

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD
Ústav radiologických metod

Petra Bernická

Radiodiagnostika ve stomatologii

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Jiří Kozák

Olomouc 2021

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

V Olomouci 30. dubna 2021

.....
podpis

Na tomto místě bych chtěla poděkovat panu MUDr. Jiřímu Kozákovi za cenné rady, komentáře a připomínky, které mi poskytl při psaní bakalářské práce. Děkuji také Ing. Arne Žurkovi za pomoc při zpracování a dále bych chtěla poděkovat paní Pavle Gruntové, která mě prakticky seznámila s chodem diagnostiky ve stomatologii na pracovišti.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Téma práce: Dentální radiodiagnostika

Název práce: Radiodiagnostika ve stomatologii

Název práce v AJ: Radiodiagnostics in Dentistry

Datum zadání: 30. 11. 2020

Datum odevzdání: 30. 4. 2021

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta zdravotnických věd
Ústav radiologických metod

Autor práce: Petra Bernická

Vedoucí práce: MUDr. Jiří Kozák

Oponent práce: MUDr. Vojtěch Prášil

Abstrakt v ČJ: Radiologické zobrazování je nedílnou součástí stomatologie. Přehledová bakalářská práce předkládá aktuálně používané zobrazovací metody v zubním lékařství. Z dohledaných informací vyplývá, že se v dnešní době nejčastěji používají vyšetření OPG a CBCT. Podstatnou roli stále mají intraorální snímky. Nejméně jsou ve stomatologii využívány zobrazovací techniky jako magnetická rezonance a ultrazvuk, jelikož mají nejméně indikací. V poslední části práce jsou popsány základní pravidla radiační ochrany pacientů a zaměstnanců. Informace popsané v bakalářské práci byly dohledány v databázích Digitalniknihovna.cz, Medvik a Google scholar.

Abstrakt v AJ: Radiological imaging is an integral part of dentistry. The overview bachelor thesis presents currently used imaging methods in dentistry. According to the information obtained panoramic imaging and cone-beam computed tomography are most often used today. Intraoral imaging still plays an important role. Imaging techniques such as magnetic resonance and ultrasound are the least used in dentistry, as they have the least indications. The last part of the thesis describes the basic rules of radiation protection of patient and employees. The information described in a bachelor thesis was found in the databases Digitalniknihovna.cz, Medvik and Google scholar.

Klíčová slova v ČJ: CBCT, Cone-Beam výpočetní tomografie, Extraorální zobrazování, Intraorální zobrazování, OPG, Panoramatické snímkování

Klíčová slova v AJ: CBCT, Cone-Beam Computed Tomography, Extraoral Imaging, Intraoral Imaging, OPG, Panoramic Imaging

Rozsah: 33/4

OBSAH

| | |
|---|----|
| Úvod..... | 7 |
| 1 Popis řešeršní činnosti..... | 9 |
| 2 Anatomie orofaciální oblasti..... | 10 |
| 2.1 Typy dentice..... | 11 |
| 2.2 Značení zubů..... | 12 |
| 3 RTG přístroje v zubním lékařství | 14 |
| 3.1 Intraorální snímkování..... | 14 |
| 3.2 Extraorální snímkování..... | 16 |
| 4 Další zobrazovací metody ve stomatologii..... | 22 |
| 5 Radiační ochrana..... | 26 |
| Závěr | 28 |
| Referenční seznam | 29 |
| Referenční seznam příloh..... | 32 |
| Seznam zkratk..... | 33 |
| Seznam příloh..... | 34 |

Úvod

Diagnostické zobrazovací metody jsou velmi podstatné při každém stomatologickém vyšetření. V dnešní době si bez těchto metod nedovedeme představit vyšetření zubů a čelistí. Mezi základní zobrazovací metody ve stomatologii se řadí intraorální rentgenové snímky a panoramatické snímky, ale i vyšetření pomocí výpočetní tomografie, ultrazvukové vyšetření a magnetická rezonance. Více než sto let se používá ionizující záření k diagnostickému zobrazování. Za tuto dobu se ukázalo, že je velmi důležitá ochrana pacientů a personálu před zářením. Při samotném vyšetření se musí dbát na co nejnižší expozici záření a rovněž je potřeba vyvarovat se opakovanému snímkování (Pasler, 2007, s.1).

Mezi nejjednodušší vyšetření se řadí intraorální zobrazování. Při tomto vyšetření je pacient vystaven nejmenší radiační zátěži. Snímkování probíhá tak, že je pacientovi vložen detektor obrazu do úst a pomocí tubusu je na něj směřován svazek záření z rentgenky. Intraorální snímek je poměrně malý a snadno se skladuje, protože se jedná jen o zobrazení jednoho zubu nebo skupiny zubů. Dalším velmi významným a hojně používaným typem vyšetření je ortopantomografické (panoramatické) snímkování. Princip vyšetření je kombinací tomografie a panoramatické fotografie. Při vyšetření má pacient zafixovanou hlavu ve stojanu a okolo hlavy rotuje rentgenka s detektorem. Po skončení expozice je poté možnost vidět snímek se zachycenou horní a dolní čelistí. Mezi nejnovější trendy se řadí vyšetření pomocí CBCT (cone-beam CT). Při snímkování je možno pokrýt velkou část lebky. Díky podobnému náběru dat jako u CT, je u tohoto zpracování obrazů možnost 3D rekonstrukce. Tento typ diagnostiky se nejčastěji využívá v rekonstrukční stomatologii a implantologii. Rozdíl v dávce záření u cone-beam výpočetní tomografie je výrazně vyšší než u klasického panoramatického vyšetření (5–10krát vyšší) a 20–40krát vyšší oproti obyčejnému intraorálnímu snímku. Proto je nutno posoudit, zda je opravdu snímek potřebný a zda přínosy vyšetření převyšují jeho zápory (Súkupová, 2018, s. 100).

Velmi významnou roli ve stomatologii hraje i zobrazování pomocí ultrasonografie a za pomoci magnetické rezonance. V ultrazvuku se využívá schopnosti vln, jak dokáží pronikat a odrážet se od různých typů tkání. Nejčastěji se využívají při vyšetření tumoru uzlin a při vyšetření jazyka. Magnetická rezonance se řadí mezi neinvazivní zobrazovací metody, při níž se sledují změny spinů protonů, nejčastěji u jader vodíků. Ve stomatologii se tento způsob diagnostiky indikuje při onemocnění temporomandibulárního kloubu (Mazánek, 2018, s. 107–109). V souvislosti s těmito skutečnostmi je možno položit otázku: Jaké jsou nyní možné radiodiagnostické vyšetření v zubním lékařství?

Vstupní literatura

1. KREJČÍ, Přemysl, 2006. Dentální radiologie. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 80-244-1452-X.
2. MAZÁNEK, Jiří, 2018. Zubní lékařství: pro studující nestomatologických oborů. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5807-7.
3. PASLER, Friedrich Anton a Heiko VISSER, 2007. Stomatologická radiologie: kapesní atlas: 798 vyobrazení. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1307-6.
4. VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.

Otázka bakalářské práce:

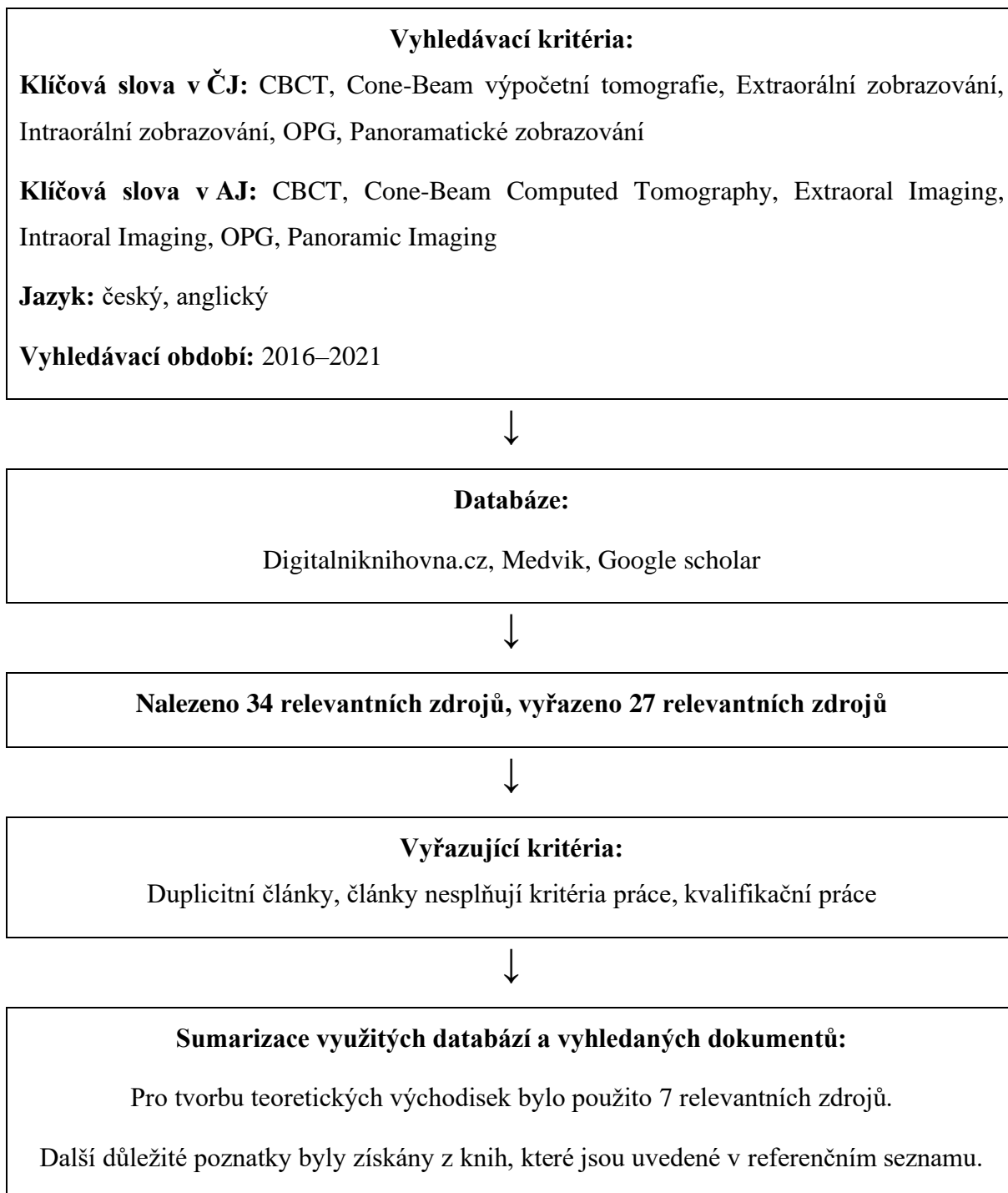
Jaké jsou možné dohledatelné informace o radiodiagnostice v dentálním lékařství?

Cíle bakalářské práce:

1. Sestavit přehledný seznam informací při uvedení do stomatologické problematiky.
2. Předložit shrnutí zobrazovacích metod ve stomatologii.
3. Publikovat dohledatelné poznatky v oblasti radiační ochrany v zubním lékařství.

1 Popis rešeršní činnosti

Pro rešeršní činnost v této bakalářské práci byl použit standardní postup vyhledávání s použitím klíčových slov.



2 Anatomie orofaciální oblasti

Pracovníci v dentální radiologii se nejvíce zaměřují na oblast hlavy a krku. Orofaciální systém zahrnuje dutinu ústní (*cavum oris*), zuby (*dentes*), zubní oblouky (*arcus dentales*) a parodont (*parodontium*). Ovšem nemůžeme opomenout, že součástí orofaciálního systému je i kostra obličeje (*skeleton faciei*), na které se nachází horní čelist (*maxilla*), dolní čelist (*mandibula*). Dále do systému patří čelistní klouby (*articulationes temporomandibulares*), lícní kosti (*ossa zygomatica*), žvýkácí svalstvo (*musculi masticatorii*), patrové mandle (*tonsillae palatinae*), jazyk (*lingua*), hltan (*pharynx*) a slinné žlázy (*glandulae salivariae*) (Mazánek, 2018, s. 25, 26).

Zuby jsou velmi důležitou součástí lidského těla. Jsou nezbytné pro ochranu dutiny ústní, pro přijímání potravy při štěpení jídla. Další významnou funkcí zubů je komunikace. Bez zubů by lidé nemohli řádně mluvit, vyslovovat a ani pískat. U lvů a tygrů jsou zuby často používány jako zbraň, protože mají velmi dobře vyvinuté špičáky (Brand, Isselhard, 2014, s. 12).

Každý zub se skládá ze zubní korunky (*corona dentis*), krčku (*collum dentis*) a ze zubního kořene (*radix dentis*). Zuby mají různý počet kořenů, který se liší u dílčích zubních skupin. Můžeme rozlišovat zuby jednokořenné, dvoukořenné a tříkořenné. Na konci kořene zubu se nachází kořenový hrot (*apex*). Cavum coronae dentis neboli dřeňová dutina se nachází uvnitř zubní korunky. Tato dutina pokračuje do zubního krčku, kde se mění na kořenový kanálek (*canalis radialis dentis*). V dásňovém výběžku mandibuly a maxilly jsou v zubních lůžkách (*alveoli dentales*) uloženy kořeny zubů (Hecová, Monhartová, 2012, s. 7).

Corona dentis je krytá sklovinou a kořenová část je krytá cementem. Mezi těmito dvěma tkáněmi se nachází cementosklovinná hranice. V zubním lékařství můžeme korunku rozdělit na anatomickou a klinickou. Anatomická korunka právě končí na cementosklovinné hranici, zatímco korunka klinická je viditelná část zubní korunky, která se prořezala do úst. Sklovina (*enamelum*) tvoří povrch anatomické korunky. Její nejsilnější vrstva se nachází na špičce korunky a poté se zužuje až po krčkovou linii. Barva skloviny se liší díky její tloušťce a také stupněm mineralizace. Sklovina je hustě mineralizovaná nejtvrďší tkáň našeho těla. Její složení je 96 % anorganické hmoty a 4 % organické hmoty a voda. Dentin tvoří hlavní část zubů. Nachází se jak v korunkové části, tak i v kořenové. Jedná se o velmi tvrdou tkáň, která je měkčí než sklovina, ale tvrdší než cement nebo kost. Je složena ze 70 % anorganické hmoty a 30 % organické hmoty a vody. Cement se skládá z hmoty připomínající kost a slouží jako ochrana kořene. Nicméně kořen není plně kryt cementem. Malé plochy kořene jsou kryty dentinem. Cement je tvořen 45–50 % anorganických látek a 50–55 % organickými složkami,

proto se nejedná o tak odolnou tkáň jako je sklovina nebo dentin. Poslední tkáň, ze které se skládá zub se nazývá dřev. Jedná se o část zubu, která má jako hlavní funkci výživu celého zubu. Obsahuje cévy (arteriae alveolares superiores posteriores a arteriae alveolares superiores anteriores vyživující zuby horní čelisti a arteria alveolaris inferior přivádějící krev k zubům dolní čelisti, žíly se slévají podél tepen do plexus pterygoideus), nervy (rr. alveolares superiores posteriores et anteriores z n. V/2 a nervus alveolaris inferior z n. V/3) a je tvořena fibroblasty a odontoblasty. Tyto buňky jsou zalaty v rosolovitém vazivu dřevě, a především odontoblasty lemují hranici mezi pulpou a dentinem. Anatomicky je dřev rozdělena na dřevovou dutinu a na kořenový kanál (Brand, Isselhard, 2014, s. 15–17; Hecová, Monhartová, 2012, s. 7).

Funkce každého zubu se liší, v důsledku jejich tvaru, velikosti a umístění v čelisti. Nejzákladnější funkce se týkají potravy, jako např. utržení, odříznutí, uchopení a rozmělnění. Každá dentice se skládá ze 4 základních typů zubů. Řezáky (*dentes incisivi*) jsou navrženy pro uchopení a odstříhnutí potravy. Jejich kousací hrana se též může nazývat incizální hrana. Z linguální strany mají tvar lopaty, který napomáhá potravě se dostat do úst. Špičáky (*dentes canini*) jsou navrženy pro chycení a trhání potravy. Tento typ zubů je velmi důležitý pro ochranu čelistního kloubu při lateropulzních pohybech. Špičáky jsou nejdelší zuby v lidském chrupu a v maxilární oblasti mají nejdelší kořen ze všech zubů. Zuby třenové (*dentes premolares*) se nachází mezi stoličkami a špičáky. Na okluzní plošce se většinou nachází 2 hrbolky nebo 3 hrbolky nebo jen jeden velký hrbolok. Jejich hlavní funkcí je rozemletí potravy. Stoličky (*dentes molares*) jsou většinou větší než premolary. Nacházejí se v zadní části čelisti. Molary mají více hrbolků, většinou minimálně čtyři hrbolky a více. Hrbolky dolních a horních molárů do sebe zapadají a umožňují skus. Především díky tomuto mechanismu slouží k rozmělnění potravy (Brand, Isselhard, 2014, s. 17–19; Dostálová, Beznosková Seydlová, 2008, s. 20).

2.1 Typy dentice

Lidský chrup se obvykle dělí na dočasný, smíšený (přechodný) a stálý. Mléčný neboli dočasný chrup obsahuje 20 zubů, které se obvykle prořezou do dutiny ústní ve věku od 4–30 měsíců. Zuby v čelisti můžeme rozdělit na čtvrtiny neboli kvadranty. V každém kvadrantu se nachází střední řezák, postranní řezák, špičák, první a druhý molár. Všechny dočasné zuby jsou většinou prořezány ve věku 3 let. Smíšený chrup je přechodný stav, kdy jsou kořeny mléčného chrupu resorbovány a nahrazují je zuby stálé. Tato fáze začíná kolem šestého roku

dítěte. První stálé zuby, které jsou prořezány, jsou první stoličky a řezáky. Tento stav většinou trvá do 13 let dítěte, kdy je poslední mléčný zub nahrazen stálým. Stálý chrup je stav, který následuje po nahrazení posledního dočasného zubu trvalým. Tento typ obsahuje 32 zubů, které jsou většinou svým prořezáním dokončeny u osob od 18–25 let. V tomto věku se prořezává poslední (třetí) molár. V každém kvadrantu stálé dentice se nachází 8 zubů. Střední řezák, postranní řezák, špičák, první a druhý premolár a tři moláry (Jones, McMillan, Deangelis, 2006, s. 782, 783; Nelson, 2015, s. 30).

2.2 Značení zubů

První krok k pochopení zubní anatomie je nutnost znát jejich číslování a umět popsat, o který zub se jedná. Zuby se většinou označují podle prvního písmena, které mají ve svém latinském názvu. Když se jedná například o řezák neboli dens incisivum značí se I. Dočasné zuby se značí malými písmeny, zatímco stálé se značí velkými. K upřesnění přesného místa chrupu se používají zubní schémata, která rozdělují chrup na čtyři kvadranty. Tyto kvadranty dělí zuby na část horní čelisti a dolní čelisti a střední čára se vždy nachází mezi prvními řezáky. V klinické praxi existuje několik typů značení zubů. Od označování zubů podle Zsigmondyho a Palmera po značení zubů podle amerického systému. V ČR se velmi hojně používá mezinárodní schéma podle FDI (Federation Dentaire Internationale). Toto schéma označuje zuby dvojciferným číslem. První číslo označuje číslo kvadrantu, které se řídí podle hodinových ručiček, a druhé číslo je pořadí zubu, který se počítá od středové čáry. Proto můžeme popsat například stálý horní špičák na pravé straně číslem 13. U dočasného chrupu je první číslo 5–8 a druhé číslo opět označuje pořadí zubu od střední čáry. U mléčného chrupu si musíme dávat pozor na to, že se v každém kvadrantu nachází pouze 5 zubů. Pravý horní první mléčný molár můžeme tudíž popsat číslem 55 (Slezáková a kol., 2016, s. 488–504; Nelson, 2015, s. 2–4).

Po obeznámení číslování zubů, je dalším velmi důležitým faktorem znát směry, které jsou možné popsat na zubech. Každý zub má několik stran a ploch. Zuby jako celek můžeme rozdělit na frontální a laterální úsek. Frontální úsek zahrnuje řezáky a špičáky. V laterální části se nacházejí premoláry a moláry. Ve frontálním úseku můžeme popsat plochu labiální, vestibulární (část zubu směřující ke rtům), plochu orální, lingvální (část zubu, která směřuje do dutiny ústní). K ohledu ke středové čáře můžeme směr popsat jako meziální a od středové čáry směr distální. V tomto úseku se nazývá řezací hrana incizální hrana. V laterálním úseku se plocha, která směřuje k tvářím nazývá bukální a plocha směrem do dutiny

ústní orální. U premolárů a molárů se žvýkací ploška nazývá okluzní plocha. Další směry, které můžeme u zubů popisovat jsou například koronární, cervikální, apikální a aproximální (Nelson, 2015, s. 5–6, Slezáková a kol., 2016, s. 493).

3 RTG přístroje v zubním lékařství

Z hlediska rozsahu bakalářské práce se zde nebudeme zabývat vznikem a principem rentgenového záření a historií RTG přístrojů. S příchodem digitálního zobrazování nastal převrat v radiologii. Tato revoluce je výsledkem všech technologických inovací včetně přímé digitalizace. V dentální radiologii se hojně využívá těchto technologií. Stále se zlepšují počítačové softwary a na trh se dostávají stále lepší a modernější přístroje. Tyto inovace přinášejí mnoho pozitiv. Došlo ke zlepšení kvality snímků, odpadlo chemické zpracovávání při vyvolávání. Snímky lze jednoduše zobrazovat v jakémkoliv zdravotnickém zařízení. Ovšem vždy se najde i nějaké negativum, například cena vyšetření a také nutnost mít v ordinaci počítač (White, Pharoah, 2009, s. 41).

V zubním lékařství se používají jak intraorální RTG přístroje, tak extraorální. Do intraorálního snímkování, které bude popsáno níže, patří především periapikální snímky, okluzní snímky a bitewingy. Do extraorální skupiny, kterou se bude detailně zabývat kapitola 3.2, můžeme zařadit klasické snímkování lebky, které je známé z chirurgie. Mezi speciální vyšetření na zuby patří OPG (ortopantomografie) a CBCT (cone-beam výpočetní tomografie), které se taktéž řadí mezi extraorální snímkování (Mazánek, 2018, s. 78).

3.1 Intraorální snímkování

Intraorální snímkování, jak už z názvu vyplívá, se provádí v dutině ústní, při kterém se během snímkování vkládá do úst film. Toto snímkování slouží především k detailnímu vyobrazení zubů a okolních tvrdých tkání. Zubní lékaři jej často využívají kvůli detailnímu a kvalitnímu snímku. Slouží ke zjištění patologických stavů a mělo by být indikováno u většiny pacientů. Pokud nejsou nějaké anomálie zjištěny pomocí RTG vyšetření, může pacientovi hrozit nebezpečí infekce nebo mohou nastat i větší komplikace. Do této skupiny snímkování patří několik typů, které se liší z hlediska směru centrálního paprsku rentgenky (Pasler, Visser, 2007, s. 63; Mazánek, 2018, s. 85).

Existuje celá řada dentálních filmů. Většinou se liší rozměry. Vyrábí se od 2×3 cm až po velikost 6×8 cm. Nejběžnější snímek, který se používá pro apikální nebo pravoúhlou projekci má rozměr 3×4 cm. Jelikož jsou tyto filmy velmi náchylné na světlo a vlhko, jsou chráněny vodotěsným plastovým obalem. Dále se na každém filmu nachází olověná folie, která chrání film před sekundárním zářením. K rozlišení stran se na straně filmu nachází vylisovaná značka (Mazánek, 2018, s. 86).

Periapikální projekce je taková, kdy centrální paprsek směřuje na kořenový hrot (*apex*). Kvalitní rentgenový obraz s nejlepším rozlišením vzniká tam, kde prochází centrální paprsek tkání. Radiologický asistent musí vybrat vhodné parametry expozice, aby odpovídaly zobrazení kosti na úrovni kořenových hrotů. Jelikož je při tomto snímku důležitá jen apikální část, je nutné obětovat zobrazení korunky. Jak je jisté, tato projekce se nejčastěji používá pro zobrazení apikálních lézí (Pasler, Reteitschak, Wolf, 1992, s. 51).

Vlastní vyšetření probíhá tak, že vyšetřovaný zub a film by měly být v kontaktu. Pokud to není možné, měly by být co nejbližší k sobě. Zub a film by měly být v paralelním postavení. Paprsek směřuje na zub v pravém úhlu. Tato technika se nazývá paralelní snímkovácí technika. Dutina ústní ne vždy umožňuje ideální podmínky, proto byla vyvinuta technika půleného úhlu. Zmiňovaná metoda se provádí tak, že film je umístěn co nejbližší k vyšetřovanému zubu. Úhel, který se vytvoří mezi dlouhou osou zubu a osou filmu se posoudí a rozdělí. Rentgenka je poté namířená dle tzv. Cieszyńského pravidla. Díky geometrickému principu této techniky se minimalizuje zvětšení, proto bude délka zubu na filmu rovna reálné délce zubu v ústech, tzv. izometrický snímek. Při samotném snímkování je hlava pacienta opřena o křeslo. Metoda vyšetření je náročná při expozici a v dutině ústní se nesmí film hnout, proto existuje držák filmů, nebo můžeme poprosit pacienta, aby podržel film v ústech palcem své ruky (Whaites, Drage, 2020, s. 86; Vomáčka, 2015, s. 104).

Limbální projekce (marginální) je velmi podobná apikální projekci. Liší se pouze tím, že centrální paprsek směřuje o 1 cm blíže k okluzní rovině. Většinou se zabírá horní třetina zubů, tudíž chybí apex. Indikuje se pro zobrazení korunky zubu a marginálního parodontu (Mazánek, 2018, s. 87).

Projekce bitewing (paralelní snímkovácí technika) se nejčastěji používá pro detekci zubního kazu a jeho následné sledování a dále pro posouzení stavu parodontu. Při této projekci se zobrazují korunky zubů horní i dolní čelisti včetně mezizubních prostorů a přilehlé alveolární hřebeny. Název bitewing (technika skusového křídélka) je odvozen od originální techniky, pacient kouše do nákusného křídélka, které je připevněno k filmu. Tato technika se poprvé doporučuje zhotovit mezi 11–13 rokem pacienta, kdy je toto preventivní vyšetření velmi důležité z hlediska kazivosti (Whaites, Drage, 2020, s. 101; Krejčí, 2006, s. 32).

Okluzní projekce zobrazuje ve větší části oblast zubů a kostí. Jedná se o speciální snímkovácí techniku. Při této technice se nejčastěji používá film o velikosti 5,7×7,6 cm. Při snímkování je intraorální film umístěn v okluzní rovině pacienta a je přidržován skousnutím. Indikuje se jak u dětí, tak i u dospělých osob, například při detekování

neprořezaných špičáků či nadpočetných zubů. Dále je tato projekce nezbytná při sledování rozsahu cysty či tumoru v dutině ústní (Whaites, Drage, 2020, s. 109; Krejčí, 2006, s. 33).

3.2 Extraorální snímkování

Mezi extraorální snímkování patří techniky, které mají umístěný film mimo ústa pacienta. Nejběžněji se používají při ortodontické léčbě, při orální chirurgii či při zobrazení kosti před zavedením zubních implantátů nebo tam, kde zcela nejde použít intraorální snímek. Do již zmíněné skupiny extraorálního snímkování můžeme zařadit OPG vyšetření, CBCT neboli cone-beam výpočetní tomografie. Dále se zde nachází klasické snímky lebky, obličeje včetně horní i dolní čelisti a krční páteře. Před začátkem celého vyšetření je dobré zjistit místo, kde přesně to pacienta bolí a zjistit klinické příznaky. Poté se teprve volí vhodná projekce (White, Pharoah, 2009, s. 153).

Ortopantomografie (OPG), často nazývána jako panoramatické zobrazování, je technika pro vytvoření jedinečného tomografického obrazu struktur obličeje. Na snímku jsou zachyceny oba čelistní oblouky včetně temporomandibulárního kloubu. Tato technika je založena na principu vzájemného pohybu zdroje rentgenového záření a obrazového přijímače okolo středového bodu, v našem případě pacienta. Celý přístroj se otáčí okolo pacienta (za jeho hlavou) a kopíruje tvar zubního oblouku, tudíž napodobuje parabolu, nikoliv kružnici (Nekula, 2003, s. 148; White, Pharoah, 2009, s. 175).

Mezi hlavní komponenty panoramatického rentgenu patří horizontální rotující rameno, na jehož konci se nachází rentgenka a na opačné straně detektor obrazu. Generované paprsky jsou kolimovány do úzkého, svislého paprsku. Vertikálně je výška paprsků uzpůsobena k zobrazení jak dolní, tak horní čelisti. Během expozice se horizontální konstrukce otáčí kolem hlavy pacienta. Při tomto vyšetření je velmi důležitým faktem to, že je pacient vystaven pouze velmi úzkému paprsku rentgenového záření, na rozdíl od intraorálního snímkování obou čelistí (Hubar, 2017 s. 68).

Panoramatické zobrazování se indikuje při posuzování traumat, polohy třetích molárů, při anomáliích třetích molárů (retinované a semiretinované zuby) a při problémech s temporomandibulárním kloubem. Toto vyšetření se také indikuje pacientům, kteří netolerují intraorální postupy. Mezi hlavní výhody u panoramatického snímkování můžeme zařadit nízkou dávku ozáření pacienta, možnost využít tuto metodu u pacientů, kteří nemohou otevřít ústa. Velká výhoda je krátký čas potřebný k vytvoření panoramatického snímku, obvykle tento druh vyšetření trvá maximálně 4 minuty. Hlavní nevýhodou výsledného obrazu je to,

že se na snímku (ortopantomogramu) (Příloha 1) nezobrazují jemné anatomické detaily a struktury, jako je tomu například u intraorálního snímkování. Dále zahrnuje panoramatický obraz nerovné zvětšení a geometrické zkreslení. Občas může dojít k mírnému překrývání struktur (White, Pharoah, 2009, s. 175).

OPG přístroje (Příloha 2) se staly nepostradatelnými v každé zubní ordinaci nebo jejich přítomnost je nutností alespoň v její blízkosti. První komerčně dostupný panoramatický zobrazovací přístroj byl představen již v roce 1950. Jeho princip byl v základu stejný jako nyní, změnilo se pouze digitální zobrazení obrazu namísto klasického filmu (Hubar, 2017, s. 68).

Vyšetření probíhá buď vestoje nebo vsedě, kdy pacient kouše do skusové tyčinky. Když pacient skousne a drží pevně hlavu v konstrukci, radiologický asistent si může pacienta vhodně nastavit pomocí trojice laserových paprsků, které zaručí správné nastavení pacienta. První laser určuje midsagitální rovinu, která zaručí přesné boční nastavení hlavy pacienta. Takto vznikne symetrický snímek. Další paprsek laseru zobrazuje frankfurtskou horizontálu. Tato křivka spojuje očníkový okraj s horním okrajem vnějšího zvukovodu. Již zmíněná rovina zajistí přesný sklon hlavy pacienta. Poslední laserový paprsek tzv. světlo ohniskového korýtko slouží k vyobrazení ostrého a nezkrusleného snímku. Tato rovina by měla procházet mezi druhým horním řezákem a špičákem ve svislé linii (Krejčí, 2006, s. 36).

Během vyšetření může nastat několik problémů. Většinou se jedná o technické chyby, které jsou zapříčiněny pohybem pacienta nebo jeho špatným nastavením. Po proběhnutí vyšetření může být zjištěno, že je pacientova hlava potočená a nachází se mimo střed. Tato vzniklá chyba způsobí zvětšení jedné strany obrazu. U této chyby se většinou lékař pozastaví, zda je to chyba vzniklá snímkováním nebo zda se jedná o reálnou situaci v ústech. Tuto chybu vyřeší radiologický asistent tím, že při polohování pacienta zkontroluje a potvrdí, že se midsagitální rovina nachází ve středové čáře. Další chyba, která může nastat, je vzdálenost hlavy. Hlava pacienta může být umístěna příliš daleko nebo příliš blízko. Takto chybně vzniklý snímek bude opět deformován a nebude odpovídat velikosti zubů v dutině ústní. Tyto chyby se vzdáleností si musí radiologický asistent zajistit tím, že si zkontroluje skus pacienta, kdy jeho zuby pořádně koušou do skusové tyčinky. Další chyba, která může vzniknout, se týká nesprávného postavení brady. Když je brada příliš skloněna směrem dolů, zuby na snímku budou mít strmý tvar. Naopak při opačném postavení brady směrem vzhůru, bude vypadat okluzní rovina ploše. Tyto chyby mohou být eliminovány při správném postavení a zkontrolování polohy pacienta, kdy bude hlava nastavena pomocí frankfurtské horizontály. Poslední chyba, která může nastat se týká opět brady. Brada musí přesně sedět na opěrce brady na přístroji. Pokud se tak neděje, tak na snímku nebudou zaznamenány maxilární dutiny

nebo budou částečně odříznuté. Tento problém nenastane, pokud radiologický asistent nastaví správnou výšku skusové tyčinky a brada pacienta tak hezky dosedne na opěrku (Hubar, 2017, s. 74–78).

Na ortopantomografickém přístroji Planmeca Proline XC lze nastavit několik programů. Jelikož mají děti celkově menší čelisti, existuje dětský program, při kterém je automaticky snižena radiační zátěž na pacienta. Při expozici nedochází ke snížení kvality obrazu, tudíž jsou zachovány správné diagnostické informace. Pro dospělého jedince existují různé programy z důvodu různorodosti čelistí. Dle tvaru a velikosti čelisti lze na přístroji nastavit hloubku ostrosti. Jestliže není potřeba snímek celé čelisti, přístroj nabízí program segmentů. Tímto programem se automaticky sníží radiační zátěž na pacienta (až o 80 %). Poslední program, který přístroj nabízí je na zobrazování temporobandibulárních kloubů a čelistních dutin. U snímků kloubů se liší postavení hlavy pacienta. Brada není opřena o bradovou opěrku. Tato opěrka musí být odstraněna při snímkování. Při vytváření snímku se pacient opírá spodní částí nosu o speciální držák. Tyto snímky se zhotovují při abdukci a addukci čelistního kloubu (Krejčí, 2006, s. 37,38).

CBCT neboli *cone-beam* CT je speciální technika počítačové tomografie, při které je využíván divergentní, kuželovitý svazek záření. Na rozdíl od fan beam CT techniky, která využívá plochý svazek záření, se nemusí zaznamenávat několik řezů. U CBCT se tímto zkrátí doba ozáření pacienta (Mazánek, 2018, s. 102).

Výpočetní tomografie s kuželovým paprskem byla objevena v Itálii v roce 1997. První tomografická jednotka se nazývala NewTom. Tento přístroj byl podobný klasickému CT přístroji, kdy pacient leží v otevřeném gantry a je vystaven záření. Ovšem namísto plochého svazku záření pacienta ozařoval kuželovitý svazek záření. Odtud se vzal název cone-beam, z angličtiny kuželovitý paprsek. Nové typy NewTomu již nebyly s polohou pacienta vleže, ale společnosti začaly využívat možnost sedu nebo se vyšetření provádělo vestoje. Postupem času docházelo k vyrábění nových typů, kdy se začala zmenšovat celková velikost přístroje. V dnešní době zaberou některé zařízení stejné místo jako například ortopantomografický přístroj (González, 2014, s. 10).

Všechny CT skenery (Příloha 4) se skládají ze zdroje rentgenového záření a detektorů. Cone-beam skenery využívají dvourozměrné digitální pole stejně jako klasické CT skenery. Navíc oproti fan beam CT mají kolimovaný paprsek s kuželovitým svazkem. Při vyšetření stačí pouze jeden rotační sken k získání dostatku dat k rekonstrukci obrazu. CBCT vytváří objemový datový soubor, ze kterého jsou extrahovány voxely. Velikosti voxelů jsou závislé na rozměru pixelů v oblasti detektoru. Technika skenování probíhá rotačním pohybem přístroje

jak rentgenového zdroje, tak celého detektoru okolo hlavy pacienta v 180°. Během rotace se provádí několik expozic ve stanovených intervalech. Před samotným vyšetřením se nejprve provede tzv. scout, při kterém zjistíme správné zamíření oblasti čelisti pacienta. Po provedení expozice jsou data odeslána do počítačového programu. Projekční data obsahují řadu základních obrazů. V počítači příslušné softwary obsahují různé sofistikované algoritmy, ze kterých se vygenerují všechny druhy rovin (axiální, sagitální a koronální). Z projektových dat je možné vytvořit 3D obraz (Příloha 3) (White, Pharoah, 2009, s. 225).

Mezi hlavní výhody, které má tato technologie, se řadí menší radiační zátěž pacientů ve srovnání s fan beam výpočetní tomografií. Oproti klasickému CT je CBCT daleko menších rozměrů. Poslední výhodou je cenová dostupnost vyšetření a pro radiologické asistenty jednoduché ovládání přístroje. Nevýhody vyšetření spočívají v tom, že CBCT má omezenou oblast zájmu snímků. Při snímkování není možné zobrazení celé lebky, i když je přístroj větší než celá hlava pacienta (Mazánek, 2018, s. 101).

Výpočetní tomografie s kuželovitým svazkem záření se dá provádět ve třech polohách: vestoje, vsedě nebo vleže. Zařízení, které vyžaduje polohu vleže zabírá větší plochu než jiné zařízení. Při stání může dojít k pohybu pacienta, proto nejlepší obraz umožňuje skenování vsedě. Jakýkoliv pohyb hlavy pacienta zhoršuje výsledný obraz, z toho důvodu je nutná imobilizace hlavy. Během expozice se rentgenka a detektor otáčí kolem hlavy pacienta. Doba skenování je v řádech několika sekund, větší časový interval zabere samotné zpracování (White, Pharoah, 2009, s. 226).

Tato technika se z velké části využívá hlavně ve stomatologii. Například v dentální implantologii a protetice, při zjišťování délky implantátů a při odhalení hustoty kosti před samotným zákrokem. Dále se dá použít v endodoncii k vyšetřování kořenových kanálků. V paradontologii se CBCT využívá k určení defektů u postiženého paradontu. V ortodoncii se používá pro hodnocení stavu kosti a kvůli následnému posunu zubů. A poslední indikace ve stomatologii je při diagnostice retinovaných zubů. CBCT se dá využít i v kranio-maxilofaciální oblasti, kdy se vyšetřují traumata obličejového skeletu. Též se indikuje při vyšetření paranazálních dutin a při chirurgii vrozených vývojových vad (Mazánek, 2018, s. 105).

Telerentgenografie (Příloha 5) je extraorální snímkovácí technika, která zobrazuje obličejové kosti. Tato technika se provádí ve vzdálenosti rentgenky 2–4 metry od pacienta, kdy jsou rentgenové svazky skoro rovnoběžné, tudíž nedochází k výraznému zvětšení objektu. Při vyšetření je hlava zafixovaná. Tato metoda se používá především v ortodoncii, kde se měří a posuzuje vzájemný vztah obou čelistí (Nekula, 2003, s. 148).

Tato technika se hlavně indikuje v již zmiňované ortodoncii, ovšem je nezbytná i v ortognátní chirurgii. V ortodoncii se praktikuje při počáteční diagnóze, při plánování léčby, při posuzování výsledků léčby a při konečném hodnocení výsledků celé léčby. V ortognátní chirurgii se vyšetření indikuje před samotnou léčbou jako předoperační hodnocení stavu kostí a okolních měkkých tkání, při plánování léčby a k pooperačnímu hodnocení výsledků chirurgické léčby prognie či prognacie (Whaites, Drage, 2020, s. 145).

Vybavení, které je nutné k vyšetření, může být jako samostatná jednotka nebo může být součástí panoramatického snímkování (OPG přístroje). V některých telerentgenových přístrojích pacienti sedí, zatímco v ostatních mohou zůstat stát. Zařízení se liší podle výrobce a podle jejich preferencí. Hlavní složkou přístroje je kefalostat, který slouží k zachycení pacientovi hlavy a imobilizaci. K zajištění správné polohy hlavy slouží vodící tyčinka. Přístroj obsahuje kazetu většinou o velikosti 18×24 cm (Whaites, Drage, 2020, s. 146).

Hlavní projekce, která se při vyšetření provádí je pravá kefalometrická boční lebka, při které je film rovnoběžný se sagitální rovinou hlavy pacienta. Paprsek září kolmo na film a hlava je fixována uvnitř přístroje (Whaites, Drage, 2020, s. 147).

Extraorální snímkování lebky se provádí na vyšetřovně s klasickým rentgenovým přístrojem, který se nachází ve většině zdravotnických zařízeních. Tato vyšetření nejsou možné provést na speciálních přístrojích jako je např. OPG. Před samotným výkonem musí stomatolog vypsát žádanku k provedení vyšetření. Ve stomatologii se nejčastěji setkáváme s těmito projekcemi: zadopřední, boční, poloaxiální a Schüllerova. Tyto a další projekce budou popsány v následující části textu (Dostálová, Beznosková Seydlová, 2008, s. 36–38).

Zadopřední projekce lbi (posteroanteriorní) se ve stomatologii využívá ke zjišťování zlomenin a detekci následných dislokovaných úlomků. Projekce se provádí vleže, kdy pacient leží na stole obličejem opřený o podložku nosem a čelem. Při vyšetření míří centrální paprsek kolmo na film od protuberantia occipitalis externa souběžně s osou jařmového oblouku. Vzdálenost detektoru a ohniska je 80–100 cm. Tato projekce se také využívá při diagnostice cyst, tumorů a zánětů dolní čelisti, ale není ji možné uplatnit při zobrazení maxilárních dutin, kvůli sumaci dalších lebečních struktur (Dostálová, Beznosková Seydlová, 2008, s. 37; Stabulas-Savage, 2018, s. 162).

Boční projekce se používá k doplnění zadopřední projekce, která je na ni kolmá. Používá se v oblasti traumatologie, ovšem v dnešní době bývá nahrazena CT vyšetřením. Projekce se provádí vestoje nebo vsedě u vertigrafu, kdy pacient naléhá pravou stranou obličeje na detektor. Rentgenový paprsek je centrován na střed poloviny jařmového oblouku. Vzdálenost detektoru a ohniska je 100 cm. Boční projekce se také hojně využívá v ortodoncii

a stomatologické protetice, kdy se zachycují dálkové boční snímky (telorentgenografie) (Pasler, Visser, 2007, s. 84).

Poloaxiální projekce Ibi (Watersova) se řadí mezi základní projekce ve stomatochirurgii. Provádí se tak, že pacient stojí nebo sedí u vertigrafu, kde se opírá bradou a nosem o detektor. Při expozici musí mít pacient maximálně otevřená ústa. Pokud tak nelze učinit, musí se upravit směr paprsku na samotném zdroji záření. Horizontální centrální paprsek musí být nastaven 10 cm nad protuberantia occipitalis externa a poté bude vystupovat v místě spina nasalis anterior. Vzdálenost detektoru a ohniska je 100 cm. Při této projekci je velmi důležité symetrické nastavení lebky. Projekce se nejčastěji používá k prostému zobrazení čelistních dutin, v traumatologii k detekci fraktur jářmového oblouku a k lokalizování cizích těles nebo retinovaných zubů v horní čelisti (Pasler, Visser, 2007, s. 88).

Schüllerova projekce neboli snímky čelistního kloubu slouží k zobrazení temporomandibulárního kloubu bez překryvu. Projekce se provádí u vertigrafu, kdy se pacientova hlava opírá uchem a spánkem vyšetřované strany o detektor. Střední sagitální rovina je kolmá a svírá s detektorem 10° úhel. Provádí se oboustranné expozice v abdukci i addukci. Ohnisková vzdálenost je 80 cm. Takto zhotovený snímek slouží k hrubé diagnostice kondylů. Traumatologické léze kloubních disků musí být vyšetřeny pomocí výpočetní tomografie (Pasler, Visser, 2007, s. 96).

Clementsčitschova projekce (modifikovaná PA projekce lebky) se používá při zobrazování čelistních kloubů. Samotný snímek vzniká vestoje nebo vsedě u vertigrafu, kdy se pacientova hlava opírá čelem a nosem o detektor. Při projekci musí mít pacient maximálně otevřená ústa. Vzdálenost detektoru a ohniska je 80–100 cm. Projekce se využívá v traumatologii u fraktur kloubních výběžků a dolní čelisti (Dostálová, Beznosková Seydlová, 2008, s. 37, 38).

Zadopřední projekce dolní čelisti má různé využití. Zhotovuje se u vertigrafu, kdy má pacient skloněnou hlavu směrem dolů a opírá se nosem a čelem o detektor. Při expozici musí mít pacient maximálně otevřená ústa. Centrální paprsek směřuje na týlní krajinu a vystupuje u hřbetu nosu. Snímek se indikuje u fraktur dolní čelisti a při lokalizaci třetích molárů jak v horní, tak dolní čelisti (Pasler, Visser, 2007, s. 90).

Boční projekce dolní čelisti (dle Eislera) je významná projekce využívána v chirurgii. Snímek vzniká tak, že pacientova hlava je mírně zakloněna a opírá se jářmovým obloukem a dolní čelistí o detektor. Centrální paprsek je směřován přes krajinu mandibulárního úhlu. Tato projekce je přínosná v traumatologii při detekci zánětů, cyst a jiných patologických stavů (Krejčí, 2006, s. 44).

4 Další zobrazovací metody ve stomatologii

Mezi další zobrazovací metody používané ve stomatologii můžeme zařadit sonografii, magnetickou rezonanci, sialografii nebo například zobrazovací metody s podáním kontrastní látky. Tyto metody nejsou v praxi běžně používané a mají podstatně méně indikací. Všechny zmíněné metody budou blíže popsány v následující kapitole.

Sonografie neboli ultrazvuk se řadí mezi neinvazivní a nebolestivé vyšetřovací metody. Tato vyšetřovací metoda nemá prokázané žádné nežádoucí účinky na organismus. Princip metody je šíření ultrazvukové vlny v různých typech tkání a odrazení se od nich, tato schopnost tkání se nazývá echogenita. Ultrazvuk se při průchodu hmotou absorbuje, rozptyluje a odráží. Frekvence, které se používají k diagnostice, jsou v rozmezí 2–15 MHz a šíří se nejlépe v kapalinách. Mezi kapalinou a plynem nebo kostí se nachází velmi výrazné rozhraní. Dochází k odrazu všech ech, proto není možné vyšetřovat orgány za skeletem. Při vyšetření je nutno používat na sondu gel, který zabrání vzniku tenké vrstvy vzduchu, jež by zabránila přechodu vln. Zdrojem ultrazvuku je piezoelektrický krystal, který přijímá i vysílá echa. Krystal je uložen v sondě, která se vyrábí v několika druzích. Zachycený obraz může být v několika módech, nejpoužívanější je dynamický B (brightness) mód. Při tomto módu je na monitoru zaznamenán odstín šedi v ohledu k zaznamenané intenzitě odrazu. Při samotném popisu rozlišujeme různé stupně šedi, které mohou být hypoechogenní (tmavší) např. ledviny nebo uzliny, anechogenní (černé) např. moč nebo žluč a hyperechogenní (světlejší) např. játra s cirhózou nebo hematom. V sonografii je velmi významný Dopplerovský mód. Při této technice se využívá Dopplerova jevu, při kterém dochází ke změně frekvence vlnění při odrazu. Při této změně lze určit rychlost a směr pohybujících se objektů. Nejčastěji se využívá v diagnostice erytrocytů v cévách. Ultrasonografie umožňuje zobrazení v různých rovinách. Jelikož se vyšetření zobrazuje v reálném čase, můžeme sledovat i pohyb např. pulzaci srdce. Ultrazvuk se používá především k vyšetření měkkých tkání a tekutinových útvarů. Ve stomatologii a čelistní a obličejové chirurgii je nedílnou součástí diagnostiky onemocnění slinných žláz a lymfatických uzlin. Indikuje se jako první vyšetření při diagnostice zánětlivých onemocnění slinných žláz. Jeho velkou výhodou je zobrazení celé slinné žlázy (Krejčí, 2006, s. 16–18).

Výpočetní tomografie (CT) bývá též označovaná jako výpočetní axiální tomografie nebo tomografické zobrazování. Na vývoji CT přístroje se podílel Godfrey Hounsfield a Allan Cormack. V roce 1979 byli za tento objev odměněni Nobelovou cenou za medicínu. Tato technika spojuje tenké vrstvy řezů za účelem vzniku obrazů. Tomografické zobrazení

spočívá ve skenování pomocí jednoho nebo více zdrojů rentgenového záření. Záření projde tělem pacienta a poté je zachyceno na detektor. Tyto detektory produkují elektrické impulzy, které jsou úměrné intenzitě rentgenového záření a poté se signály odesílají do počítače ke zpracování. Paprsek dopadá na detektor, kde se shromažďuje v mřížku. Každý čtverec v mřížce je tvořen pixely (obrazovými body), které reprezentují rentgenové záření oslabené v tkáni, zvané voxely (objemové body). Typická obrazová matice pro výpočetní tomografii má velikost 512×512 pixelů. Každý pixel vypočítává jednotlivé oslabení paprsku v těle (denzitu). Výpočet se provádí pomocí Hounsfieldových jednotek (HU – z angličtiny Hounsfield unit), u kterých se nachází škála od -1000 HU po +3096 HU. Na CT obrazech je denzita zobrazena ve stupních šedi. U každé tkáně je nalezena jiná denzita, např. vzdušná plíce má -800 HU, zatímco kost má +300 a víc HU. I když existuje velká spousta CT skenerů, všechny mají stejné základní komponenty. Mezi základní vybavení patří gantry, vyšetřovací stůl, počítač a ovládací konzole. Gantry je tvořena detektory a rentgenkou, detektory jsou pevně připojeny, a při expozici se otáčí okolo pacienta. Vyšetřovací lehátko pro pacienta má za úkol stabilizovat polohu pacienta při vyšetření. Musí být vyrobeno z nízkomolekulárních materiálů, aby se dráha záření nezměnila dříve, než projde pacientem. Pro získávání obrazu je nutno mít rychlý a výkonný počítač. Moderní CT skeny vyžadují počítače, které řeší až 30 000 výpočtů současně. Čas, který trvá počítači k vygenerování viditelného obrazu po získání dat se nazývá čas rekonstrukce. Čas rekonstrukce pro jeden řez je obvykle 1 sekunda. V zubním lékařství se výpočetní tomografie nejčastěji užívá k vyhodnocování přítomnosti tumorů, cyst a infekcí v oblasti hlavy a krku. Také k určení polohy a rozsahu zlomenin v obličejovém skeletu, k zobrazování slinných žláz. Dále se využívá při vyhodnocení současného stavu alveolární kosti pomocí 3D zobrazení před zaváděním implantátů a při virtuálních operacích (Ongole, Praveen, 2014, s. 760–762).

Magnetická rezonance je medicínská zobrazovací metoda, která se používá k vizualizaci vnitřních měkkých tkání. Jako první popsal tuto metodu Paul Lauterbur v roce 1973. Pro klinické využití bylo vynalezeno zobrazování magnetickou rezonancí v roce 1980. Magnetická rezonance využívá vody obsažené v lidském těle. Každá molekula vody obsahuje dva protony vodíku, které mají spin. Jakmile se dostane člověk do silného magnetického pole, tak se spiny protonů srovnají do paralelního směru. Během tohoto srovnání se protony stále pohybují okolo linie magnetického pole. Tento pohyb se nazývá precese a lze jej změřit jako precesní frekvenci. Tato frekvence je počet protonových precesí za jednu sekundu. Po skončení tohoto pohybu se protony vrátí do původní pozice. Signály, které jsou získány během vyšetření, jsou zaznamenávány a vznikají série pulzů zvané sekvence. Při popisu obrazu se používají

termíny hypersignální (světlý, bílý), hyposignální (tmavý), asignální (černý). Důležitý je fakt, že stejné typy tkání mají na různých sekvencích jinou intenzitu signálu. Mezi hlavní komponenty magnetické rezonance patří velké magnety, které mají za úkol vyrovnávat protony v těle pacienta. Gradientní cívky, které mají usnadnit lokaci obrazových řezů a radiofrekvenční cívky, které se používají k přenosu impulzů do protonů. Softwarové komponenty slouží k ovládní hardwaru a používají se ke zpracování přijatého signálu k vytvoření požadovaného obrazu. Mezi velké výhody magnetické rezonance patří nulová radiační zátěž pacienta, protože během vyšetření není použito žádné ionizační záření. Další obrovská výhoda je vysoká rozlišovací schopnost měkkých tkání. Mezi nevýhody patří velká spousta kontraindikací. Magnetickou rezonanci nesmí podstoupit lidé s kardiostimulátorem nebo osoby s implantáty vyrobené z feromagnetických kovů, lidé trpící klaustrofobií a ženy v prvním trimestru těhotenství. V zubním lékařství se magnetická rezonance využívá především při stanovení úrovně progresu tumoru například v oblasti slinných žláz, jazyka nebo dutiny ústní. Dále je nezbytná při vyšetřování čelistního kloubu, při které se zobrazí jak samotný kloub, tak okolní měkké tkáně včetně polohy a stavu kloubních disků (Ghom, 2014, s. 163,164).

Sialografie je zobrazovací metoda, která se indikuje u postižení slinných žláz. Vyšetření se provádí tak, že se slinné žlázy plní kontrastní látkou. Tato metoda se dá použít u všech druhů slinných žláz. Před samotným vyšetřením se nejprve zhotoví nativní snímek. Poté se do příušní žlázy aplikuje olejová nebo vodná kontrastní látka o objemu 1–2 ml, v případě vyšetření podčelistní slinné žlázy se aplikuje pouze 0,5–1,5 ml kontrastní látky. Toto vyšetření se indikuje při chronických zánětech slinných žláz. Mezi hlavní kontraindikace patří alergie na jód a akutní sialoadenitida. Při samotném vyšetření se provádí snímky ve dvou na sobě kolmých projekcích. Po vytažení kanyly se snímky opakují, proto má vyšetření jak morfologický, tak i funkční význam. Zdravá slinná žláza se dokáže vyprázdnit do půl hodiny. Z rozdílu vyloučení kontrastní látky se dají posuzovat různé vývojové anomálie, nádory a záněty. Při tomto vyšetření lze zobrazit slinné žlázy bez použití invazivního řešení (Krejčí, 2006, s. 25).

Angiografie je vyšetřovací metoda, při které se zobrazují cévy po podání kontrastní látky. Kontrastní látka se aplikuje do lumina cévy a následně se vyšetřuje pomocí rentgenových metod. Angiografické metody je možno provádět v několika projekcích. Moderní a také nyní často používanou technikou se stala digitální subtrakční angiografie, která nahrazuje klasický digitální záznam obrazu. Základní princip této metody využívá subtrakci (odečtení) obrazů před a po podání kontrastní látky, který eliminuje struktury na nativním obraze. Na výsledném

snímku se zobrazí pouze cévy naplněné kontrastní látkou. Angiografie se ve stomatologii využívá u cévních dysplazií a onkologických onemocnění (Nekula, 2003, s. 15; Krejčí, 2006, s. 16).

Kontrastní látky jsou nezbytnou součástí některých stomatologických vyšetřovacích metod. Kvalitní rentgenový obraz je ovlivněn odlišnou absorpcí různých tkáňových struktur. Pomocí kontrastní látky mohou být větší odlišnosti záření v tkáních. Kontrastní látky mohou být podány přímo (orálně, rektálně) při vyšetření trávicího traktu. Nebo je lze podávat nepřímo pomocí intravenózní aplikace. Kontrastní látky můžeme rozdělit na pozitivní (zvyšují absorpci rentgenového záření) a negativní (snižují absorpci záření). Pozitivní kontrastní látky se dají rozdělit na baryové, které se používají k vyšetření trávicího traktu, a jodové. Jodové kontrastní látky se používají například v sialografii a dělí se na vodné a olejové. Vodné kontrastní látky se mohou ještě dělit dle způsobu vyloučení z těla na hepatotropní a nefrotropní. Jodové kontrastní látky jsou většinou doprovázeny několika nežádoucími účinky. Nejzávažnější kontraindikace je alergie na kontrastní látku. Tyto problémy mohou mít různý stupeň závažnosti. Může se jednat pouze o nevolnost nebo zvracení, ale může dojít i k závažnému anafylaktickému šoku. Před samotným vyšetřením je proto nutno zjistit alergickou anamnézu pacienta. Existují i jiné typy kontrastních látek například kontrastní látky užívané v ultrasonografii nebo v magnetické rezonanci (cheláty Gadolinia). Dříve používané metody jako fistulografie (zobrazení píštělí kontrastní látkou) a artrografie čelistního kloubu byly nahrazeny modernějšími metodami – ultrazvukem a magnetickou rezonancí (Krejčí, 2006, s. 16).

5 Radiační ochrana

V moderní medicíně je radiační záření nepostradatelné. Radiografické vyšetření je jednou z hlavních diagnostických metod používané ve všech lékařských oborech a přispívá k podpoře zdraví. Určité množství záření je proto nevyhnutelné pro každou osobu v populaci. Během radiodiagnostického vyšetření je expozice na nízké úrovni, ale je větší než nula, proto se musí měřit radiační dávky, které pacient obdrží. Pro radiační dávku by měl platit princip ALARA (As Low As Reasonably Achievable). Tento princip poukazuje na fakt, že má být vyšetření provedeno tak, aby benefity převážily nad rizikem poškození pacienta. Pak je také velmi důležité správné nastavení pacienta, aby bylo zamezeno opakování snímku (Okano [online], 2010).

V České republice odpovídá za jadernou bezpečnost, havarijní připravenost a radiační ochranu Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Výzkumnou a odbornou základnu systému tvoří Státní ústav radiační ochrany. Zubní rentgenové přístroje patří v radiační ochraně do skupiny I. kategorie, mezi jednoduché zdroje ionizujícího záření (Hušák, 2009, s. 9, 50).

Hlavní zákon, spojený s mírovým využíváním ionizujícího záření a jaderné energie je zákon č. 263/2016 Sb., též nazývaný jako atomový zákon. Dále je atomový zákon spojen s několika právními předpisy, do nichž patří Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje 422/2016 Sb. (SÚJB [online], 2016).

Radiační ochrana pacientů je velmi důležitá a nezbytná k vyloučení vzniku deterministických a stochastických účinků. K ochraně pacientů před ionizujícím zářením slouží 4 principy:

- Princip zdůvodnění, který využívá metodu, kdy ze samotného vyšetření musí plynout dostatek benefitů, aby došlo k vyvážení poškození zapříčiněné zářením.
- Princip optimalizace má za úkol zajistit ozáření na co nejnižší úrovni (ALARA). Při vyšetření je nutno získat dostatečné diagnostické informace po celou dobu působení co nejnižších dávek. Tento princip přihlíží i ke společenských a hospodářským faktorům.
- Princip limitování dávek se u radiační ochrany pacientů nelimituje, protože by došlo k značnému omezování zdravotního přínosu pro pacienty.
- Princip bezpečnostních zdrojů zapřičiňuje to, aby všechny zdroje záření byly podrobeny pravidelné kontrole (Súkupová, 2018, s. 23–25).

Princip ALARA musí radiologický pracovník dodržet tak, že správně zamíří centrální paprsek rentgenového záření například na vybraný zub, který je potřeba diagnostikovat. Poté je důležité zvolení co nejmenšího možného průřezu svazku záření, které snižuje dávku záření na pacienta a jeho následného rozptýlení. A v poslední řadě je nezbytné neopomenout používání vhodných ochranných pomůcek při ozařování (zástěra, límce pro štítnou žlázu) (Kodl, 2001, s. 31).

Radiační ochrana pracovníků v radiodiagnostice chrupu nesmí být opomíjena, i když pracovníci pobývají během expozice mimo vyšetřovnu. Mezi obsluhovnou a vyšetřovnou se ve většině případů nachází stínicí stěna s dveřmi se složkou olova a okénko z olovnatého skla. Ovšem není tomu vždy tak, a ne vždy to dovolí stavební podmínky. V tomto případě je nutnost obsluhy zvolit co největší vzdálenost od zdroje a použití ochranných prostředků (olověných zástěr). Před samotným ozářením je nutné přesné a individuální nastavení parametrů ozáření, aby došlo jen k nutnému ozáření. Velmi důležité je pravidlo, aby během provádění snímků nebyl ve vyšetřovně přítomen nikdo z dalších zaměstnanců, kteří se nepodílí na vyšetření. Pokud je to nutné, v případě malých dětí může být přítomna osoba, která je doprovází. Zákonný zástupce musí mít samozřejmě také nasazené ochranné pomůcky před zářením. Jestliže se jedná o pacienta, který nespolupracuje, je možno použít fixační pomůcky. Poslední prostředek, který se užívá pro snížení dávky záření je ochrana vzdáleností. Během expozice je nutno dodržovat odstup od zdroje záření minimálně ve vzdálenosti 2,5 metrů. Tato ochrana užívá principu poklesu dávkového příkonu s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje (Kodl, 2001, s. 35).

Závěr

Bakalářská práce obsahuje shrnutí všech různých metod používaných v radiodiagnostice ve stomatologii. V samotném začátku přehledové práce byla ve zkratce popsána anatomie orofaciální oblasti, která by určitě neměla být opomíjena. Po získání všech potřebných informací bylo zjištěno, že se dentální radiodiagnostika stále vyvíjí kupředu a starší metody jsou již nahrazovány modernějšími metodami. Již je pryč doba, kdy se získávaly informace pouze z pohledu a pohmatu stomatologa. Například extraorální projekce jsou v dnešní době vystřídány ortopantomografickou snímkovací technikou. Zobrazování píštěli kontrastní látkou (fistulografie) bylo nahrazeno ultrasonografií a zobrazování temporomandibulárního kloubu (artrografie) bylo vystřídáno magnetickou rezonancí. Velmi oblíbeným a žádaným druhem vyšetření se stalo cone-beam CT, které nabízí i zobrazení v 3D obraze, díky němuž mají stomatologové snazší orientaci v oblasti zájmů. V samotném konci práce nechybí stručný přehled radiační ochrany pacientů i pracovníků.

V úvodu práce byly definovány tři cíle. Sestavit přehledný seznam informací při uvedení do stomatologické problematiky. Předložit shrnutí zobrazovacích metod ve stomatologii. Publikovat dohledatelné poznatky v oblasti radiační ochrany v zubním lékařství. Všechny tyto cíle byly po provedení rešeršní činnosti a po prozkoumávání potřebné literatury splněny.

Prezentované poznatky v této práci by mohly sloužit jako studijní materiál pro studenty pregraduálního studia. Popřípadě může být práce použita ke zvýšení informovanosti široké populace.

Referenční seznam

BRAND, Richard W. a Donald E. ISSELHARD, 2014. Anatomy of Orofacial Structures. 7th Edition. Canada: Elsevier. ISBN 978-0323227841.

DOSTÁLOVÁ, Tatjana a Michaela BEZNOSKOVÁ SEYDLOVÁ, 2008. Stomatologie. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2700-4.

GHOM, Anil Govindrao, 2014. Basic Oral Radiology. London, Panama, Philadelphia: Jaypee Brothers Medical Publishers. ISBN 978-93-5152-321-5.

GONZÁLEZ, Shawneen M., 2014. Interpretation basics of cone beam computed tomography. Oxford, UK: Wiley-Blackwell. ISBN 978-1-118-38106-9.

HECOVÁ, Hana a Květa MONHARTOVÁ, 2012. Morfologie zubů, kreslení a modelování zubů. 3., nezměn. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-2188-3.

HUBAR, J. Sean, 2017. Fundamentals of Oral and Maxillofacial Radiology. United States: John Wiley. ISBN 9781119122210.

HUŠÁK, Václav, 2009. Radiační ochrana pro radiologické asistenty. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2350-0.

JONES, Douglas, Jr., MCMILLAN, Julia A. a Catherine D. DEANGELIS, ed., 2006. Oski's Pediatrics: Principles And Practice. 4th Edition. Philadelphia: LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS a WOLTERS KLUWER bussiness. ISBN 978-0781738941.

KODL, Otto, 2001. Radiační ochrana při zubních radiodiagnostických vyšetřeních. Vyd. 2., přeprac. Olomouc

KREJČÍ, Přemysl, 2006. Dentální radiologie. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 80-244-1452-X.

MAZÁNEK, Jiří, 2018. Zubní lékařství: pro studující nestomatologických oborů. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5807-7.

NEKULA, Josef, 2003. Radiologie. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 80-244-0672-1.

OKANO, Tomohiro a Jaideep SUR, 2010. Radiation dose and protection in dentistry. Japanese Dental Science Review [online]. 46(2), 112-121 [cit. 2021-03-18]. ISSN 18827616. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jdsr.2009.11.004

ONGOLE, Ravikiran a B N PRAVEEN, ed., 2014. Textbook of Oral Medicine, Oral Diagnosis and Oral Radiology. 2nd Edition. India: Elsevier. ISBN 978-8131230916.

PASLER, Friedrich Anton a Heiko VISSER, 2007. Stomatologická radiologie: kapesní atlas: 798 vyobrazení. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1307-6.

PASLER, Friedrich A., RETEITSCHAK, Klaus H. a Herbert F. WOLF, ed., 1992. Color Atlas of Dental Medicine: Radiology. Germany: Thieme Medical Publishers. ISBN 9783137819011.

SLEZÁKOVÁ, Lenka, Markéta HRUŠKOVÁ, Petra KADUCHOVÁ, Irena PŘIVŘELOVÁ, Eva STAROŠTÍKOVÁ a Eva VŠETIČKOVÁ, 2016. Stomatologie I: pro SZŠ a VOŠ. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5826-8.

STABULAS-SAVAGE, Jeanine J., 2018. Radiology for the Dental Professional. 10th Edition. United States: Elsevier. ISBN 978-0323479332.

SÚKUPOVÁ, Lucie, 2018. Radiační ochrana při rentgenových výkonech – to nejdůležitější pro praxi. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0709-4.

SÚJB: Atomové právo, 2016. Státní úřad pro jadernou bezpečnost [online]. Praha [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/legislativa/atomove-pravo>

VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.

WHAITES, Eric a Nicholas DRAGE, 2020. Essentials of Dental Radiography and Radiology. 5th Edition. London, UK: Elsevier Health Sciences. ISBN 9780702076886.

WHITE, Stuart C. a Michael J. PHAROAH, 2009. Oral Radiology: Principles and Interpretation. 6th Edition. St. Louis, Missouri: Elsevier. ISBN 978-0323049832.

Referenční seznam příloh

Příloha 1: Ortopantomogram, 2020. In: Sixdent [online]. Zubní ordinace Bojkovice [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <http://sixdent.cz/pro-stomatology/>

Příloha 2: OPG přístroj, 2021. In: Healthy smile dental [online]. [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <https://healthysmiledental.com.au/services/dental-x-rays/healthy-smile-dental-opg-x-ray-machine-underwood-x-ray/>

Příloha 3: CBCT sken, 2020. In: Eddleman dental [online]. Louisiana [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <http://www.eddlemandental.com/cbct.php>

Příloha 4: CBCT přístroj, 2018. In: Carestream Dental: Oral health [online]. [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <https://www.oralhealthgroup.com/products/carestream-dentals-new-cbct-system-drives-precision-through-intelligence/>

Příloha 5: CHOI, Kyung-Hee, Yoonjung LEE, Minji KIM a Youn-Sic CHUN, 2013. Correction of palatally displaced maxillary lateral incisors without brackets. In: The Korean Journal of Orthodontics [online]. [cit. 2021-03-31]. ISSN 2234-7518. Dostupné z: doi:10.4041/kjod.2013.43.4.201

Seznam zkratek

| | |
|-------|---|
| ALARA | pojem "tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout" |
| CBCT | výpočetní tomografie s kuželovitým svazkem záření |
| Cm | centimetr |
| CT | výpočetní tomografie |
| Č. | číslo |
| FDI | mezinárodní schéma značení zubů |
| HU | Hounsfieldovy jednotky |
| Lbi | lebka |
| např. | například |
| MHz | megahertz |
| OPG | ortopantomografie |
| RTG | rentgen |
| Sb. | sbírka |

Seznam příloh

| | |
|---|----|
| Příloha 1 Ortopantomogram..... | 35 |
| Příloha 2 OPG přístroj..... | 35 |
| Příloha 3 CBCT sken | 36 |
| Příloha 4 CBCT přístroj | 36 |
| Příloha 5 Telerentgenogram | 37 |

Příloha 1 Ortopantomogram



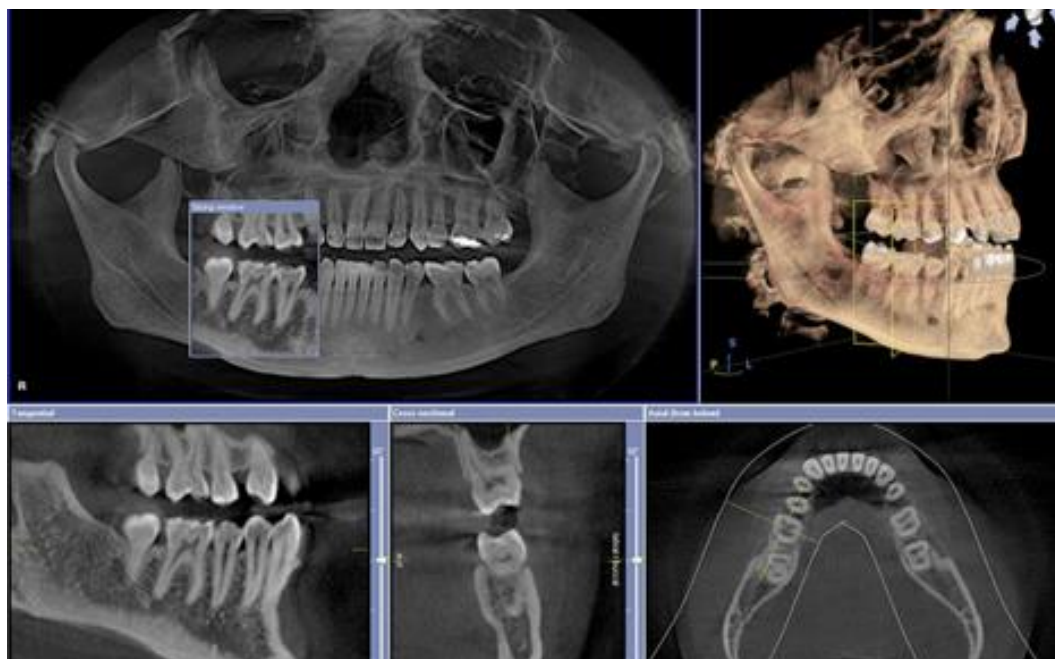
Zdroj: Sixdent [online], 2020

Příloha 2 OPG přístroj



Zdroj: Healthy smile dental [online], 2021

Příloha 3 CBCT sken



Zdroj: Eddleman dental [online], 2020

Příloha 4 CBCT přístroj



Zdroj: Carestream Dental [online], 2018

Příloha 5 Telerentgenogram



Zdroj: Choi, Lee, Kim, Chun [online], 2013