry velkých cév). Přímo při angiografii lze některá tato onemocnění rovnou pomocí zavedeného katétru odstranit. Jde tedy o metodu nejen vyšetřovací, ale i léčebnou. V stomatologii je indikována například u onkologicky nemocných nebo cévních dysplázií.

Angiografie obecně znamená zobrazení cévního řečiště. V užším slova smyslu jde o invazivní rentgenovou zobrazovací metodu cév, při které se aplikuje do cévního řečiště dané oblasti jodová kontrastní látka a požadovaná oblast se poté zobrazí. Zobrazení cév lze provést i neinvazivně, například pomocí technik dopplerovské ultrasonografie, CT angiografie nebo MR angiografie. [25]

Angiografické vyšetření se provádí na specializovaných radiologických pracovištích, která disponují angiografickým komplementem umožňující skiaskopickou kontrolu nutnou pro zavedení instrumentária a snímkování. Angiografie se většinou provádí pomocí Seldingerovy techniky, nejčastěji punkcí a. femoralis v třísele za místního znecitlivění, kdy je pod skiaskopickou kontrolou zaveden do příslušné tepny nebo žíly rentgenkontrastní katetr. Poté se provede nástřik jodovou kontrastní látkou [28, 12]

Klasické snímkování dnes nahrazuje moderní technika zvaná digitální subtrakční angiografie (DSA). Při DSA získáváme subtrahované angiogramy už během vyšetření. Principem je elektronické vymazání překrývajících se struktur obrazu při angiografii. Před podáním kontrastní látky je do obrazové paměti dodán nativní obraz a po aplikaci kontrastní látky je nativní obraz vyvolán z paměti a promítnut na obraz s kontrastní naplní. Díky subtrakci obrazového pozadí a elektronickým zesílením signálu se dosáhne zvýšení kontrastu cév. [13]

Podle toho, která část řečiště se zobrazuje, dělíme angiografii na *arteriografii* (zobrazení tepen), *flebografii* (zobrazení žil), nebo konkrétněji například na *koronarografii* (zobrazení koronárního řečiště).

1.2.6 Ultrasonografie

V zubním lékařství má ultrazvuk převážně využití u onemocnění slinných žláz a lymfatických uzlin. Umožňuje nám zobrazit celou slinnou žlázu, její vývody i vlastní parenchym. Je metodou první volby v diagnostice zánětlivých a nádorových onemocnění slinných žláz. [25]

Ultrasonografie je vyšetřovací metoda, která využívá schopnosti ultrazvuku procházet tkáněmi a odrážet se na jejich rozhraních. Odrazy neboli echa můžeme registrovat a vyhodnocovat. Ultrazvuk je zvukové vlnění o vyšší frekvenci než horní mez intervalu slyšitelných zvuků nad 20 kHz. Zvukové vlnění je vytvářeno mechanickým kmitáním těles, která předávají energii částicím prostředí, které je obklopuje. Užití ultrazvuku je omezeno fyzikálními parametry tkání. Neumožňuje vyšetřovat porézní tkáně jako kosti a plíce, neboť silně tlumí přenos ultrazvukové energie a vytváří tzv. akustický stín. V medicínské diagnostice se používá frekvence mezi 1–15 MHz. Vyšší frekvence zobrazí tkáň detailněji, ovšem vlnění je více absorbováno a tím se hloubka zobrazení rychle zmenšuje. [13, 14]

Zdrojem ultrazvuku jsou látky mající piezoelektrické vlastnosti, tzv. piezoelektrické krystaly. Ultrazvukové vlny vychází ze sondy, která obsahuje jeden nebo více krystalů. Příkládají se na povrch těla nebo se zavádí do tělesných dutin. Sondy se liší vysílanou frekvencí. Pro hlouběji uložené tkáně, při vyšetřování břicha a pánve u dospělého se užívá sonda o frekvenci 1- 5 MHz, sondy s vyšší frekvencí se používají k vyšetření povrchových orgánů (štítná žláza, prsní žláza nebo oční bulbus).

1.2.7 Magnetická rezonance

Magnetická rezonance (MR nebo MRI - magnetic resonance imaging) je tomografickou diagnostickou zobrazovací metodou.

Stomatologické využití nachází převážně v zobrazování orofaciálních tumorů (nádory jazyka, epifaryngu) a měkkých částí orofaciální oblasti. Používá se k vyšetření

temporomandibulárního kloubu, včetně jeho dynamiky. Dále se užívá speciálního vyšetření tzv. MR sialografie, která nám neinvazivně zobrazí vývody slinných žláz.

Princip magnetické rezonance je složitý. Pro zobrazení MR se nejčastěji využívají protony vodíku, které jsou obsaženy v tkáních lidského těla. Protony jsou kladné částice, neustále rotující kolem své dlouhé vlastní osy. Tento pohyb se nazývá spin. Každý proton tímto rotačním pohybem vytváří slabé magnetické pole. Pokud umístíme zkoumanou tkáň do silného zevního magnetického pole, uspořádají se spiny protonů do jednoho směru. V tomto stavu koná magnetický moment protonů mimo spinu i precesní pohyb. Rotuje tedy kolem své osy (spin) a také po plášti pomyslného kužele (precese). Pokud je nyní aplikován radiofrekvenční pulz o frekvenci shodnou s frekvencí precese protonu, dojde na principu rezonance k vychýlení magnetického momentu z původního směru o určitý úhel a k synchronizaci precese všech protonů. Po vypnutí pulzu dochází postupně k návratu protonu do původního stavu. Signál, který získáme, registrujeme pomocí přijímacích cívek a můžeme měřit jeho velikost. Radiofrekvenční pulzy se opakují mezi jednotlivými relaxacemi. Tato série pulzů se nazývá sekvence. K získání kvalitního obrazu musí být cívka uložena co nejblíže k vyšetřované oblasti. [28, 25]

Při MR vyšetření zhotovujeme vrstevné obrazy s užitím různých sekvencí, v libovolné rovině. Pro zvýšení kontrastu užíváme někdy aplikaci paramagnetické kontrastní látky. [25]

Nevýhodami MR vyšetření jsou absolutní kontraindikace, mezi které patří kardiostimulátory, neurostimulátory, kochleární implantáty, inzulinové pumpy, defibrilátory, magneticky ovládané dentální implantáty a jiné. Mezi relativní kontraindikace patří přítomnost feromagnetických materiálů a klaustrofobie. MR vyšetření se nedoporučuje provádět během prvního trimestru těhotenství. [13, 28]

2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZA

2.1 Cíl práce

Tato bakalářská práce si klade za cíl zpracovat souhrnné informace o stomatologické diagnostice. Zhodnotit přínos moderních zobrazovacích metod v této problematice. Dalším cílem je vytvoření výukového materiálu s aktuálními informacemi, který bude sloužit jako studijní pomůcka pro studenty oboru Radiologický asistent.

2.2 Hypotéza

Hypotéza: Intraorální rentgeny jsou stále nejrozšířenější skupinou vyšetření v oblasti zobrazovacích technologií v zubním lékařství.

3 METODIKA

Při vypracování bakalářské práce bylo zapotřebí prostudovat odborné knihy, články a webové stránky týkající se dané problematiky. Získané informace mi byly nápomocny k vytvoření souhrnného přehledu stomatologické radiodiagnostiky.

Analýza počtu OPG a IO přístrojů v ČR

Analýza počtu panoramatických a intraorálních rentgenů používaných v České republice se týká posledních deseti let od roku 2001 do roku 2011. Údaje týkající se stomatologického přístrojového vybavení jsem získala díky laskavosti pracovníků Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, Ing. Jana Matznera a Mgr. Jany Davídkové, kteří mi obstarali z Registru zdrojů potřebná data. Bylo zapotřebí z dat odečíst přístroje, které jsou aktivně užívány mimo Českou republiku, přístroje před likvidací, v pracovním skladu a přístroje neurčené. U IO přístrojů bylo ještě nutné odečíst přístroje, které se používají mimo lékařství (průmysl, školství, výzkum, veterinární lékařství a ostatní). Výsledná data byla zpracována, porovnána a graficky znázorněna pomocí programu Microsoft Excel.

Analýza počtu zhotovených snímků v ČR

Počet výkonů jsem získala na webových stránkách Ústavu zdravotnických informací a statistiky ČR (ÚZIS ČR). ÚZIS každoročně publikuje Zdravotnické ročenky České republiky i jednotlivých krajů. Vychází z údajů Národního zdravotnického informačního systému a demografických údajů Českého statistického úřadu. V ročenkách ČR jsem našla vždy v třetí kapitole nazvané Síť a činnost zdravotnických zařízení počet výkonů od roku 2001 do 2010 a získaná data vložila do tabulky a graficky znázornila. Data pro rok 2011 budou kompletně zpracována až ke dni 30. 4., tudíž nejsou v práci prezentována. Data pro rok 2010 jsou uvedena bez podrobnějšího členění a sečtena dohromady.

Analýza nejčastějších diagnóz

Analýzu nejčastějších diagnóz pro indikaci rentgenového vyšetření jsem pojala na základě konzultace s lékaři, z různých odvětví stomatologie. Nenalezla jsem žádné potřebné studie a data, která bych v práci mohla využít. Názory lékařů jsem použila v Diskuzi.

Analýza dalších moderních zobrazovacích metod využívaných ve stomatologii

Počty OPG a IO rentgenů jsou doplněny daty dentálních CT, která se vyskytují od roku 2007 na diagnostických pracovištích. Počty přístrojů jsou také získány z Registru zdrojů SÚJB.

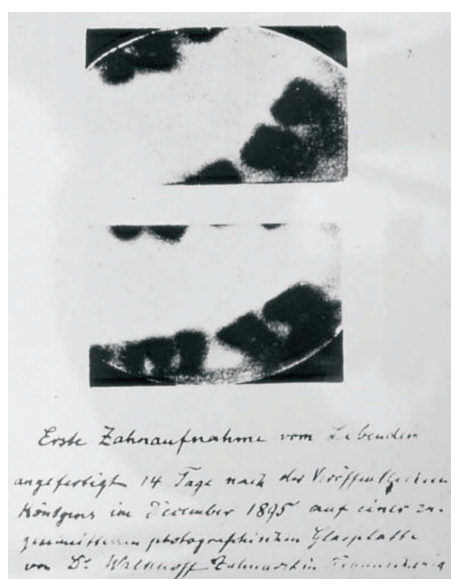
Získané informace jsou diskutovány a porovnány s odbornými časopisy zabývající se touto problematikou.

Výukový materiál byl vytvořen pomocí programu Microsoft PowerPoint, jehož tištěná verze je přílohou práce.

4 VÝSLEDKY

4.1 Historie zubní radiologie

Dne 28. prosince roku 1895 německý fyzik, Wilhem Conrad Roentgen veřejně oznámil svůj velký vědecký objev, jímž byly „X paprsky“. To dalo podnět dalším vědcům k podílení se na vývoji radiologie. Dva týdny po zveřejnění Roentgenova objevu provedl německý fyzik, Dr. Otto Walkhoff první zubní rentgenový snímek trvající 25 minut. V USA byl průkopníkem v zubní radiologii Dr. C. Edmund Kells. V červenci 1896 se stal prvním lékařem na světě, který provozoval zubní rentgenový přístroj. První práce pojednávající o panoramatické tomografii pochází z roku 1946 z Finska. V roce 1959 Y. V. Paatero zkonstruoval v Helsinkách první ortopantomograf. [8]



Obrázek č. 2: První zubní rentgenový snímek Dr. O. Walkhoffa [8]

Díky těmto objevům se začala rozvíjet aplikace rentgenu v diagnostice a léčbě zubních onemocnění. Postupem času se vyvinuly nové technologie, bezpečnostní postupy a předpisy. Stomatologická radiologie se dostala do popředí a ve stomatologii

získala významnou úlohu. Dnes je již samostatnou stomatologickou subdisciplínou a stále se rozvíjí.

4.2 Rentgenové přístroje používané ve stomatologii

Speciální zubní rentgenové přístroje se ve své konstrukci od klasických rentgenových značně liší, neboť čelistní klouby, dutiny lebky, zubní tkáň i lebka mají své specifické anatomické zvláštnosti. Pro snímkování jednotlivých zubů se používají intraorální rentgenové přístroje (IO přístroje). Pro snímkování přilehlých částí čelistí, nebo celé čelisti se užívá speciálních přístrojů, nazývaných panoramatické přístroje (OPG přístroje). Někdy jsou panoramatické přístroje doplněny cephalostatem, což je zařízení umožňující snímek lebky v různých projekcích i snímek řezu dutinami. [36]

Mezi moderní zobrazovací technologie v zubním lékařství patří zařízení určená k 3D snímkování nebo 3D zobrazení. V dnešní době jsou již poměrně běžnou součástí tohoto oboru. Do této skupiny patří především dentální CT a panoramatické rentgeny s technologiemi 3D skenování. Trendem se stávají panoramatické RTG umožňující upgrade na CT. Novinkou je také skenování pomocí tzv. Cone Beam CT (CB CT).

Do skupiny zubních rentgenových přístrojů řadíme i klasické přístroje pro přehledné konvenční snímky celé lebky a rentgenové přístroje pro tomografii, dnes již z velké části nahrazeny počítačovým tomografem. Můžeme se setkat i s panoramatickou zvětšovací technikou za použití panorámního radiografu nebo její modifikací free focus radiography.

Na všechny typy stomatologických přístrojů jsou kladeny určité požadavky jako malé rozměry, jednoduchost, snadná ovladatelnost a dostatečná výkonnost. Zubní rentgen je jednoduchým zdrojem ionizujícího záření a nakládání s ním vyžaduje povolení. Každý musí být typově schválený Státním úřadem pro jadernou bezpečnost. Před uvedením do provozu musí úspěšně projít přejímací zkouškou a po jeho instalaci

nadále podléhá dalším kontrolám a zkouškám jako je zkouška dlouhodobé stability nebo zkouška provozní stálosti. [26]

4.2.1 Intraorální rentgenový přístroj

Intraorální rentgeny jsou v běžné stomatologické praxi nejrozšířenějšími rentgenovými přístroji. Za dodržení určitých podmínek mohou být umístěny v ordinaci stomatologa v bezprostředním dosahu ke křeslu s pacientem. Mohou být umístěné na stěně ordinace, na samostatné pohyblivé základně nebo na stacionárním sloupu. Někdy jsou zabudované v rentgenové místnosti, mimo ordinaci, kde plní svou funkci zpravidla pro více lékařů.

Jedná se většinou o komorové jednopulsové zařízení, které slouží pro snímkování jednotlivých zubů nebo skupin zubů s příslušnou částí alveolárního výběžku. Někdy se používají i k snímkování měkkých tkání, například k identifikaci slinného kamene, nebo cizího tělesa.

Zdrojem rentgenového záření je rentgenka, která emituje záření v rozmezí vlnových délek 10–0,01 nm. U dnešních zubních rentgenů má rentgenka délku do 7 cm, průměr 3 cm. Je součástí hlavy přístroje spolu s transformátorem. Je to skleněná, evakuovaná trubice obsahující dvě elektrody, katodu ve tvaru spirály a anodu. Obě elektrody jsou z wolframu. Pokud připojíme mezi zápornou katodu a kladnou anodu napětí desítek až stovek kilovoltů, žhavením katody vzniká proud elektronů, které jsou přitahovány anodou. Elektrické pole mezi elektrodami tyto elektrony urychluje a prudce letící elektrony dopadají na dopadové ohnisko anody. Kinetická energie elektronů je předána anodě. Pouze 1 % kinetické energie se změní v rentgenové záření (brzdové a charakteristické) a ze zbylých 99 % energie vzniká teplo. Anoda se dopadem elektronů zahřívá, proto je nutné ji chladit. U zubních rentgenů je chlazení olejové. [27]

Ve výstupním okénku, ze kterého vychází svazek rentgenového záření je u zubních rentgenů hliníkový kryt. Kryt absorbuje měkké nežádoucí záření.

Jeho šíře je 3mm. Na výstupním okénku je přítomen kuželový tubus. Tubus primárně zajišťuje vzdálenost mezi ohniskem rentgenky a povrchem pacientova těla (obvykle 20 nebo 30 cm) a vymezuje plochu, na kterou dopadá svazek rentgenového záření. Před tubusem, na výstupu z rentgenové hlavice, je snímatelná primární clona, která omezuje průměr primárního svazku.



Obrázek č. 3: Intraorální rentgenový přístroj (produkt Planmeca Intra, od značky PLANMECA) [2]

Hlava přístroje je upevněna na závěs, který má dva klouby. To nám umožní lepší nastavení tubusu do požadované polohy a výšky. Na obou stranách hlavy přístroje, ve kterém se rentgenka nachází, nalezneme stupnici pro nastavení úhlu. Díky stupnici určíme sklon směru paprsků k horizontální rovině. Nosná ramena hlavy rentgenky obsahují vyvažovací zařízení a jsou připojena k podstavci rentgenového přístroje.

Přístroje v stomatologii mohou být pojízdné, upevněné na strop nebo stěnu nebo stomatologickou soupravu. [35]

Přístroj se napojí do zásuvky elektrického proudu o napětí 220 V, zapne se hlavní spínač a může být uveden do chodu pomocí ovladače (spouštěče). Expoziční dobu zajišťuje časový spínač. Časový spínač nám umožňuje časovou volbu od setiny vteřiny po maximálně 5 sekund. U moderních přístrojů se doba expozice pohybuje v rozmezí 0,01–3,2 sekund. Expoziční doba závisí na výkonnosti přístroje, vzdálenosti snímkaného předmětu od zdroje záření, na kvalitě filmového materiálu a morfologické struktuře snímkané oblasti. [27]

U moderních přístrojů jsou přítomny orgánové časové voliče, kdy se doba expozice nastavuje dle příslušného vyšetření pro určité skupiny zubů. Není tedy nutné expoziční čas zvlášť nastavovat, zvolí se pouze příslušný symbol. Časové spínače mohou korigovat expozici i dle citlivosti filmu. Okamžik spuštění expozice je signalizován jak akusticky tak opticky. [12]

V následující tabulce jsou uvedeny požadované technické parametry zubních rentgenů pro intraorální snímkování.

Tabulka č. 1: Technické parametry zubních rentgenů pro intraorální snímkování

Napětí na rentgence	50 – 90 kV	
Expoziční doba	do 5 s, orgánová volba, děti – dospělý	
Velikost ozářeného pole na konci tubusu	průměr 6cm	
Vzdálenost ohnisko – konec tubusu	10 cm pro napětí do 60 kV, 20 cm pro napětí nad 60 Kv	
Délka kabelu expozičního snímače	> 2, 0 m	
Centrace pole a tubusu max.	2 % z OK	
Stínění zářiče proti neužitečnému záření	0, 1 mGy/h v 1 m od povrchu	
Indikace zapnutí vysokého napětí	akustická, optická	
Filtrace	U (kV)	filtr (mm Al)
	50	1
	do 70	1, 5
	nad 70	2, 5

Zdroj : [18]

4.2.2 Panorální radiograf

Tato technika je nazývána panoramatickou zvětšovací technikou. Umožňuje zachytit na jeden panoramatický film obraz pouze části horní nebo dolní čelisti se zubními oblouky. Výsledný obraz je 2 – 2, 5x zvětšený. Pracovní konec rentgenky je uložen ve speciálním pouzdře a vkládá do úst. Svazek paprsků vychází z rentgenky podle způsobu zavedení z ústní dutiny skrz tkáňové struktury směrem k filmu a vychází z téměř bodového zdroje a jeho rozbíhavost je minimální. Film, který je zasunutý do flexibilní kazety se přikládá zevně na tvář k horní nebo dolní čelisti a je upevněn v držáku na kraji rentgenky za pomoci fixačních pásek k hlavě. Uložení filmu je při snímkování horní nebo dolní čelisti odlišné. [35, 27]

Speciální rentgenka (značky Panoramix nebo Status X) má anodu uloženou na konci dlouhého ramene, které z ní vybíhá. Katoda rentgenky je žhavena nepřímo. Zdroj elektronů je usměrněn na malou plošku ohniska anody a je homogenní. Napětí přístroje je okolo 60kV a intenzita 0,5 mA. [27]

Panorální radiograf se snadno přesouvá, snadno obsluhuje a umožní nám v krátkém čase vyšetřit velké množství pacientů. Nevýhodou této techniky je zobrazení jen jednoho zubního oblouku, neostře zobrazení distálních zubů a zobrazení zubů v šikmé projekci.

4.2.3 Free focus radiography

Free focus radiography je modifikací panorální radiografie. Při této technice se anoda rentgenky zavádí do úst a je volně posunovatelná. Díky pootočení anody o 90° a případnému posunutí, je možné zároveň zachytit polovinu dolního a horního zubního oblouku i s přilehlým úsekem čelisti (tzv. jednostranná technika podle Durner – Meyera). [27, 12]

Výhodami tohoto vyšetření je krátká expozice a díky tomu i kvalitní ostrý snímek, dále je na snímku dobře zobrazen střední úsek čelisti. Pacienti jsou vystaveni menším dávkám záření než při zhotovování jednotlivých IO snímků. Nevýhodou je neostře

a zkreslené zobrazení laterálních úseků chrupu, poměrně vysoká povrchová dávka záření na sliznici patra i jazyka. Vzniká různě kontrastní obraz v řezákové, premolárové a molárové krajině z důvodu rozdílné absorpce rentgenového záření.[12]

4.2.4 Panoramatický rentgenový přístroj

Jedná se o speciální rentgenový přístroj, který pracuje s nestacionárním zdrojem rtg paprsků. Využívá tří rotačních rovin, přičemž dvě jsou excentrické a jedna koncentrická. Cesta centrálního paprsku se zdá být kruhová, ovšem ve skutečnosti sleduje vždy část každé z výše uvedených kružnic. Pohybuje se elipsovitě a tím napodobuje tvar mandibuly. Rentgenka obíhá po kruhové dráze za hlavou pacienta a film se pohybuje synchronně před jeho čelistí. [27]

Řada výrobců panoramatických rentgenů nabízí dva typy přístrojů a to standardní panoramatický přístroj a rtg přístroj s cefalostatem. Některé umožňují kromě 2D i 3D snímkování. U určitých panoramatických rtg je v současné nabídce dentálního trhu možnost provedení upgrade na další technologie (Cephalo, CT, Cone Beam CT).

Panoramatický rtg přístroj by měl poskytnout vysokou kvalitu snímků, být jednoduše ovladatelný, pohodlný pro obsluhu i pacienta a být šetrný ke zdraví nízkým stupněm radiace.

Výsledná kvalita OPG snímku je ovlivněna řadou technických parametrů a vlastnostmi snímacího systému jako celku. Mezi technické parametry například patří anodové napětí (55 - 90 kV), anodový proud (1 - 16 mA) a velikost ohniska (0,3 x 5 mm) OPG přístroje umožňují plně automatické často i manuální nastavení jmenovaných hodnot. [21]

Panoramatické rentgeny dělíme dle použité technologie na jednomotorové, multimotorové a multifokální. U jednomotorových rtg přístrojů probíhá snímání zubního oblouku po eliptické dráze s možností posunu pozice této dráhy v jedné ose. Umožňují často jen základní nastavení snímání se zaostřením na frontální nebo distální úsek a tím zbývající část snímku bude neostrá. Snímky často bývají rozostřené

s částečně i tvarovou deformací v distálním úseku zubního oblouku. Diagnostická hodnota těchto snímků nebývá vždy uspokojivá.

Multimotorové rentgeny umožňují upravit trajektorii snímání ve více osách a tím se dokáží lépe přizpůsobit individuální morfologii pacienta. Tyto dvou nebo třímotorové rtg přístroje poskytují několik přednastavených stylů snímání podle zakřivení oblouku a s pomocí softwarové výbavy i možnost zobrazení podélných nebo příčných řezů. Narozdíl od jednomotorových rentgenů, tyto přístroje přináší vyšší kvalitu snímků a vyšší počet projekcí. Oba zmíněné typy rentgenů využívají k pořízení dílčích snímků jedné ohniskové (fokální) vrstvy, která vždy alespoň z části leží mimo středovou linii určitého úseku zubního oblouku.

Multifokální přístroje již využívají k pořízení snímků více ohniskových vrstev. Přístroj v průběhu snímání zaznamenává během jednoho okamžiku velké množství různě zaostřených snímků (např. multifokální rtg AJAT pořídí 4 200 snímků) a každý snímek je zaostřen v jiné ohniskové rovině. Po jednotlivých segmentech nasnímá tímto způsobem přístroj celou čelist a zachová stejnou radiační zátěž pacienta. Výsledkem projekce je velké nasnímání dat. Data se dají automaticky nebo manuálně po projekci upravovat pro individuální diagnostické potřeby. Tento typ přístroje nám tedy umožňuje ostré snímky po celé délce maxilárního a mandibulárního oblouku. [20]

Panoramatické rentgeny se od sebe liší v ovládní, připojení k počítači, umístění pacienta, nutnosti vytvářet otisky před snímáním, kolimátorech, funkcích softwaru, kompatibilitě s intraorálními radiografickými systémy a jejich softwary.

Digitální OPG přístroj můžeme ovládat jednak na samotném ovládacím panelu nebo na virtuálním panelu na monitoru počítače. Častěji se v praxi využívá ovládacího panelu na samotném přístroji. Měl by být jednoduchý a přehledný.

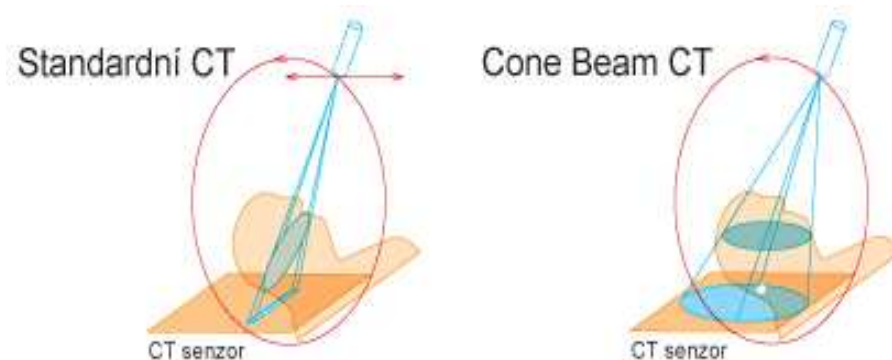


Obrázek č. 4: : Dentální CT v kombinaci s OPG, produkt AJAT ART PRO (3D upgrade) od finské firmy AJAT. [1]

4.2.5 Cone Beam CT (CBCT)

Moderní novinkou pro 3D zobrazení ve stomatologii se stává rtg skenování pomocí tzv. Cone Beam CT technologie. Jedná se o výpočetní tomografii, která využívá kuželovitého svazku paprsků rtg záření a snímání obrazu pomocí speciálního senzoru. U klasického CT dochází k vytváření 3D obrazu rekonstrukcí nasnímaných dat získaných v jednotlivých řezech. Řezy jsou od sebe vzdálené, tedy některá obrazová data mohou ve výsledku chybět a je nutností obrazová data dopočítat. Pomocí prostorového svazku paprsků rtg záření dochází k získání reálných 3D obrazových dat z celé plochy snímané oblasti, takže každý jednotlivý snímek zachytí všechny detaily. Další podstatný rozdíl mezi stomatologickým CT (CBCT) a klasickým CT je mnohonásobně nižší dávka RTG záření, kterou pacient obdrží při stomatologickém vyšetření. [22]

CBCT zařízení disponují funkcí umožňující odstranění nebo redukci kovových artefaktů, což je velkým přínosem. Získaná data jsou velmi přesná a díky nim je možné provádět doposud složité pracovní postupy výrazně jednodušeji a rychleji.[22]



Obrázek č. 5: Rozdíl mezi klasickým skenem a Cone Beam 3 D skenem. [22]

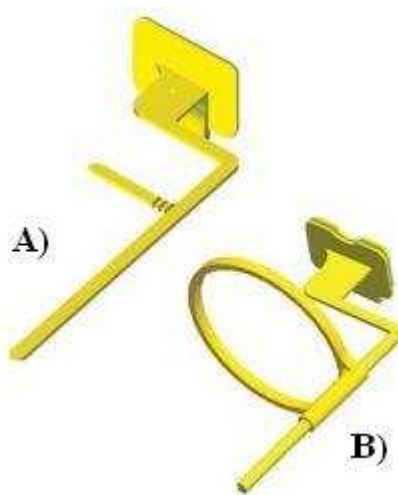
Obrazová data získaná pomocí CBCT mají v stomatologii nesčetné uplatnění. Umožňují vytváření různých řezů v libovolných rovinách, díky čemuž lékař může provádět různá měření, analýzy a upřesní si informace o zkoumané oblasti. CBCT zařízení umožňují i vizuální plánování následného ošetření nebo chirurgických zákroků (např. extrakcí). [23] Využití nachází především v implantologii, endodoncii, ortodoncii a maxillofaciální chirurgii.

4.2.6 Pomocná zařízení

Pomocná zařízení jsou pomůcky, které zvyšují pohodlí pacienta během snímkování, snižují neúspěch při expozici, zvyšují kvalitu snímků a snižují radiační zátěž pacienta. Potřebný mechanický klid během expozice například zajišťují různé typy opěrek o hlavu, sedačky s možností výškového nastavení.[12]

Užitečnými fixačními pomůckami při snímkování jsou držáčky k intraorálnímu umístění filmu. Existují různé typy, odstraňují problémy s umístěním rentgenového filmu v ose svazku záření, minimalizují geometrické zkreslení rentgenového obrazu,

zajišťují určitý stupeň standardizace projekcí, díky čemuž umožňují porovnávání snímků prováděných opakovaně po delší době u téhož pacienta. Držáček má intraorální a extraorální úsek. Rozlišujeme je dle účelu použití na *frontální* (řezákové), *distální* (molárové) a *speciální* (bitewingové). Frontální držáčky se používají v předním oddílu zubního oblouku, distální v zadním úseku zubního oblouku.[10]



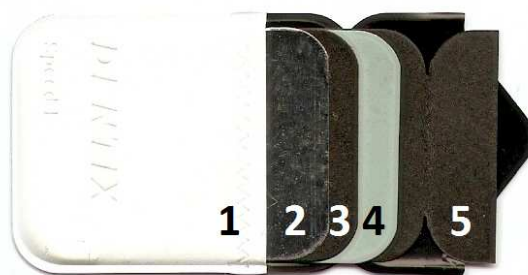
Obrázek č. 6: Univerzální držák rentgenových filmů pro horizontální snímkování zubů ve skusu s indikátorem (A) a kruhem (B). [5]

4.3 Rentgenové filmy a digitální zobrazovací systém pro snímkování v stomatologii

4.3.1 Dentální filmy

Dentální filmy se používají pouze pro intraorální snímkování. Vyrobeny jsou z nehořlavého, transparentního materiálu, jsou světlotěsně a vodotěsně balené. Jsou to bezfoliové filmy, kdy obraz vzniká přímým působením rtg záření na film bez použití zesilovacích folií. Jsou tvořeny plastovou transparentní folií, potaženy po obou stranách fotografickou emulzí, která je tvořena suspenzí krystalů bromidu stříbrného v želatině. Citlivost filmu závisí na velikosti krystalů a na síle emulze. Dentální filmy jsou vysoce citlivé. Na filmu je vyznačeno, kterou stranou se má přiložit k čelisti.

Oblé rohy filmů mají zabránit poranění měkkých tkání dutiny ústní. V jednom z rohů bývá důlek umožňující po expozici rozlišit pravou a levou stranu snímku. Jsou vyráběny v několika velikostech, dle jejich použití a výrobce. Nejběžnější velikostí je rozměr 3,1 cm x 4,1 cm (pro apikální nebo marginální projekci), dále například dětský formát o velikosti 2,2 x 3,5 cm, speciální 2,7 x 5,4 cm (pro bitewing techniku), 5,7 x 7,6 cm (pro okluzní projekci).



Složení filmu: 1 - vnější plastový obal, 2 – kovový olovený filtr, 3 – papírový obal krycí film, 4 – IO film, 5 – papírový obal krycí film

Kontrola kvality zobrazení intraorálních filmů se provádí pomocí zubního fantomu, který nám umožňuje optimalizovat expoziční dobu tak, aby výsledný snímek byl kvalitní. Fantom zhotovený z hliníku, o tvaru stupňového klínu a vhodné tloušťky po zobrazení na IO film vytvoří škálu několika stupňů šedi. Po zhotovení rtg snímku fantomu a po vyvolání filmu se porovnává s referenčním snímkem (pro horní molár dospělého člověka) provedeným při zkoušce přejímací nebo dlouhodobé stability. Díky

tomuto procesu provádíme pravidelnou kontrolu zpracování filmů, stárnutí vývojky, nastavujeme optimální expozice, porovnáváme citlivost filmů, ověřujeme správnou funkci rtg přístroje pro podezření na závadu.[18, 35]

4.3.2 Extraorální rentgenové filmy

V tomto případě se jedná o foliové filmy, kdy obraz vzniká působením viditelného světla emitovaného zesilovací fólií při jejím ozáření. Nejčastěji se vyrábějí v rozměrech 15 x 30 cm pro panoramatické snímkování, dále 18 x 24 cm pro kefalometrii nebo 13 x 18 cm pro extraorální projekce, které je možné zhotovit i na dentálním rtg přístroji.

Zpracování exponovaného filmu

Podstatou zpracování exponovaného filmu je jeho vyvolání, které se vždy řídí podle poučení výrobce a s užitím předepsaných chemikálií (vývojka a ustalovač). Při vyvolání filmu dochází k redukci krystalů stříbrné soli, na které dopadly paprsky záření, na kovové stříbro. Film je však ještě potřeba stabilizovat ustálením, v jehož průběhu se z emulze vyloučí soli, které nebyly zasaženy rtg zářením a emulze se vytvrdí.[6]

Exponované snímky se dají vyvolat ručně v temné komoře, v ruční vyvolávací komoře nebo pomocí dentálních vyvolávacích automatů bez potřeby temné komory. Ruční vyvolávací komora je box s otvory se světlotěsnými rukavicemi, do kterých se vsunou ruce. Pracovní postup se jinak neliší od používaného postupu v klasické temné komoře. U vyvolání filmu automaticky vložíme film do přístroje a uzavřeme světlotěsné víko automatu. Film uvnitř ručně rozbalíme za pomoci speciálních rukávců a upevníme do fixačního zařízení. Poté se spustí vyvolávací proces a film automat během 5 – 7 minut vyvolá. [6,12]

4.3.3 Digitální zobrazovací systém v zubním lékařství

Klasické filmové rtg snímkování je úspěšně vytlačováno moderními digitálními systémy přímé a nepřímé digitalizace (viz. kap. 1.1.2). Přímá digitalizace využívá k pořízení snímku senzor. Senzor je založen na polovodičových prvcích, které jsou schopné zachytit rtg záření a přenést zakódovanou informaci na elektrické signály a poté na digitální data. Digitalizované snímky jsou přeneseny do počítače pro další zpracování, prohlížení, ukládání a archivování. Při dopadu rtg záření na senzor dojde k aktivaci scintilační vrstvy. Ta vyzaří světlo o takovém množství, které je úměrné intenzitě dopadajícího záření. Světlo je pak převedeno na elektrický signál, který je v počítači dále zpracováván.

U nepřímé digitalizace jsou nosičem dat paměťové folie. Po expozici se folie vkládá do skeneru, kde je následně snímek vyvolán. Doba skenování se liší podle jednotlivých typů přístrojů. Pohybuje se v řádu sekund až desítek sekund. Folie lze použít opakovaně v řádu tisíc expozic.

Senzory i paměťové fólie se vyrábí v různých velikostech podle věku nebo anatomie pacienta, dle potřeby snímkování. Rozměry se pohybují v rozmezí velikostí 3 x 2,2 cm nebo 4,4 x 3,2 cm, pro panoramatický snímek se vyrábí o rozměrech 15 x 30 cm a pro kefalometrický snímek 18 x 24 cm.

Podmínkou kvalitního využití digitálního systému je kvalitní softwarové vybavení a monitor se stabilním jasnem a kontrastem, který je schopen zobrazit všechny detaily snímku a využít všechny možnosti této perfektně vyvinuté technologie.



Obrázek č. 4: Senzory pro intraorální snímkování [2]

4.4 Intraorální snímkování zubů

Intraorální rentgenové techniky nám přináší detailní snímkování zubů a tkání alveolárního výběžku. Při tomto snímkování je film nebo senzor vložen do dutiny ústní a to co nejbližší k vyšetřovanému zubu. Cílem je získat přesný, skutečnosti odpovídající stínový obraz zubů, přilehlé kostní tkáň, sousedních anatomických útvarů a patologických změn, jsou-li přítomny. Tohoto cíle dosáhneme, pokud uložíme film či senzor rovnoběžně s podélnou osou zubu a centrální paprsek nastavíme kolmo na film.

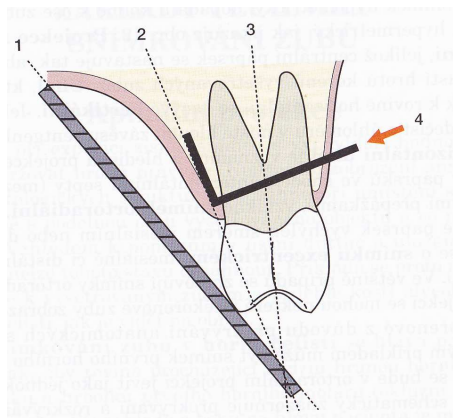
Mezi techniky snímkování zubů patří *pravoúhlá snímkovácí technika* s pomocí speciálních držáků, kdy je výsledný snímek nejvěrohodnější. Dále *technika půleného úhlu*, kdy tvar čelisti, alveolárního výběžku a zaoblený zubní oblouk brání uložení držáků a proto si pacient přidržuje film sám v těsné blízkosti snímaných zubů. V tomto případě sklon centrálního paprsku musíme přizpůsobit, neboť se osa filmu nekryje s podélnou osou snímkaných zubů. K zachycení zubní korunky a přilehlé části okraje dásňového výběžku volíme *limbální nastavení* (zastavení) a pro zobrazení kořenů volíme *apikální nastavení* (zastavení). Dalším typem intraorálního vyšetření je *paralelní snímkovácí technika* (bitewing technika) a *okluzní* (intraorální axiální) projekce.

4.4.1 Pravidla pro intraorální snímkování

Abychom získaly při expozici kvalitní snímek s odpovídající hodnotou, musíme dodržovat určitá pravidla. Je nutností správně nastavit centrální paprsek, který odpovídá tubusu rentgenového přístroje. Při intraorálních projekcích se směr centrálního paprsku nastavuje ve dvou na sebe kolmých rovinách (v úhlu vertikálním a horizontálním).

Úhel tvořící sklon centrálního paprsku k rovině horizontální se nazývá vertikální úhel. „Při běžném rentgenovém vyšetření je vyjádřen tzv. Cieszynského pravidlem, podle něhož centrální paprsek dopadá kolmo na rovinu půlící úhel, který svírá dlouhá osa zubu a plocha filmu“ (HOUBA, 1999, s. 22). Pokud se budeme řídit tímto

pravidlem, docílíme minimálního zkreslení a zub je zobrazen nejvýhodněji, ovšem bez vztahu k jeho poloze v prostoru. Takto provedený snímek se nazývá izometrický.



Obrázek č. 8: Schématické znázornění Cieszynského pravidla [34]

Popis obrázku: 1 – podélná osa filmu, 2 – osa úhlu, 3 – podélná osa zubu, 4 – směr centrálního paprsku [34]

Pokud centrální paprsek dopadá kolmo na rovinu filmu, snímáný objekt je zkrácen proti skutečnosti a získáme snímek hypometrický (zmenšený). Dopadne-li však kolmo k ose zubu, dochází k prodloužení snímáných objektů proti skutečnosti a získáme snímek hypermetrický (zvětšený).

Horizontální úhel nastavujeme tak, aby směr centrálního paprsku byl ve shodě s mezizubními kostěnými přepážkami (interdentálními septy), tím nám vznikne ortoradiální snímek. Pokud je paprsek nastaven v horizontální rovině pod určitým úhlem s interdentálními septy snímáných zubů jedná se o snímek excentrický. V tomto případě se okraje zobrazovaných zubů překrývají, ale oddělí se kořeny, které se na ortoradiálním snímku překrývají.[25, 35]

4.4.2 Postup při intraorálním snímkování

Každý pacient musí být předem informován o průběhu vyšetření. Vyšetřovanému se navléknou ochranné pomůcky (límeč, zástěra), posadí se k rentgenovému přístroji do křesla a hlavu opře o podhlavník. Postavení hlavy je při snímkování zubů horní

a dolní čelisti odlišné, neboť má vyšetřovaný ústa při snímkování otevřená. Při snímkování horní čelisti je hlava opřena v takové poloze, aby Camperova linie (spojnice zevního zvukovodu a dolního okraje nosního křídla) byla vodorovně. Při snímkování dolní čelisti je hlava zakloněna tak, aby spojnice ústního koutku a zevního zvukovodu byla vodorovně.

Uložení IO filmu závisí na typu použité projekce a rentgenka je nastavena dle žádaného směru. Film se nesmí prohýbat ani posunovat, aby nedošlo ke zkreslení obrazu. Tubus rentgenového přístroje se dotýká kůže v oblasti vyšetřovaného zájmu. Centrální paprsek nastavíme dle požadovaných pravidel, tedy podle pravidla o izometrickém a ortoradiálním snímku. Poté obsluhující rentgenového přístroje nastaví předvolenou skupinu, ze které zub pochází. Pokud je to žádoucí, tak hodnotu napětí a dobu expozice lze ještě upravit korekčními tlačítky. Odstoupí nebo odejde z vyšetřovací místnosti a exponuje snímek. Základní pravidla konvenčních i digitálních postupů intraorálního snímkování jsou stejná.

Kvalita výsledného obrazu je závislá na spolupráci pacienta. Potíže mohou nastat u malých dětí, u nemocných se třesem, u pacientů se zvýšeným dávivým reflexem, kdy snímek není možné zhotovit. Alternativou je užít některé extraorální projekce.

Relativní kontraindikací snímkování zubů, ale i obecně celé skiografie je těhotenství. Před provedením vyšetření se musí radiologický asistent ujistit u žen ve fertilním věku o jejím možném podezření na těhotenství.

4.4.3 Zubní status

Zubní status je soubor snímků, při kterém se snímkuje všechny zuby v horní i dolní čelisti. Zobrazují se jednotlivé skupiny zubů na různě uložených snímcích a to vždy minimálně po 7 snímcích. Většinou je potřeba 10 až 14 intraorálních snímků o velikosti 3 x 4 cm. Na každou čelist připadá 5 – 7 snímků (pro moláry, premoláry se špičákem, nebo špičák na samotném snímku a řezáky počítáme po jednom snímku). Občas se objevují i jiné variace (11, 12, 16, 18 snímků). U dětí tvoří status dočasného

chrupu 4 snímky a status smíšeného chrupu tvoří 6 snímků. Můžeme použít buď intraorální film, senzor nebo paměťovou folii.

4.4.4 Apikální (periapikální) projekce

Je jednou z nejčastěji používaných projekcí. Apikální snímek zobrazuje kořeny, kořenové kanálky a periodontální štěrbinu s přilehlou alveolární kostí. Při zhotovení tohoto snímku se řídíme již výše zmiňovanými pravidly a výše uvedeným postupem při IO snímkování zubů. Jelikož jde o techniku bez použití speciálních držáků, film se přikládá co nejblíže k vyšetřovanému zubu ze strany orální a pacient jej přidržuje pomocí bříška ukazováku druhostranné ruky. Pacient nesmí dopustit změnu umístění filmu v ústech. Vzdálenost ohnisko – film se pohybuje okolo 12–15 cm.

Výhodou této techniky je jednoduchost, široká dostupnost, nízká cena, kvalitní zobrazení a nízká radiační dávka při expozici jednoho snímku. Nevýhodou je, že výsledný obraz je vždy zkreslený. Oblast kořenů je zvětšená a v některých případech nejsou zobrazeny celé zubní korunky. U neprořezaného zubu je často zapotřebí provést více snímků, neboť IO snímek má malý rozměr, avšak na úkor zvýšení nákladů na vyšetření a obdržení vyšší radiační dávky pro pacienta.

V následujícím dělení jsou uvedeny ve stupních hodnoty vertikálních úhlů pro dané skupiny zubů. Hodnoty jsou ovšem orientační, u všech pacientů nemusí odpovídat skutečnosti.

Průměrné hodnoty vertikálního úhlu pro snímkování horních zubů: [35]

- Horní řezáky 45 – 50°
- Horní špičák 50 – 60°
- Horní zuby třenové 35 – 40°
- Horní stoličky 25 – 35°

Průměrné hodnoty vertikálního úhlu pro snímkování dolních zubů: [34]

- Dolní řezáky - 10 až - 20°
- Dolní špičák -15 až - 20°
- Dolní zuby třenové - 10°
- Dolní stoličky 0 až - 5°

4.4.5 Bitewing technika (paralelní snímkovácí technika, interproximální projekce)

Tato technika se především uplatňuje pro diagnostiku zubních kazů. Výhodou je, že nám umožní diagnostikovat i kazy, které při klinickém vyšetření nelze zjistit. Často se také používá jako preventivní vyšetření. Při preventivním stomatologickém vyšetření se provádí dva snímky a to na každé straně jeden. Při této technice málo kdy dochází ke zkreslení a překrývání se jednotlivých zubů.

Využívá se tedy v diagnostice zubního kazu na aproximálních ploškách při uzavřené zubní řadě. Dále v diagnostice sekundárních kazů pod výplní a korunkou, recidivujících kazů, primárních kazů na okluzních plochách, u kazů na aproximálních ploškách laterálních zubů, k zjištění výskytu zubního kamene.

K zhotovení bitewing snímků je zapotřebí použít speciální nákusné křídélko (bitewing) nebo držáček. Výhodou této techniky je, že můžeme na jeden film zachytit skupinu zubů horní i dolní čelisti, ale bez oblasti hrotů kořenů. Lze ji použít k snímkování všech zubů pouze s užitím sedmi filmů.

Do držáčku upevníme na šířku IO film nebo senzor. Hlava pacienta je opřena tak, aby Camperova linie byla vodorovně. Poté umístíme držáček s filmem do úst pacienta. Pacient lehce skousne držák filmu mezi vyšetřované zuby. Držáček může být vybaven vodící tyčinkou. Tyčinka nám usnadní nastavit tubus a směr centrálního paprsku. Někdy je držáček vybaven pohyblivým kroužkem, který přisuneme ke tváři pacienta

a rentgenku s tubusem nastavíme tak, aby konec tubusu mířil ke kroužku a osa tubusu byla rovnoběžná s podélnou částí držáčku vystupující pacientovy z úst. [25]

Pokud nemáme držáček s tyčinkou nebo pohyblivým kroužkem, směřuje centrální paprsek k vyšetřovaným zubům rovnoběžně s aproximálními plochami pod vertikálním úhlem +5 až + 10°. U dnešních moderních dentálních přístrojů je pro Bitewing techniku expozice předvolena, u starších přístrojů se doporučovalo snížit expoziční dobu o 1/3 až 1/2 oproti běžnému snímkování. [12]

4.4.6 Okluzní projekce (intraorální axiální projekce)

Okluzní projece se používají hlavně u dětí v časných fázích výměny chrupu, k určení polohy retinovaných (neprořezaných) zubů, u zobrazení cizích těles v ústní spodině, k zobrazení sialoitů.

Jedná se o použití snímků ve skusu mezi horním a dolním zubním obloukem. Pacientovi je vložen do úst film (senzor nebo paměťová folie) větších rozměrů a ten si jej přidržuje lehkým skousnutím úst. Pokud je pacient bezzubý, přidržuje si film v okluzní rovině prstem. Pro tuto techniku jsou vhodné okluzní filmy větších formátů, např. 7,6 x 5,7 cm.

Postavení hlavy je při snímkování horní čelisti obdobné jako u standartního snímkování. V horní čelisti můžeme využít tři typy okluzních snímků.

- *Horní přední (standardní) okluzní snímek*, kdy se tubus přístroje skoro dotýká hřbetu nosu ve střední čáře obličeje a centrální paprsek dopadá na film pod úhlem 70 – 75°. [4]
- *Horní šikmý okluzní snímek*, kdy tubus směřuje na oblast špičáku a sklon paprsku k rovině filmu je stejný jako u horního předního okluzního snímku. [4]
- *Vertex / pravý okluzní snímek*, kdy centrální paprsek probíhá paralelně s podélnou osou středních řezáků. Tubus přístroje je umístěn nad vrcholem

lebky, centrální paprsek prochází kraníem, mozkiem, bází lební a maxillou. Tato projekce má řadu nevýhod a užívá se jen zřídka. [4]

Při snímkování dolní čelisti musíme hlavu zaklonit tak, aby centrální paprsek dopadal téměř kolmo na spodinu úst. Centrální paprsek nastavíme podle toho, kterou skupinu zubů dolní čelisti snímujeme. Při snímkování řezáků nastavujeme paprsek 110° k okluzní rovině, u špičáků a premolárů 90° k okluzní rovině a u molárů 90° k okluzní rovině a 15° mediálně ke kompenzaci linguálního sklonu dolních molárů. [4]

4.4.7 Pravoúhlá snímkovácí technika (paralelizační technika)

Jde o techniku s užitím dlouhého tubusu o velikosti 30 cm. Při této technice je nutné použít držáček filmu (senzoru). Rovina receptoru je paralelní s osou vyšetřovaných zubů. Tím dosáhneme minimálního zkreslení rentgenového obrazu. Centrální paprsek směřuje kolmo na film. Poloha filmu je vůči svazku rtg záření pevně fixována, výsledný obraz bude věrný, bez prostorového zvětšení a minimálně zkreslený. [25]

4.4.8 Projekce limbální (marginální)

Tato projekce se již v praxi používá zřídka. Využívá se v parodontologii a záchovné stomatologii.

Snímek zobrazuje oblast marginálního parodontu (dásně, kost a periodoncium v úrovni krčku zubu) a zubní korunky. Centrální paprsek směřuje do oblasti vrcholu alveolárního výběžku a je nastaven rovnoběžně s průběhem mezizubních prostor. Zubní kořeny jsou zkreslené a někdy mohou na snímku chybět. [35]

4.4.9 Metody radiologické lokalizace

Mezi přesné radiologické lokalizační metody patří *paralaxní metoda*, *pravouhlá technika* a *stareoradiografie*. Méně přesnými metodami jsou *metoda zvětšení obrazu* a *metoda překrývání obrazu*.

Paralaxní metoda využívá princip paralaxy, což znamená přemístění obrazu sledovaného objektu, např. neprořezaný zub, vzhledem k obrazu referenčního objektu, např. kořen přilehlého zubu. Přemístění obrazu provedeme pomocí změny v angulaci centrálního paprsku, tedy změnou v poloze tubusu přístroje.

Při pravouhlé technice se zhotovují dva snímky snímáné v pravých úhlech jeden ke druhému. Kombinace snímků mohou být: kombinace apikálního a okluzního snímku pro laterální oblast dolní čelisti, kombinace OPG snímku a vertex okluzního snímku pro horní čelist, kombinace bočního a zadopředního kefalometrického rtg snímku lebky a kombinace OPG snímku a bočního kefalometrického rtg snímku lebky.

Stereoradiografie užívá také dva snímky a to jeden napravo od střední čáry a druhý nalevo od střední čáry. Jsou od sebe vzdálené okolo 6cm. Snímky interpretujeme pomocí stereoskopu, který dává kombinací obou snímků trojrozměrný obraz.[4]

4.5 Extraorální snímkování ve stomatologii

Mezi extraorální snímkování zahrnujeme: ortopantomografii (OPG), telerentgenografii, extraorální rentgenová vyšetření za použití dentálního přístroje nebo se již snímky provádí na radiodiagnostickém oddělení na výkonných rentgenových přístrojích. Při extraorálním snímkování je snímek umístěn mimo ústa.

Příprava nemocného většinou vyžaduje odstranění všech spon, náušnic, řetízků a jiných kontrastních ozdob z hlavy. Pokud má pacient košili, je nutné knoflíčky u límečku rozepnout. Má-li pacient umělý snímací chrup, je potřeba jej před vyšetřením vyndat.

4.5.1 Extraorální rentgenová vyšetření za použití dentálního přístroje

Eislerova projekce

Jde o bočný (šikmý) snímek mandibuly, který slouží k posouzení stavu zubů postranních částí mandibuly, především dolních 3. molárů. Pomáhá v diagnostice patologických stavů a periapikálních procesů. Hodnotí stav parodontu. Uplatňuje se v čelistní chirurgii a lze díky ní zobrazit cizí tělesa a konkrementy (sialolity). Dnes je již z velké části nahrazována OPG snímkem.

Postup: pacient při snímkování sedí. Hlava je mírně zakloněna a otočena k vyšetřované straně. Campelova linie je vodorovně. Kazeta s filmem o velikosti 13 x 18 cm se opírá o jařmový oblouk a dolní okraj mandibuly snímkové strany. Centrální paprsek míří do vyšetřované oblasti dva prsty pod úhlem dolní čelisti nesnímkové strany a směřuje přes molárovou krajinu na střed kazety.

Bočná (šikmá) projekce mandibuly dle Cieszyńského

Tato projekce je zaměřena především na tělo dolní čelisti. Je podobná Eislerově projekci. Indikace jsou rovněž obdobné. Dnes je nahrazována také OPG vyšetřením.

Postup: pacientova hlava je zakloněná nebo vysunutá dopředu. Kazeta s filmem se opírá o jařmový oblouk a dolní okraj mandibuly vyšetřované strany. Centrální paprsek vstupuje za úhlem mandibuly protilehlé strany. Míří přes molárovou krajinu na střed kazety (13 x 18 cm). [25]

Paravertebrální projekce mandibuly dle Cieszyńského

Na zhotoveném snímku lze rozpoznat patologické procesy a traumata frontální části mandibuly a snímkové premolárové oblasti. Bývají dobře zobrazeny frontální zuby a přilehlá část horní čelisti. Někdy se projekce zhotovuje i na výkonných přístrojích.

Postup: hlava pacienta musí být uložena ve svislé poloze a vysunuta dopředu. Kazeta s filmem se opírá o tělo lícní kosti, nos a bradu snímkové strany. Centrální paprsek vstupuje za úhlem dolní čelisti protilehlé strany. Prochází krční páteří a větví mandibuly, díky čemuž se nazývá paravertebrální projekcí a směřuje přes krajinu špičáku snímkové oblasti na střed kazety. [25]

Albers – Schönbergova projekce čelistních kloubů

Zhotovuje se pro zjištění traumat hlavičky a krčku mandibuly, k onemocnění čelistních kloubů. Dnes je plně nahrazena OPG vyšetřením. Albers – Schönbergova projekce je modifikací Parmovi projekce, která je zakázána.

Postup: pacient sedí, přidržuje si kazetu (13 x 18 cm) na krajinu snímkaného kloubu v poloze souběžné se sagitální rovinou. Campelova linie je vodorovná. Pacient má maximálně otevřená ústa. Dolní čelist je vysunuta vpřed a tím vzdálena od páteře. Kloubní hlavice se díky tomuto manévru vysune z jamky a zřetelně se zobrazí. Kazeta je orientována na výšku. Centrální paprsek vystupuje z protilehlé strany mírně před čelistním kloubem a pod jařmovým obloukem. Tuto projekci můžeme provádět na výkonném přístroji s pomocí ušního tubusu ze vzdálenosti 80 cm.

Šikmá excentrická transkraniální projekce

Dnes je zřídka používanou projekcí používanou na dentálním přístroji na čelistní kloub, která je modifikací Schüllerovy projekce.

4.5.2 Extraorální projekce na výkonných přístrojích

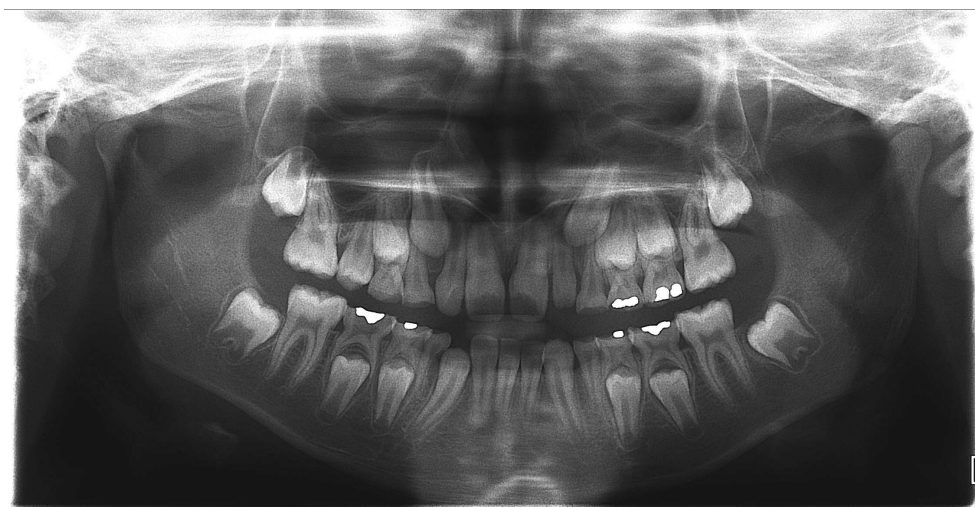
Ortopantomografie

Při tomto vyšetření je zhotoven panoramatický rentgenový snímek (tzv. orthopantomogram nebo OPG snímek) obou zubních oblouků a okolních tkání. Současně je zobrazena horní čelist s čelistními dutinami, dutinou nosní a celá dolní

čelist s oběma čelistními klouby. V současné době je pro své rozsáhlé diagnostické možnosti základní vyšetřovací metodou v zubním lékařství.

OPG má využití v diagnostice kazů, zlomenin, onemocnění čelistních kloubů a čelních dutin. Pomáhá při vyšetřování čelistních anomálií, cyst, nádorů, retinovaných a přespočetných zubů. Dále například přispívá k sledování průběhu léčby v ortodoncii. Používá se při kontrastních vyšetřeních a zjišťování cizích těles.

OPG snímek není tak kvalitní, detailnější jak IO snímky zubů. Nenahradí speciální projekce čelistního kloubu i čelistních dutin a bývá často doplněn konvenčním vyšetřením čelistních kloubů, konvenční tomografií a CT dutin. Vyšetření je kontraindikováno u pacientů nespolupracujících, s křečemi, škytavkou a silným třesem. Je vhodný u pacientů se zvýšeným dávivým reflexem, kde IO snímek není v této situaci možné provést. Expoziční čas se pohybuje okolo patnácti sekund. Výsledný rentgenový obraz je zvětšený.



Obrázek č. 9: Ortopantomogram smíšené dentice, věk pacienta 10 let

[zdroj: MUDr. T. Žďárský]

Postup vyšetření

Před vyšetřením seznámíme pacienta s přístrojem a objasníme mu jeho činnost. U vyšetření dětí je vhodné předvést před samotným výkonem činnost přístroje a tím snížit jejich strach. Při zhotovování OPG snímků musí pacient odstranit všechny kovové

předměty z hlavy a krku, včetně brýlí, šperků, piercingu a zipů z oblasti krku. Pokud má umělou zubní náhradu je nutné ji před vyšetřením vyjmout.

Vysvětlíme pacientovi správné držení těla, kdy musí mít prohnutou bederní páteř a volně spuštěná ramena. Je nutné pacienta poučit, aby se zhluboka nenadechoval, během expozice dýchal klidně a mělce. Dále aby během expozice zavřel oči, protože pacienti často sledují rotaci zářiče a tím hýbají hlavou. Při expozici je vhodné přitisknout hřbet jazyka na patro a tím odstranit vzduchovou mezeru mezi jazykem a patrem, čímž se vyhneme chybám a opakování snímku.

Před umístěním pacienta do přístroje zvolíme odpovídající program a správné expoziční údaje. Na přístroji můžeme nastavovat různé typy programů, například standartní OPG program, dětský program, OPG program pro širokou čelist, orthogonální program, TMK program a další. Lze i předvolit míru kompenzace krčních obratlů okamžitým zvýšením napětí rentgenky o 2 – 4 kV a to v okamžiku kdy svazek záření horními segmenty krční páteře. [10]

Nasadíme pacientovi ochrannou zástěru dle předepsané kvality. Použití límce se při této technice na rozdíl od intraorálního snímkování nedoporučuje a nepoužívá. Límec může ohrozit kvalitu výsledného snímku. Poté je nutností snímek opakovat a tím pacient obdrží dvojnásobnou dávku. Pokud je během provedení snímku přítomen doprovod, je také vybaven ochrannou zástěrou.

Během expozice vyšetřovaný stojí. Hlavu má fixovanou v kefalostatu. Krční páteř je vzpřímená a v rovné poloze, ramena volně svěšená, bederní páteř prohnutá. Nastavíme si výšku skusového držáku. Bradu a čelo pacienta opřeme o poziční mechanismus (opěrku). Mezi horní a dolní čelist vložíme tzv. skusový držák, aby nedošlo k překrytí čelistí. Centrujeme mezi druhý a třetí zub. Důležité je správné nastavení hlavy. Pacient nesmí mít hlavu příliš zakloněnou nebo skloněnou. Je důležité pečlivě nastavit okluzní rovinu a střední sagitální rovinu. Okluzní a Camperova linie musí probíhat vodorovně. Správně nastavit polohu hlavy nám usnadňuje světelný systém, tzv. polohovací světla. V kontrolním zrcadle ještě před expozicí zkontrolujeme postavení střední sagitální roviny a ověříme si, zda se neodchyluje v týlní krajině

na stranu. Použitím zrcadla je proces polohování rychlejší díky spolupráci pacienta s obsluhou. Před expozicí je pacient vyzván, aby se nehýbal a klidně dýchal. [32]

Telerentgenografie

Telerentgenogram nachází důležité uplatnění v ortodoncii. Na výsledném snímku ortodontisté provádí kefalometrický rozbor při kterém diagnostikují rozsah, rozvoj a ústup okluzních vad.

Telerentgenogram je dálkový boční skiagram, který přehledně zobrazuje celou lebku. Výsledný obraz odpovídá téměř skutečné velikosti a tvaru vyšetřovaného objektu. Při bočné projekci obvykle naléhá na kazetu pravá strana hlavy, frankfurtská horizontála by měla probíhat vodorovně.

Postup vyšetření: pacient má hlavu v přirozené a vzpřímené poloze, která je zafixována pomocí ušních olivek v kefalostatu. Kefalostat (kraniostat) je speciální vertigraf fixující lebku do standardizované polohy. Centrální paprsek vždy dopadá kolmo na plochu filmu. Hlava pacienta je vzdálená od zdroje záření 1,5 – 2,5m (výjimečně 4m). Abychom dobře viděli profil a lékař mohl ohodnotit měkké tkáně, nanášíme ve střední sagitální rovině slabý nános baryové kaše. Toto se provádí dnes u starších rentgenových přístrojů, moderní přístroje už měkké tkáně odliší. Při expozici je nutné vyzvat pacienta ke skusu na moláry. Někdy se telerentgenogram provádí i v zadopřední projekci.



Obrázek č. 10: Telerentgenogram [1]

Zadopřední (posterioranteriorní) projekce lebky

Projekce nachází využití při diagnostice zánětlivých procesů, zlomenin, cyst a tumorů dolní čelisti. Používá se zejména k vyšetřování dolní obličejové etáže. Na snímku dochází k sumaci a překrytí anatomických struktur a proto bývá často nahrazována speciálními projekcemi.

Postup: pacient leží na břiše, hlava se opírá čelem a nosem o úložnou desku. Centrální paprsek míří kolmo na kořen nosu a do středu týlní kosti. Sagitální rovina (střední rovina dělicí lebku v rovině šípového švu) leží ve střední čáře stolu. Ohnisková vzdálenost je 100 cm. Kazeta o velikosti 24 x 30 cm je uložena vodorovně.

Bočná projekce lebky

Využití nacházíme při traumatologii dolní čelisti a k zobrazení mezičelistních vztahů. Obě poloviny dolní čelisti se na snímku sumují a tím ztěžují hodnocení patologických změn. Z tohoto důvodu nemá v zubním lékařství velký význam.

Postup: pacient leží na břiše. Hlava je vyšetřovanou stranou uložena bokem k filmu. Centrální paprsek míří 3 cm nad zevní zvukovod a kolmo na střed filmu. Ohnisková vzdálenost je 100 cm. Projekci je možné zhotovit i vsedě.

Poloaxiální projekce lebky (Watersova, poloaxiální)

Je základní projekcí ve stomatochirurgii. Nejčastěji se používá k diagnostice traumat střední obličejové etáže, jármového oblouku a k vyšetření čelistních dutin.

Postup: pacient leží na stole na břiše nebo sedí čelem u vertigrafu. Hlava se opírá o bradu a nos. Sagitální rovina je v ose stolu. Centrální paprsek míří horizontálně do středu kazety (13 x 18 cm). Ohnisková vzdálenost je 100 cm.

Šikmá bočná projekce mandibuly

Zobrazí nám především tělo a úhel poloviny dolní čelisti. Využití nacházíme u retence zubů, zánětlivých procesů, cyst, tumorů a úrazů těla a větve dolní čelisti.

Postup: pacient leží na boku, rameno nevyšetřované strany stáhneme co nejvíce k nohám. Pod krk zasuneme klín, aby horizontální rameno dolní čelisti naléhalo na kazetu. Kazetu o velikosti 18 x 24 cm umístíme mezi tvář a vypodložení. Centrální paprsek skláníme 10° kraniálně a míří do středu kazety středem ústní spodiny.

Axiální projekce lebky

Tato projekce se provádí v zubním lékařství nebo maxilofaciální chirurgii již výjimečně. Uplatnění nacházela pro čelistní traumatologii k upřesnění průběhu lomné linie mandibuly nebo spodiny očnice. Bývá nahrazována CT vyšetřením.

Hofrathova projekce

Jedná se o šikmou zadopřední projekci čelistního kloubu k zobrazení především kloubní hlavičky. Tato projekce se příliš často nevyužívá.

Obdobnou projekcí, provádějící se v opačném směru se nazývá ***šikmá předozadní transmaxilární projekce čelistního kloubu***. Poskytuje dobré zobrazení kosti horní klenby vyšetřovaného kondylu a jeho mediálního a laterálního pólu.[12]

Clementschiťschova projekce

Jde o zadopřední kaudálně excentrickou projekci. Na správně provedené projekci vidíme oba kloubní výběžky a tělo dolní čelisti oboustranně. Dobře jsou i zobrazeny horního okraje obou kloubních hlavic, tělo dolní čelisti a oba jářmové oblouky. Využití nachází v traumatologii dolní čelisti včetně kloubních výběžků. [6]

Postup : pacient leží na vyšetřovaném stole obdobně jak u PA projekce lebky. Ústa jsou maximálně otevřená. Centrální paprsek je skloněn 25° kraniálně, směřuje do střední čáry lebky ve výši zevního ústí zvukovodu a dopadá na střed filmu. Film (24 x 30 cm) je orientován na výšku. Pokud pacient nezvládne ležet na obličeji, můžeme provést předozadní snímek čelistních kloubů, tzv. Townovu projekci.

Townova projekce

Je obrácenou Clementschitschovu projekcí, která nám poskytne srovnávací snímek čelistních kloubů.

Postup: pacient leží na zádech s bradou přitaženou k hrudníku. Centrální paprsek je skloněn 45° kaudálním směrem a vstupuje těsně nad glabelou (místo mezi nadočnicovými oblouky). [29]

Schüllerova projekce čelistního kloubu

Snímek nám přehledně zobrazí čelistní kloub. Dobře vidíme tvar, strukturu hlavičky, jamky a kloubního hrbolku včetně vztahu hlavičky k jamce. Indikací snímku je porucha čelistních kloubů, traumata hlavičky a krčku mandibuly. Snímky se zhotovují vždy oboustranně, při otevřených a zavřených ústech, pokud možno za použití úzkého tubusu. Standardnějším postupem je zhotovení snímku čelistních kloubů kvůli temporomandibulárním poruchám na OPG přístroji.

Postup: pacient leží na břiše, hrudník má nadzdvížen na nevyšetřované straně. Hlava je otočena na snímkovanou stranu a opírá se o kazetu spánkem a uchem vyšetřované strany. Centrální paprsek je skloněn 25° kaudálně a dopadá na střed kazety (13 x 18cm). Prochází z protilehlé strany 1-2cm před a 6cm nad nenaléhajícím zvukovodem. Sagitální rovina je rovnoběžná s rovinou stolu.



Obrázek č. 11: Schüllerova projekce čelistního kloubu [26]

Snímek jařmového oblouku (Hirtz)

Uplatnění má k zobrazení případných srůstů jařmového oblouku a svalového výběžku dolní čelisti, které často vedou k omezení hybnosti mandibuly. Jedná se o axiální snímek s excentricky nastaveným centrálním paprskem. [25]

4.6 Použití kontrastních látek v stomatologii

4.6.1 Sialografie

Jde o pozitivní kontrastní vyšetření slinných žláz a jejich vývodů. Jedná se příušní, podčelistní, méně často podjazykovou žlázu, pokud má společný vývod se žlázou podčelistní. Přispívá k diagnostice chronických zánětů, nádorů, regresivních změn a k odhalování slinných kamenů. Kontraindikací tohoto vyšetření je čerstvé poranění parenchymu žlázy, akutní zánět slinných žláz a alergie na jodovou kontrastní látku. Nemocný přichází před výkonem lačný. [6]

Postup: po sondáži ústí slinné žlázy (speciálním tenkou kanylou) v ústech pacienta lékař aplikuje malé množství kontrastní látky a to do doby, než pacient začne udávat napětí ve žláze. Po náplni se ihned zhotoví extraorální snímky ve dvou na sebe kolmých projekcích (PA a bočné projekci), po vytažení speciální kanyly se opakují. Zdravá slinná žláza vyloučí kontrastní látku do 30 minut a díky zopakování snímků může lékař posoudit i funkci žlázy. Někdy se snímky doplňují snímky po masáži nebo po žvýkání. [12, 15]

Dnes se již používá zřídka, přednost se dává ultrasonografii. S neustálým vývojem moderních technik se v diagnostice rozvíjí **MR sialografie**. Jedná se o speciální vyšetření, které využívá možnosti neinvazivního způsobu jak zobrazit vývody slinných žláz.

4.6.2 Antrografie (maxilografie)

Využití nachází v diagnostice tumorů, cyst, polypů a jiných útvarů v čelistní dutině. Je to metoda, při níž se čelistní dutina vyplňuje kontrastní látkou. Po náplni se zhotoví semiaxiální nebo bočný snímek lebky. Pokud je přítomna patologická struktura, projeví se jako defekt ve výplni.

4.6.3 Fistulografie

Metoda k zobrazení průběhu píštělí, především za užití vodné jodové kontrastní látky, která nám lokalizuje jejich příčinu. Dnes se nahrazuje ultrasonografií.

4.6.4 Artrografie čelistního kloubu

Dnes je nahrazena MR vyšetřením, které dokonale zobrazí měkké tkáně kloubu. Využívala se při diagnostice defektů, dislokace a perforace disku.

4.6.5 Cystografie

Je kontrastní vyšetření cysty. Cystický obsah vypláchneme pomocí dvou jehel nebo přerušovaně jednou jehlou. Lumen se poté vyplní kontrastní látkou. Poté provedeme snímek v potřebné projekci, na kterém vidíme sytý kulovitý stín cysty. [6]

4.7 Radiační ochrana při zubních radiodiagnostických výkonech

Rentgenová zubní zařízení jsou jednoduchými zdroji ionizujícího záření a spadají do pracoviště I. kategorie. U běžného provozování zubního rtg není nutné monitorování ionizujícího záření. Nejsou vymezeny limitní hodnoty omezující ozáření během určitého období, jako je tomu v konvenční radiologii. Je v plné kompetenci lékaře jak často a kolikrát bude pacientovi indikovat snímek. Zavedeny jsou tzv. směrné hodnoty, omezující ozáření na jeden snímek.

Prostory a přístroje jsou pravidelně dozimetricky kontrolovány. Pracoviště se stomatologickým rentgenem zpravidla nepřekročí efektivní dávku 1 mSv ročně. Není nutností vymezit a značit pracoviště sledovaným pásmem narozdíl od konvenčních pracovišť, která jsou vymezena kontrolovaným pásmem. Je ovšem vhodné upozornit veřejnost, že je na pracovišti používán zdroj ionizujícího záření a tedy sledované pásmo vymezit a označit. [18]

Přístup na pracoviště mají:

- pracovníci obsluhující přístroj
- vyšetřovaní pacienti, jejich doprovod (jeli to nutné)
- osoba provádějící úklidové práce (rozsah její práce je určen držitelem povolení)
- kontrolní orgány, servisní technici s vědomím držitele povolení [34]

4.7.1 Ochrana pacientů při radiodiagnostických výkonech v stomatologii

Ochrana pacienta představuje stanovení a dodržování optimálních podmínek, za kterých podstupuje pacient diagnostické vyšetření a rozhodnutí ke zdůvodnění indikace rtg vyšetření.

O zátěži pacienta a kvalitě snímku rozhoduje:

- zvolené optimální napětí na rentgence – vysoké napětí vede k větší pronikavosti záření a tím k menší absorpci.
- filtrace rentgenového svazku – přiměřená filtrace záření odstraní nízkonoenergetickou složku rtg paprsků, protože záření o nízké energii je do vysoké míry absorbováno v organismu.
- vzdálenost zdroj záření – pacient – hraje významnou roli ve snížení zátěže, se vzrůstající vzdáleností klesá obdržená dávka záření.

Pro IO rentgenové přístroje s napětím do 60 kV je předepsána vzdálenost mezi ohniskem rentgenky a povrchem kůže (OK) 10 cm a 20 cm pro rentgeny s napětím nad 60 kV. Dodržení předepsané vzdálenosti je zajištěno kuželovým, pravoúhlým nebo válcovým tubusem. Pro OPG přístroje je požadována minimální vzdálenost OK 15 cm. Je dána konstrukcí otočného ramene a fixací hlavy pacienta v ose otáčení ramene. [18]

- velikost ozářeného pole – důležité je použití co nejmenšího možného průřezu užitečného svazku rtg záření a přesné nasměrování svazku záření na cílový orgán, což snižuje střední dávku v těle a množství rozptýleného záření dopadajícího na film.

Je nutností pečlivě nastavit tubus a použít různého systému clon zabudovaného v rtg přístroji. U intraorálních rentgenů je požadována velikost pole o průměru 6 cm na konci tubusu a u OPG přístrojů je stanoveno používání clon pravoúhlých s možností omezování pole v několika stupních. [18]

- doba expozice – expoziční dobu zajišťuje časový spínač.

Při volbě expozice musíme brát v úvahu citlivost používaných filmů a část chrupu, kterou snímujeme. Provádí se ověření a určení správné expoziční doby pomocí standardního zubního fantomu.

- použití vhodných ochranných pomůcek pro pacienty – ochranné pomůcky pro pacienty i personál musí být certifikované značkou CE.

Pro IO snímování používáme ochranné límce a zástěry. Ochranný límec dokáže u dospělých zachytit až 80 % záření, u dětí snížit dávku o 90 %. Jinak by toto záření obdržela štítná žláza. Límce jsou vyráběny z lehkého vícevrstvého stínícího materiálu s ekvivalentem 0,3 mm nebo 0,5 mm olova. Musí dobře přiléhat ke krku, těsně pod bradu. Při panoramatickém snímování používáme ochranné zástěry, také vyráběny z lehkého vícevrstvého stínícího materiálu s ekvivalentem 0,3 mm Pb (požadavek v ČR min. 0,25 mm Pb) nebo 0,5 mm Pb (požadavek obvyklý v zemích EU). Zástěry chrání celou horní část těla pacienta. Musí krýt záda a ramena. Mají jiný střih než zástěry pro IO rentgen. Zástěry nesmí vzadu na krku vystupovat výše než k sedmému krčnímu obratli. Zástěry i límce musí být k dispozici na pracovišti minimálně ve dvou velikostech (pro děti a dospělé).

- volba správného směru centrálního svazku paprsků - svazek záření musí směřovat kolmo na podélnou osu těla.

Pokud provedeme nesprávné nastavení centrálního paprsku, zvýšíme riziko zasažení krčních partií, především štítné žlázy. Správné nastavení paprsků s použitím zástěry pro tělo nebo límce pro štítnou žlázu výrazně omezí záření.

- používání moderních rtg přístrojů spolu s užitím kvalitních, citlivých rtg filmů nebo systémů přímé a nepřímé digitalizace (CCD senzor, paměťová fólie).

- odstranění strachu pacienta – je nutné pacienta dostatečně informovat a poučit o průběhu vyšetření a tím eliminovat nedůvěru a strach z vyšetření.

Možnému pohybu pacienta při expozici zabráníme použitím opěrek pro hlavu nebo speciálních fixačních pomůcek např. držáčky filmů. Neočekávaný pohyb vede ke vzniku nekvalitního snímku a opakování expozice.

- dodržování správného pracovního postupu při zpracování filmu.

V ochraně před ionizujícím zářením musíme věnovat značnou pozornost především dětem a mladistvým, ženám v reprodukčním věku a těhotným ženám, především v první třetině těhotenství. U zubních rtg vyšetření patří ke tkáním citlivým na ozáření dětská štítná žláza a thymus, oční čočka a gonády. I přesto, že jsou gonády vzdálené od vyšetřované oblasti, mohou být například při snímkování horních řezáků nebo špičáků zasaženy primárním svazkem záření. U dětí a mladistvých do 16-ti let by OPG snímek měl být indikován maximálně jednou za rok. [18]

Pro odhad radiační zátěže pacienta se používá tzv. *efektivní dávka*, která je doporučena ICRP (International Commission on Radiological protection). Efektivní dávka je definována jako součet násobků ekvivalentních dávek (E) v jednotlivých orgánech a tkáních a váhových faktorů pro každou tkáň (wT). Váhový faktor vyjadřuje rozdílnou radiosenzitivitu orgánů a tkání z hlediska pravděpodobnosti vzniku stochastických účinků (zhoubných nádorů a genetických změn). [4]

Tabulka č. 2: Efektivní dávka pro jednotlivé typy RTG snímků

Typ RTG snímku	Efektivní dávka
Apikální	0,008 mSv
Okluzní	0,008 mSv
OPG	0,007 – 0,014 mSv
Boční kefalogram	0,019 mSv
Zadopřední kefalogram	0,034 mSv

Zdroj: [4]

4.7.2 Ochrana pracovníků při radiodiagnostických výkonech v stomatologii

Mezi hlavní prostředky zabezpečení ochrany pracovníků při rtg vyšetření je využití stavebně technických prostředků, osobních ochranných pomůcek a ochrana vzdáleností. Snímkovací místnosti a místnosti pro zpracování rtg filmů musí vyhovovat stanoveným předpisům a podléhají kontrolám Státního úřadu pro jadernou bezpečnost [SÚJB].

Po většině případů jsou pracovníci odděleni od zdroje záření stínící stěnou, nebo dveřmi s olovnatou vložkou a okénkem z olovnatého skla. Pokud tomu podmínky nedovolí a pracovník setrvává s pacientem v místnosti, musí použít ochranné pomůcky (zástěru) a dodržet minimální odstup 2,5m od zdroje záření. Pokud je to možné poodstoupí na opačnou stranu směru centrálního paprsku. V žádném případě nesmí být v místnosti s rtg přístrojem přítomna jiná osoba nebo jiný pacient. Výjimku tvoří osoba, která pomáhá při vyšetření pacienta fixovat v potřebné poloze, například matka dítěte. Musí být ovšem také vybavena ochranou zástěrou.

V zubních ordinacích někdy není možné odstoupit od zdroje záření na požadovanou minimální vzdálenost a proto je nutností instalovat ochrannou přepážku nebo prodloužit kabel časového spínače, aby bylo možné snímkovat mimo ordinaci.

4.8 Uplatnění radiologického asistenta v stomatologické radiologii

Zubní rtg zařízení (převážně IO rtg přístroje) je dnes již častou součástí stomatologické ordinace. I přesto počet privátních pracovišť v dnešní době stále stoupá a stomatologové mají velký zájem o spolupráci s radiologickými asistenty, kteří mohou samostatně provozovat stomatologická radiologická pracoviště. V České republice je relativně vysoký věkový průměr stomatologů, kteří rtg zařízení nevlastní a pokud ano, tak po většině případů mají IO rtg přístroje a ne vždy vybaveny digitálním systémem.

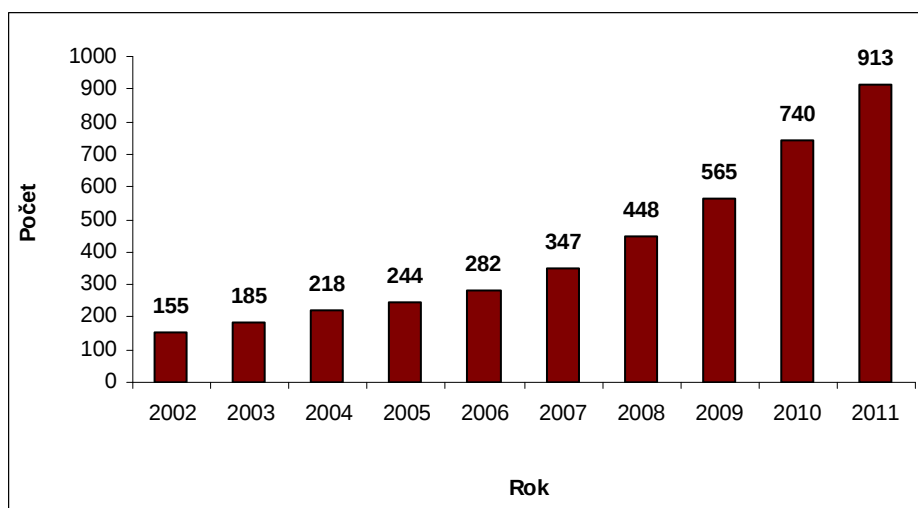
Radiologický asistent může samostatně provozovat stomatologická radiologická pracoviště. Podmínky potřebné k samostatnému provozování jsou následující: radiologický asistent musí splňovat **odbornou způsobilost, bezúhonnost** a splnit **tři roky praxe v oboru**. Odborná způsobilost nabývá uznání v případě řádně ukončeného vysokoškolského vzdělání získaného studiem ve studijním oboru Radiologický asistent. [34]

Rentgenový přístroj musí mít platnou zkoušku dlouhodobé stability (ZDS), kdy platnost zkoušky je 1 rok. Pokud bude pořízen nový přístroj či přístroje, musí být provedeny přejímací zkoušky; ZDS nebo přejímací zkouška musí být provedena firmou, která má pro tuto činnost vydané povolení Státním úřadem pro jadernou bezpečnost a je platné. U nového rentgenového přístroje je potřeba, aby provozovatel dostal od předávací firmy prohlášení o shodě nebo typové schválení. [34]

4.9 Analýza počtu OPG a IO rentgenů v České republice

V níže uvedených tabulkách jsou uvedeny počty intraorálních (IO) a panoramatických (OPG) přístrojů aktivně používaných na území České republiky ve zdravotnictví za posledních deset let v období 2001 – 2011. Ke dni 29. 12. 2011 bylo v ČR evidováno a aktivně používáno ve zdravotnictví **913 OPG** přístrojů a **5 795 IO** přístrojů.

Graf č. 1: Grafické znázornění počtu OPG přístrojů aktivně používaných na území republiky ve zdravotnictví v letech 2002 – 2011.



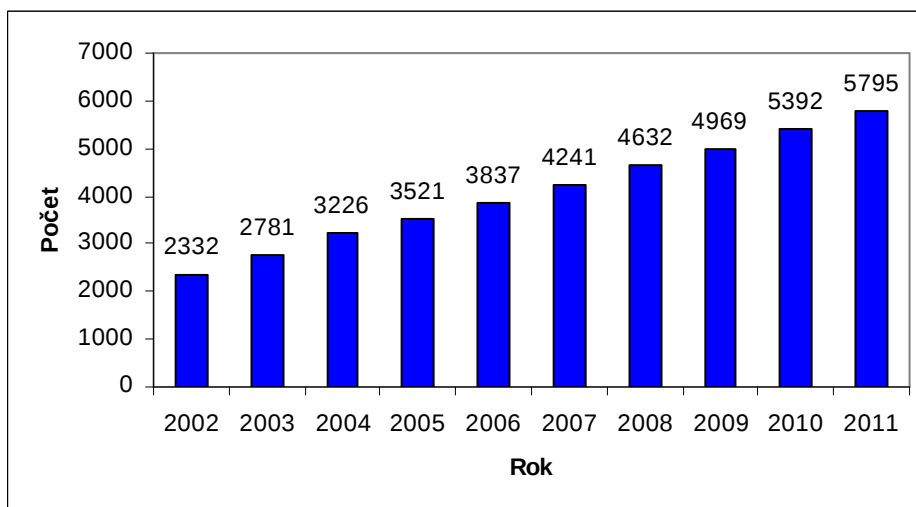
Zdroj: autor

Tabulka č. 3: Počet OPG přístrojů aktivně používaných na území republiky ve zdravotnictví v letech 2002 – 2011.

Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Počet	155	185	218	244	282	347	448	565	740	913

Zdroj: SÚJB, Registr zdrojů, Mgr. Jana Davídková

Graf č. 2: Grafické znázornění počtu IO přístrojů aktivně používaných na území republiky ve zdravotnictví v letech 2002 – 2011.



Zdroj: autor

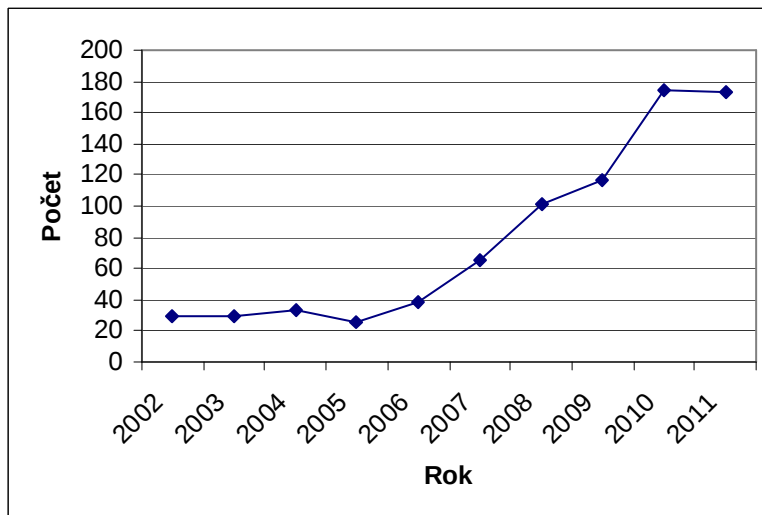
Tabulka č. 4: Počet IO přístrojů aktivně používaných na území republiky ve zdravotnictví v letech 2002 – 2011.

Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Počet	2332	2781	3226	3521	3837	4241	4632	4969	5392	5795

Zdroj: SÚJB, Registr zdrojů, Mgr. Jana Davídková

Zjištění počtů nově evidovaných OPG a IO přístrojů pro daný rok mi umožnilo graficky znázornit nárůst nových přístrojů na dentálním trhu v ČR za sledované období.

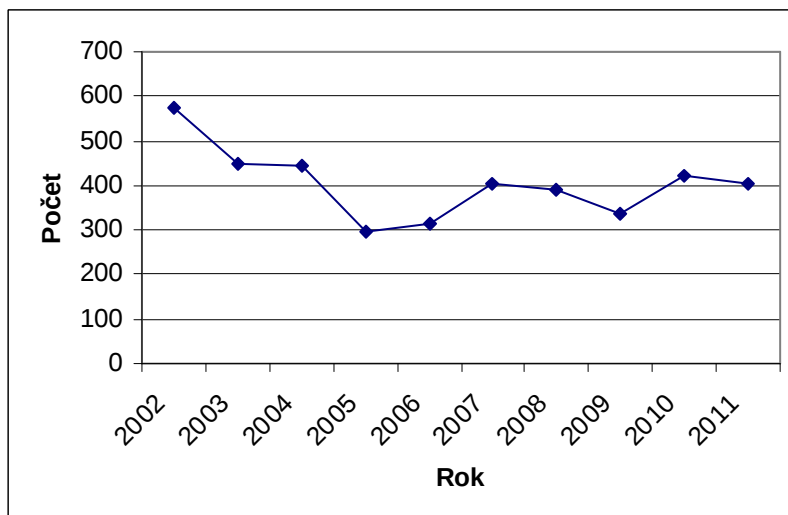
Graf č. 3: Nárůst nových OPG přístrojů na dentálním trhu v letech 2002 – 2011



Zdroj: autor

Z výsledného grafu vyplývá, že mezi lety 2002 – 2006 je nárůst nových přístrojů téměř konstantní. Od roku 2007 vzrůstá, kde v roce 2011 je už téměř trojnásobný roku 2007.

Graf č. 4: Nárůst nových IO přístrojů na dentálním trhu v letech 2002 -2011



Zdroj: autor

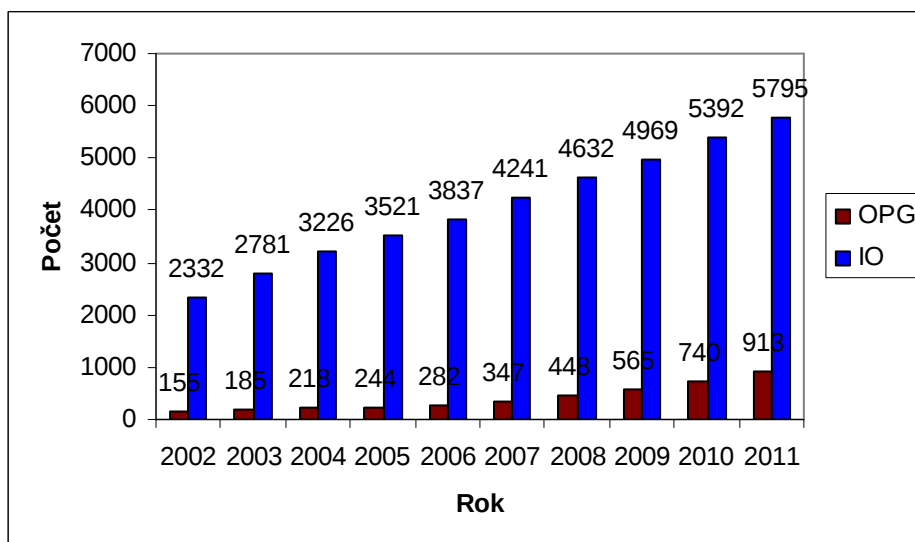
Z předešlého grafu lze vyčíst, že v roce 2002 byl nárůst nových IO přístrojů v ČR během posledních deseti let nejvyšší. V letech 2005 – 2006 značně poklesl a od roku 2007 do roku 2011 je téměř konstantní.

Tabulka č. 5: Počet nově evidovaných IO přístrojů v letech 2002 - 2011

Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Počet	573	449	445	295	316	404	391	337	423	403

Zdroj: SÚJB, Registr zdrojů, Mgr. Jana Davídková

Graf č. 5: Poměr počtu IO a OPG přístrojů aktivně používaných ve zdravotnictví v ČR v letech 2002 – 2011.

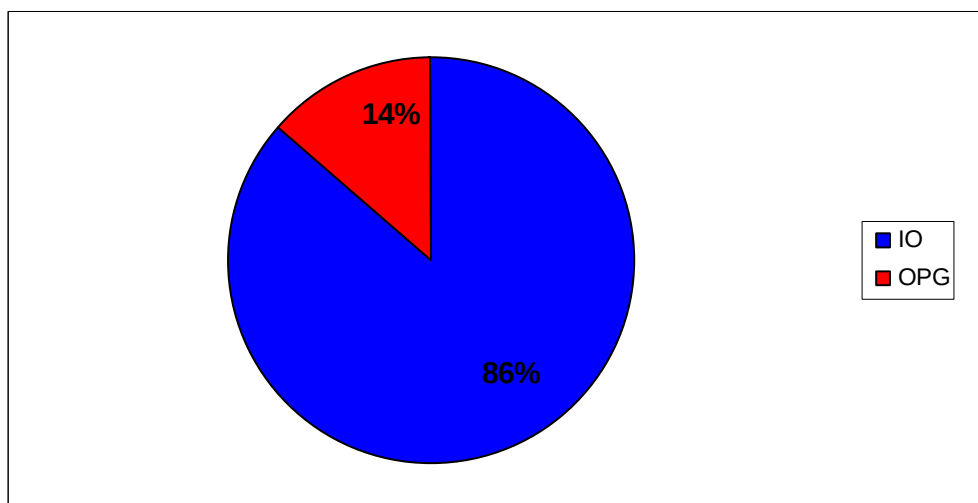


Zdroj: autor

Na výsledném grafu je patrné, že počet intraorálních rentgenů značně převyšuje počet panoramatických rentgenů užívaných v zubním lékařství.

V následujícím grafu je znázorněn celkový poměr IO a OPG přístrojů aktivně používaných ke dni 29. 12. 2011. Počet OPG přístrojů byl **913**, tedy 14% a počet IO přístrojů **5 795**, což činí 85% z celkového počtu přístrojů.

Graf č. 6: Celkový poměr IO a OPG přístrojů aktivně používaných v ČR ve zdravotnictví v roce 2011.



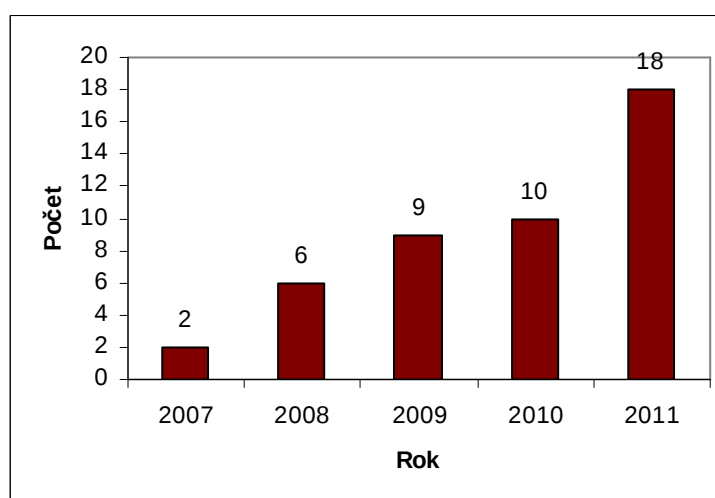
Zdroj: autor

Z grafu vyplývá, že IO rentgeny značně procentuálně převyšují počet OPG přístrojů.

4.9.1 Počet dentálních CT používaných v ČR

S rozvojem nových technologií se v ČR používají zubní CT přístroje. První dentální CT bylo v ČR evidováno do Registru zdrojů k datu 16. 3. 2007. Nyní je již k poslednímu datu evidence, ke dni 11. 12. 2011 aktivně užíváno na území ČR **18** přístrojů.

Graf č. 7: Počet zubních CT přístrojů aktivně používaných ve zdravotnictví v letech 2007 - 2011



Zdroj: autor

Tabulka č. 6: Počet zubních CT aktivně používaných ve zdravotnictví v letech 2007 - 2011

Rok	2007	2008	2009	2010	2011
Počet	2	6	9	10	18

Zdroj: SÚJB, Registr zdrojů, Mgr. Jana Davidková

4.10 Analýza počtu provedených výkonů v stomatologii v ČR

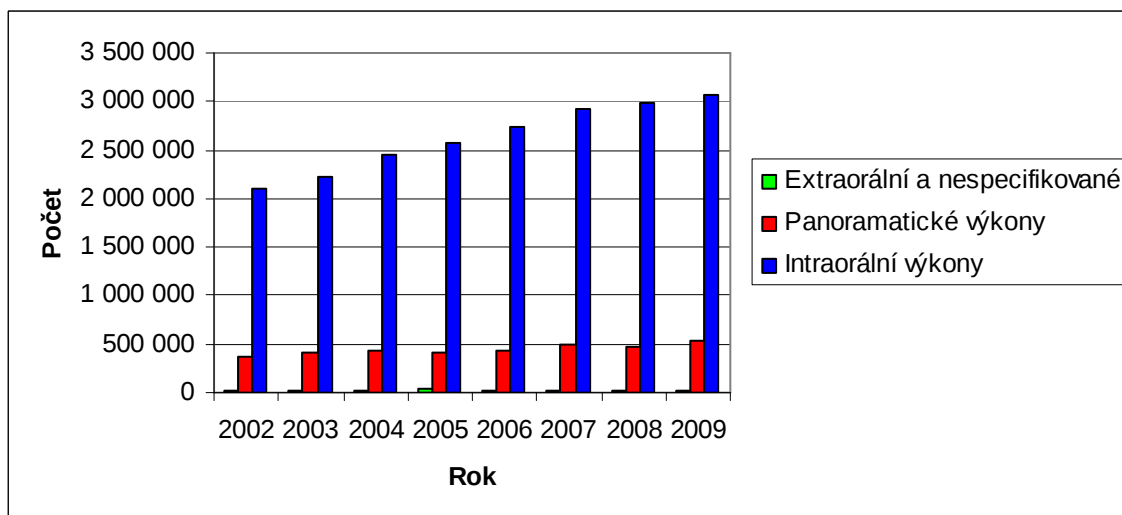
Tabulka č.7: Počet výkonů v zubním lékařství v letech 2002 - 2009

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Panoramatické výkony	367 660	403 341	431 738	417 051	424 587	495 360	480 370	527 511
Intraorální výkony	2 094 778	2 228 826	2 459 444	2 571 892	2 744 620	2 926 221	2 985 707	3 067 931
Extraorální a nespecifikované	26 186	27 379	26 992	34 268	24 909	15 485	12 089	12 070

Zdroj: www.uzis.cz

V roce 2010 jsou počty výkonů uvedeny bez podrobnějšího členění a sečteny dohromady. Celkový počet všech výkonů pro rok 2010 činí 3 793 613 výkonů. [38]

Graf č. 8: Porovnání počtu výkonů v zubním lékařství v letech 2002 - 2009



Zdroj: autor

Na grafickém znázornění je jasně patrné, že intraorální výkony značně převyšují jak panoramatické tak extraorální snímkové techniky.

5 DISKUSE

Bakalářská práce měla za cíl zpracovat souhrnný přehled stomatologické radiodiagnostiky. Pro obor Radiologický asistent jsem se nesetkala při psaní práce s literaturou, která by souhrnně informovala čtenáře o stomatologické radiodiagnostice a byla určena pro tento obor. Čerpala jsem po většině případů z knih a odborných publikací, které jsou sepsány pro lékaře a studenty stomatologie. Na rozdíl od českých internetových stránek, bylo poměrně úspěšné získání informací na webových stránkách ze zahraničních zdrojů. Tato práce může tedy posloužit jako studijní materiál pro studenty oboru Radiologický asistent a tím vyřešit situaci s nedostatkem literatury pro tento obor. Práce je doplněna výukovým CD, které také poslouží jako studijní pomůcka.

Na webových stránkách Společnosti radiologických asistentů České republiky je možné shlédnout E-learningový kurz pro radiologické asistenty. Ale jak už sám název kurzu říká, Úvod do dentální radiografie: pro koho a jaké radiogramy se zhotovují v oboru stomatoradiologie, nenalezneme v něm souhrnný přehled celé stomatologické radiodiagnostiky.

V odborném časopise StomaTeam, časopise pro stomatology, zubní techniky a hygienistky, který je možné nalézt na webových stránkách online (www.stomateam.cz), od vydání 2/2010, pan Libor Kokšal publikuje velice vydařeně články týkající se Zobrazovací technologie v zubním lékařství.

Prostudováním potřebné nové i starší literatury jsem zjistila, že co se týká snímkování intraorálních a extraorálních technik, postupy jednotlivých technik se nezměnily, pouze některé byly nahrazeny moderními vyšetřeními. Například extraorální projekce prováděné na dentálních přístrojích se v dnešní době používají jen zřídka a bývají nahrazovány OPG snímek. Namísto zmíněných metod s použitím kontrastních látek jsou dnes upřednostňovány neinvazivní metody. Arthrografii čelistního kloubu pak v dnešní době vystřídal magnetická rezonance, sialografii a

fistulografii ultrazvukové vyšetření. Také tomografie lebky je plně nahrazena výpočetní tomografií.

Cílem práce bylo také zhodnotit přínos moderních zobrazovacích metod ve stomatologické diagnostice. Hlavním přínosem je podle mého názoru pro stomatologickou radiologii digitalizace. Na dentálním trhu se objevují celé řady IO digitálních radiografických systémů, digitálních OPG rentgenů, moderní dentální CT přístroje, ať už klasická nebo zařízení nové koncepce zvané Cone Beam CT.

Dalším přínosem v zubním lékařství je bezpochyby 3D zobrazení, které lékaři umožní mnohem snazší a jasnější prostorovou orientaci v dané oblasti zájmu. Nové technologie 2D zobrazení jsou nahrazována 3D technologiemi. Jak uvádí pan Libor Kokšal: *„Dosud využívané technologie 2D zobrazení nebyly schopné poskytnout pro některé druhy ošetření či plánování terapie dostatečně diagnosticky hodnotná a přesná data. Absence třetího rozměru dosud limitovala možnost zobrazení některých důležitých struktur. Některá obrazová data získaná např. s pomocí intraorálního nebo panoramatického rtg snímku nemohou nabídnout takovou, například rozměrovou přesnost, jako je tomu u 3D obrazových dat. Jedním z příkladů je např. přesný tvar a délka kořenového kanálku nebo alveolární kosti při plánování implantologického zákroku.“* [22]

V dnešní moderní době pacienti od zubních lékařů požadují nejen kvalitně ošetřený chrup, ale i esteticky vyhovující vzhled. Dále náhradu ztráty chrupu, ať už se jedná o jednotlivé zuby, více zubů nebo chybějící kořeny zubů. Trendem se na zubních klinikách stává provedení implantologických zákroků, které vede nejen k náhradě zubu ale i šetření okolních struktur a kvalitnímu estetickému vzhledu.

Důležitou roli hraje u aplikace zubních implantátů 3D CT plánování, které předchází samotnému zákroku. 3D obrazová data jsou lékaři nápomocná od návrhu optimálního řešení chirurgické fáze až po protetické řešení. Díky vyspělému softwaru dnešní dentální CT umožní i virtuální simulace pracovních postupů. Lékař může provést virtuálně libovolný počet virtuálních pokusů ošetření až po stanovení optimálního řešení ošetření. V časopise StomaTeam pan Kokšal uvádí: *„Některá CBCT zobrazovací*

zařízení disponují rozsáhlou databází implantátů a dalšího příslušenství celé řady známých a dostupných implantologických systémů. 3D obrazová data ve spojení s vyspělým softwarem umožňují plánování i složitých a rozsáhlých operací včetně návrhu individuálních implantátů, operačních šablon apod.” [23]. Toto sdělení opět dokazuje, že se stomatologická radiodiagnostika stává vyspělou a velice užitečnou disciplínou ve stomatologii.

Analýzu nejčastějších diagnóz pro indikaci rentgenového vyšetření jsem pojala na základě konzultace s lékaři z různých odvětví stomatologie. Mezi oslovenými lékaři byli praktičtí zubní lékaři pro dospělé, dětské lékaři, ortodontové a lékaři z oboru stomatochirurgie. Nejčastěji jsou v praxi využívány intraorální techniky, které jsou indikovány v první řadě u bolestí a reakcí zubů na jakýkoli podnět, ať se jedná o kaz, zánět nebo cystu. Dále se často provádí kontrolní snímky po výplni zubu výplňovými materiály, po extrakci zubu, nekróze zubní dřevě, nebo zlomenině zubu. Důležité jsou i při kontrole správně nasazené zubní korunky. V endodoncii při ošetření kořenových kanálků se používá systém tří intraorálních technik. Snímek situační (diagnostický), snímek měřicí a kontrolní po zaplnění kořenového kanálku. V parodontologii je vždy nutné při onemocnění parodontu doplnit klinické vyšetření OPG i jednotlivými IO snímky. Při agenezi zubu je vždy indikován OPG snímek. OPG snímek je často využíván jako orientační vstupní snímek a také i k prevenci. U dětí jsou OPG snímky nejvíce indikovány pro kontrolu správného růstu stálých zubů a při diagnóze syndromu prořezávání zubů. V ortodontii se převážně provádí u okluzních vad telorentgenogram a OPG snímek k ordinaci zubních rovnátek. V maxilofaciální chirurgii se rtg snímky nejčastěji indikují u zlomenin obličejových kostí, převážně horní nebo dolní čelisti, lící kosti a očníce. Snímky, ať už extraorální nebo OPG, bývají doplněny CT vyšetřením. Ze získaných informací z praxe stomatologů jsem usoudila, že indikace k provedení snímku a nejčastěji používané diagnózy se často liší dle specializace lékaře.

Ze zjištěných dat z Registru zdrojů SÚJB bylo prokázáno, že IO rentgeny jsou nejrozšířenějším zubním rtg zařízením v České republice. Také ze zdrojů ÚZIS jsou intraorální snímky nejpočetněji prováděné výkony. Práce je doplněna analýzou

počtu zubních CT zařízení, která se stávají v ČR trendem posledních šesti let v přístrojové stomatologické technice.

Problém nastal při zjišťování počtu výkonů. Pro rok 2010 jsou uvedeny bez podrobnějšího členění a všechna sečtena dohromady. Ambulantní pracoviště oboru stomatologie (praktický zubní lékař, parodontologie, ortodoncie a maxilofaciální chirurgie včetně ambulantních částí nemocnic sledovaného oboru) vyplňují formuláře za určitá roční období, tzv. Roční výkaz o činnosti zdravotnických zařízení pro obor stomatologie, který je součástí Programu statistických zjišťování v České republice. Ve formulářích se vykazují výkony (intraorální, extraorální a panoramatické) provedené v příslušném roce, dle provozního deníku u každého přístroje. Pro rok 2010 formulář neobsahoval vyčleněné rozdělení, tudíž jsem nemohla data využít. Data pro rok 2011 nejsou ještě sečtena.

6 ZÁVĚR

Stomatologická radiodiagnostika je jednou z nejčastěji používaných pomocných a zobrazovacích metod v stomatologii ihned po klinickém vyšetření. V současnosti se stala základní a každodenní vyšetřovací metodou indikovanou stomatologem. Na kvalitním zhotovení snímku a provedeném vyšetření často závisí rozhodnutí o způsobu léčby v zachovné stomatologii a parodontologii. Má neodmyslitelné uplatnění v plánování protetické a ortodontické léčby a rozhoduje o operačním přístupu v stomatochirurgii.

Práce popisuje veškeré zobrazovací technologie, vyšetřovací metody a zobrazovací postupy používané v stomatologii. Ke každému typu vyšetření jsou uvedeny indikace k danému výkonu. Je zde zmínka o radiační ochraně pacienta i personálu a o možnostech uplatnění se radiologického asistenta v oboru. V části práce Diskuze je zhodnocen přínos moderních zobrazovacích metod v stomatologické radiodiagnostice. Studenti oboru Radiologický asistent by měli být díky této práci dostatečně seznámeni se zkoumanou problematikou a práce by jim měla posloužit jako pomůcka ke zdokonalování se ve stomatologické radiodiagnostice. K tomu by měla i dopomoci vypracovaná prezentace, která je přiložena k bakalářské práci.

V práci byly analyzovány intraorální, panoramatické a dentální CT používané v ČR za období 2002 – 2011. Také byly analyzovány počty výkonů prováděných na zubních rtg přístrojích v letech 2002 – 2010. Ze zjištěných dat bylo prokázáno, že intraorální rentgeny jsou stále nejrozšířenější skupinou vyšetření v oblasti zobrazovacích technologií v zubním lékařství.

Na závěr lze říci, že požadované cíle bakalářské práce byly splněny a hypotéza se z výsledných získaných dat potvrdila.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. AJAT (Rentgenová technika AJAT), [online] 2008. [ci. 2012-01-10]. Dostupné z: <<http://www.ajat.cz/>>
2. CZECH-ELMED, [online] 2012. [ci. 2012-02-13]. Dostupné z: <<http://www.elmed.cz/produkt/pristroje/rentgenyradioviziografie/rvg/prosensor.html>>
3. ČECH, A., *Aldentex.cz*. [online] 2011. [ci. 2010-11-05] Dostupné z: <<http://www.aldentex.cz/skola-dentalni-hygieny/anatomie/>>
4. ČERNOCHOVÁ, P. *Diagnostika retinovaných zubů*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2006. 192s. ISBN 80-247-1269-5
5. DENTAMED, když chcete víc, [online] 2010. [ci. 2012-02-13]. Dostupné z: <<http://obchod.dentamed.cz/kwik-bite-inf>>
6. DOSTÁLOVÁ, T.; SEYDLOVÁ M. *Stomatologie*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2008. 196s. ISBN 978-80-247-2700-4
7. DYLEVSKÝ, I. *Anatomie a fyziologie člověka : učebnice pro zdravotnické školy*. 1. vyd. Olomouc: Epava, 1998. 429s. ISBN 80-901667-0-9
8. FORRAI, J. *History of X-ray in dentistry* [online]. 2007. [ci. 2011-12-27]. Dostupné z: www2.pucpr.br/reol/index.php/AOR?dd1=2058&dd99=pdf
9. GRIM, M.; DRUGY, R. et al. *Základy anatomie 3. Trávicí, dýchací, močopohlavní a endokrinní systém*. 1. vyd. Galén a Univerzita Karlova v Praze: Karolinum, 2005. 163s. ISBN 80-246-0989-4
10. HLAVENKOVÁ, L. *Úvod do dentální radiografie: pro koho a jaké radiogramy se zhotovují v oboru stomatoradiografie*. E-learningový kurz pro radiologické asistenty. [online] [ci. 2012-01-12] Dostupné z: <<http://labucebna.net/login/index.php>>
11. HOŘEJŠ, J. *Stomatologická rentgenologie*, 3. vyd. Praha: Avicenum, 1974. 271s.
12. HOUBA, R. et al. *Základy radiodiagnostiky a ostatních zobrazovacích metod ve stomatologii*. 1. vyd. Univerzita Karlova v Praze, Praha: Karolinum, 1999. 77s. ISBN 80-246-0005-6

13. CHARVÁT, F.; MARKALOUS, B. *Zobrazení hlavy*. 2. upravené a rozšířené vyd. Praha/Kroměříž: Triton, 2006. 658s. ISBN 80-7254-904-9
14. CHMELOVÁ, J. et al. *Základy ultrasonografie pro radiologické asistenty*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta, 2006. 77s. ISBN 80-7368-221-6
15. CHUDÁČEK, Z. *Radiodiagnostika I. část*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. 1995. 293s. ISBN 80-7013-114-4
16. KILIAN, J., *Stomatologie : pro studující všeobecného lékařství*. 2. vyd. Univerzita Karlova, Praha : Karolinum, 2003. 100s. ISBN 80-246-0772-7
17. KLEPÁČEK, I.; MAZÁNEK, J. a kol. *Klinická anatomie ve stomatologii*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2001. 332s. ISBN 80-7169-770-2
18. KODL, O. a kol. *Radiační ochrana při zubních radiodiagnostických vyšetřeních*. 3. přepracované vyd. Praha. Česká stomatologická komora, 2007. 80s. ISBN 978-80-87109-04-5
19. KOKŠAL, L. Zobrazovací technologie v zubním lékařství - Téma: Intraorální rtg přístroje - Souhrnný přehled produktů, I. část. *StomaTeam* [online]. 2010, roč.10 č.3 [cit. 2011-11-14]
Dostupné z: < www.stomateam.cz//index.php?clanek=456w>. ISSN 1214-147X
20. KOKŠAL, L. Zobrazovací technologie v zubním lékařství – Téma: Panoramatické rentgeny. *StomaTeam* [online]. 2010, roč.10, č.4 [cit. 2012-02-24] Dostupné z: <<http://www.stomateam.cz//index.php?clanek=496>>. ISSN 1214-147X
21. KOKŠAL, L. Zobrazovací technologie v zubním lékařství - Téma: Panoramatické rentgeny - Souhrnný přehled produktů. *StomaTeam* [online]. 2010, roč.10, č.5 [2011-11-23] Dostupné z: <<http://www.stomateam.cz//index.php?clanek=510>>. ISSN 1214-147X
22. KOKŠAL, L. Zobrazovací technologie v zubním lékařství – Téma: 3D zobrazovací systémy. *StomaTeam* [online]. 2010, roč.10, č.6, [cit. 2012-03-04] Dostupné z: <<http://www.stomateam.cz//index.php?clanek=532>>. ISSN 1214-147X

23. KOKŠAL, L. Zobrazovací technologie v zubním lékařství – Aplikace 3D obrazových dat. StomaTeam [online]. 2011, roč.11, č.2, [cit. 2012-04-02]
Dostupné z: <<http://www.stomateam.cz//index.php?clanek=563>>. ISSN 1214-147X
24. KOZLOVÁ, L.; KUBELOVÁ, V. *Jak psát bakalářskou a diplomovou práci*. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2009. 55s. ISBN 978-80-7394-155-0
25. KREJČÍ, P. a kol. *Dentální radiologie*. 1. vyd. Olomouc. Univerzita Palackého v Olomouci. 2009. 96s. ISBN 80-244-1452-X
26. MAZÁNEK, J.; URBAN, F. a kol. *Stomatologické repetitorium*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. 456s. ISBN 80-7169-824-5
27. NAVRÁTIL, L.; ROSINA, J. *Medicínská biofyzika*, 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2005. 524s. ISBN 80-247-1152-4
28. NEKULA, J. a kol. *Radiologie*. 3. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2005. 205s. ISBN 80-244-1011-7
29. NEKULA, J.; CHMELOVÁ, J. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta, 2005. 97s. ISBN 80-7368-092-0
30. NEKULA, J. ; J. CHMELOVÁ, J. *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*, 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta, 2007. 67s. ISBN 978-80-7368-335-1
31. ORT, J.; STRNAD, S. *Radiodiagnostika II. Část. Radiodiagnostika kostí – projekční část*. 1. vyd. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně. 1997. 124s. ISBN 80-7013-240-X
32. PASLER, F.; VISSER H. *Stomatologická radiologie, Kapesní atlas*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2007. 356s. ISBN 978-80247-1307-6
33. *Radiation Protection of Patient (RPOP), Dental Radiology*: [online],
Dostupné z: <http://rpop.iaea.org/RPoP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/6_OtherClinicalSpecialities/Dental/index.htm>
34. *Státní úřad pro jadernou bezpečnost, SÚJB* [online]. [ci. 2012-03-02]
Dostupné z: <<http://www.sujb.cz//>>

35. STEKLÝ, L. *Vybrané kapitoly z rentgenologie a z anesteziologie*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1999. 102 s. ISBN 80-7013-276-0
36. ŠEDÝ, J.; FOLTÁN, R. *Klinická anatomie zubů a čelistí*. 1. vyd. Praha: Triton, 2010. 175s. ISBN 978-80-7387-312-7
37. ŠMORAC P. *Rentgenová technika v lékařství*. 1. vyd. Pardubice, 2004. 274s. ISBN: 80-85438-19-4
38. Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, ÚZIS. [online]. 2010. Dostupné z: <<http://www.uzis.cz/category/edice/publikace/rocenky>>
39. WEBR, T. *Memorix zubního lékařství*, 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2006. 430s. ISBN 80-247-1017-X

8 KLÍČOVÁ SLOVA

Intraorální snímkování

Extraorální snímkování

Ortopantomografie

Radiologie

Stomatologie

Telerentgenogram

9 PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Obsah výukového CD

Příloha č. 2: Provozní předpisy pro používání zubního rentgenového přístroje

Příloha č. 3: Výukové CD

Příloha č. 1: Obsah výukového CD

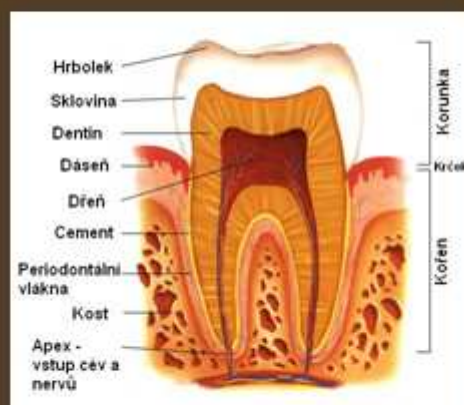
STOMATOLOGICKÁ RADIOLOGIE

Přehled stomatologické radiodiagnostiky pro
obor Radiologický asistent

2012

Kateřina Jirková

Anatomie zubu a dásně



Zobrazovací metody ve stomatologii

- Digitální radiografie
- Skiografie (extraorální a intraorální snímky, telerentgenogram)
- Tomografie (ortopantomografie)
- Výpočetní tomografie
- Angiografie
- Ultrasonografie
- Magnetická rezonance
- Sialografie
- Artorografie

Historie zubní radiologie

- r. 1895 **Wilhem Conrad Roentgen** – objev rtg paprsků
- r. 1896 **Dr. Otto Walkhoff** – vytvořil první zubní rtg snímek
- r. 1896 **Dr. C. Edmund Kells** – provozoval první zubní rtg přístroj
- r. 1959 **Y. V. Paatero** – zkonstruoval v Helsinkách první ortopantomograf



První zubní rentgenový snímek O. Walkhoffa



Historický zubní rentgen

Rentgenové přístroje používané v stomatologii

- Intraorální rentgenové přístroje (IO)
- Panoramatické rentgenové přístroje (OPG)
- Panorální radiograf
- Free focus radiography
- Dentální CT
- Dentální Cone Beam CT

Intraorální rentgenový přístroj

- Nejrozšířenější rtg přístroj v stomatologii
- Jednoduchý zdroj záření
- Obvykle komorové jednopulzové zařízení
- Vzdálenost ohnisko → film 12 – 15 cm
- Tubus s filtrem Al o šíři 3 mm
- Hlava přístroje je upevněna na závěs, který má dva klouby
- Mohou být → pojízdné, upevněné na strop nebo stěnu nebo stomatologickou soupravu.

Intraorální rentgen



Panoramatický přístroj

- Vytváří panoramatický snímek horní a dolní čelisti rozvinutý do roviny

Princip:

Využívá tří rotačních rovin, přičemž dvě jsou excentrické a jedna koncentrická. Cesta ČP se zdá být kruhová, ovšem ve skutečnosti sleduje vždy část každé z výše uvedených kružnic. Pohybuje se elipsovitě a tím napodobuje tvar mandibuly. Rentgenka obíhá po kruhové dráze za hlavou pacienta a film se pohybuje synchronně před jeho čelistí.

OPG přístroje

OPG přístroje dělíme dle použité technologie :

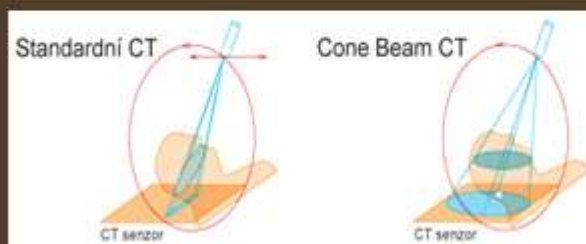
- **Jednomotorové** - snímání zubního oblouku probíhá po eliptické dráze s možností posunu pozice této dráhy v jedné ose. Umožňují často jen základní nastavení snímání se zaostřením na frontální nebo distální úsek a tím zbývající část snímku bude neostrá. Diagnostická hodnota těchto snímků nebývá vždy uspokojivá.
- **Multimotorové** - umožňují upravit trajektorii snímání ve více osách a tím se dokáží lépe přizpůsobit individuální morfologii pacienta, využívají k pořízení dílčích snímků jedné ohniskové (fokální) vrstvy, která vždy z části leží mimo středovou linii určitého úseku zubního oblouku.
- **Multifokální** - využívají k pořízení snímků více ohniskových vrstev. V průběhu snímání zaznamenávají během jednoho okamžiku velké množství různě zaostřených snímků a každý snímek je zaostřen v jiné ohniskové rovině. Výsledkem projekce je velké nasnímání dat.

Panoramatický rentgen



Cone Beam CT

- **Princip:** využívá kuželovitého svazku paprsků rtg záření a snímání obrazu pomocí speciálního senzoru.
- **Rozdíl oproti klasickému CT** → pomocí prostorového svazku paprsků rtg záření dochází k získání reálných 3D obrazových dat z celé plochy snimané oblasti, takže každý jednotlivý snímek zachytí všechny detaily
→ mnohonásobně nižší dávka RTG záření, kterou pacient obdrží při stomatologickém vyšetření.

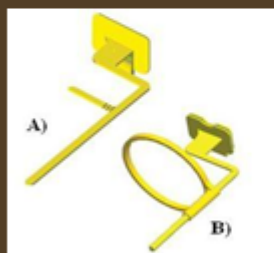


Obr. Rozdíl mezi klasickým CT skenem a Cone Beam skenem

Pomocná zařízení

Pomůcky, které zvyšují pohodlí pacienta během snímání, snižují neúspěch při expozici, zvyšují kvalitu snímků a snižují radiační zátěž pacienta.

- opěrky o hlavu
- sedačky s možností výškového nastavení
- držáčky k intraorálnímu umístění filmu → *frontální* (řezákové)
→ *distální* (molárové)
→ *speciální* (bitewingové)



Obr. Univerzální držák rentgenových filmů pro horizontální snímání zubů ve skusu s indikátorem (A) a kruhem (B).

Rentgenové filmy a digitální zobrazovací systém pro snímkování v stomatologii

Dentální film

- 3,1 cm x 4,1 cm (pro apikální nebo marginální projekci)
- dětský 2,2 x 3,5 cm
- speciální 2,7 x 5,4 cm (pro bitewing techniku)
5,7 x 7,6 cm (pro okružní projekci)



Obr. Rozbalený intracrální film

Složení filmu: 1 – vnější plastový obal, 2 – kovový olověný filtr, 3 – papírový obal krycí film, 4 – IO film, 5 – papírový obal krycí film

Rentgenové filmy a digitální zobrazovací systém pro snímkování v stomatologii

- **Přímá digitalizace** - využívá k pořízení snímku senzor. Senzor je založen na polovodičových prvcích, které jsou schopné zachytit rtg záření a přenést zakódovanou informaci na elektrické signály, poté na digitální data. Digitalizované snímky jsou přeneseny do počítače pro další zpracování, prohlížení, ukládání a archivování.
- **Nepřímá digitalizace** - nosičem dat jsou paměťové folie. Po expozici se folie vkládá do skeneru, kde je následně snímek vyvolán.

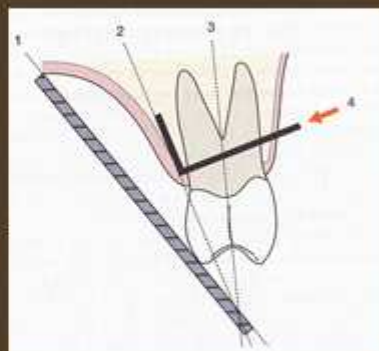
Rozměry: 3 x 2,2 cm, 4,4 x 3,2 cm,
pro OPG 15 x 30 cm
pro kefalometrický snímek 18 x 24 cm



Intraorální snímkování

Pravidla pro intraorální snímkování

- **Vertikální úhel** tvoří sklon CP k horizontální rovině- odtuzní rovině zubů
- **Horizontální úhel** tvoří CP se sagitální rovinou lebky
- **Cieszynského pravidlo:** CP dopadá kolmo na rovinu půlící úhel, který svírá dlouhá osa zubu a plocha filmu.



Obr. Schématické znázornění Cieszynského pravidla

Popis obrázku: 1 – podélná osa filmu, 2 – osa úhlu, 3 – podélná osa zubu, 4 – směr centrálního paprsku

Intraorální snímkování

Pravidla pro intraorální snímkování

- **Izometrický snímek** - zub je zobrazen nejvýhodněji, bez minimálního zkreslení, ovšem bez vztahu k jeho poloze v prostoru
- **Hypometrický snímek** - CP dopadá kolmo na rovinu filmu, snímáný objekt je zkrácen proti skutečnosti
- **Hypermetrický snímek** – CP dopadá kolmo k ose zubu, dochází k prodloužení snímáných objektů proti skutečnosti
- **Ortoradiální snímek** – CP je nastaven v horizontální rovině rovnoběžně s interdentalními septy snímáných zubů
- **Excentrický snímek** – CP je nastaven v horizontální rovině pod určitým úhlem s interdentalními septy snímáných zubů

Intraorální snímkování

Postup při intraorálním snímkování

- Informovat pacienta o průběhu vyšetření
- Navléknout pacientovi ochranné pomůcky (límeček, zástěra)
- Hlava opřena o podhlavník, poloha hlavy nastavena v úhlu dle vyšetřované čelisti
- Přiložený film, senzor se nesmí prohýbat a posunovat
- Tubus je přiložen natváří do místa snímkaných zubů,
- Uložení IO filmu závisí na typu použité projekce a rentgenka je nastavena dle žádaného směru
- CP je nastaven podle pravidla o izometrickém a ortoradiálním snímku
- Potíže mohou nastat u malých dětí, u nemocných se třesem, u pacientů se zvýšeným dávivým reflexem, kdy snímek není možné zhotovit.

Intraorální snímkování

Zubní status

Soubor snímků, při kterém se snímají všechny zuby v horní i dolní čelisti. Zobrazují se jednotlivé skupiny zubů na různě uložených snímcích, min. po 7 snímcích.

Většinou je potřeba 10 až 14 intraorálních snímků o velikosti 3 x 4 cm.

Na každou čelist připadá 5 – 7 snímků.

Dětský status - dočasněho chrupu 4 snímky, status smíšeného chrupu 6 snímků.

Apikální (periapikální) projekce

Indikace snímku: Zobrazuje kořeny, kořenové kanálky a periodontální šterbinu s přilehlou alveolární kostí.

Technika bez použití speciálních držáků

film se přikládá co nejblíže k vyšetřovanému zubu ze strany orální a pacient jej přidržuje pomocí bříška ukazováku druhostranné ruky.

OK – 12 – 15 cm

Intraorální snímkování

Bitewing technika (paralelní snímkovácí technika, interproximální projekce)

Indikace snímku: diagnostika zubních kazů

- nutnost použít speciální nákusné křídélko (bitewing) nebo držáček
- výhoda - na jeden film zachytíme skupinu zubů horní i dolní čelisti, ale bez oblasti hrotů kořenů



Intraorální snímkování

Okluzní projekce (intraorální axiální projekce)

- použití snímků ve skusu mezi horním a dolním zubním obloukem

Indikace snímku:

uplatnění v časných fázích výměny chrupu,
k určení polohy retinovaných zubů,
u zobrazení cizích těles v ústní spodině,
k zobrazení sialolitů



Intraorální snímkování

Pravoúhlá snímkovácí technika (paralelizační technika)

- technika s užitím dlouhého tubusu o velikosti 30 cm.
- je nutné použít držáček filmu (senzoru)
- rovina receptoru je paralelní s osou vyšetřovaných zubů

Projekce limbální (marginální)

- projekce se již v praxi používá zřídka

Metody radiologické lokalizace

- Paralaxní metoda
- Pravoúhlá technika
- stereoradiografie

Extraorální snímkování

Extraorální rentgenová vyšetření za použití dentálního přístroje

- Eislerova projekce
- Bočná (šikmá) projekce mandibuly dle Cieszyńskiho
- Paravertebrální projekce mandibuly dle Cieszyńskiho
- Albers – Schönbergova projekce čelistních kloubů
- Šikmá excentrická transkraniální projekce

Extraorální snímkování

Ortopantomografie

Při vyšetření je zhotoven panoramatický rentgenový snímek (tzv. orthopantomogram nebo OPG snímek) obou zubních oblouků a okolních tkání.

- současně je zobrazena horní čelist s čelistními dutinami, dutinou nosní a celá dolní čelist s oběma čelistními klouby.
- pro své rozsáhlé diagnostické možnosti základní vyšetřovací metodou v zubním lékařství.

Indikace snímku: v diagnostice kazů, zlomenin, onemocnění čelistních kloubů a čelních dutin, pomáhá při vyšetřování čelistních anomálií, cyst, nádorů, retinovaných a přespočetných zubů, přispívá k sledování průběhu léčby v ortodontii, používá se při kontrastních vyšetřeních a zjišťování cizích těles.

Extraorální snímkování



Obr. Ortopantomogram smíšené dentice, věk pacienta 10 let

Extraorální snímkování

Postup při zhotovování OPG snímku

- Seznámíme pacienta s přístrojem a objasníme mu jeho činnost.
- Pacient musí odstranit všechny kovové předměty z hlavy a krku, brýle, šperky, vyjmout zubní náhradu.
- Objasníme pacientovy úlohu kontrolního zrcadla a držáku skusu.
- Vysvětlíme správné držení těla s prohnutím bederní páteře a volně spuštěnými rameny.
- Nacvičíme si správnou polohu jazyka na tvrdém patře.
- Pacientovy vysvětlíme, že je nutné, aby během expozice dýchal klidně a mělce.
- Před umístěním pacienta do přístroje zvolíme odpovídající program a expoziční parametry.
- Navlékneme pacientovi ochrannou zástěru
- Umístíme pacienta do přístroje a nastavíme výšku skusového držáku, aby Campelova linie a okluzní rovina probíhaly vodorovně.
- V kontrolním zrcadle ještě před expozicí zkontrolujeme postavení střední sagitální roviny a ověříme si, zda se neodchyluje v týlní krajině na stranu.
- Před expozicí je pacient vyzván, aby se nehýbal a klidně dýchal.

Extraorální snímkování

Telerentgenografie

Telerentgenogram je dálkový boční skiagram, který přehledně zobrazuje celou lebku.

- výsledný obraz odpovídá téměř skutečné velikosti a tvaru vyšetřovaného objektu.
- při boční projekci obvykle naléhá na kazetu pravá strana hlavy
- frankfurtská horizontála by měla probíhat vodorovně.
- OK – 1,5 – 2 m (vyjimečně 4 m)
- Fixace hlavy v kefalostatu
- Při expozici je nutné vyzvat pacienta ke skusu na moláry
- Někdy se provádí v zadopřední projekci
- Využití snímku v ortodontii (kefalometrický rozbor)



Extraorální snímkování

Projekce LBI

- Zadopřední (posterioranteriorní) projekce lebky
- Bočná projekce lebky

Obličejového skeletu

- Poloaxiální projekce lebky (Watersova, poloaxiální)

Projekce speciální

- Šikmá bočná projekce mandibuly
- Clementschitschova projekce
- Schüllerova projekce čelistního kloubu
- Snímek jámového oblouku (Hirtz)



Obr. Schüllerova projekce čelistního kloubu

Použití kontrastních látek v stomatologii

Sialografie

- kontrastní vyšetření slinných žláz a jejich vývodů
- k diagnostice chronických zánětů, nádorů, regresivních změn a k odhalování slinných kamenů.
- nasondování vývodů žlázy speciální kanylou – aplikace KL – snímkování ve dvou projekcích, při kanylaci a po vytažení
- dnes se používá zřídka → MR sialografie

Použití kontrastních látek v stomatologii

- **Antrografie (maxilografie)**
- **Fistulografie**
- **Artrografie čelistního kloubu**
- **Cystografie**

Radiační ochrana při zubních radiodiagnostických výkonech

- Rtg zubní – jednoduché zdroje ionizujícího záření, spadají do pracoviště I. kategorie
- U běžného provozování zubního rtg není nutné monitorování ionizujícího záření.
- Nejsou vymezeny limitní hodnoty omezující ozáření během určitého období
- Zavedeny jsou tzv. směrné hodnoty, omezující ozáření na jeden snímek.
- Prostory a přístroje jsou pravidelně dozimetricky kontrolovány.

Přístup na pracoviště mají:

- pracovníci obsluhující přístroj
- vyšetřovaní pacienti, jejich doprovod (jeli to nutné)
- osoba provádějící úklidové práce (rozsah její práce je určen držitelem povolení)
- kontrolní orgány, servisní technici s vědomím držitele povolení

Ochrana pacientů při radiodiagnostických výkonech v stomatologii

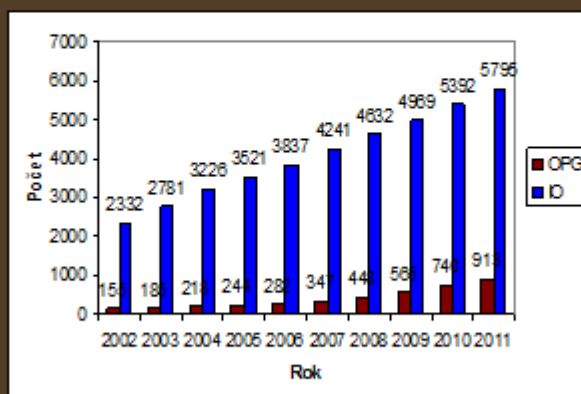
O zátěži pacienta a kvalitě snímku rozhoduje:

- zvolené optimální napětí na rentgence
- filtrace rentgenového svazku
- vzdálenost zdroj záření – pacient
- velikost ozářeného pole
- doba expozice
- použití ochranných pomůcek pro pacienty (límce, zástěry)
- volba správného směru centrálního svazku paprsků
- používání moderních rtg přístrojů spolu s užitím kvalitních, citlivých rtg filmů nebo systémů přímé a nepřímé digitalizace (CCD senzor, paměťová fólie)
- odstranění strachu pacienta
- dodržování správného pracovního postupu při zpracování filmu.

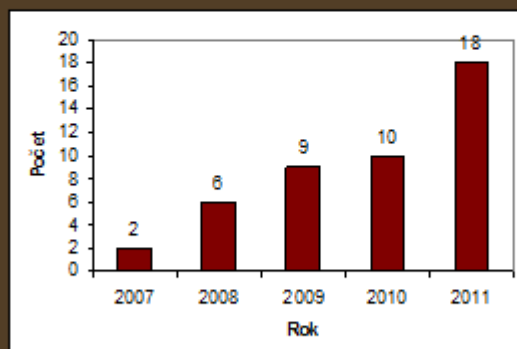
Ochrana pracovníků při radiodiagnostických výkonech v stomatologii

- ochrana vzdáleností
- ochrana časem
- ochrana stíněním
- využití stavebně technických prostředků
- osobních ochranných pomůcek

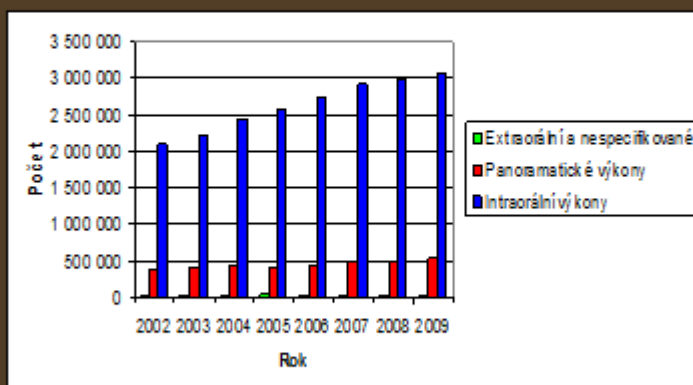
Poměr počtu IO a OPG přístrojů aktivně používaných ve zdravotnictví v ČR v letech 2002 – 2011



Počet zubních CT přístrojů aktivně používaných ve zdravotnictví v letech 2007 - 2011



Porovnání počtu výkonů v zubním lékařství v letech 2002 - 2009



Děkuji za pozornost

Příloha č. 2: Provozní předpisy pro používání zubního rentgenového přístroje

Provozní předpisy
pro používání zubního rentgenového přístroje

I. Přístup na pracoviště mají:

1. Pracovníci obsluhující přístroj
2. Vyšetřovaní pacienti, případně jejich doprovod
3. Osoba provádějící úklidové práce v rozsahu určeném jí držitelem povolení
4. Kontrolní orgány a servisní technici s vědomím držitele povolení

II. Povinnosti pracovníků:

1. Dodržovat Program zabezpečování jakosti
2. Vést evidenci provedených vyšetření
3. Vést provozní deník se záznamy zkoušek provozní stálosti
4. Využívat všech ochranných prostředků, které jsou na pracovišti
5. Provádět úklid pracoviště při odpojení přístroje ze sítě

III. Ochrana pacientů:

1. Provádět expozici podle platných expozičních tabulek
2. Používat ochranné pomůcky vždy, pokud tomu nebrání způsob vyšetření
3. V místnosti s rtg přístrojem je pouze jeden vyšetřovaný pacient

IV. Instrukce pro postup v případě odchylek od běžného provozu

Každé neplánované zvýšení expozice vinou chybné funkce zubního rentgenového přístroje, které by mohlo mít za následek významnou radiační zátěž pacienta, obsluhujícího personálu nebo jiných osob, je považováno za mimořádnou událost stupně 1 dle § 5 vyhlášky SÚJB č. 318/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Při používání zubních rentgenových přístrojů používaných na pracovišti je však málo pravděpodobné, že k této události dojde.

V případě podezření na chybnou funkci/selhání rentgenového přístroje, je obsluhující pracovník povinen:

1. okamžitě ukončit expozici, popřípadě odpojit rentgen od elektrické sítě a až do odstranění závady přístroj nepoužívat
2. informovat držitele povolení a dohlízející osobu

Držitel povolení je povinen:

1. přešetřit mimořádnou událost
2. o mimořádné události bezprostředně informovat dotčené osoby a do 24 hodin Regionální centrum SÚJB
3. zajistit opravu přístroje a pokud se oprava týkala parametrů ověřovaných v ZDS, zajistit provedení ZDS v příslušném rozsahu
4. zahájit používání až po odstranění závady, případně po kladném výsledku ZDS
5. závažné odchylky od běžného provozu zpracovat do protokolu o mimořádné události, který musí obsahovat:

- a) zjištěné příčiny vzniku mimořádné události a posouzení její závažnosti
- b) hodnocení následků na zdraví osob
- c) návrh opatření k zamezení a snížení pravděpodobnosti opětovného vzniku mimořádné události

Záznam podepíše držitel povolení a dohlízející osoba. Tento záznam bude evidován a archivován po dobu 5 let od data vyhlášení mimořádné události. Kopie písemného protokolu o mimořádné události bude do 1 měsíce předložena Regionálnímu centru SÚJB.

V. Popis monitorování pracoviště:

1. Kerma na konci tubusu pro nastavení na horní molár dospělého dle protokolu z přejímací zkoušky je mGy
2. Předpokládaný maximální počet snímků za rok
3. Ovládání na odstup od rentgenu ve vzdálenosti m
4. Ovládání z vedlejší místnosti nebo za stěnou ve vzdálenosti m od rentgenu
5. Pokud snímkuje více osob, uveďte souhrnný počet snímků za rok
6. Vzdálenost místa (kde čekají pacienti) od rentgenum

S ohledem na typ používaného zdroje a specifikovaný rozsah činnosti se rutinní monitorování pracoviště nezavádí a nejsou stanoveny referenční úrovně^{*)}.

Důležitá telefonní čísla:

Držitel povolení
Dohlížející osoba
RC SÚJB

Dne:

Podpis:

Seznámil se (uvedou jména a podpis všech pracovníků používajících dané rtg):

.....

^{*)} tento výrok platí, pokud pracoviště vyhovuje podmínkám viz příloha: komentář k popisu monitorování pracoviště

Komentář k popisu monitorování pracoviště:

Typické případy:

A) Monitorování pracoviště vzhledem k pracovníkům se zdroji ionizujícího záření
Předpoklad: Kerma na konci tubusu ≤ 5 mGy, počet snímků za rok $< 4\,000$, vzdálenost exponující osoby od rentgenu ≥ 2 m
Měření rozptýleného záření se jako podklad pro program monitorování pracoviště v tomto případě nevyžaduje, rutinní monitorování se nezavádí a nejsou stanoveny referenční úrovně.

B) Monitorování pracoviště vzhledem k ostatním pracovníkům (kteří nejsou pracovníky se zdroji ionizujícího záření)
Předpoklad: kerma na konci tubusu ≤ 5 mGy, počet snímků za rok $< 4\,000$, vzdálenost exponující osoby od rentgenu ≥ 2 m, stálá pracovní místa v okolních místnostech jsou vzdálena od rentgenu nejméně 2 m a mezi nimi a rentgenem je přepážka odpovídající alespoň 15 cm cihly
Měření rozptýleného záření se jako podklad pro program monitorování pracoviště v tomto případě nevyžaduje, rutinní monitorování se nezavádí a nejsou stanoveny referenční úrovně.

Netypické případy

- C) Individuálně se posuzují ostatní případy nesplňující podmínky stanovené v bodech A) a B).
Např. obytné prostory, stálá pracovní místa za stěnou z jiného materiálu než je cihla, za dveřmi z místnosti, kde je umístěn rentgen, počet snímků přesahuje 4000 snímků za rok. V těchto případech je nutné popis monitorování pracoviště vypracovat s ohledem na:
- typ rtg přístroje
 - rozsah provozu na pracovišti: např. provozní doba, maximální počet snímků za rok
 - uspořádání pracoviště (schematický plánec pracoviště s vyznačením okolních místností a umístěním rtg přístroje) s vyznačením tloušťky a materiálu stěn, tloušťky a materiálu dveří
 - vyznačení stálých pracovních míst ostatních pracovníků nebo pobytu osob (které nejsou pracovníky se zdroji ionizujícího záření) a vzdálenosti těchto míst od rentgenu
 - popř. měření rozptýleného záření

[Zdroj: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, SÚJB [online]. Dostupné z: <http://www.sujb.cz/>]