

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Bc. Anna Zajícová

Zobrazovací metody ve stomatologii

Diplomová práce

Vedoucí práce: MUDr. et MUDr. Petr Michl Ph.D.

Olomouc 2021

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

Olomouc

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu práce panu MUDr. et MUDr. Petru Michlovi Ph.D. za konzultace, cenné rady a připomínky, které mi poskytl při zpracování této diplomové práce.

Anotace

Typ závěrečné práce: Diplomová práce

Téma práce: Zobrazovací metody v zubním lékařství

Název práce: Zobrazovací metody ve stomatologii

Název práce v AJ: Imaging methods in dentistry

Datum zadání: 28. 1. 2020

Datum odevzdání: 14. 05. 2021

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav radiologických metod

Autor práce: Zajícová Anna

Vedoucí práce: MUDr. et MUDr. Petr Michl, Ph.D.

Oponent práce: MUDr. Zuzana Sedláčková Ph.D.

Abstrakt v ČJ:

Výzkumná práce předkládá dostupné publikované poznatky o zobrazovacích metodách ve stomatologii, o historii oboru, radiační ochraně a o samotných RTG přístrojích. Hlavním cílem práce bylo zjistit, jaké zobrazovací metody se využívají ve stomatologické praxi. Výzkumné šetření bylo provedeno pomocí kvantitativního typu výzkumu a data byla získána z dotazníkového šetření. Výzkumný soubor tvořilo 264 oslovených zubních lékařů z celé České republiky. Pro splnění dílčího cíle byly také aplikovány metody analýzy rizik pro hodnocení bezpečnosti vyšetření. V závěru diplomové práce jsou shrnuty veškeré poznatky týkající se dané problematiky. Cíle práce byly splněny a hypotézy potvrzeny.

Abstrakt v AJ:

The research work presents available published knowledge about imaging methods in dentistry, the history of the field, radiation protection and themselves X-ray devices. The main goal of the work was to find out which imaging methods are, used in dental practice. The research survey was proven using a quantitative type of research and data were acquire from a questionnaire survey. The research group consists of 264 addressed dentists from all over the Czech Republic. To comply the second sub-goal, risk analysis methods were applied to assess the safety of the examination. At the end of the diploma thesis are summarized findings, which related

to the issue. The aims of the work were completed and the hypotheses were confirmed.

Klíčová slova v ČJ: stomatologie, dentální radiologie, intraorální RTG, OPG, CBCT

Klíčová slova v AJ: dentistry, dental radiography, intraoral RTG, OPG, CBCT

Rozsah: 90 str. / 10 příloh

Obsah

Úvod	8
Teoretická část	11
1. Historický vývoj stomatologie, zobrazovacích metod a jejich vzájemná interakce .	11
1.1. Historie stomatologie	11
1.2. Historie zobrazovacích metod	12
1.3. Historie zobrazovacích metod ve stomatologii	14
2. Legislativní požadavky na schválení používání RTG	16
2.1. Současné legislativní požadavky:	16
2.2. Registrační požadavky	17
2.3. Povinnosti registranta	18
3. Získávání RTG obrazu	20
4. Radiační ochrana	22
4.1. Radiační ochrana pacientů	23
4.2. Radiační ochrana pracovníků	24
4.3. Radiační zátěž	24
4.3.1. Přírodní zdroje záření	25
4.3.2. Umělé zdroje záření	25
4.3.3. Dávky RTG vyšetření zubů	26
5. Diagnostické zobrazovací metody ve stomatologii	28
5.1. Intraorální zobrazování	28
5.2. Extraorální zobrazování	32
5.2.1. Ortopantomografie (OPG)	32
5.2.2. Kefalometrický snímek	34
5.2.3. Extraorální projekce lebky	34
5.3. Cone Beam CT (CBCT)	35
6. Metodika výzkumu	38

6.1. Výzkumné cíle a hypotézy	38
6.2. Charakteristika souboru.....	38
6.3. Metoda sběru dat.....	40
6.4. Realizace výzkumu.....	40
6.5. Metody zpracování dat	43
7. Výsledky výzkumu.....	44
7.1. Dílčí cíl 1.....	44
7.2. Dílčí cíl 2:.....	46
8. Diskuze	56
Závěr	60
Referenční seznam	61
Seznam zkratk.....	66
Seznam tabulek.....	67
Seznam obrázků.....	68
Seznam Příloh	69
Přílohy	70

Úvod

Zobrazovací metody jsou v dnešní době nedílnou součástí stomatologické praxe. Tyto neinvazivní metody poskytují podrobnější informace o stavu dutiny ústní pacienta a zubní lékař tak může přesněji stanovit jeho diagnózu, vytvořit terapeutický plán, či provést kontrolu po předchozím stomatologickém výkonu. RTG snímky jsou už také součástí preventivních prohlídek a bývají až na výjimky hrazeny zdravotní pojišťovnou. Každý zubní lékař by měl proto poznat indikace, kontraindikace, techniky provedení a také interpretovat běžné RTG nálezy. Hlavním cílem této diplomové práce je tedy zjistit, jaké zobrazovací metody se nejvíce využívají ve stomatologické praxi. (Lehotská, 2018, s. 168; Nejatian, 2019, s. 508)

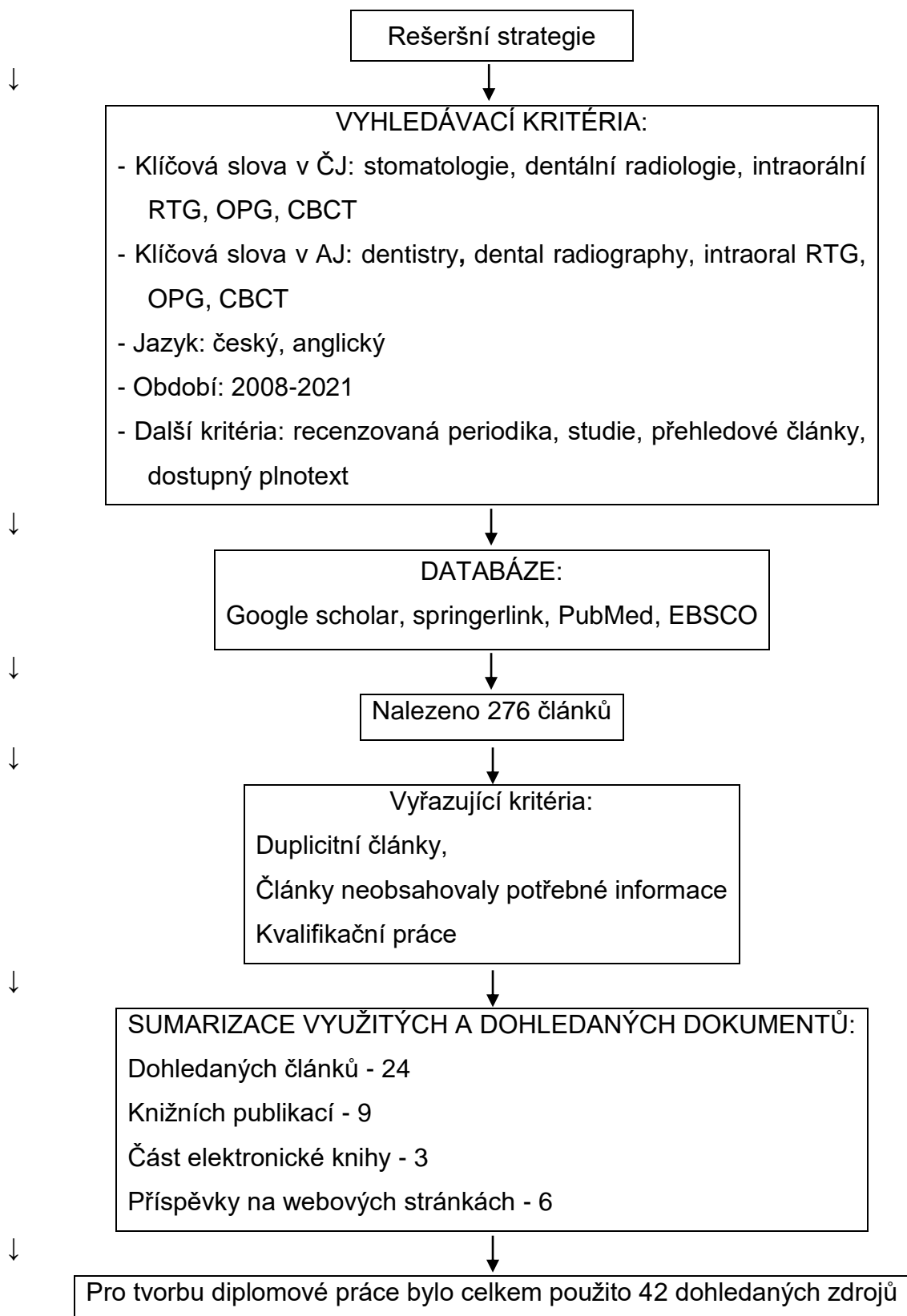
V praxi se běžně využívají intraorální a extraorální snímkové techniky jejichž výsledek je 2D obraz. Existuje ale také relativně nová metoda, která vychází z principů CT a OPG. Tato technika se nazývá ConeBeam CT neboli CBCT. Výsledkem tohoto vyšetření jsou 3D rekonstrukce vyšetřovaných oblastí a díky této možnosti zobrazení si CBCT našlo stabilní místo mezi stomatologickými RTG metodami. Tuto modalitu ale zdravotní pojišťovna zatím neproplácí a pacienti si tak vyšetření musí hradit sami. (Li, 2020, s. 1)

V zubním lékařství se také využívají zobrazovací metody, které rentgenové záření nevyužívají. Do této kategorie patří magnetická rezonance a ultrasonografie, ale těmito metodami se diplomová práce zabývat nebude. (Lehotská, 2018, s. 176, Hegde, 2018, s. 2)

V dnešní době se stále můžeme setkat s pacienty, kteří mají obavy z radiční zátěže RTG vyšetření. Proto součástí teoretické části diplomové práce je kapitola věnující se radiční ochraně. Zde je vysvětleno na základě principů radiční ochrany, že snímky jsou zhotovovány pouze v případě nutnosti. Dále jsou zmiňovány změny spojené s vydáním nového atomového zákona v roce 2017, které se týkají stomatologických zdravotnických zařízení. (SÚJB, 2017)

Výzkumná část diplomové práce byla zaměřena na vyhodnocování dostupnosti zvolených RTG přístrojů v ordinacích odborné veřejnosti zabývající se stomatologickou péčí, zmapování povědomí o možnostech vývoje v tomto odvětví a následně hodnocení bezpečnosti vyšetření využitím metod analýzy rizik. Téma této

diplomové práce bylo zvoleno záměrně z důvodu zájmu o danou problematiku a možnosti rozšíření si znalostí v oblasti stomatologické radiologie.



Teoretická část

1. Historický vývoj stomatologie, zobrazovacích metod a jejich vzájemná interakce

Historie zobrazovacích metod ve stomatologii je spojena se vzájemnou interakcí dvou vědních oborů - stomatologie a radiologie. Metody byly v průběhu času a potřeb vhodně implementovány do procesu systému ošetření pacientů zejména jako neinvazivní postupy, které sloužily jako subsidiární v akutní či plánované léčbě pacientů.

1.1. Historie stomatologie

První zákroky „zubařů“ jsou staré více než 9000 let a byly provedeny v Pákistánu. Princip tehdejší zubní vrtačky spočíval v pazourkové vrtačce roztáčené malým lukem. Středověk provázela představa, že poškození zubu kazem, způsobuje zubní červ. A vlastní léčba zubů nabízela tři základní možnosti (Paichl, 2000):

- zaříkávání,
- podávání léků („božský lék proti bolesti“- opium, lokální anestetika - zrnka pepře, projímadla),
- výplachy úst bylinnými odvary (rozetřený lapis memphiticus v octě apod.),
- extrakce zkažených zubů.

Lidé myšlenku o zubním červu ve svém životě využívali velice dlouho a díky úrovni zubního lékařství z myšlenek nadobro zmizela až v 18 století. Ne vždy, v průběhu této doby, byl rozvoj stomatologie lineární. Ve středověku úroveň jejího rozvoje značně upadla. Stala se pouze komplementární lékařskou disciplínou s výkony omezenými pouze na trhání zubů či vykuřování zubního červa, kterými se zabývali potulní mastičkáři, léčitelé nebo kováři. Přibližně od roku 1427 díky Johannesu Arculanusovi, profesoru na katedře lékařství padovské univerzity Giovanni d'Arcoli, začala sofistikovaná péče o chrup tehdejších lidí. Vypalování postiženého místa žhavým železem nahradil první malý zubní vrták a následné vyplnění defektu zlatou výplní. Paralelně s těmito zákroky se hojně využívala bolestivá extrakce. Po opuštění myšlenek se zubním červem vznikly v 19. století první dentistické školy (Ženeva 1881, Petrohrad 1881, Dublin 1884, Paříž 1880, Varšava a Moskva 1891). Zároveň se zakládají první stomatologické společnosti

(např. 1834 -Society of Surgeon Dentists of the City and State of New York, 1868- American Dental Association, 1900- Angle School of Ortodontia) a začínají vycházet první časopisy zaměřené na zubní lékařství (1839- The American Journal of Dental Sciences, 1847- Dental News Letters, 1906- The Journal of Dental Research). (Paichl, 2000)

Rozvoj české stomatologie se datuje do dob Rakouska- Uherska. V roce 1810 bylo otevřeno první specializované zubní učiliště. V této době stačily pouhé 2 roky k tomu, aby se člověk stal zubním lékařem. Prvním českým stomatologem, se po studiích ve Vídni stal Magistr chirurgie a porodnictví František Nessel. Později stomatologii ve Vídni studovali i další Češi jako například František Melichar, Bernard Turnovský, Fridrich Turnovský. K významným osobnostem, které přispěly k rozšíření oboru, můžeme zařadit prof. Jana Jesenského, doc. Mořice Baštýře a dr. Karla Wachsmanna. První zubní klinika v Praze byla zřízena v roce 1922. Zde také vzniklo i stomatologické muzeum. Důležitými lety pro českou stomatologii byly roky 1950 – 1951, kdy byl stomatologický směr studia zaváděn na lékařských fakultách. (Paichl, 2000; White, 2008; Mazánek, 2018)

Stejně jako ve světě i u nás má stomatologie svou odbornou prezentaci. Její počátky lze nalézt v roce 1900, kdy se začíná publikovat časopis Zubní lékařství. Ten v roce 1936 změnil svůj název na Československou stomatologii. Souběžně s tímto časopisem vycházel odborný časopis Praktický zubní lékař. V roce 1989 byly tyto odborné časopisy sloučeny v jeden s názvem Česká stomatologie a praktické zubní lékařství. V témže roce dochází ke vzniku stavovského orgánu českých stomatologů České stomatologické komory. Doba studia stomatologie se na mnohých univerzitách podle vzoru lékařských fakult změnila na šestiletou. Na základě doporučení Evropské unie se opět vrátila k pětiletému vzdělávacímu programu praktického zubního lékařství (Mazánek, 2018).

1.2. Historie zobrazovacích metod

Zobrazovací metody jsou jedním ze subsystému vědy zvané radiologie. Analogicky je tedy možné odvodit, že k jejímu rozvoji přispělo objevení X- paprsků Wilhelmem Conradem Röntgenem v roce 1895. Rozšíření tohoto objevu do světa, tehdy neomezovaly žádné limity, neboť Röntgen si svůj objev nedal patentovat. První přístroj s RTG zářením v Čechách nebyl cíleně spojen s lékařstvím, ale stal

se atrakcí pro prominentní zákazníky v kavárně „U černého koně“. Pro pobavení zákazníků majitel kavárny takto prezentoval, jak vypadá lidská kostra. Neexistencí vhodných hygienických a ochranných opatření se tak všichni nevědomky vystavovali riziku vzniku zdravotních komplikací, jakými byly např. chronická dermatitidy a samozřejmě onkologická onemocnění. (Seidl, 2012).

Rentgenové záření (dále jen „RTG záření“) je pronikavé elektromagnetické záření o velmi krátkých vlnových délkách a vysokých frekvencích (Seidl, 2012). Z jeho poznání je dnes jednoznačné, že záření prochází hmotou, vakuem a jeho intenzita klesá se čtvercem vzdálenosti od zdroje. Směr jeho šíření je přímočarý, disponuje ionizačními účinky. Je nebezpečné pro živé organismy. (Vomáčka, 2012. s. 14)

Vlastní rentgenový obraz byl a je získáván dvěma základními způsoby: 1) z filmového materiálu a 2) digitálním přenosem. Filmové materiály se v letech 1910- 1930 vyráběly z nitrocelulózy. Doba expozice trvala do 11 minut a nevýhodou byla značná radiační zátěž pacientova organismu. Od roku 1920 je nitrocelulóza nahrazována nehořlavou podložkou, která se skládala z acetátu a triacetátucelulózy. Od roku 1950 je používána polyesterová podložka. Od roku 1955 lze převést obraz v reálném čase na TV monitor za využití snímací kamery. Použitím této technologie se velmi výrazně snížila dávka záření, kterému byl pacient vystaven. (Vomáčka, 2012. s. 14)

K významnému přelomu ve zkoumané historii radiologie lze zařadit objev výpočetní tomografie fyziky M. L. Cormackem a G. N. Hounsfieldem. V 70. letech fyzik G. Hounsfield objevil výhodu a následně možnosti počítačového zpracování a vyhodnocování série rentgenových snímků. Odbornou veřejností byl tento objev označen pojmem CT- výpočetní tomografie a pro lékaře i pacienty přinesl velké množství výhod. K těm nejvýznamnějším patřily:

- menší dávky RTG,
- stejná kvalita zobrazení jako u filmů,
- možnost uložení digitálních obrazů v PC a jejich archivace na záznamových mediích,
- možnost distribuce snímků pomocí počítačových sítí,
- obrazy mohou být kdykoliv vyvolány zpět, upravovány a hodnoceny.

Tato metoda byla do praxe implementována v roce 1973. O sedm let později se při vyšetřeních začala také objevovat magnetická rezonance. (Charvát, Markalous, 2006).

1.3. Historie zobrazovacích metod ve stomatologii

Využití zobrazovacích metod v zubním lékařství významně přispívá ke zhodnocení aktuálního stavu pacienta a jsou nepostradatelné ke stanovení konečné diagnózy. (Visser, 2007). Vzájemná interakce stomatologie a zobrazovacích metod byla zaznamenána již v roce 1896. První dentální snímek pořídil německý lékař Otto Walkhoff. Vlastní doba vystavení pacienta RTG záření činila okolo 26 minut. V roce 1913 Americká nadnárodní firma, specializující se na fotografické materiály a fotopříslušenství Eastman Kodak, vyrobila a dodala do stomatologické praxe zkušební balení zubních filmů. Ty procházely neustálým vývojem a v roce 1919 byl vyvinut zubní film, který umožňoval přímou expozici. Paralelně s vývojem zobrazovacích médií probíhal i vývoj přístrojů, na kterých se vyšetření prováděla. První panoramatický přístroj vyrobil v roce 1959 profesor Yrjö Veli Paateroem v Helsinkách. Ortopantomografie (dále jen „OPG“) se začala používat o rok později ve Spojených státech amerických. Za využití ortopantomogramu lze transparentně znázornit skelet horní a dolní čelisti a sousedící struktury včetně temporomandibulárních kloubů, nosních a čelistních dutin. K významným výhodám můžeme zařadit možnost vzájemného stranového porovnání. Zákonitost této uvedené techniky spočívá v kombinaci rotačního a translačního pohybu rentgenky a filmu (Krejčí, 2009; Jurišić, 2019, s. 87-88).

Stejně tak jako v ostatních oborech medicíny, rostla i ve stomatologii potřeba možnosti zobrazení 2D provedením snímkování více snímků z mnoha úhlů pohledu. První přístroj pracující na uvedeném principu byl navržen v sedmdesátých letech minulého století a nese název po svém zhotoviteli - Quintův sektograf. Lze rovněž konstatovat, že ve stejném čase zažívala medicína nejvýznamnější progres v RTG zobrazovacích technikách od objevení vlastního RTG záření. Jak již bylo uvedeno výše, došlo v 70. letech minulého století k významnému posunu v zobrazovacích metodách použitím CT – výpočetního tomografu. CT se stalo standardní a těžko nahraditelnou součástí diagnostických metod. Postupem času prošel původní přístroj modernizací např. z jednodetektorového systému, na který dopadal úzce kolimovaný

svazek RTG záření na vícedetektorový (více detektorů ve více řadách) s možností posunu pacienta v průběhu vyšetření apod. Určitý diskomfort provázející vyšetření pacienta (potřeba spolupráce pacienta v přesunu do nové polohy po provedeném snímání) odstranilo v praxi využití rotačně-translačního principu. (Movahed, 2017; Paichl,2000)

Významným přínosem pro stomatologické vyšetření je praktická aplikace nové technologie Conebeam CT (dále jen „CBCT“). První prototyp tohoto přístroje, byl zkonstruován v roce 1982 v Mayo Clinic Biodynamics Research Laboratory. Dostupným pro odbornou veřejnost se CBCT stal v roce 2001. Z historického hlediska nelze na CBCT nahlížet jen jako na další generaci CT přístroje. Jedná se o přelomovou technologii, která stomatologii otevírá nové možnosti v ošetření pacienta. (Al Abduwani, 2016; Hegde, 2018, s. 2)

2. Legislativní požadavky na schválení používání RTG

Základním právním předpisem pro pořízení zubního rentgenového přístroje je zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, který vstoupil v platnost dne 1. 1. 2017 a nahradil tak předchozí zákon č. 18/1997 Sb. Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje (VRO) a vyhláška č. 409/2016 Sb., o činnostech zvláště důležitých z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany, zvláštní odborné způsobilosti a přípravě osoby zajišťující radiační ochranu registranta jsou prováděcími právními předpisy k novému atomovému zákonu. Nahrazení starého atomového zákona přineslo pro využívání zubních rentgenových zařízení poměrně důležité změny. Nový atomový zákon (dále jen „NAZ“) zavádí do praxe pojem „REGISTRACE“, tzn. používání jakéhokoliv zubního RTG zařízení (intraorálního, OPG, CBCT) je možné pouze po provedení registrace na Státním úřadu pro jadernou bezpečnost (dále jen SÚJB) (§ 10 NAZ) S pojmem registrace úzce souvisí pojem „REGISTRANT“, jedná se o osobu, na kterou je RTG zařízení registrováno. (Jursíková, 2019, s 42)

2.1. Současné legislativní požadavky:

Zavedením NAZ, tedy od 1. 1. 2017 mohly nastat dvě situace a to, že osoba měla platné povolení dle zákona č. 18/1997 sb., nebo platné povolení neměla. (Svobodová, 2017)

- Platné povolení dle zák. č. 18/1997 sb.

Jestliže osoba získala povolení před 31. 12. 2016 a toto povolení bylo platné k 1. 1. 2017, je považována automaticky za registranta. Registrace je ovšem platná pouze do doby platnosti uvedené v rozhodnutí o povolení, nejdéle však 5 let (do 31. 12. 2021), i když povolení bylo ustanoveno na dobu neurčitou. Následně musí být požádáno o registraci novou. Registrant měl povinnost během roku 2017 zvolit osobu zajišťující radiační ochranu registranta. Tato osoba byla povinna se do 31. 12. 2017 účastnit vzdělávacího kurzu nebo musela být držitelem platného oprávnění k vykonávání soustavného dohledu dle zákona č. 18/1997 sb. Takovíto držitelé nemuseli absolvovat kurz do doby vypršení platnosti povolení, nejpozději do pěti let. (Svobodová, 2017)

- Neplatné povolení dle zákona č. 18/1997sb.

Jestliže osoba neměla platné povolení a chce zubní RTG zařízení využívat, musí požádat pověřený subjekt o registraci činnosti. Pro tuto registraci je nutné podání registračního formuláře A1 na územně příslušné regionální centrum SÚJB anebo lze tuto žádost podat elektronicky na webových stránkách SÚJB. (SÚJB, 2020) Podání žádosti je zpoplatněno poplatkem ve výši 500 Kč, který lze uhradit formou kolkové známky nebo převodem z účtu. Po uhrazení tohoto správního poplatku a splnění všech požadovaných náležitostí dle §17AZ, SÚJB provede registraci v termínu do 30 pracovních dnů. V případě nesplnění všech potřebných náležitostí je žadatel písemně vyzván k odstranění zjištěných nedostatků. V tomto případě dochází k přerušení řízení, je stanoven konečný termín, po jehož uplynutí a neodstranění nedostatků, bude žádost zamítnuta. (SÚJB, 2017)

2.2. Registrační požadavky

K základním registračním požadavkům, které musí každý žadatel před podáním žádosti splnit, patří svéprávnost, bezúhonnost a odborná způsobilost. K registrační žádosti je nutné doložit dle §17AZ tyto dokumenty potvrzující:

- odbornou způsobilost – fyzická osoba, anebo alespoň jedna fyzická osoba, která je členem právnické osoby, musí doložit svou odbornou způsobilost dokladem o maturitní zkoušce či výučním listem,
- bezúhonnost – doložení výpisu z trestního rejstříku,
- doklad o ustanovení osoby zajišťující radiační ochranu registranta + její písemný souhlas se jmenováním,
- další dokumentaci pro registrovanou činnost:
 - protokol o přijímací zkoušky nebo poslední zkouška dlouhodobé stability (dále jen ZDS) všech RTG zařízení,
 - doklad o absolvování vzdělávacího kurzu osoby zajišťující radiační ochranu registranta,
 - informace o zdrojích ionizujícího záření. (Jursíková, 2019, s 43)

Osoba zajišťující radiační ochranu registranta, musí mít potvrzení o účasti na vzdělávacím 6 hodinovém kurzu a musí být při pořizování snímků pacientů přítomna na pracovišti. Jestliže osoba zajišťující radiační ochranu registranta má platné oprávnění k vykonávání soustavného dohledu nad dodržováním požadavků radiační ochrany na stomatologických pracovištích dle starého atomového zákona,

musí do konce platnosti oprávnění, nejpozději však do 31. 12. 2021, absolvovat vzdělávací kurz. Vzdělávací kurzy jsou organizovány a vedeny osobou se speciálním povolením SÚJB a tyto osoby je musí absolvovat pravidelně každých 5 let. Ukončení těchto kurzů není v praxi provedeno žádnou předepsanou zkouškou. (Jursíková, 2019, s. 43; SÚJB, 2017)

2.3. Povinnosti registranta

Jednou z prvních povinností registranta je před uvedením zdroje ionizujícího záření (IZ) do provozu provedení tzv. přijímací zkoušky zdroje. Následně pak ZDS zdroje IZ a to s časovou frekvencí uvedenou v tabulce 1. Zkoušky mohou provádět pouze osoby s povolením SÚJB k provádění této činnosti. Zkoušky provozní stálosti provádí zdravotnický pracovník, který s daným zdrojem pracuje (lékař, sestra, radiologický asistent...). Nevykonává je externí pracovník, který na daném pracovišti nepracuje. Mezi povinnosti registranta patří vedení evidence zdrojů, následně zaslání údajů o zdrojích IZ (při nákupu, vyřazení z provozu...) na SÚJB ve lhůtě do 1 měsíce a uchování záznamů pacientů po dobu 10 let, ze kterých lze zpětně posoudit ozáření pacienta. Také má na starost informování a průběžné vzdělávání radiačních pracovníků a další požadavky na postupy pro zajištění radiační ochrany registrantem dle bodu 1, 2 a 3 přílohy č. 20 VRO. (Jursíková, 2019, s. 43; SÚJB, 2017)

Tabulka 1 Termíny provedení zkoušky dlouhodobé stability zdroje IZ,

Typy zdrojů ionizujícího záření	Přijímací zkouška	Zkouška dlouhodobé stability (ZDS)
Intraorální rtg zařízení	Musí být provedena po instalaci zdroje ionizujícího záření před zahájením jeho používání.	1 x za 3 roky
Panoramatické rtg zařízení (pouze 2D)		1 x za 3 roky
Zubní výpočetní tomograf (umožňuje 3D)		1 x za rok

Zdroj: SÚJB, Povinně prováděné zkoušky na RTG přístrojích registrantů, termíny k provádění -zubní RTG, veterinární RTG, kostní denzitometr

Na dodržování požadavků atomového zákona a jeho prováděcích předpisů na všech pracovištích, kde se zdroje IZ využívají, dohlíží SÚJB. Na základě nedostatků zjištěných inspektory z provedených kontrol, může SÚJB za nedodržování předpisů uložit pokutu (průměrná částka činí 8000 Kč). K nejčastěji

zjištěným nedostatkům při kontrolách patří vykonávání činnosti bez platné registrace, popřípadě neuskutečnění ZDS v daném termínu. (Jursíková, 2019, s 43)

Z dostupného zdroje vyplývá, že v roce 2019 bylo 25% subjektů zaregistrováno k používání zubních rentgenových zařízení, zbylých 75% musí registraci provést nejpozději do 31. 12. 2021. Na používání všech typů zubních rentgenových zařízení se provádí pouze jedna registrace (1 registrace = jedno IČO). Jestliže registrant do své ordinace pořizuje jakékoliv další zubní RTG zařízení, tak tuto skutečnost pouze oznámí SÚJB, aniž by musel provést další registraci. (Jursíková, 2019, s 43)

3. Získávání RTG obrazu

Expanze rozvoje informačních technologií vedla k rychlému pokroku radiologie. Všechny rentgenové snímky lze pořizovat pomocí digitálních senzorů nebo analogových detektorů obrazu (filmů). Po přechodu z analogové radiografie na digitální se v poslední době rentgenové filmy stávají nadbytečnými zejména kvůli mnoha výhodám registrace digitálního obrazu, které jsou uvedeny níže. Je tedy nesporným faktem, že digitální technologie stále více nahrazují analogové ve všech oblastech, včetně medicíny a stomatologie. Účelem digitální zubní radiologie je vytvářet a ukládat obrazovou dokumentaci, která se používá při diagnostice, plánování terapie i při monitorování výsledků léčby ve stomatologii. Digitální systémy umožňují zobrazení rentgenového obrazu na obrazovce a možnost post-processingu obrazu – tj. úpravy kontrastu a jasu obrazu, aplikace obrazových filtrů. Skládají se ze tří částí: zdroj záření s časovačem expozice, rentgenový detekční senzor a počítačový systém. Hlavním přínosem digitálního rentgenového snímkování je snížení radiační zátěže pacienta, rychlé získání RTG snímku ve vysoké rozlišovací kvalitě a zkrácení expoziční doby. (Jurišić, 2019, s. 89; Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 2, Vandenberghe, 2018, s. 22)

Podle typu využitého senzoru lze digitální snímkování rozdělit na:

- Přímé snímkování – přímé digitální obrazy se získávají pomocí polovodičového senzoru, jako je CCD (charge coupled devic) nebo CMOS (complementary methal-oxid semiconductor). Oba systémy mají určité výhody a nevýhody. CMOS systém je levnější, ale má nízký poměr signál/šum. CCD detektory jsou oproti CMOS dražší a mají vysoký poměr signál/šum. Jelikož přímá digitalizace využívá k pořízení snímků snímače, které RTG záření transformují na digitální obraz, tak čas od expozice po získání rentgenových snímků na obrazovce je kratší (téměř okamžité) než u nepřímého zobrazování, jelikož je nutné ještě provést čtení ve skeneru. (Jayachandran, 2017; Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 8-12)
- Nepřímé snímkování – u nepřímého snímkování se využívá jako záznamové medium paměťová folie a speciální čtecí zařízení (skenery). (Mazánek, 2018, s. 78) Paměťové folie jsou pokryty fotostimulačními fosforovými materiály, které uchovávají absorbovanou

energii rentgenového paprsku ve formě latentního obrazu. Pokud jsou vystaveny laserové energii ve skeneru, je uložená energie uvolněna ve formě světelných fotonů. Tato luminiscence je detekována fotonásobičem, který produkuje elektronický signál a získaný signál je poté převeden na digitální obraz na obrazovce. Po načtení ve skeneru je latentní obraz vymazán a deska je použita pro další expozici. (Gumru, 2021, s. 2; Rozylo-Kalinowska b, 2020, s. 8-12)

Mezi hlavní výhody nepřímé digitalizace patří bezdrátové použití, tenký profil a ohebnost folií, což usnadňuje umístění v dutině ústní. Nevýhodou pak ovšem je, že po určité době dojde k opotřebení folií (mechanické poškození) a to může mít za důsledek ztrátu kvality snímkování na konci životního cyklu folie. Exponované paměťové folie se nijak neliší od neexponovaných. Může se tedy stát, že dojde k záměně neexponovaných kazet za již exponované a to způsobí tzv. dvojí expozici. (Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 8-12) Hlavní výhody a nevýhody jednotlivých způsobů snímání jsou přehledně znázorněny v tabulce 2.

Tabulka 2 Výhody a nevýhody jednotlivých způsobů snímání

	Nepřímá digitalizace	Přímá digitalizace
Výhody	Tenké folie	Okamžité zobrazení snímku
	Bezdrátové technologie	Vysoká citlivost
	Pružné folie	Snížení dávky záření
	Vysoká kvalita snímků	Odolnost senzoru
Nevýhody	Opotřebenění folie (možný vznik artefaktů)	Širší než klasická folie
	Potřeba více času při skenování a manipulaci	Nepružný senzor
	Potřeba dalšího zařízení (skener)	Nutný propojovací kabel
	Různé velikosti folií	Vyšší cena senzoru

Zdroj: tabulka podle dat Lehotská, 2018

Samotná digitalizace přinesla oproti analogovému zobrazování řadu výhod.

A to zejména:

- výrazné zkrácení času mezi expozicí a připraveným rentgenovým snímkem, hlavně v přímých digitálních systémech.
- snížení expoziční dávky (radiční zátěže) při zhotovení rentgenového snímku.
- eliminace chemického „mokrého“ zpracování filmu (vývojka, ustalovač) a s tím související absence vyvolávací místnosti (temné komory)

- digitalizace RTG snímkování odstraňuje chyby, které vznikaly při analogovém zpracování obrazu.
- možnosti post-processingu obrazu - úpravy kontrastu a jasu obrazu, aplikace obrazových filtrů. (Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 8-12; Mazánek, 2018, s 76-78)

4. Radiační ochrana

Zubní ošetření vyžaduje použití diagnostického zobrazování. Pro používání rentgenového záření je důležité a nezbytné, aby zubní lékaři dodržovali stanovený systém radiační ochrany. (Mazánek, 2018, s. 109)

Podle současně platných právních norem České republiky (NAZ nebo vyhláška) je plně odpovědný za ozáření pacienta lékař. Lékařské expozice nejsou limitovány žádnými stanovenými hodnotami. Při jejich aplikaci (záměrné vystavení člověka ionizujícímu záření) jsou uplatňovány dva základní principy této ochrany:

- zdůvodnění,
- optimalizace.

Princip zdůvodnění je možné vysvětlit tvrzením, že v danou chvíli lékař nemůže dospět k podobnému výsledku využitím jiné metody. Druhý princip zajišťuje ochranu tím, že výhody předepsaného vyšetření musí podstatně převažovat rizika, která z vlastního úkonu vyplývají. Určitou náповědou k řádné aplikaci principu optimalizace, jsou doporučené diagnostické referenční úrovně dávek. Tyto dávky jsou stanoveny pro vybrané modality a pro standardního člověka. Význam radiační ochrany podporuje fakt, že ionizující záření se sice v těle neshromažďuje, ale rizika plynoucí s počtem vyšetření se sčítají a tím se navyšuje pravděpodobnost možného kumulativního účinku ionizujícího záření. (Ferda, 2015, s. 15)

RTG ošetření je oprávněn uskutečňovat výhradně držitel povolení SÚJB k používání zdrojů ionizujícího záření. Jakým způsobem bude provedeno vlastní vyšetření, rozhoduje odborník, který výkon provádí. Mimo tohoto zdravotnického personálu, jsou do systému radiační ochrany zahrnuty také tzv. dohlížečící osoby a osoby s přímou odpovědností za zajištění radiační ochrany. Podmínkou výkonu takové funkce je složení zkoušky zvláštní odborné způsobilosti na SÚJB. (SÚJB, 2017)

Rentgenové přístroje používané v zubním lékařství patří k jednoduchým zdrojům ionizujícího záření. Z těchto důvodů nemusí být provoz takových přístrojů

monitorován. V běžné stomatologické praxi je RTG vyšetření uskutečňováno výhradně na podkladě stanoveného lékařského postupu, a prioritní odpovědnost za toto provedené vyšetření nese stomatolog. Vyšetření, které je spojeno s ozářením provádí výhradně osoba s povolením s nakládáním se zdroji ionizujícího záření. Dohled nad přístrojem používaným ve stomatologické praxi provádí osoba se zvláštní odbornou způsobilostí. Podmínky na vlastní umístění rentgenového přístroje nepředstavují významné stavebně konstrukční úpravy prostoru. Není nutnost jeho umístění do samostatné místnosti, jejíž stěny jsou opatřeny baryovou omítkou, a ani dodatečná ochrana dveří výplně olověným plechem. Přístroj může být přímo v ordinaci na stomatologické soupravě. (Houba, 1999, s. 74; Hušák, 2009, s. 49 – 50).

Radiační ochrana při provádění vlastního rentgenového vyšetření se netýká pouze přístroje a prostoru, kde je úkon prováděn. Je nutné zajistit také ochranu před ionizujícím zářením u pacientů a pracovníků provádějících snímkování.

4.1. Radiační ochrana pacientů

Základem radiační ochrany pacientů je zabezpečení nutných principů (zdůvodnění a optimalizace). Z toho vyplývá, že provedení ozáření musí být přínosné pro pacienta v porovnání s riziky, které z takového úkonu hrozí a aby riziko ohrožení zdraví a životního prostředí bylo tak nízké, jak je rozumně dosažitelné. (princip ALARA). K odstínění sekundárního, pro pacienta škodlivého záření, jsou používány ochranné zástěry a límce obsahující olovo v disperzní formě. Ne vždy je potřeba využití obou ochranných prostředků. Při provádění OPG vyšetření je pacientovi poskytnuta pouze ochranná zástěra s potřebnou délkou, zajišťující ochranu pánve pacienta.

Ionizující záření se v těle nekumuluje, ale rizika z jednotlivých ozáření se sčítají, takže s vyšším počtem RTG vyšetření roste určitá pravděpodobnost vzniku případného poškození tzv. stochastických účinků. Je nutné si ale uvědomit, že rizika vzniklá se standardními vyšetřeními jsou velice malá. (SÚJB, 2021)

Rentgenové vyšetření u těhotných žen vyvolává zvýšenou pozornost. K nechtěnému ozáření plodu může dojít v časném stádiu těhotenství, kdy žena nemá zatím prokázanou graviditu. V neodkladných případech, se ale ozáření těhotné ženy nelze vyhnout. Tyto případy nastávají, když je potřeba stanovit diagnózu a nelze využít jiných metod, kde není aplikováno ionizující záření. Okamžité poškození plodu

se předpokládá, jestliže je překročena dávka 100 mGy, což při RTG vyšetření je velice nepravděpodobné. Jako ochrana před zářením se využívají ochranné stínící pomůcky, které „nadbytečné“ rozptýlené záření odstíní. Z dohledaného zdroje bylo zjištěno, že při intraorálním snímku těhotné ženy obdrží embryo v děloze dávku okolo 0,001 mGy. Tato zátěž je mnohem menší, než představuje průměrná roční efektivní dávka z přírodního ozáření. Nebylo prokázáno, že by riziko představovali i tak malé dávky. Pokud by bylo riziko iniciováno, jednalo by se o velikost skutečně malé hodnoty. Lze konstatovat, že míra rizika vyplývající z vyšetření IZ zářením, je neporovnatelně nižší než běžná míra rizik, se kterými se dennodenně setkáváme v průběhu našeho života. (SÚJB, 2021)

4.2. Radiační ochrana pracovníků

Stejně tak jako ochrana pacientů, je i radiační ochrana pracovníků řízena stanovenými principy.

- 1) Ochrana časem – zátěž radiací u pracovníků stoupá s délkou daných expozičních. Tyto délky jsou závislé především na typech prováděných vyšetření, na expozičních parametrech (napětí, proudu) a na citlivosti konkrétních filmových materiálů.
- 2) Ochrana vzdáleností – ta vychází z předpokladu poklesu radiační dávky s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje záření. Proto pokud se zvětší vzdálenost od zdroje na dvojnásobek, sníží se obdržená dávka na čtvrtinu z původní hodnoty. Minimální odstup, který musí být dodržen je 2,5 metru na opačnou stranu, než je směřování rentgenových paprsků.
- 3) Ochrana stíněním – je v praxi provedena umístěním vhodné vrstvy materiálu mezi pracovníka a zdroj ionizujícího záření. Tato vrstva materiálu zeslabuje svazek záření a tak snižuje dávku. Jako stínící vrstvy se používají stínící stěny, dveře s olovnatou výplní a průzor vyplněný okénkem z olovnatého skla.

4.3. Radiační zátěž

Obyvatelstvo je nepřetržitě ozařováno z různých zdrojů. Na Zemi byla v minulosti úroveň radiace mnohem vyšší než je tomu dnes a tak doprovázela celý vývoj života na Zemi. Organismy se tak vyvíjely v prostředí, kde byly neustále vystaveny záření z přírodního pozadí. Od počátku minulého století, se ale začaly

také využívat tzv. umělé zdroje. Obecně můžeme tedy záření rozdělit na záření z přírodních a umělých zdrojů. (UNEP, 2016; SÚRO, 2021)

4.3.1. Přírodní zdroje záření

Přírodní zdroje tvoří přibližně asi 80% expozice. Neexistuje možnost, jak se vyhnout expozici z přírodních zdrojů. Záření je součástí kosmického prostoru i radioaktivního materiálu, který je obsažen v zemském jádru i v zemské kůře. Efektivní dávka na jednoho člověka je průměrně 2,4 mSv a kolísá od 1 až do více než 10 mSv. Záleží, kde lidé žijí, jelikož atmosféra Země a její magnetické pole značně intenzitu kosmického záření snižují. Proto jsou některé části Země ozářeny více než jiné. S nadmořskou výškou stoupá úroveň expozice. Vrstva vzduchu, která zde působí jako stínění, se s nadmořskou výškou snižuje. Proto obyvatelé žijící na úrovni hladiny moře jsou vystaveni několikanásobně nižší efektivní dávce (0,3 mSv ročně) než lidé, kteří žijí například ve výšce 2000 m nad mořem. Cestující v letadlech tak mohou být, v závislosti na výšce a trvání letu, vystaveni vyšším dávkám z kosmického záření. (UNEP, 2016; SÚRO, 2021)

Dalším zdrojem mohou být tzv. promordiální radionuklidy. Tyto radionuklidy vznikly v raných stádiích vesmíru, ale z důvodu dlouhého poločasu rozpadu ($>10^8$ roků) se stále vyskytují na Zemi. Do této kategorie patří např. ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{40}K aj. Přeměnou těchto radionuklidů vzniká např. ^{222}Ra . ^{226}Rd . ^{222}Ra je radionuklid, který běžně uniká z půdy. Právě radon a z něj vznikající radioaktivní prvky se zachycují v dýchacím ústrojí člověka a tím ozařují tkáně plic. Důsledkem dlouhodobého působení těchto částic může být rakovina plic. Radon je přítomen všude v atmosféře, může pronikat do budov jejich sklepními a schodištními prostory, a tak v obytných místnostech může narůstat jeho koncentrace. (UNEP, 2016; SÚRO, 2021)

Zdroje záření se mohou vyskytovat i v potravinách a nápojích. Radionuklidy mohou přecházet do rostlin a odtud do živočišných organismů z hornin a minerálů přítomných v půdě a vodě. Podle odhadu průměrné efektivní dávky z potravin a nápojů jsou asi 0,3 mSv. (UNEP, 2016)

4.3.2. Umělé zdroje záření

Používání umělých zdrojů záření se výrazně rozšířilo v posledních desetiletích a individuální dávky záření mají velké rozpětí. Tvoří přibližně asi 20% expozice. Z důvodu vlivu radiační ochrany jsou umělé zdroje záření pod dobrou kontrolou.

Nejvýznamnější zastoupení v této kategorii má záření využívané v lékařství. Dalšími umělými zdroji záření mohou být jaderné zbraně a jaderné reaktory. (UNEP, 2016; Stahmer, 2018, s. 508)

Využití IZ v lékařství je velice významné pro diagnostiku, ale také pro léčbu určitých onemocnění. Toto záření je tak druhým největším zdrojem expozice populace a v průměru odpovídá za 98 % ozáření ze všech umělých zdrojů. Existují rozdíly mezi většinou lékařských expozic a lékařskou expozicí. Ostatní expozice jsou často celotělové, zatímco lékařské expozice postihují jen určitou část těla. Určitá lékařská vyšetření jsou spjata s vysokými dávkami, které pacient obdrží (radioterapie, nukleární medicína, intervenční radiologie). Jestliže je dávka pacientovi aplikována nesprávně, může dojít k poškození jeho zdraví. Příčinou chybné aplikace je nejčastěji lidský faktor a patří mezi ně například aplikace chybné dávky, nesprávné zacházení s RTG přístroji, chybné ozáření nesprávné oblasti. (UNEP, 2016)

Tabulka 3 Průměrné expozice obyvatel podle zdrojů záření

Umělé zdroje	Roční efektivní dávka (0,65 mSv)	Přírodní zdroje	Roční efektivní dávka (2,4 mSv)
Kosmické záření	0,39 mSv	Jaderné elektrárny	0,0002 mSv
Potrava	0,29 mSv	Havárie v Černobylu	0,002 mSv
Půda	0,48 mSv	Spad z testů jaderných zbraní	0,005 mSv
Radon	1,3 mSv	Nukleární medicína	0,03 mSv
		Lékařská radiologie (diagnostická)	0,62 mSv

Zdroj: UNEP, 2016

4.3.3. Dávky RTG vyšetření zubů

Mnoha lidem vyvolává pouze zmínka o záření pocitu strachu a nebezpečí a obvykle i malá dávka je příliš vysoká hodnota. Přesto v našem každodenním životě jsme obklopeni zářením, proto je nulová tolerance vůči záření nereálná. Pro porozumění dané problematice bylo také využito analogické srovnání doby letu letadla s dávkami jednotlivých vyšetření. (Stahmer, 2018, s. 509)

Dávka přijatá z OPG je 0,01 mSv a celosvětová průměrná dávka přirozeného pozadí na povrchu země je 2,4 mSv za rok. Dávka přijímaná OPG je tedy ekvivalentní dávce přijaté během 36 hodin života. Dávka přirozeného pozadí se však může významně lišit podle místa. Jak již bylo zmíněno, kosmická dávka se zvyšuje s výškou nad zemským povrchem. Při každém nárůstu o 1830m se zdvojnásobí

kosmický dávkový příkon. V cestovní výšce 10 000 m komerčního letadla je kosmický dávkový příkon 0,004 mSv h⁻¹, což je cca 15krát větší než dávkový příkon na zemském povrchu. To může představovat 2,5 hodinový let. Dávku lze také představovat jako násobek jiné dávky. Příkladem může být opět OPG (dávka 0,01 mSv) a klasický snímek hrudníku (dávka 0,1 mSv). Snímek hrudníku může být vyjádřen tedy jako ekvivalent 10 OPG. V tabulce 4 jsou znázorněny jednotlivé efektivní dávky pro různá RTG vyšetření ve stomatologii. (Stahmer, 2018, s. 509)

Tabulka 4 Efektivní dávky pro různá RTG vyšetření zubů

Typ vyšetření	Efektivní dávka (mSv)
Intraorální snímek	0,001 – 0,008
Okluzní snímek	0,008
Panoramatický snímek	0,003 – 0,030
Boční kefalometrický snímek	0,002 – 0,003
CT vyšetření horní čelisti	0,1 – 3,3
CT vyšetření dolní čelisti	0,36 – 1,2

Zdroj: Súpupová, 2013

5. Diagnostické zobrazovací metody ve stomatologii

Diagnostické stomatologické zobrazování je v dnešní době jedním z nejčastěji prováděných radiologických postupů na celém světě. Každoročně je provedeno více než tři miliardy radiodiagnostických vyšetření. Z toho dentální vyšetření tvoří 480 miliónů. Česká republika patří mezi státy úrovní zdravotnictví I a je zde provedeno průměrně 275 dentálních radiodiagnostických vyšetření na 1 tisíc obyvatel. Využití rentgenových snímků proto v současné klinické stomatologii zásadně zvyšuje diagnostickou a terapeutickou kvalitu. (Nitschke, 2021, s. 225; Súkupová, 2021) Pro zobrazování zubních a alveolárních tkání se používají metody využívající ionizující záření. Ty jsou založeny na principu tvorby RTG obrazu, tzn. kosti absorbují záření více, než měkké tkáně. (Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 1) V maxilofaciální radiologii se v případech, kdy je potřeba zobrazit širší oblast zájmu včetně měkkých tkání používají i metody bez ionizujícího záření. Mezi tyto metody patří ultrasonografie (US), zobrazování magnetickou rezonancí (MRI). (Mazánek, 2018, s. 107-108)

Současná zubní rentgenografie zahrnuje tedy intraorální rentgenografii, extraorální rentgenografii a počítačovou tomografii s využitím kuželového paprsku tzv. Cone Beam CT (CBCT). Intraorální rentgenové snímky jsou všechny snímky pořízené obrazovým detektorem (= obrazový snímač nebo obrazový receptor) umístěným uvnitř ústní dutiny pacienta. Naopak všechny rentgenové snímky pořízené na obrazový snímač, který byl umístěn mimo ústní dutinu pacienta, se nazývají extraorální. (Rozylo-Kalinowska a, 2020, s. 1)

Většina radiologických vyšetření je prováděna u starší populace. Dentální radiologie ale představuje výjimku. Byl zjištěn trend, podle kterého je nejvíce vyšetření provedeno u mladší populace tj. 16 – 40 let, kdy se zuby a ústní dutina ještě vyvíjejí. (Súkupová, 2021)

5.1. Intraorální zobrazování

Intraorální zobrazování patří k metodě, každodenně využívané v ordinacích zubních lékařů. Obvykle jsou snímky zhotovovány speciálně určeným kompaktním RTG přístrojem. Jednotlivé typy RTG přístrojů, které jsou v nabídce, se mohou od sebe lišit parametry, funkcemi a designem. Parametry určující kvalitu snímku (ostrost, kontrast rozlišení atd.) se pohybují v rozmezí: napětí 60/70 kV, proud

3,5 – 8 mA, ohnisko 0,4 – 0,8 mm a vzdálenost ohnisko – senzor/film je malá (12 – 20 cm).

Vlastní RTG přístroj se skládá z těchto základních komponentů:

- Ovládacího panelu
- Nastavitelného ramene
- Hlavy (zdroj RTG záření – rentgenka)
- Tubusu s kolimátorem (Lehotská, 2018, s. 191)

Vzhledem ke značné frekvenci používání intraorálního rentgenu v praxi, je potřeba rozhodnout, před jeho vlastní implementací, o jeho umístění. Nejčastěji se tento typ RTG umísťuje na svislou konstrukci v ordinaci (stěnu). Takovéto umístění přístroje představuje pro praxi určitou nevýhodu a tou je imobilita přístroje. Možným odstraněním této nevýhody je jeho montáž na mobilní certifikovaný stojan. Toto provedení umožňuje snadné snímání i u pacientů s omezenou mobilitou, například u těžce nemocných nebo zdravotně postižených pacientů. Existuje také alternativní ruční zubní RTG (př. RTG Nomad Pro 2), který nabízí pohodlnou a přenosnou velikost, je snadno ovladatelný a to je předpokladem pro jeho použití u lůžek v nemocnicích, pečovatelských domech atd. Tento nový typ zařízení však musí splňovat regulační pokyny a normy. Cílem studie bylo zjistit, zda jsou přenosná ruční rentgenová zařízení schopna splnit veškeré požadavky. Srovnávala se schopnost produkce obrazů s ekvivalentní rentgenovou kvalitou v porovnání se stacionárním intraorálním RTG. Výsledkem studie je zjištění, že Nomad Pro 2 poskytuje kvalitu obrazu, která je přinejmenším stejně dobrá jako kvalita stacionárního intraorálního RTG a využití těchto přístrojů může být výhodné pro každodenní klinickou praxi. (Nitschke, 2021, s. 225)

Pro získání kvalitního RTG obrazu je rovněž důležitý správný postup práce s pacientem. Hlava pacienta je během snímání opřena o podhlavník. Filmový materiál či senzor se nesmí při expozici v dutině ústní pohybovat, a proto jej pacient musí přidržovat rukou. Při bite-wing technice však pacient skousne speciální držák s nákusným křídélkem. Nejčastějším formátem pro dentální filmy je 3 x 4 cm (Pasler, 2007)

Před zubním RTG vyšetřením není nutná žádná speciální příprava pacienta, ale je nutné, aby si pacient odstranil všechny kovové předměty ze snímkové oblasti, jelikož by mohly způsobit artefakty. Při intraorálním snímání pacient může na zubařském křesle sedět nebo ležet. Podle zásad radiační ochrany, musí být využit

límeč na ochranu štítné žlázy a to zejména u dětí. Pokud doprovod pacienta zůstane během expozice po boku pacienta, je nutné, aby byl vybaven ochrannou olověnou vestou. (Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 20)

Pro snímkování zubů a okolních tvrdých tkání se využívají různé intraorální projekce. Označují se podle anatomické oblasti, na kterou směřuje centrální paprsek rentgenky. (Mazánek, 2018, s. 85, Tsapaki, 2017, s. 223) Projekce dělíme na apikální (periapikální), limbální, interproximální (bite-wing) a okluzní.

- Apikální (periapikální) projekce: Tato projekce je nejčastěji využívanou projekcí, kdy centrální paprsek prochází oblastí apexu a zobrazuje: kořeny zubů, kořenové kanálky a apikální parodont s přilehlou částí alveolárního výběžku. Korunky nemusí být vždy zobrazeny. Využívá se obvykle při diagnostice onemocnění zubní dřeně a periodontia, v průběhu a jako kontrola při endodontické terapii, či při plánování extrakce nebo pro diagnostiku retinovaných zubů. (Lehotská, 2018, s. 192)
- Limbální (marginální) projekce: Při limbální projekci centrální paprsek směřuje asi 1 – 1,5 cm blíže okluzní roviny na snímanou oblast zubu, než při apikální projekci. Marginální projekce se využívá méně, než apikální. Na snímku je zobrazena korunka, krček zubu a část kořene, která nemusí být zobrazena (směr CP na krček zubu). Tato projekce má využití v parodontologii, a při diagnostice kazů zubů na bočných stranách. (Mazánek, 2018, s. 87)
- Interproximální (bite-wing) projekce: Pro toto zobrazování je základní rovinou rovina okluzní (rovnoběžná s horizontální rovinou). Centrální paprsek směřuje interokluzně (snímek se nachází na orální straně zubů, centrální paprsek dopadá kolmo na snímek). Bite-wing technika je využívána k diagnostice skrytých zubních kazů, k hodnocení rentgenkontrastních výplní zubů (spáry, sekundární kazy, vztah výplně k dřeňové dutině) a také při hodnocení stavu parodontu. Při této snímkovací technice se používá speciální nástavec s křídélkem, na jehož jedné straně je umístěn držák senzoru. Pacient pak při snímkování toto křídélko skousne mezi zuby. Na snímku jsou pak zachyceny korunky jak horních, tak dolních zubů (Lehotská, 2018, s. 194; Denkiewicz, 2017, s. 260)

- Okluzní (axiální) projekce: Při okluzní projekci je zobrazován alveolární výběžek a také větší části čelisti nebo spodiny ústní. Detektor je fixován v požadované pozici pomocí skusu citlivou stranou buď nahoře, nebo dole, dle snímkové čelisti. Centrální paprsek směřuje při snímkování horní čelisti u sedícího pacienta shora a při snímkování dolní čelisti pacient na křesle leží se zakloněnou hlavou a tubus je umístěný submandibulárně. Tato projekce se využívá při zobrazování sialolitů (konkrementy ve slinných žlázách), cizích těles, určení polohy retinovaných zubů, ale také cyst a tumorů. (Lehotská, 2018, s. 193; Mazánek, 2018, s. 88)

Při snímkování usilujeme o získání nezkráceného obrazu, který co nejlépe zobrazuje tvrdé zubní tkáně, proto je důležité při snímkování dodržovat základní techniky snímkování zubů. Centrální paprsek by měl směřovat většinou kolmo na senzor/film. Kolmého vzájemného postavení je vzhledem na anatomické poměry velmi těžké dosáhnout, proto se využívají vhodné pomůcky (držáky atd.). Využívají se dvě základní techniky a to pravoúhlá technika a technika půleného úhlu (Cieszynského pravidlo). (Lehotská, 2018, s. 196)

Co se týče pravoúhlé techniky snímkování, tak zde je potřebné využití držáků (různé druhy pro různé indikace). Tyto držáky fixují senzor/film v dutině ústní tak, že zaručují paralelitu dlouhé osy snímkaných zubů a dlouhé osy filmu. Centrální paprsek pak směřují kolmo na obě tyto osy. Součástí držáku je:

- samotný držák senzoru/filmu, který fixuje pozici detektoru v dutině ústní,
- nákusná část,
- podélná tyčinka, která směřuje ven z úst a určuje směr a úhel nastavení tubusu
- kroužek/terčik určující polohu tubusu.

Pravoúhlá technika je časově náročnější než technika půleného úhlu, zejména v počátečních fázích používání před zvládnutím, ale rentgenové snímky získané pomocí této techniky jsou opakovatelné. Nevýhodou je mírně zvětšený rentgenový obraz případech, kdy kvůli anatomickým podmínkám není možné umístit obrazový receptor blízko snímáných zubů. Ne u každého pacienta lze pomocí této techniky získat rentgenový snímek, např. u pacientů s mělkým tvrdým patrem nebo u pacientů

se silným dávivým reflexem. (Lehotská, 2018, s. 197; Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 14)

Technika půleného úhlu je jednodušší než technika pravoúhlá, jelikož nevyžaduje speciální pomůcky a polohovací zařízení. Při snímkování je však nutná spolupráce pacientů – pacient si přidrží senzor/film v ústech sám. Opřením detektoru o zuby vzniká úhel mezi dlouhou osou snímkaného zubu a osou filmu, tudíž musí být nastaveno směřování RTG svazku tak, aby se minimalizovalo zkreslení. Z tohoto důvodu je toto snímkování náchylné k technickým chybám, proto výsledek je závislý na schopnostech operátora. (Lehotská, 2018, s. 196; Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 16)

Centrální RTG svazek se snažíme nastavit pomocí tzv. pravidla izometrie (publikoval Cieszyński v roce 1906). Používá ke stanovení správného vertikálního úhlu kužele rentgenové trubice. Podle tohoto pravidla tvoří dlouhá osa detektoru obrazu a dlouhá osa rentgenem snímaného zubu strany úhlu, který je rozdělen půlící čarou. Podle tohoto pravidla za ideálních podmínek, by měla být délka rentgenového obrazu zubu rovna skutečné délce zubu. Linie půlení je teoretická a neexistují žádná laserová světla, která by pomohla při jejím stanovení. (Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 16)

K výhodám patří nenáročnost techniky na vybavení, nepřítomnost cizích předmětů v dutině ústní (kromě prstu pacienta), což je největší výhodou pro pacienty s výrazným dávivým reflexem. Nevýhodou pak je menší přesnost než při pravoúhlé technice (obvyklé zkreslení). (Lehotská, 2018, s. 197)

5.2. Extraorální zobrazování

K extraorálnímu snímkování se využívá rentgenový snímač, který je umístěn mimo ústní dutinu pacienta. Patří zde klasické snímky lebky a krční páteře, které jsou známé z všeobecné chirurgie, také OPG a rentgenové snímky temporomandibulárních kloubů.

5.2.1. Ortopantomografie (OPG)

Ortopantomografie je jednoduchá extraorální snímkovácí technika, která se v zubním lékařství využívá nejen při stanovování diagnóz, ale také při stanovování léčebného plánu pacienta. Je to dvourozměrné (2D) vyšetření, umožňující zobrazení celé oblasti zubního oblouku a sousedních struktur obličeje pouze pomocí jedné projekce. Na snímku jsou tedy zachyceny horní a dolní čelisti, zuby, tkáně a okolní kosti. Hlavním cílem OPG je vytvořit rentgenogram celé dentoalveolární oblasti

na jediném snímku bez superpozice jiných struktur.(Amorim, 2020, s. 2; Tsapaki, 2017, s. 223)

K nejčastějším indikacím, pro které jsou pacienti podrobeni uvedenému vyšetření, patří:

- RTG vyšetření při vstupní prohlídce, stanovení plánu sanace, protetické ošetření...,
- určení přítomnosti, počtu, lokalizace a vývojového stupně zubních zárodků,
- diagnostika periapikálních patologických procesů,
- diagnostika onemocnění parodontu a kontrola progresu onemocnění,
- diagnostika zlomenin čelistí
- zobrazení temporomandibulárních kloubů, jejich diagnostika onemocnění
- diagnostika patologických procesů v kostech čelistí (tumory, cysty...)
- předoperační vyšetření před chirurgickými zákroky (retinované třetí moláry)
- rozbor před plánovanou implantologickou terapií. (Lehotská, 2018, s. 184-185; Singh, 2020, s. 2)

OPG je založeno na principu konvenční rentgenové tomografie (zhotovení snímku vrstvy vyšetřované oblasti) využívající půlkruhový protiběžný pohyb rentgenky a detektoru obrazu. Detektor a rentgenka se pohybují po parabolické dráze. Kvalitní OPG snímek zahrnuje symetrickou projekci větve dolní čelisti, včetně kloubního výběžku. Ostatní objekty, které leží před anebo za zobrazovanou vrstvou, se nezobrazí kvůli pohybovému rozostření. (Masthoff, 2019, s. 2; Lehotská, 2018, s. 182)

Pro správné provedení OPG a pro získání kvalitních a využitelných snímků je nutné dodržet hlavní zásady polohování pacienta. Hlava pacienta je při snímkování bradou stabilizována v bradové opěrce, zakousnutím řezáků do nákusového držáku a bočními držáky. Ortopantomografy jsou vybaveny trojicí laserů, které představují jednotlivé roviny, které slouží k nastavení polohy hlavy pacienta. Pro dosažení symetrického zobrazení je nutné zkontrolovat střední sagitální rovinu, frankfurtskou horizontálu, která musí být rovnoběžná s podlahou (určuje správný sklon hlavy) a v poslední řadě také třetí paprsek tzv. světli „ohniskového korýtká“, které prochází svisle mezi druhým řezákem a špičákem.

Jestliže je vše správně nastaveno, tak snímky jsou ostré a nezkrácené. (Lehotská, 2018, s. 183; Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 43-56)

Před samotným vyšetřením je pacient seznámen s činností přístroje, následně je vybaven ochrannou zástěrou. Jelikož se rentgenka pohybuje za zády pacienta, měla by být olověná zástěra nošena delší stranou na zádech pacienta nebo by měla být používána oboustranná. K vyšetření nelze použít zástěry nebo límce, které na krku zasahují výše než k sedmému krčnímu obratli, jelikož by pomůcky zastínily oblast brady a frontálních zubů. Dále je pacient požádán o sundání brýlí, zubní náhrady, náušnic, piercingu, spony do vlasů atd. z toho důvodu, že tyto předměty mohou vytvořit artefakty, zabraňující správnému popsání snímku. Je důležité, aby se pacient v průběhu vyšetření dotýkal jazykem tvrdého patra, klidně dýchal, nehýbal se, nepolykal, díval se přímo před sebe. (Lehotská, 2018, s. 184; Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 43-56)

5.2.2. Kefalometrický snímek

Jedná se o boční snímek lebky, který se zhotovuje z větší vzdálenosti lebky od zdroje záření (1,5 – 2 m) a co nejmenší vzdálenosti od senzoru, proto je redukováno zkreslení a deformace RTG obrazu. Kefalometrické snímky se obvykle zhotovují na ortopantomografu, který je vybaven příslušným vybavením a softwarem. Nejčastější využití vyšetření je v ortodontii pro diagnostiku a plánování léčby, využívá se také při předoperačním vyšetření. (Lehotská, 2018, s. 185; Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 57, Tsapaki, 2017, s. 223)

5.2.3. Extraorální projekce lebky

V maxilofaciální chirurgii se využívají extraorální snímky lebky, které jsou pořizovány na klasických diagnostických rentgenových přístrojích. K nejčastějším indikacím pro tyto projekce jsou:

- zadopřední projekce lebky (PA, dorzoventrální extraorální projekce) – centrální paprsek vstupuje v oblasti temene hlavy, v místě occipitalis externa a dopadá na film kolmo. Pacient se opírá o detektor nosem a čelem. Nejčastější indikace jsou: posouzení vývojových anomálií a asymetrií lebky, traumatologie, popřípadě cysty, tumory laterálních úseků dolní čelisti
- laterální (boční) snímek lebky – traumatologie tváře, ortodontie

- poloaxiální snímek lebky (projekce Watersova) – hlava pacienta se o detektor opírá nosem a bradou s centrální paprsek při pohledu z boku směřuje šikmo středem zygomatické kosti. Jedná se o významnou projekci převážně pro maxilofaciální chirurgii a ORL, patologické procesy a traumatologie střední části obličejového skeletu,
- axiální snímek lebky – hlava pacienta se dotýká detektoru temenem a centrální paprsek vstupuje v oblasti jazyky kolmo na detektor. Indikacemi jsou: traumatologie - spodiny lebeční, mandibuly a jařmové oblouky; zobrazení kondylárních os při problémech s temporomandibulárním kloubem. (Mazánek, 2018, s. 83)

V současné době se už některé extraorální snímky (Cieszynsky, Eisler, snímky čelistních kloubů – Schüller, Albers-Schönberg, Clementschitsch aj.) nevyužívají, zejména kvůli náročnosti zhotovení a v souvislosti s rozvojem moderních metod, které jsou schopny ve 3D zobrazit požadované struktury. (Lehotská, 2018, s. 224)

5.3. Cone Beam CT (CBCT)

Vzhledem k tomu, že maxilofaciální oblast zahrnuje poměrně složitou 3D anatomii, tak tradiční zobrazování často nedokáže řešit klinický problém pacienta. Díky vývoji rentgenové technologie se podařilo zavést nové zobrazovací metody, které mohou pomoci překonat tyto problémy. Jako příklad aplikace nových zobrazovacích metod v praxi, je možné uvést přístroj Cone Beam CT (CBCT). V dnešní době se používá také v jiných oborech lékařského zobrazování, proto se k této technice obvykle přidává přídavné název zubní/dentální. (Tsapaki, 2017, s. 223; Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 65)

CBCT používá rentgenový paprsek ve tvaru kužele nebo pyramidu namířený na sledované maxilofaciální zorné pole (Field of View). Obrazovým receptorem v tomto systému je buď detektor s flat panelem, nebo detektor CMOS. Hlavním rozdílem mezi CBCT a konvenčním CT je právě tvar paprsku a detektoru. CT má paprsek ve tvaru vějíře a úzký detektor či multidetektor. (Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 65)

CBCT je podobné OPG zařízení. Skládá se z rotujícího C-ramene, na kterém je naproti sobě zafixován detektor a rentgenka. Během skenování CBCT se rentgenka a detektor otáčejí po kruhové dráze. Doby rotace se pohybují mezi 10 až 40 s, záleží na volbě protokolu skenování. Je schopno generovat přesné a; spolehlivé obrazy

se submilimetrovým rozlišením ve všech prostorových rozměrech, přičemž náklady a absorbované dávky jsou mnohem nižší než u konvenčních CT. Během rotace ramene jsou vytvořeny stovky (150 až více jak 600, dle typu přístroje) sekvenčních projekcí vyšetřované oblasti. Z těchto získaných dat (raw data) speciální software zrekonstruuje kompletní obraz snímané oblasti. (Pauwels, 2015, s. 8; Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 66, Lehotská, 2018, s. 177; Viridi, 2015, s. 781)

CBCT je schopno vyšetřovat orální a maxilofaciální oblasti s různým zorným polem. Malé zorné pole hodnotí omezené oblasti maxilofaciálního komplexu a mohou také zobrazit segment horní a dolní čelisti. Velké zorné pole zobrazují jak horní a dolní čelist, tak i okolní oblasti, jako jsou dutiny, dýchací cesty a dokonce i lebeční struktury. Obecně platí, že CBCT generuje detailní obraz, což umožňuje přesnější stanovení diagnóz a léčby. Velikost FOV je jedním z nejdůležitějším, ne-li nejvýznamnějším faktorem, který ovlivňuje dávku pacienta. FOV úzce souvisí s kvalitou obrazu díky rentgenovému rozptylu. (Dief, 2019, s. 2; Tsapaki, 2017, s. 224)

FOV by se dal nazvat válcem dané výšky a průměru, který určuje objem snímané oblasti, jaký lze daným přístrojem/nastavením vyšetřit. Na jednotlivých strojích se může FOV lišit. Pro jednotlivé indikace lze také nastavit specifickou velikost FOV. Velikosti FOV se pohybují v rozsahu:

- velkých (17cm x 23cm – 16cm x 18cm) – využití v maxilofaciální chirurgii, ortodontii, ORL
- středních (15cm x 15cm – 8cm x 8cm) – využití v dentoalveolární chirurgii, implantologii a endodontii
- malé (6cm x 8cm – 3cm x 4cm) – převážné využití v endodontii.

Rozlišení CBCT je dalším důležitým parametrem a závisí na velikosti voxelu. Voxel je objemová jednotka obrazu (jde o analogii pixelu v 2D obrazu), představuje kostku s definovanou velikostí. Čím je menší hodnota objemové jednotky, tím je vyšší rozlišení obrazu a naopak. Nevýhodou vyššího rozlišení je pak vyšší radiční zátěž. Velmi vysoké zobrazení se využívá na přesné zobrazení drobných struktur. (Lehotská, 2018, s. 179; Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 67)

3D akvizice byla původně realizována standardním CT, ale dentální CBCT konvenční CT velice rychle vystřídalo. Hlavními důvody jsou jeho schopnosti objemového zobrazování čelistních kostí při rozumných nákladech a dávkách.

Dalšími výhodami CBCT je také kratší čas vyšetření a menší prostorová náročnost přístroje (Jacobs, 2018, s. 2; Lehotská, 2018, s. 179)

Před samotným vyšetřením není nutná žádná speciální příprava, jen je nutné požádat pacienta, aby si odstranil všechny kovové předměty z vyšetřované oblasti, které mohou způsobit artefakty. Mezi tyto předměty patří odnímatelná protéza, odnímatelná ortodontická pomůcka, náušnice, piercing, brýle, náhrdelníky, sponky do vlasů, naslouchadla atd. Pacient ve většině případů stojí nebo sedí a C-rameno rentgenové jednotky se otáčí kolem pacienta. Pro správné provedení CBCT je nutné dodržet některé zásady polohování pacienta, které jsou obdobné, jako u OPG. (Rozylo-Kalinowska, 2020, s. 72)

Mezi nejčastější indikace CBCT můžeme zařadit:

- detekce patologií skeletu orofaciální oblasti – traumatologie, vrozené vady, cysty, malignity,
- předoperační analýza polohy retinovaných zubů,
- zobrazení temporomandibulárních kloubů,
- předoperační analýza v plánování implantologické léčby,
- 3D kefalometrie v ortodontii,
- zobrazení průběhu kořenových kanálků a patologie v endodoncii.
- plánování custom made výrobků (náhrady temporomandibulárního kloubu)
- plánování ortognátních operací (operace v rámci obličejových vad)
- k naplánování pozice implantátů a ve spojení s 3D tiskárkou k vytvoření operačních šablon např. v implantologii. (Virdi, 2015, s. 784; Lehotská, 2018, s. 179)

6. Metodika výzkumu

6.1. Výzkumné cíle a hypotézy

Hlavním cílem této diplomové práce je zjistit, jaké zobrazovací metody se využívají ve stomatologické praxi. Dílčí cíle jsou tyto:

1. Vyhodnocení dostupnosti zvolených přístrojů v ordinacích odborné veřejnosti zabývající se stomatologickou péčí a zmapování povědomí o možnostech vývoje zobrazovacích metod.

2. Aplikace metod analýzy rizik při hodnocení bezpečnosti vyšetření.

Pro výše uvedené cíle, byly stanoveny následující hypotézy:

Cíl 1:

Hypotéza 1/1: Očekávaná výsledná obrazová informace ovlivňuje volbu druhu zobrazovací metody.

Hypotéza 1/2: Přímá digitalizace patří k nejfrekventovanějšímu způsobu získání dat u intraorálního rentgenu.

Hypotéza 1/3: Vývoj zobrazovacích metod je aktivně sledován zubními lékaři.

Cíl 2:

Hypotéza 2/1: Úroveň systému bezpečnosti RTG vyšetření ve stomatologii je dostačující.

6.2. Charakteristika souboru

Základním souborem výzkumu jsou stomatologové, kteří ve své praxi využívají zobrazovací metody. Dotazníkového šetření se zúčastnilo celkem 264 respondentů, z toho 69,3 % žen tj. 183 lékařek a zbylý počet respondentů představovali muži s relativní četností 30,7 % tj. 81 lékařů. Věkové kategorie dotázaných jsou znázorněny v Tabulce 5 s největším zastoupením respondentů ve věkové kategorii 25 – 35 let. Dotazník vyplnili stomatologové ordinující v celé České republice s největším zastoupením v Olomouckém kraji 61,7 % (163 respondentů), Zlínském kraji 11,7 % (31 respondentů) a Moravskoslezském kraji 6,8 % (18 respondentů). Zastoupení jednotlivých respondentů v krajích je znázorněno v Tabulce 6. Z Tabulky 7 pak lze vyčíst délku praxe stomatologů, kdy nejpočetnější zastoupení ve výzkumu, měli stomatologové s 6 – 10 letou praxí (26,9 %) a druhá nejpočetnější byla skupina s méně než 5 lety praxe (25,4 %).

Zařazovacími kritérii vzorku byly:

- populace stomatologů využívající zobrazovací metody,
- populace stomatologů žijících na území České republiky,
- souhlas s účastí ve výzkumu.

Vyřazovacími kritérii byly:

- nezodpovězeny veškeré otázky dotazníku

Tabulka 5: Věk respondentů

Věkové kategorie	Absolutní četnost respondentů	Relativní četnosti respondentů	Absolutní četnost mužů	Relativní četnost mužů	Absolutní četnost žen	Relativní četnost žen
25-35	127	48,1 %	34	42 %	93	50,8 %
36-45	53	20,1 %	15	18,5 %	38	20,8 %
46-55	34	12,9 %	14	17,3 %	20	10,9 %
56-65	22	8,3 %	8	9,9 %	14	7,7 %
65 a více	28	10,6 %	10	12,3 %	18	9,8 %
Celkem	264	100 %	81	100 %	183	100 %

Tabulka 6: Zastoupení respondentů v krajích ČR

Kraj	Absolutní četnost respondentů	Relativní četnost respondentů
Hlavní město Praha	14	5,3%
Středočeský kraj	3	1,1%
Jihočeský kraj	3	1,1%
Plzeňský kraj	8	3,0%
Karlovarský kraj	1	0,4%
Ústecký kraj	4	1,5%
Liberecký kraj	1	0,4%
Královéhradecký kraj	4	1,5%
Pardubický kraj	6	2,3%
Kraj Vysočina	1	0,4%
Jihomoravský kraj	7	2,7%
Olomoucký kraj	163	61,7%
Zlínský kraj	31	11,7%
Moravskoslezský kraj	18	6,8%

Tabulka 7: Roky praxe respondentů

Roky praxe	Abs. čet respondentů	Rel čet. respondentů	Abs. čet. mužů	Rel. čet. mužů	Abs. čet. žen	Rel. čet. žen
<5	67	25,4 %	12	14,8%	55	30,1%
6-10	71	26,9 %	26	32,1%	45	24,6%
11-15	36	13,6 %	11	13,6%	25	13,7%
16-20	18	6,8 %	5	6,2%	13	7,1%
21-25	18	6,8 %	4	4,9%	14	7,7%
>26	54	20,5 %	23	28,4%	31	16,9%
Celkem	264	100,0 %	81	100,0%	183	100,0%

6.3. Metoda sběru dat

Pro tuto práci byl zvolen kvantitativní typ výzkumu, sběr dat probíhal formou nestandardizovaného dotazníkového průzkumu. Tato forma se jevila jako velmi vhodná a to z důvodu možnosti získání odpovědí velkého počtu respondentů za krátký časový úsek a nízké finanční náročnosti. Průzkum zahrnoval dotazník rozeslaný v online podobě. Při tvorbě dotazníku proběhla konzultace s vedoucím práce a odborným poradcem a školitelem firmy Fenix Dental, která je jedním z největších dodavatelů techniky a spotřebního sortimentu v segmentu stomatologie v České republice. Následně byla podána žádost o schválení výzkumu Etickou komisí Fakulty zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci.

Dotazník obsahoval celkem 15 otázek. Převažovala forma uzavřených (strukturovaných) otázek nabízejících několik možných variant odpovědí, ze kterých respondenti vybírali jednu nebo více odpovědí. Otázky byly rozděleny do skupin, přičemž první byla zaměřena na demografické informace respondentů, druhá pak na využívání zobrazovacích metod a třetí na sledování vývoje zobrazovacích metod. Vyplnění dotazníku nebylo časově náročné, v průměru respondentům trvalo cca 5 minut.

6.4. Realizace výzkumu

Po obdržení souhlasného stanoviska Etické komise Fakulty zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci s realizací výzkumného šetření (viz příloha 9) následovalo zahájení předvýzkumu. Ten byl proveden z důvodu ověření pochopení obsahu jednotlivých otázek, protože dotazník musí být jasný a srozumitelný všem dotázaným. Předvýzkumem se odhalí také obtížnost a časová náročnost dotazníku.

Při jeho tvorbě bylo nutné dodržet jednoznačné znění otázek a odpovědí tak, aby účastníci nemohli chápat jednu položku různými způsoby.

Na úvod celého šetření se respondenti seznámili se smyslem a cíli výzkumu, s informovanými souhlasly o dobrovolné spolupráci respondentů a bylo jim také poděkováno za ochotu a spolupráci na šetření. V úvodní části dotazníku se nacházely otázky zaměřené na demografii dotázaných a následovaly otázky související s cíli diplomové práce.

Dotazník byl publikován na webových stránkách www.surveymonkey.com. V další fázi byl dotazník distribuován do stomatologických ordinací s žádostí o vyplnění a zapojení se tím do výzkumného šetření. Prostřednictvím vedoucího práce a dalších odborníků se podařilo dotazník distribuovat v podobě přímého odkazu stomatologům, a tím došlo k jeho zveřejnění na uzavřených odborných diskusních skupinách v rámci sociálních sítí a také rozeslání emailovou formou. Samotný sběr dat probíhal v období od 9. 3. 2021 do 9. 4. 2021.

Zde k nahlédnutí dotazník, který stomatologové obdrželi k vyplnění:

1. Pohlaví:
 - a. Muž
 - b. Žena
2. Do jaké věkové kategorie patříte?
 - a. 25-35
 - b. 36-45
 - c. 46-55
 - d. 56-65
 - e. 66 a více
3. Jak dlouho provozujete svou odbornou praxi?
 - a. Méně než 5 let
 - b. 6-10
 - c. 11-15
 - d. 20 -25
 - e. 25 a více
4. Jakou zobrazovací metodu využíváte při své praxi nejčastěji?
 - a. Intraorální
 - b. Extraorální – OPG
 - c. CBCT

- d. Jiné:
- 5. Je součástí vaší ordinace intraorální RTG?
 - a. Ano
 - b. Ne
- 6. Kolik snímků denně uděláte?
 - a. 1-2
 - b. 3-4
 - c. 5 a více
- 7. K zobrazení využíváte:
 - a. Přímou digitalizaci (senzor)
 - b. Nepřímou digitalizaci (paměťové folie)
 - c. Vývojku (film)
 - d. Nevyužívám ani jedno ze zmíněných
- 8. Vlastníte ve své ordinaci OPG?
 - a. Ano
 - b. Ne
- 9. Kolik snímků OPG denně uděláte?
 - a. 1-2
 - b. 3-4
 - c. 5 a více
- 10. Je jeden z důvodů pořízení si 2D RTG také finanční přínos (příspěvky pojišťoven)?
 - a. Ano
 - b. Ne
- 11. Vlastníte ve své ordinaci CBCT?
 - a. Ano
 - b. Ne
- 12. V případě že NE, plánujete si do budoucna CBCT pořídit?
 - a. Ano
 - b. Ne
- 13. Z jakého důvodu jste si CBCT pořizovali, případně si jej chcete pořídit?

14. Sledujete aktuální vývoj v zobrazovacích metodách ve stomatologii?

- a. Ano, průběžně sleduji
- b. Jen nahodile
- c. Ne, nesleduji

15. Jakým způsobem získáváte informace o vývoji

- a. Organizovaná školení
- b. Odborné články a literatura
- c. Internetové zdroje
- d. Kongresy, konference
- e. Marketingové nabídky výrobců
- f. Jiné:

6.5. Metody zpracování dat

Dotazník si zobrazilo celkem 505 respondentů, z toho 264 respondentů kompletně vyplnilo požadované otázky, 240 osob si dotazník pouze zobrazilo a 1 dotázaný dotazník nedokončil. Pro účely diplomové práce bylo využito 52,3 % kompletně zodpovězených dotazníků. Po ukončení sběru dat byla všechna data následně zpracována pomocí deskriptivní statistiky a zanesena do počítačového programu Microsoft Excel. Byly provedeny výpočty absolutních četností, relativních četností, průměru, mediánu a také vytvoření kontingenčních tabulek. U otázky číslo 14. jsou uvedeny nejčastější kategorie dle odpovědí respondentů.

7. Výsledky výzkumu

Výsledky výzkumného šetření byly vyhodnoceny a popsány dle stanovených dílčích cílů. Veškeré výsledky dotazníkového šetření jsou uvedeny v příloze 10.

7.1. Dílčí cíl 1

Zobrazovací metody jsou v běžné stomatologické praxi základem diagnostiky, proto bylo zjišťováno, které zobrazovací metody zubní lékaři využívají nejčastěji (viz tabulka 8). Analýzou odpovědí na otázku č. 4 se zjistilo, že nejčastěji využívanou metodou je IO RTG, který využívá celkem 246 z 264 dotázaných. Druhým nejčastějším zařízením je OPG. To využívá 163 respondentů. CBCT momentálně dle výsledků není nejfrekventovanější využívanou zobrazovací metodou. Z 264 respondentů tuto modalitu využívá běžně pouze 16 dotázaných.

Tabulka 8: Nejvyužívanější zobrazovací metody

Možnosti odpovědi	Absolutní četnost	Relativní četnost
Intraorální	246	93,2 %
Estraorální - OPG	163	61,7 %
CBCT	16	6,1 %
Jiná	2	0,8 %

IO RTG ve své ordinaci vlastní 98,1% respondentů, což je celkem 259 dotázaných. 5 (1,9 %) zbylých odpovědělo, že IO RTG ve své ordinaci nemá. V tabulce 9 je znázorněno, kolik snímků oslovení zubní lékaři provedou u pacientů během dne.

Tabulka 9: Počet IO snímků za den

	Absolutní četnost	Relativní četnost
1-2	26	9,8 %
3-4	60	22,7 %
5-6	70	26,6 %
7 a více	108	40,9 %
Celkem	264	100 %

Ve stomatologii, ale nejen zde, digitální technologie v posledních letech stále více nahrazují analogové technologie. Z toho důvodu byla do výzkumu zařazena také otázka na využívanou technologii zobrazování, kdy mohli respondenti volit z více

odpovědí. 168 (63,6 %) respondentů uvedlo, že v dnešní době využívá už přímou digitalizaci, 94 (35,6 %) pak nepřímou digitalizaci a 8 dotázaných, což jsou pouze 3 % z celkového počtu, využívají analogové zobrazování (využití vývojky a filmu). V tabulce 10 je, pro zajímavost, znázorněn vztah délky praxe stomatologů a typu zobrazování.

Tabulka 10: Závislost typu digitalizace RTG zařízení na délce praxe respondentů

	Analogové zobrazování	Přímá digitalizace	Nepřímá digitalizace
Méně než 5 let	1	45	22
6 - 10	1	45	25
11 – 15	0	23	16
16 – 20	0	9	8
21 – 25	0	9	9
Více jak 26 let	6	37	14
Celkem	8	168	94

OPG lze ve stomatologické péči zařadit k velmi rozšířené extraorální technice. V ordinaci ji vlastní celkem 162 dotázaných, což je 61,4 % z celkového počtu. V běžné praxi pak zubní lékař provede nejčastěji 1 - 2 snímky denně. Počty snímků za den jsou pak znázorněny v tabulce 11.

Tabulka 11: Počet snímků OPG za den

	Absolutní četnost	Relativní četnost
1 - 2	148	56,1 %
3 - 4	82	31,1 %
5 - 6	22	8,3 %
7 a více	12	4,5 %
Celkem	264	100%

CBCT ve své ordinaci z celkového počtu dotázaných vlastní pouze 33 stomatologů (12,5 %). To znamená, že 231 zubních lékařů toto zařízení nemá a do budoucna má o CBCT zájem 59 z dotázaných. Hlavními důvody pro pořízení tohoto 3D zařízení jsou především plánované výkony, implantologie, přesnější diagnostika, zaměření se na stomatochirurgii atd. Výčet veškerých odpovědí viz příloha 10.

Z důvodu rychlého vývoje technologií v dnešní době, bylo součástí cíle také zaměření se na sledování tohoto pokroku. Respondenti byli dotázáni na jejich samotný přehled ve vývoji a pak také jakým způsobem získávají informace o pokrocích v tomto směru. Z celkového počtu respondentů 92 (34,8 %) uvedlo, že vývoj průběžně sleduje, 168 (63,6 %) zubních lékařů sleduje jen nahodile a pouze 4 (1,5 %) vývoj nesleduje vůbec. Mezi nejběžnější způsoby získávání informací můžeme označit internetové zdroje, odborné články a literaturu a organizovaná školení, dále pak kongresy a konference, marketingové nabídky výrobců, konzultace s ostatními lékaři a diskuzní fóra (viz tabulka 12)

Tabulka 12: Získávání aktuálních informací o RTG přístrojích

	Absolutní četnost	Relativní četnost
Organizovaná školení	119	45,1 %
Odborné články a literatura	134	50,8 %
Internetové zdroje	159	60,2 %
Marketingové nabídky výrobců	99	37,5 %
Kongresy, konference	111	42,0 %
Jiná (Konzultace, diskuzní fóra...)	11	4,2 %

7.2. Dílčí cíl 2:

Výsledky provedených analýz rizik (kvalitativních a kvantitativních), zaměřených zejména na identifikaci nebezpečí a rizik ohrožujících pacienta při vyšetřeních, jsou dle získaných výsledků v mezích uspokojivého stavu (SWOT +1,35). Uspokojivost a relativní bezpečnost potvrdila i cílená Univerzální matice rizikové analýzy. Poloha výsledku 0,46 nesignalizuje přítomnost významných rizik či přijetí akutních a neodkladných protiopatření. Ze vzájemné komparace výsledků obou metod analýzy rizika je z obrázku 3 patrné, že polohy obou výsledků jsou takřka identické a nevykazují významnou odchylku.

K identifikaci nebezpečí, která mohou být iniciačními zdroji k vzniku či akceleraci rizik, je využita kvalitativní deduktivně-grafická metoda Ishikavova diagramu (Obrázek 4). Nalezená nebezpečí jsou vyobrazena na grafickém zobrazení výsledku uvedené metody.

Identifikace a hodnocení rizik vyšetření pacientů

Prožívání života člověka je spojeno s riziky. Žádné z nich nelze eliminovat na nulovou hodnotu, proto je nezbytně nutné, tato rizika identifikovat, hodnotit, efektivně a účelně s nimi pracovat (tzv. rizika řídit a ovládat). Analogicky z toho vyplývá, že i provádění stomatologického RTG vyšetření je spojeno s iniciací vzájemné interakce: chráněný zájem (aktivum) – nebezpečí. Aktivem je zde člověk, jeho život, zdraví a nebezpečí jsou situace, které jej mohou ohrožovat. V případě vyšetření pacienta za využití zobrazovacích metod ve stomatologii se jedná o rizika vnucená, ale také kontrolovaná.

Základem zajištění bezpečí pacienta při RTG vyšetření dutiny ústní je adekvátně nastavený systém bezpečnosti. Ten je založen na hodnověrné a relevantní analýze rizik, která pacientovi při vyšetření hrozí. V praxi je metod analýzy rizik velké množství a jejich aplikace je závislá především na kompetencích analytika, vstupních informacích, požadované přehlednosti a podrobnosti výstupních informací. V předložené práci, jsou využity dvě metody analýzy rizika, SWOT analýza a Univerzální matice rizikové analýzy (dále jen „UMRA“). Cílem první z metod je výzkum celkové bezpečnosti (identifikace uspokojivého či neuspokojivého stavu) při provádění RTG vyšetření a u druhé metody pak výzkum bezpečnosti IO RTG.

7.2.1. SWOT analýza stomatologického vyšetření za využití zobrazovacích metod

Analýza náleží do kategorie expertních hodnocení. Výraznou předností je její jednoduchost zpracování a aplikovatelnost z praktického pohledu na cokoliv. Základ metody je založen na stanovení čtyř základních skupin (submatic):

- silné stránky (Strengths – S),
- slabé stránky (Weaknesses – W),
- příležitost (Opportunities – O),
- hrozby (Threats – T).

K stanoveným prvkům submatice přináleží jejich důležitost, tedy váha. Jelikož SWOT analýza je metoda pracující s proměnnými váhami, je možné ji označit jako metodu vícekritériální. Váhování je provedeno analytikem, na základě jeho odborného názoru. Platí však zásada, že pro každou ze čtyř submatic musí být součet vah jednotlivých kritérií dané submatice roven 1 tedy 100 % (Vzorec 1).

$$\sum_{i=1}^n V_{Mi} = 1 \quad (1)$$

Číselné vyjádření Hodnocení je podle vlastních uvážení analytika. V praxi patří mezi nejfrekventovanější stupnici hodnocení 1 - 5, kdy 5 je nejlepší a 1 nejhorší hodnocení prvku. Následným krokem při vytváření analýzy je provedení vynásobení váhy a hodnocení podle Vzorce 2.

$$K_{M_i} = V_{M_i} \cdot E_{M_i} \quad (2)$$

K_{M_i} = i-té kritérium submatice M

V_{M_i} = (Veighting) váha i-tého kritéria submatice M

E_{M_i} = (Evaluate) hodnocení i-tého kritéria submatice M

Následným krokem je provedení součtu součinů vah a hodnocení interních a součet součinů externích kritérií podle Vzorce 3 a 4.

$$I = \sum \prod_{i=1}^n K_{M_i} = \sum \prod_{i=1}^n K_{S_i} + \prod_{i=1}^n K_{W_i} \quad (3)$$

$$E = \sum \prod_{i=1}^n K_{M_i} = \sum \prod_{i=1}^n K_{O_i} + \prod_{i=1}^n K_{T_i} \quad (4)$$

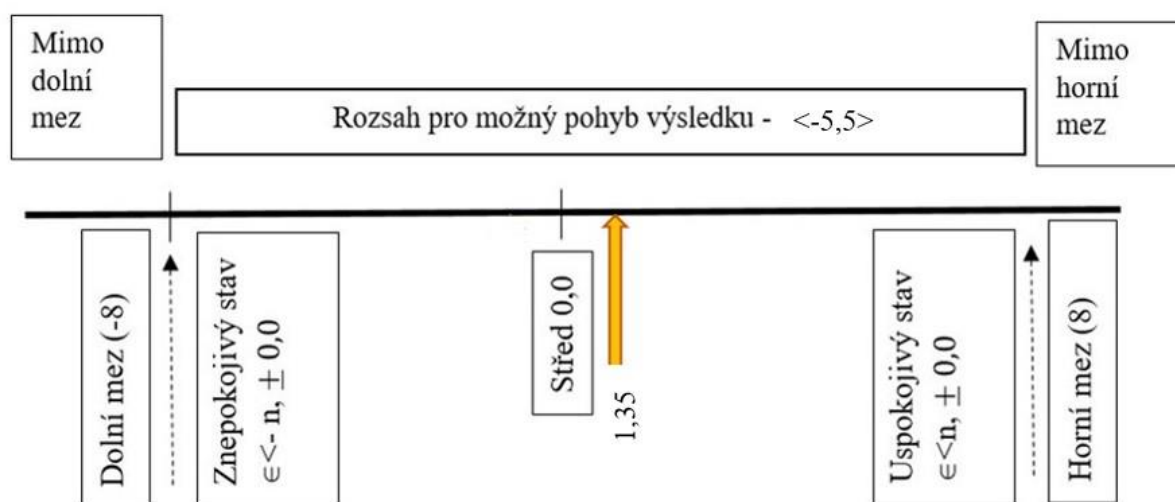
Konečná hodnota A představuje pozici výsledku interních a externích identifikátorů a je ji možné považovat za ukazatel úspěšnosti. Výpočet hodnoty A je proveden podle Vzorce 5.

$$A = \sum_I^E V = \sum \prod_{i=1}^n K_{S_i} + \sum \prod_{i=1}^n K_{W_i} + \sum \prod_{i=1}^n K_{O_i} + \sum \prod_{i=1}^n K_{T_i} \quad (5)$$

SILNÉ STRÁNKY	VÁHA	HODNOCENÍ	SOUČIN	SLABÉ STRÁNKY	VÁHA	HODNOCENÍ	SOUČIN
Odhalení diagnóz	0,30	4	1,2	Omezená mobilita přístroje	0,20	-4	-0,8
Rychlost vyšetření	0,05	2	0,1	Ohlašovací povinnost na SÚJB	0,05	-4	-0,2
Nízké náklady	0,15	1	0,15	Povinná školení personálu (registrant, dohlížejí personál)	0,05	-3	-0,15
Dostupnost vyšetření	0,20	3	0,6	Pořizovací (prvotní) náklady	0,15	-2	-0,3
Neinvazivní vyšetření	0,10	2	0,2	Neproplácení určitých vyšetření zdravotní pojišťovnou	0,20	-3	-0,6
Snadná (žádná) příprava pacienta	0,10	2	0,2	Nutná spolupráce pacienta	0,10	-2	-0,2
Není nutná úprava pracoviště	0,05	2	0,1	Použití ochranných stínících prostředků	0,20	-1	-0,2
Malá prostorová náročnost na umístění přístroje	0,05	1	0,05	Pravidelné revizní kontroly	0,05	-2	-0,1
	1,00		2,6		1,00		-2,55
PŘÍLEŽITOSTI	VÁHA	HODNOCENÍ	SOUČIN	HROZBY	VÁHA	HODNOCENÍ	SOUČIN
Generační vývoj přístrojů	0,15	3	0,45	Nekvalitní snímek	0,20	-2	-0,4
Zvýšení kvality péče o pacienty	0,05	4	0,2	Artefakty na snímku	0,15	-1	-0,15
Zlepšení diagnostiky	0,20	4	0,8	Nespolupracující pacient	0,05	-1	-0,05
Možnost zobrazení části zubu, které nelze prohlédnout při vizuální kontrole	0,10	3	0,3	Destrukce části přístroje	0,05	-3	-0,15
Zvyšování odbornosti personálu	0,10	2	0,2	Konkurence, lepší podmínky vyšetření	0,05	-4	-0,2
Zvýšení komfortu vyšetření	0,05	3	0,15	Nedostatek pacientů	0,05	-2	-0,1
Možnost sekundární diagnostiky onemocnění	0,15	3	0,45	Závady na přístroji	0,20	-1	-0,2
Umožnění lepší navazující stomatologické péče	0,20	3	0,6	Chyby v nastavení pacienta	0,20	-2	-0,4
				Chyby v nastavení přístroje	0,10	-2	-0,2
	1,00		3,15		1,00		-1,85
CELKOVÝ VÝSLEDEK SWOT ANALÝZY A = 2,6 + 3,15 - 2,55 - 1,85							

Tabulka 13 SWOT analýza RTG stomatologického vyšetření

Vyhodnocení SWOT matice je možné provést několika možnými způsoby. V případě potřeby prognózy strategického udržitelného rozvoje je možné analýzu vyhodnotit za použití IFE a EFE matic. Avšak vzhledem k přehlednosti a snadnému závěru je zde zvolena prezentace výsledku jednodušší za použití zobrazení výsledku hodnoty A na číselné ose a její hodnocení polohy, zda se nachází v uspokojivém či znepokojivém stavu (viz Obrázek 1). K možnosti tohoto způsobu vyhodnocení je nezbytné ještě určit horní a dolní mez rozsahu možného pohybu výsledku. Ten je určen podle zvoleného intervalu $i \in \langle -5, 5 \rangle$ v tomto uzavřeném intervalu se jedná o dolní mez -8 a horní mez 8.



Obrázek 1 Zobrazení výsledku SWOT analýzy

Z výsledku polohy bodu na číselné ose je patrné, že číselná hodnota A se nachází napravo od středové hodnoty ve směru v upokojivém stavu. Nepředpokládá se a není potřebné přijetí a aplikace akutních protipatření, která budou rizika eliminovat. Stav je potřeba ve stanovených časových intervalech monitorovat, vyhodnocovat a udržovat pravidelnými revizemi a kontrolami postupu výkonu činnosti.

7.2.2. Univerzální matice rizikové analýzy

Postup Universal Matrix od Risk Analysis (dále jen „UMRA“) je založen na zákonitosti srovnávací logicko – numerické analýzy. Je hodnocen stupeň závažnosti nebezpečí (Tabulka 2) pro řešenou záležitost. Problém je řešen samostatně jedním expertem popřípadě týmem expertů pod vedením rizikového analytika. Stěžejním cílem metody je co nejrelevantněji poskytovat informace o zdroji

nebezpečí. Tento zdroj nebezpečí se posuzuje v návaznosti na důsledky jeho vzniku a předvídatelné míře jeho dalšího výskytu.

Tabulka 14 Stanovení rozsahu stupně nebezpečí

Nebezpečí	Realizace nebezpečí	Stupeň závažnosti Sv
nepatrné	Nevyžaduje prakticky žádná opatření či změny, lze jej zanedbat, přehlédnout, konstrukce je zcela v pořádku,	0
malé	Nepodstatný vliv na průběh vyšetření, vše takřka v pořádku, konstrukce bez vizuálního poškození	1
střední	Vyžaduje náklady na změny, opravy, na zajištění bezpečnosti v průběhu ošetření.	2
velké	Průběh vyšetření, konstrukce ve velmi špatném stavu, není vyloučen havarijní stav, vysoké náklady na opravu, zajištění bezpečnosti.	3

Jednotliví experti z týmu vyplňují poskytnutý formulář, který má charakter řádkové matice, na základě vlastního uvážení. Možností je dosazení číselné hodnoty z Tabulky 13 popřípadě ponechání prázdné nevyplněné buňky, která pak následně není do počtu aktivních buněk započítána.

$$Sg1 = (c1 \ c2 \ c3 \ \dots \ cn)$$

Prvním krokem vyhodnocení tabulky UMRA, provedení součtu v jednotlivých řádcích podle Vzorce 6.

$$\sum_{ij} c_{jk} \tag{6}$$

$$\sum_{1;6} c_{1;6;1} = 10 \quad \sum_{1;6} c_{1;6;2} = 8 \quad \sum_{1;6} c_{1;6;3} = 9 \quad \sum_{1;6} c_{1;6;4} = 8$$

$$\sum_{1;6} c_{1;6;5} = 9$$

Po vyplnění buněk v tabulce následují výpočty individuálního součinitele vnímání nebezpečí podle Vzorce 7 (P_{ck}).

$$P_{ck} = \frac{\sum S_{vij}^E}{S_{vmax} \cdot n_{act,k}^E} \tag{7}$$

$\sum S_{vij}^E$ součet všech prvků stohu

S_{vmax} maximální mezní hodnota

$n_{act,k}^E$ počet aktivních vyplněných buněk

$$P_{c1} = \frac{10}{3.6} = 0,555 \quad P_{c2} = \frac{8}{3.6} = 0,444 \quad P_{c3} = \frac{9}{3.6} = 0,5 \quad P_{c4} = \frac{8}{3.6} = 0,444$$

$$P_{c5} = \frac{9}{3.6} = 0,5$$

Vzhledem k faktu, že hodnocení provádí skupina expertů (tým), je v případě využití řádkové matice potřebné vypočítat týmový součinitel vnímání nebezpečí podle Vzorce 8.

$$P_{ct} = \frac{\sum S_{ijk}^E}{S_{vmax} \cdot N_{act,k}^E} \quad (8)$$

$$P_{ct} = \frac{10+8+9+8+9}{3 \cdot (5,6)} = \frac{44}{90} = 0,48$$

Tabulka 15 Souhrnná tabulka UMRA metody

	Špatná diagnóza	Nesprávné nastavení parametrů snímání	Absence ochranných, stínících prvků	Mechanické poškození přístroje	Nedostatečná mobilita přístroje	Mechanické poškození detektoru v ústech	$\sum c1;6$	$Pc1;5$
Expert 1	1	2	2	2	1	2	10	0,56
Expert 2	1	2	1	2	0	2	8	0,44
Expert 3	2	1	1	3	1	1	9	0,5
Expert 4	1	2	2	2	0	1	8	0,44
Expert 5	2	1	1	3	0	2	9	0,5

Součástí výpočtů UMRA rovněž nepravidelně dochází k přezkumu parametru vnímání nebezpečí k-tým expertem (Vzorec 9). Rozdíl mezi jednotlivými hodnotami hodnocení expertů se nedoporučuje větší než je 20%. V tomto případě by bylo potřebné přehodnotit vhodnost daného experta, neboť jeho přístup k provádění analýzy může být určitým způsobem ovlivněn (např. benevolentnost).

$$\frac{P_{ct}}{P_{ck}} \cdot 100 \quad (9)$$

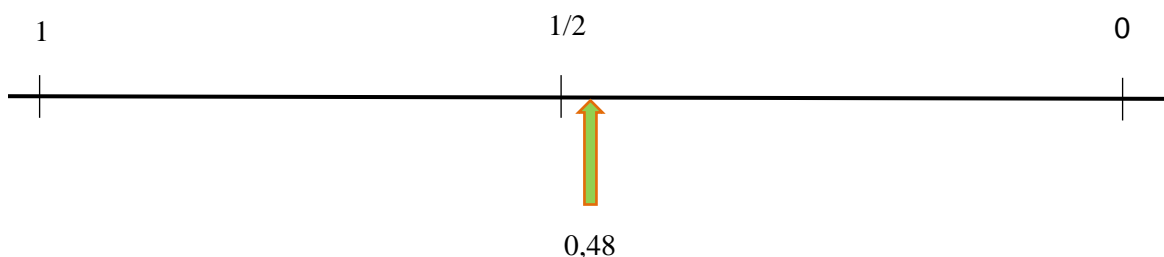
$$\text{Expert 1} \quad \frac{0,48}{0,56} \cdot 100 = 86 \%$$

$$\text{Expert 2} \quad \frac{0,48}{0,44} \cdot 100 = 109 \%$$

$$\text{Expert 3} \quad \frac{0,48}{0,5} \cdot 100 = 88 \%$$

$$\text{Expert 4} \quad \frac{0,48}{0,44} \cdot 100 = 109 \%$$

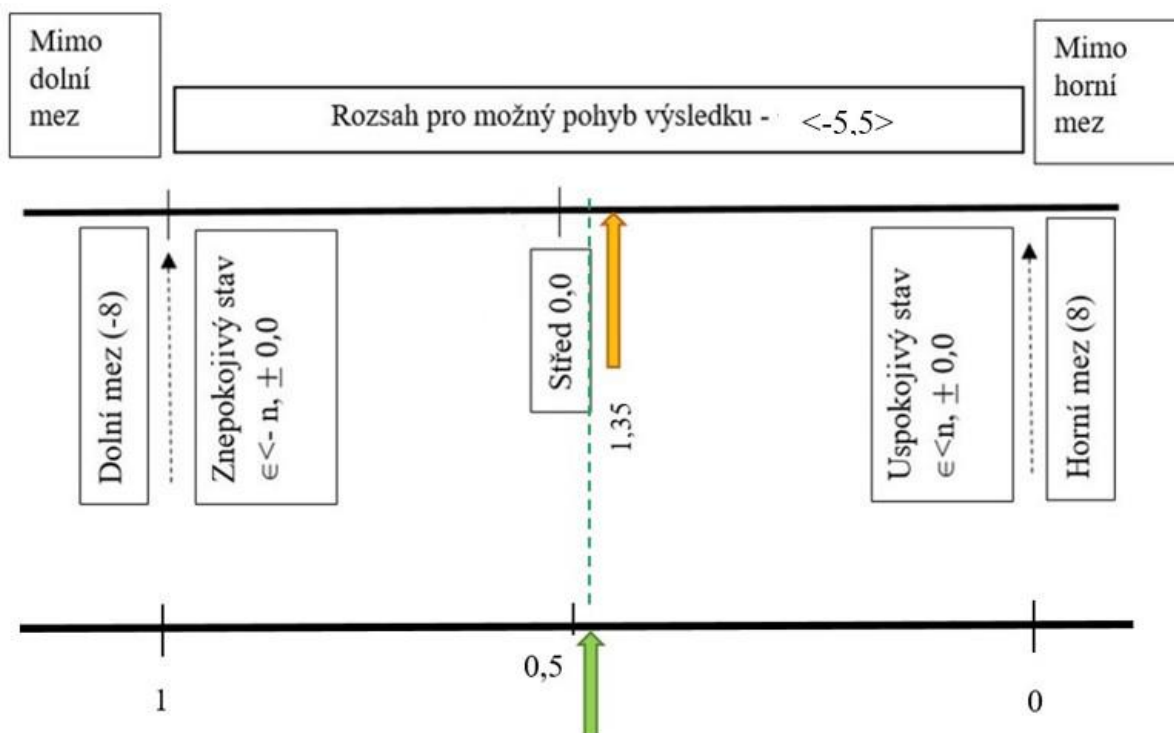
$$\text{Expert 5} \quad \frac{0,48}{0,5} \cdot 100 = 88 \%$$



Obrázek 2 Zobrazení výsledku UMRA

7.2.3. Komparace výsledků analýz

Cílem komparace výsledků, získaných z analýz SWOT a UMRA spočívá k získání důkazu a potvrzení získaného výsledku uspokojivého stavu. K vyhotovení UMRA vedla výzkumná otázka: „Potvrdí uspokojivé výsledky i dílčí analýza na zvoleném přístroji?“ Vzájemná komparace výsledků analýz je vyobrazena na Obrázku 3.



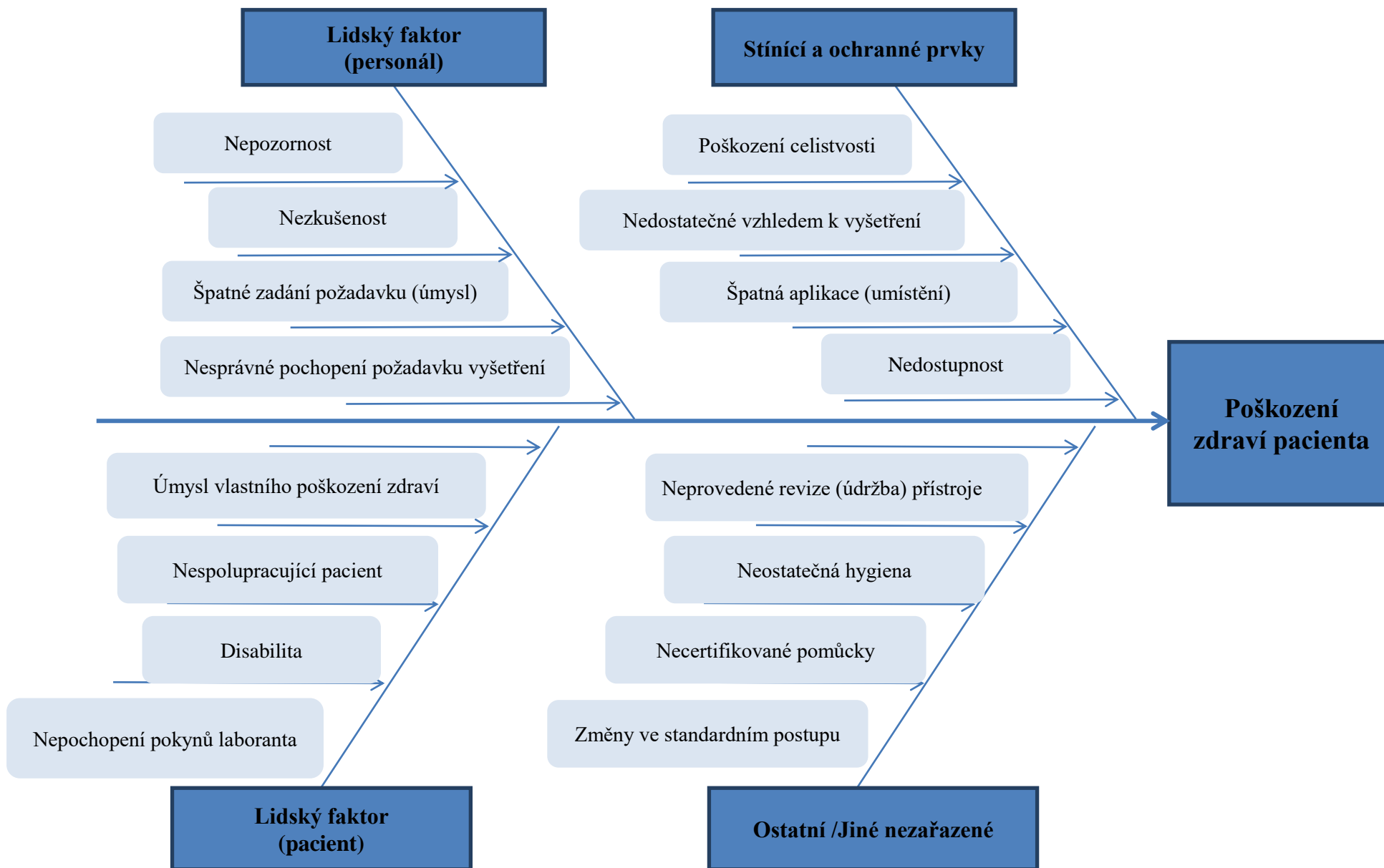
Obrázek 3 Grafické zobrazení komparace obou metod

Z obrázku 3 je patrné, že výsledkem dílčí metody UMRA se podařilo potvrdit uspokojivý stav, přestože obě metody pracují na jiném principu. SWOT analýza je metoda proměnných (analytik může vahou ovlivnit výsledek) a UMRA je metoda

konstantních vah (ovlivnění výsledku vahou není možné) Přesto je rozptyl výsledků metod je minimální. Obě metody potvrzují uspokojivý stav provádění stomatologického RTG vyšetření ve vztahu k zajištění bezpečí pacientů.

Každé vyšetření je zatíženo nebezpečím možného poškození zdraví pacienta. Přes všechny identifikované, monitorované i řízené postupy a procesy, mohou při každodenním provádění vyšetření vzniknout situace (mimořádné události), které mohou být iniciačními zdroji rizik a které mohou organismus pacienta poškodit. K nalezení těchto nebezpečí je použita metoda analýzy rizik nazvaná Ishikavův diagram (tzv. rybí kost, obrázek 4).

Obrázek 4 Ishikavův diagram



8. Diskuze

Tato diplomová práce se zaměřuje na zobrazovací metody, které se využívají ve stomatologické praxi v rámci celé České republiky. Praktická část byla rozdělena na 2 části (dílčí cíle). První část se zaměřila na vyhodnocení dostupnosti RTG přístrojů a zmapování povědomí o možnostech vývoje zobrazovacích metod. A druhá část se pak věnovala aplikaci metod analýzy rizik při hodnocení bezpečnosti vyšetření.

Ke splnění prvního dílčího cíle a hypotéz byl zvolen dotazník v online podobě, z důvodu rychlého získání potřebných dat od velkého počtu respondentů. Kompletně vyplněných dotazníků bylo celkem 264, které byly následně analyzovány a výsledky pak ověřily hypotézy. Nezískání většího počtu respondentů mohlo být ovlivněno časovou vytížeností zubních lékařů.

S tímto prvním dílčím cílem byly spojeny tři hypotézy. První hypotéza ve znění: očekávaná výsledná obrazová informace ovlivňuje volbu druhu zobrazovací metody. Tato hypotéza byla tedy potvrzena. Z dotazníkového šetření vyplynulo, že nejčastější využívanou zobrazovací metodou v praxi stomatologů je intraorální RTG. Tuto modalitu využívá 259 zubních lékařů z celkového počtu dotázaných, což je 98,1 %. IO RTG je součástí běžné stomatologické praxe a měl by být v každé zubní ordinaci. Tyto RTG snímky jsou také součástí preventivních prohlídek, jelikož je snaha o včasné zachycení kazivé léze a neinvazivní léčbu. Zdravotní pojišťovny (dále jen ZP) toto dané vyšetření hradí v plné výši. Výše úhrady ZP, dle stomatologické publikace Stomatologické výkony v roce 2021, je 75 Kč. Vykazuje se zhotovení každého intraorálního rentgenového snímku. Zhotovený snímek pak musí být součástí zdravotnické dokumentace vedené o pacientovi. Zubní lékař podle výsledků dotazníku provede během dne více jak 7 IO RTG.

OPG využívá 163 (61,7 %) dotázaných zubních lékařů, takže lze říci, že i tato metoda je v praxi běžně využívána. Využívá se z důvodu jednoduchosti vyšetření, nespornou výhodou je také to, že na jedné projekci je zobrazena celá oblast zubního oblouku a sousedních struktur obličeje, dále menší radiační dávky, oproti RTG statusu (10 IO snímků) a přehlednost. U OPG je možné přehledně porovnat obě poloviny čelistí a zjistit případné patologické změny. ZP toto vyšetření proplácí

jednou za 2 – 3 roky (280 Kč). Příspěvky pojišťoven jsou podle 32,6 % (86 zubních lékařů) dotázaných také jedním z důvodů pořízení si 2D RTG.

V dotazníku bylo také zjišťováno využití relativně nové snímkovací techniky, kterou je tzv. CBCT. Toto 3D vyšetření dle dotazovaných se v běžné praxi často nevyužívá. Je indikováno pouze v případech, když 2D RTG zobrazení nestačí. Ve své ordinaci jej vlastní pouze 33 stomatologů, což je 12,5% dotázaných. Důvodem mohou být například vysoké pořizovací náklady, nevyužití dané modality a nedostatek prostoru, který je pro daný RTG přístroj nutný. Naopak uvedené důvody, proč si zubní lékaři CBCT pořídili nebo si jej poříditi chtějí, jsou: zlepšení diagnostiky, implantologie, lepší zobrazení 3D rozměr na plánování léčby, využití v endodoncii, zaměření se na stomatochirurgii. CBCT v ČR zdravotní pojišťovna, na rozdíl od IO RTG a OPG, neproplácí. V průměru za tuto modalitu pacient zaplatí 1500 Kč. Dle předpokladů, ale bude mít RTG vyšetření stále vzrůstající tendenci. Pacienti jsou ochotní za stomatologické zákroky a vyšetření si zaplatit a také do praxe nastupuje mladší generace stomatologů, kteří se nebrání využívání nových moderních postupů a technologií. Proto lze předpokládat, že CBCT se stane do budoucna běžnou součástí zubních ordinací.

Znění druhé hypotézy: přímá digitalizace patří k nejméně frekventovanému způsobu získání dat u intraorálního rentgenu. Tato hypotéza byla také potvrzena. Analýzou dat bylo zjištěno, že digitalizované RTG přístroje jsou už na většině pracovišť, kde ordinují oslovení zubní lékaři. Pouze 3% dotázaných (8 stomatologů) uvedlo, že pracují stále s analogovým typem zobrazování, 63,6 % (168) dotázaných využívá přímou digitalizace a 35,6 % (94) digitalizaci nepřímou. V provedených zmíněných zahraničních výzkumech zjistili, že např. v Německu v roce 2013 64 % dotázaných stomatologů využívá stále analogovou technologii, 23% využívá systémy fosforových desek (SPP) a 13% CCD detektory. Dále tato německá studie zjistila, že doba expozice s filmem je dvakrát vyšší než doba expozice pro SPP a 2,8 krát vyšší než pro systémy CCD. Ve Švédsku výsledky studie z roku 2017 ukazují, že už 98% oslovených zubních lékařů pracuje s digitalizovanými RTG přístroji a pouze 2% využívají pro zobrazování stále film. A publikované výsledky studie z Belgie z roku 2018 zase říkají, že 90 % stomatologů používá pro snímkování digitální senzor a 10% stále metodu analogovou. (Snel, 2018; Svenson, 2018; Anissi, 2014) Ze závěrů těchto studií můžeme vydedukovat, že analogový způsob získávání

obrazu už se postupně vytrácí a za pár let se nebudou zřejmě využívat vůbec. Tento pokrok má nespočet výhod a to například snížení radiační dávky, zkrácení času prováděného vyšetření, nevyužívání temných komor pro vyvolání snímku, postprocessing, ukládání snímků do systému PACS atd.

Poslední, třetí hypotézou k prvnímu dílčímu cíli je: Vývoj zobrazovacích metod je aktivně sledován zubními lékaři. Lze říci, že vývoj technologií jde v dnešní době velice rychle dopředu a výjimkou nejsou ani stomatologické zobrazovací metody. Proto se tato práce zaměřuje také na sledování aktuálního vývoje zubní radiologie. Z 264 oslovených stomatologů 92 (34,8 %) odpovědělo, že vývoj zobrazovacích metod průběžně sleduje, 168 (63,6 %) respondentů ho sleduje jen nahodile a pouze 4 (1,5 %) nejeví o vývoj žádný zájem. Tato hypotéza byla tedy také potvrzena. Orientace v novinkách z dentální radiologie může mít pro zubního lékaře, ale také pro pacienta, značný význam z důvodů následného využití nejnovějších technologií a metod. Nejčastějšími způsoby získávání informací dle získaných dat jsou internetové zdroje, kde můžeme zařadit diskuze na odborných webových stránkách a diskuze na sociálních sítích. Dále odborné články a literatura, organizovaná školení, marketingové nabídky výrobců, kongresy a konference. Mezi další užitečné zdroje informací mohou být zařazeny také diskuze s kolegy. Kolegové mohou mít rozdílné zkušenosti a informace o dané metodě a tak si navzájem jednoduše předají užitečné informace.

Druhý dílčí cíl se věnoval identifikaci nebezpečí, rizik, která jsou spojena s prováděnými vyšetřeními. Znění vyplývající hypotézy: Úroveň systému bezpečnosti RTG vyšetření ve stomatologii je dostačující. Na základě podkladů (výsledků) z aplikovaných rizik je možné konstatovat a definovat závěr, že hypotézu 2/1 lze potvrdit, neboť výsledky potvrdily, že prováděná vyšetření jsou bezpečná. K tomu byly použity tři metody využívané k identifikaci rizik. Zpracovaná SWOT analýza byla vyhotovena pro kumulované procesy vyšetření na všech v praxi využívaných přístrojích. Jedna se o strategickou analýzu, od které se jednoznačně nedají očekávat výstupy o nebezpečích a rizicích. Lze však považovat za přínosné, že díky této metodě dochází k nalezení hodnocení silných, slabých stránek, příležitostí a hrozeb při vyšetření. Podrobný popis včetně postupu a výpočtu i hodnocení výsledků je provedeno v kapitole 7.2.1. Druhá metoda UMRA je vytvořena ve spolupráci s týmem expertů, kteří využívali srovnávací logicko-numerickou

analýzu. Pro metodu UMRA platí, že s rostoucím počtem expertů roste vypovídající hodnota analýzy. V předložené práci je UMRA metoda použita na využití konkrétního přístroje, který je použitý při vyšetření. Poslední použitá metoda Ishikavův diagram snadno, transparentně prezentuje možná nebezpečí, která mohou při vyšetření vzniknout. Nadefinovaná rizika uvedená v diagramu, byla získána za použití metody brainwritingu a tvoří jednotlivá nebezpečí, která mohou vést k vrcholové události v tomto případě poškození zdraví pacienta.

Závěr

V dnešní době zobrazovací metody ve stomatologii jsou jedním z nejčastějších prováděným radiologickým úkonem nejen České republiky, ale i ve světě. Využití radiologických metod má tedy zde nezastupitelné místo pro zvýšení diagnostické a terapeutické kvality. V posledních letech došlo k významnému rozvoji samostatných oborů stomatologie a radiologie, které jsou při diagnostice i při vlastním léčení pacienta používány v praxi.

V předložené diplomové práci jsou na základě dohledaných informací a analýzy získaných dat z dotazníkového šetření prezentovány závěry o neinvazivních vyšetřovacích metodách, které jsou v současnosti nejvíce využívány. Byla zmapována a vyhodnocena dostupnost zobrazovacích metod v zubních ordinacích a dle získaných dat je v praxi nejvíce využíván intraorální RTG a OPG. Tyto metody jsou obvykle součástí každé zubní ordinace. Podle získaných informací stomatologové také obvykle aktivně sledují vývoj a možnosti zobrazovacích technik a proto v praxi využívají převážně digitální technologie.

V práci také byly analyzovány a hodnoceny rizika pomocí aplikace metod analýzy rizik. K tomu byly použity tři využívané metody a to SWOT analýza, UMRA a Ishikavův diagram.

Přínos práce je spatřován v provedení průzkumu používání sledovaných RTG přístrojů v ordinacích zubních lékařů, kdy zjištěná data mohou posloužit jako vstupní poznatky k plánování frekvence, obsahu i rozsahu odborného vzdělávání specializované firmy. Dále jako významný podklad cílené nabídky přístrojů. Výsledky práce mohou sloužit také ke konzultaci odborné veřejnosti a zástupců zdravotních pojišťoven k modulaci finančních příspěvků za poskytovanou péči. Dále pak seznámení pacientů s RTG přístroji, s jejich významem a přínosem v procesu jejich ošetření chrupu.

Tento výzkum může sloužit jako základ pro další výzkumy, které by mohly pomoci k efektivnějšímu sledování využívaných zobrazovacích metod v zubním lékařství.

Referenční seznam

- 1) AL ABDUWANI, Janan, Laura ZILINSKIENE, Steve COLLEY et al., 2016. Cone beam CT paranasal sinuses versus standard multidetector and low dose multidetector CT studies. *American Journal of Otolaryngology* [online]. **37**(1), 59-64 [cit. 2021-5-10]. ISSN 01960709. Dostupné z: doi:10.1016/j.amjoto.2015.08.002
- 2) AMORIM, Paulo H. J., Thiago F. MORAES, Jorge V. L. et al. 2020. Reconstruction of Panoramic Dental Images Through Bézier Function Optimization. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* [online]. 2020, **8**(8), 1-8 [cit. 2021-4-11]. ISSN 2296-4185. Dostupné z: doi:10.3389/fbioe.2020.00794
- 3) ANISSI, H. a M. GEIBEL, 2014. Intraoral Radiology in General Dental Practices – A Comparison of Digital and Film-Based X-Ray Systems with Regard to Radiation Protection and Dose Reduction. *RöFo - Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren* [online]. **186**(08), 762-767 [cit. 2021-5-10]. ISSN 1438-9029. Dostupné z: doi:10.1055/s-0034-1366256
- 4) DENKIEWICZ, Katarzyna, Paweł KALINOWSKI, Karolina FUTYMA, et al., 2017. Awareness of bitewings among polish dentists. *Dental and Medical Problems* [online]. **54**(3), 259-262 [cit. 2021-4-11]. ISSN 1644-387X. Dostupné z: doi:10.17219/dmp/75985
- 5) DIEF, Sandy, Analia VEITZ-KEENAN, Niloufar AMINTAVAKOLI et al., 2019. A systematic review on incidental findings in cone beam computed tomography (CBCT) scans. *Dentomaxillofacial Radiology* [online]. **48**(7), 1-12 [cit. 2021-4-17]. ISSN 0250-832X. Dostupné z: doi:10.1259/dmfr.20180396
- 6) FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA, Jan BAXA et al., 2015. *Základy zobrazovacích metod*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-164-3.
- 7) GUMRU, Birsay, Bilge TARCIN a Ender IDMAN, 2021. Cross-contamination and infection control in intraoral digital imaging: a comprehensive review. *Oral Radiology* [online]. **37**(2), 180-188 [cit. 2021-4-10]. ISSN 0911-6028. Dostupné z: doi:10.1007/s11282-020-00452-z
- 8) HEGDE, Shruthi, Vidya AJILA, JasmineShanti KAMATH, et al., 2018. Importance of cone-beam computed tomography in dentistry: An update. *SRM*

- Journal of Research in Dental Sciences* [online]. **9**(4), 1-10 [cit. 2021-5-11]. ISSN 0976-433X. Dostupné z: doi:10.4103/srmjrds.srmjrds_26_18
- 9) HOUBA, Robert, Hana BÖHMOVÁ a Jan ČERNÝ, 2021. *STOMATOLOGICKÉ VÝKONY V ROCE 2021*. Praha: Česká stomatologická komora. ISBN 978-80-907891-1-1.
- 10) JACOBS, Reinhilde, Benjamin SALMON, Marina CODARI, et al., 2018. Cone beam computed tomography in implant dentistry: recommendations for clinical use. *BMC Oral Health* [online]. **18**(1), 1-16 [cit. 2021-4-17]. ISSN 1472-6831. Dostupné z: doi:10.1186/s12903-018-0523-5
- 11) JAYACHANDRAN, Sadaksharam, 2017. Digital imaging in dentistry: A review. *Contemporary Clinical Dentistry* [online]. **8**(2), 193-194 [cit. 2021-4-7]. ISSN 0976-237X. Dostupné z: doi:10.4103/ccd.ccd_535_17
- 12) JURISIĆ, Sanja, Davor PLANINIĆ a Sabljo SILVIJA, 2019. RADIOLOGIJA U STOMATOLOGIJI. *Zdravstveni glasnik* [online]. Bosnia and Herzegovina, 23.09.2019, **2019**(2), 86-94 [cit. 2021-4-8]. ISSN 2303-8616. Dostupné z: <https://hrcak.srce.hr/228917?lang=en>
- 13) JURSIKOVÁ, Eva a Michaela VOSTŘÁKOVÁ, 2019. Používání zubních RTG a požadavky na registraci této činnosti. *LKS:časopis České stomatologické komory*. Praha: Česká stomatologická komora, **2019**(03), 42-43. ISSN 1210-3381.
- 14) KREJČÍ, Přemysl, 2009. *Dentální radiologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 80-244-1452-X.
- 15) LEHOTSKÁ, Viera a Alžbeta KRŠÁKOVÁ, 2018. *Rádiológia pre stomatológov*. Bratislava: Veda. ISBN 978-80-224-1644-3.
- 16) LI, Yong, Bingsheng HUANG, Jun CAO, et al. WU, 2020. ESTIMATING RADIATION DOSE TO MAJOR ORGANS IN DENTAL X-RAY EXAMINATIONS: A PHANTOM STUDY. *Radiation Protection Dosimetry* [online]. **192**(3), 328-334 [cit. 2021-5-12]. ISSN 0144-8420. Dostupné z: doi:10.1093/rpd/ncaa196
- 17) MASTHOFF, Max, Mirjam GERWING, Malte MASTHOFF, et al., 2019. Dental Imaging – A basic guide for the radiologist. *RöFo - Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren* [online]. **191**(03), 192-198 [cit. 2021-4-15]. ISSN 1438-9029. Dostupné z: doi:10.1055/a-0636-4129

- 18) MAZÁNEK, Jiří, 2018. *Zubní lékařství: pro studující nestomatologických oborů*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5807-7.
- 19) MOVAHED, Reza, Carlos MORALES-RYAN, Will R. ALLEN, et al., 2017. Outcome Assessment of 603 Cases of Concomitant Inferior Turbinectomy and Le Fort I Osteotomy. *Baylor University Medical Center Proceedings* [online]. **26**(4), 376-381 [cit. 2021-5-11]. ISSN 0899-8280. Dostupné z: doi:10.1080/08998280.2013.11929010
- 20) NEJATIAN, Touraj, Sanam ALMASSI, Azita FARHADI SHAMSABADI, et al., 2019. Digital dentistry. *Advanced Dental Biomaterials* [online]. London: Elsevier, 2019, s. 507-540 [cit. 2021-5-11]. ISBN 9780081024768. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-08-102476-8.00019-0
- 21) NITSCHKE, Julia, Lara SCHORN, Henrik HOLTSMANN, et al., 2021. Image quality of a portable X-ray device (Nomad Pro 2) compared to a wall-mounted device in intraoral radiography. *Oral Radiology* [online]. **37**(2), 224-230 [cit. 2021-4-6]. ISSN 0911-6028. Dostupné z: doi:10.1007/s11282-020-00434-1
- 22) OSN. Program OSN pro ochranu životního prostředí. Ionizující záření: účinky a zdroje [online]. Program OSN pro ochranu životního prostředí, 2016. ISBN: 978-92-807-3600-7. [Cit. 24.4.2019]. Dostupné: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/dokumenty/Radiation_Czech_27_Dec_2016_Web.pdf
- 23) PAICHL, Přemysl, 2000. *Dějiny zubní medicíny*. Praha: Nuga. ISBN 80-859-0312-1.
- 24) PASLER, Friedrich Anton a Heiko VISSER, 2007. *Stomatologická radiologie: kapesní atlas: 798 vyobrazení*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1307-6.
- 25) PAUWELS, R, K ARAKI, J H SIEWERDSEN et al., 2015. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. *Dentomaxillofacial Radiology* [online]. **44**(1), 1-63 [cit. 2021-4-17]. ISSN 0250-832X. Dostupné z: doi:10.1259/dmfr.20140224
- 26) ROZYLO-KALINOWSKA, Ingrid, 2020. Introduction to Dental Radiography and Radiology. ROZYLO-KALINOWSKA, Ingrid. *Imaging Techniques in Dental Radiology* [online]. Cham: Springer International Publishing, 2020-08-01, s. 1-5 [cit. 2021-4-8]. ISBN 978-3-030-41371-2.
- 27) SEIDL, Zdeněk, 2012. *Radiologie pro studium i praxi*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4108-6.

- 28) SINGH, Manjeet a Syed Zameer KHURSHAID, 2020. Evaluation of morphological variation of mandibular condyle using panoramic radiography. *International Journal of Applied Dental Sciences* [online]. 2020, **2020**(6), 478-480 [cit. 2021-4-11]. ISSN 2394-7497. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.22271/oral.2020.v6.i4g.1107>
- 29) SNEL, Robin, Ellen VAN DE MAELE, Constantinus POLITIS et al., 2018. Digital dental radiology in Belgium: a nationwide survey. *Dentomaxillofacial Radiology* [online]. **47**(8), 1-19 [cit. 2021-4-24]. ISSN 0250-832X. Dostupné z: doi:[10.1259/dmfr.20180045](https://doi.org/10.1259/dmfr.20180045)
- 30) STAHRMER, Ulf, 2018. Using Flight-Time to Contextualize Radiological Dose. *The Physics Teacher* [online]. **56**(8), 508-511 [cit. 2021-5-12]. ISSN 0031-921X. Dostupné z: doi:[10.1119/1.5064556](https://doi.org/10.1119/1.5064556)
- 31) SÚJB, 2017. *Používání zubních rentgenových zařízení, veterinárních rentgenových zařízení a kostních denzitometrů po 1. 1. 2017, podle zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon*. Praha. Dostupné také z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/formulare-a-dalsi-informace-o-spravnim-rizeni-povoleni-registraci-ohlaseni-hlaseni-dovozu-atd>
- 32) SÚJB, 2020. ZPRÁVA SÚJB: Povinnost registrace do konce roku 2021. In: CAMOSCI CZECH s.r.o. [online]. Brno: CAMOSCI CZECH s.r.o.. [cit. 2021-4-5]. Dostupné z: <https://inews.camosci.cz/clanky/legislativa/?i=zprava-sujb-povinnost-registrace-do-konce-roku-2021-541>
- 33) SÚJB, 2021. Používání rentgenů - lékařské ozáření. In: SÚJB: Státní úřad pro jadernou bezpečnost [online]. Praha [cit. 2021-5-14]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/pouzivani-rentgenu-lekarske-ozareni>
- 34) SÚKUPOVÁ, Lucie, 2011 - 2021. Efektivní dávky při dentálních rentgenových vyšetřeních. In: *Lucie Sůkupová: Něco málo o zobrazování a dávkách v radiodiagnostice, ale i mimo ni, aneb co by Vás mohlo zajímat...* [online]. Praha: Lucie Sůkupová [cit. 2021-5-14]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/efektivni-davky-pri-dentalnich-rentgenovych-vysetrenich/>
- 35) SÚRO, 2021. Přírodní radioaktivita a problematika radonu: Přírodní radioaktivita a její rozdělení. In: *SÚRO: Státní ústav radiální ochrany, v. v. i.*

- [online]. Praha: SÚRO [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/prirodnioz>
- 36) SVENSON, Björn, Katri STÅHLNACKE, Reet KARLSSON et al.. Dentists' use of digital radiographic techniques: Part I – intraoral X-ray. *Acta Odontologica Scandinavica* [online]. **76**(2), 111-118 [cit. 2021-4-24]. ISSN 0001-6357. Dostupné z: doi:10.1080/00016357.2017.1387930
- 37) SVOBODOVÁ, Barbora, 2007. Provoz a obsluha zubních RTG zařízení po 1. 1. 2017 v souladu s požadavky SÚJB. In: *CAMOSCI CZECH s.r.o.: Legislativa* [online]. Brno: CAMOSCI CZECH, 4.4.2017 [cit. 2021-4-5]. Dostupné z: <https://inews.camosci.cz/clanky/legislativa/?i=provoz-a-obsluha-zubnich-rtg-zarizeni-po-1-1-2017-v-souladu-s-pozadavky-sujb-476>
- 38) TSAPAKI, V., 2017. Radiation protection in dental radiology – Recent advances and future directions. *Physica Medica* [online]. 5. 8. 2017, **2017**(44), 222-226 [cit. 2021-4-15]. ISSN 11201797. Dostupné z: doi:10.1016/j.ejmp.2017.07.018
- 39) VANDENBERGHE, Bart, 2018. The digital patient – Imaging science in dentistry. *Journal of Dentistry* [online]. červenec 2018, **74**(74), S21-S26 [cit. 2021-5-11]. ISSN 03005712. Dostupné z: doi:10.1016/j.jdent.2018.04.019
- 40) VIRDI, Mandeep Singh, ed., 2015. *Emerging Trends in Oral Health Sciences and Dentistry* [online]. Ankara: InTech [cit. 2021-5-10]. ISBN 978-953-51-2024-7. Dostupné z: <https://www.intechopen.com/books>
- 41) VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.
- 42) WHITE, Stuart C. a Michael J. PHAROAH, 2008. The Evolution and Application of Dental Maxillofacial Imaging Modalities. *Dental Clinics of North America* [online]. **52**(4), 689-705 [cit. 2021-5-10]. ISSN 00118532. Dostupné z: doi:10.1016/j.cden.2008.05.006

Seznam zkratek

AZ	atomový zákon
CBCT	ConeBeam CT
CT	výpočetní tomografie
RTG	rentgenové záření
FOV	field of view
IO	intraorální
IZ	ionizující záření
Kv	kilovolt
mA	miliampéry
mSv	milisievert
NAZ	nový atomový zákon
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
OPG	ortopantomogram
ORL	otorhinolaryngologie
PA	zadopřední
US	ultrasonografie
VRO	vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje
ZDS	zkouška dlouhodobé stability
ZP	zdravotní pojišťovna
2D	dvourozměrný
3D	trojrozměrný

Seznam tabulek

- Tabulka 1: Termíny provedení zkoušky dlouhodobé stability zdroje IZ
- Tabulka 2: Výhody a nevýhody jednotlivých způsobů snímání
- Tabulka 3 Průměrné expozice obyvatel podle zdrojů záření
- Tabulka 4 Efektivní dávky pro různá RTG vyšetření zubů
- Tabulka 5: Věk respondentů
- Tabulka 6: Zastoupení respondentů v krajích ČR
- Tabulka 7: Roky praxe respondentů
- Tabulka 8: Nejvyužívanější zobrazovací metody
- Tabulka 9: Počet IO snímků za den
- Tabulka 10: Závislost typu digitalizace RTG zařízení na délce praxe respondenta
- Tabulka 11: Počet snímků OPG za den
- Tabulka 12: Získávání aktuálních informací o RTG přístrojích
- Tabulka 13: SWOT analýza RTG stomatologického vyšetření
- Tabulka 14: Stanovení rozsahu stupně nebezpečí
- Tabulka 15: Souhrnná tabulka UMRA metody

Seznam obrázků

Obrázek 1	Zobrazení výsledku SWOT analýzy
Obrázek 2	Zobrazení výsledku UMRA
Obrázek 3	Grafické zobrazení komparace obou metod
Obrázek 4	Ishikavův diagram

Seznam Příloh

- Příloha 1 Snímek z intraorálního RTG
- Příloha 2 Intraorální RTG
- Příloha 3 Snímek z OPG
- Příloha 4 OPG
- Příloha 5 CBCT
- Příloha 6 3D rekonstrukce CBCT
- Příloha 7 Snímek CBCT
- Příloha 8 Rekonstrukce CBCT
- Příloha 9 Souhlasné stanovisko Etické komise
- Příloha 10 Veškeré výsledky dotazníkového šetření

Přílohy

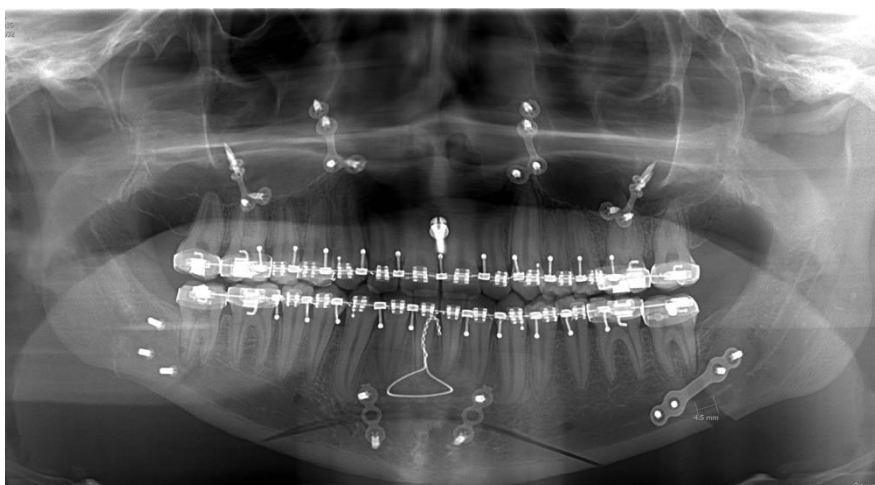
Příloha 1: Snímek z intraorálního RTG



Příloha 2: Intraorální RTG



Příloha 3: Snímek z OPG



Příloha 4: OPG



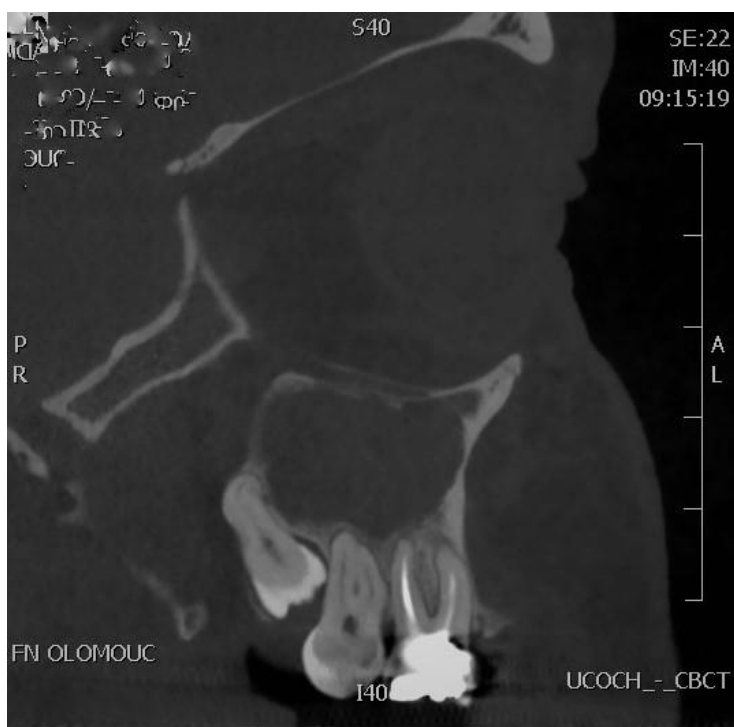
Příloha 5: CBCT



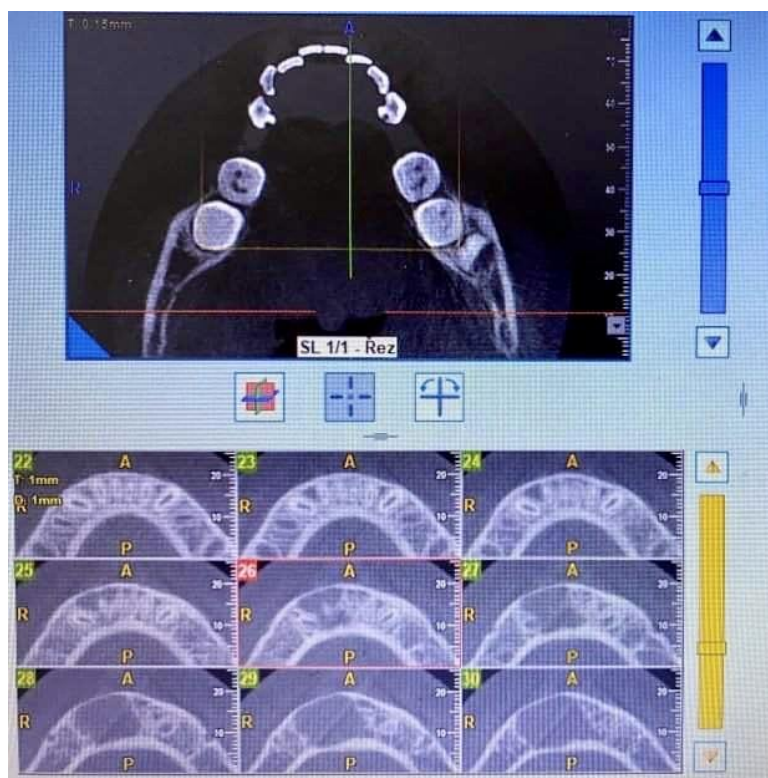
Příloha 6: 3D rekonstrukce



Příloha 7: Snímek CBCT



Příloha 8: Rekonstrukce CBCT





Fakulta
zdravotnických věd

Genius loci ...

UPOL-59244/1070-2021

Vážená paní
Bc. Anna Zajícová

2021-03-09

Vyjádření Etické komise FZV UP

Vážená paní bakalářko,

na základě Vaší Žádosti o stanovisko Etické komise FZV UP byla Vaše výzkumná část diplomové práce posouzena a po vyhodnocení všech zaslaných dokumentů Vám sdělujeme, že diplomové práci s názvem „**Zobrazovací metody ve stomatologii**“, jehož jste hlavní řešitelkou, bylo uděleno

souhlasné stanovisko Etické komise FZV UP .

S pozdravem,

Mgr. Lenka Mazalová, Ph.D.
předsedkyně
Etické komise FZV UP

Fakulta zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci
Hněvotínská 3 | 775 15 Olomouc | T: 585 632 880
www.fzv.upol.cz

Statistika respondentů

505

Počet návštěv

264

Počet dokončených

1

Počet nedokončených

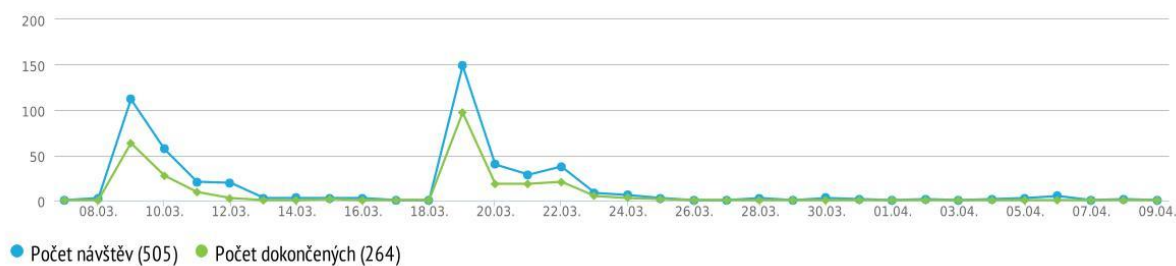
240

Pouze zobrazení

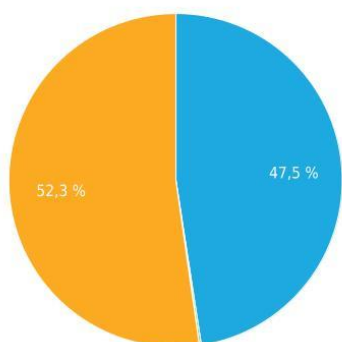
52,3 %

Celková úspěšnost vyplnění dotazníku

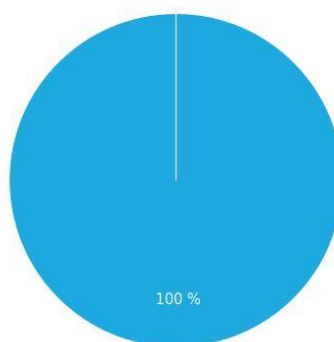
Historie návštěv (09. 03. 2021 – 25. 03. 2021)



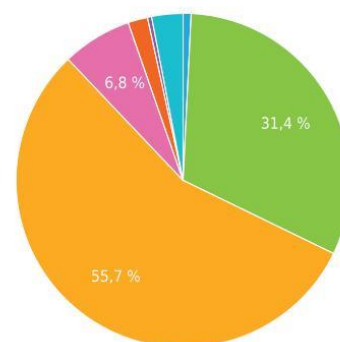
Celkem návštěv



Zdroje návštěv



Čas vyplňování dotazníku



- Pouze zobrazeno (47,5 %)
- Nedokončeno (0,2 %)
- Dokončeno (52,3 %)

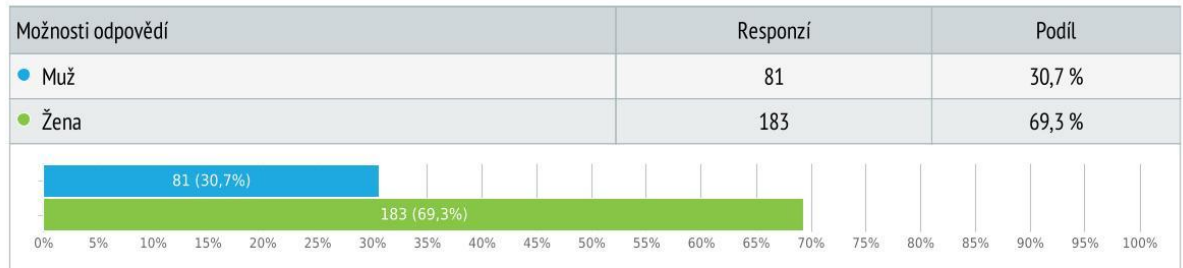
- Přímý odkaz (100 %)

- <1 min. (0,8 %)
- 1-2 min. (31,4 %)
- 2-5 min. (55,7 %)
- 5-10 min. (6,8 %)
- 10-30 min. (1,9 %)
- 30-60 min. (0,4 %)
- >60 min. (3,0 %)

Výsledky

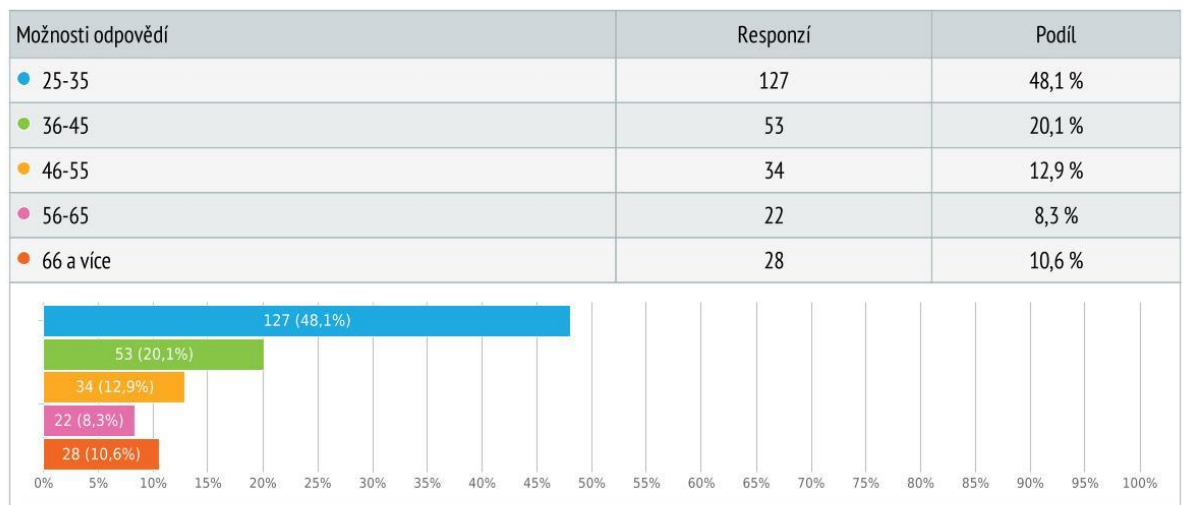
Pohlaví

Výběr z možností, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x



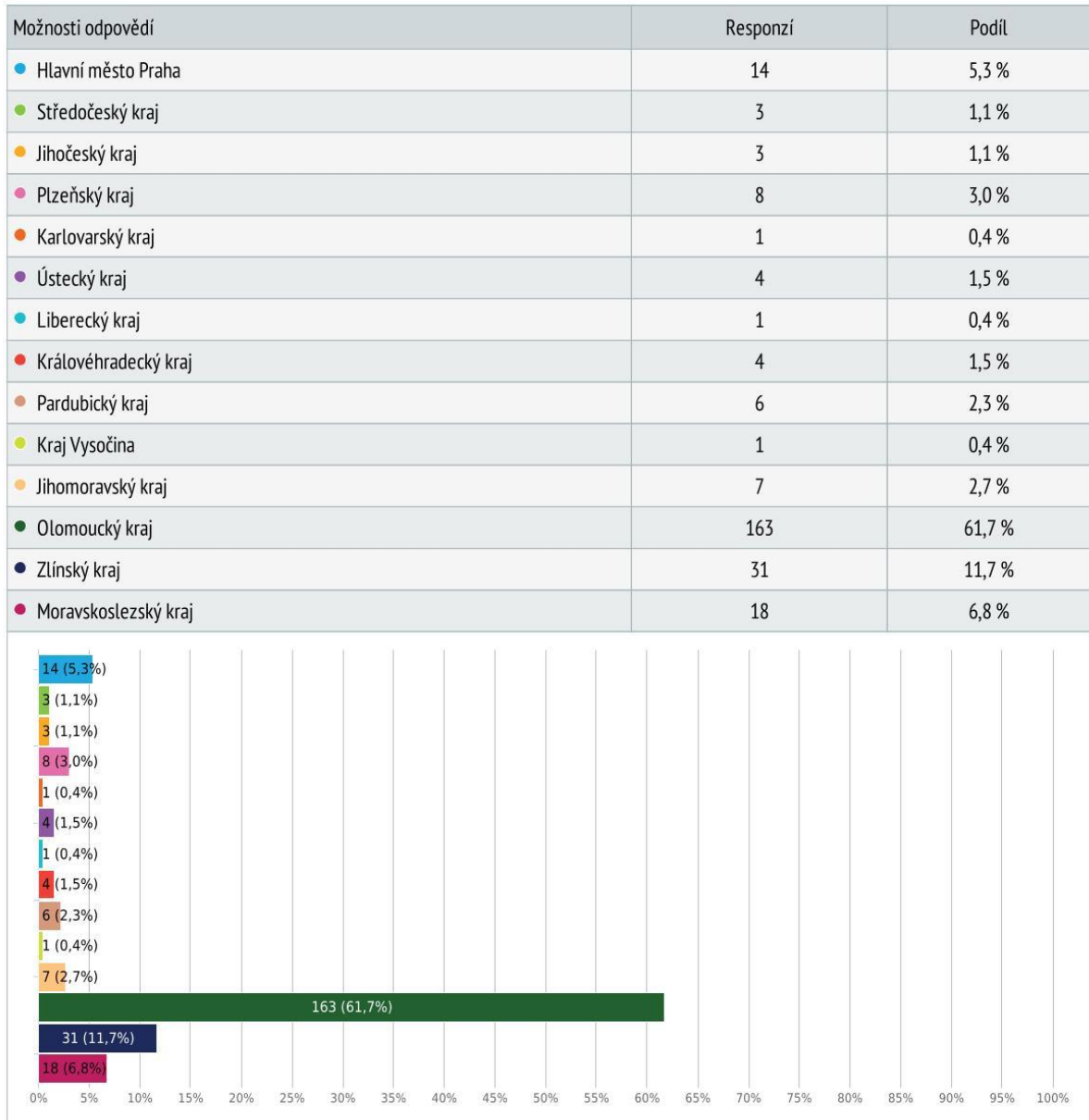
Jaký je Váš věk?

Výběr z možností, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x



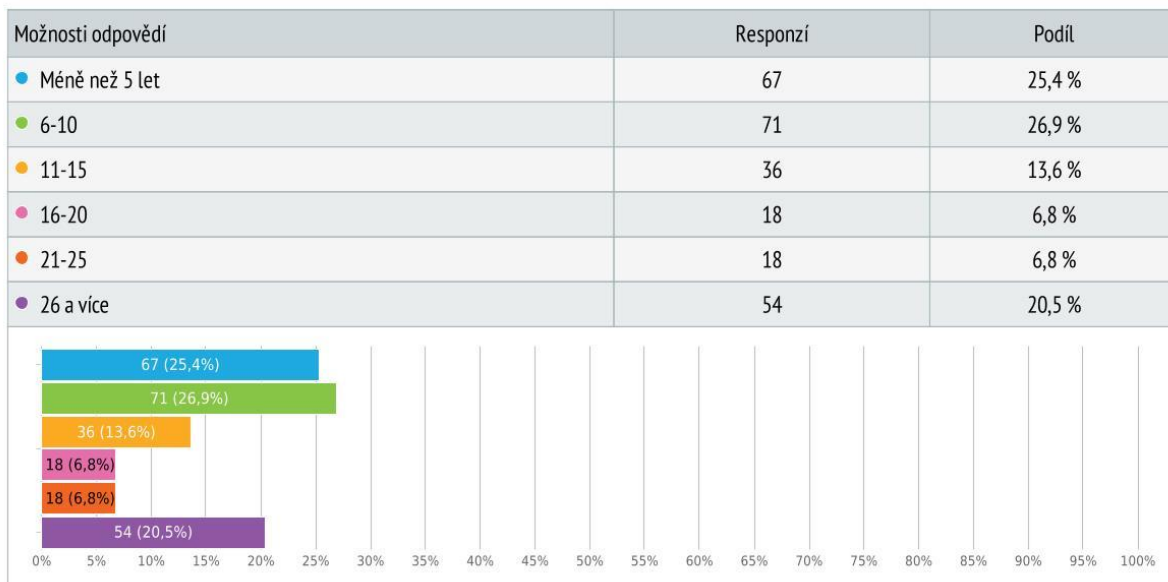
V rámci kterého kraje ČR svou praxi vykonáváte?

Výběr z možností, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x



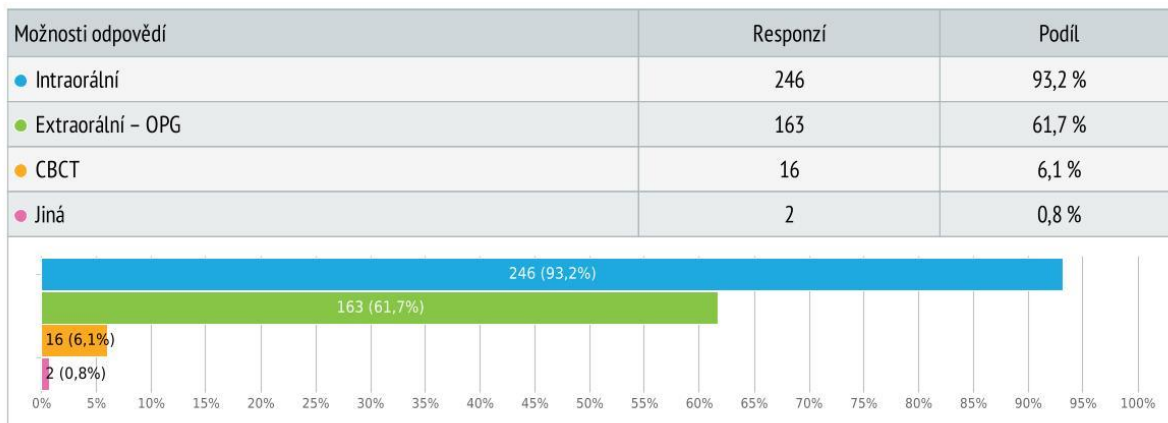
Jak dlouho provozujete svou odbornou praxi?

Výběr z možností, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x



Jakou zobrazovací metodu využíváte při své praxi nejčastěji?

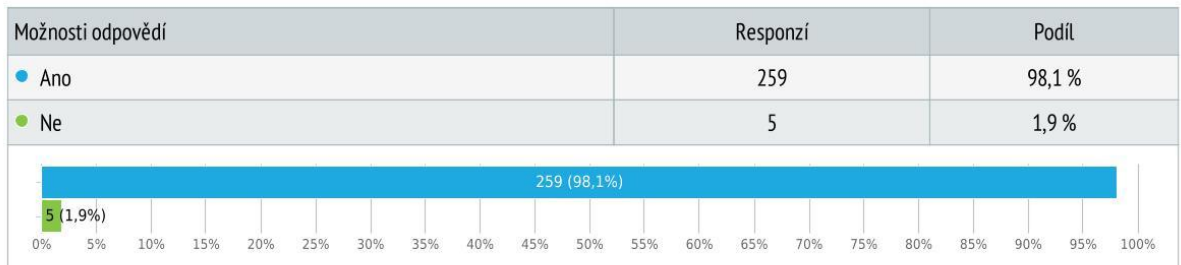
Výběr z možností, více možných, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x



- Diagnostom, OPG jednou za dva roky u vybraných pacientů
- kefalo

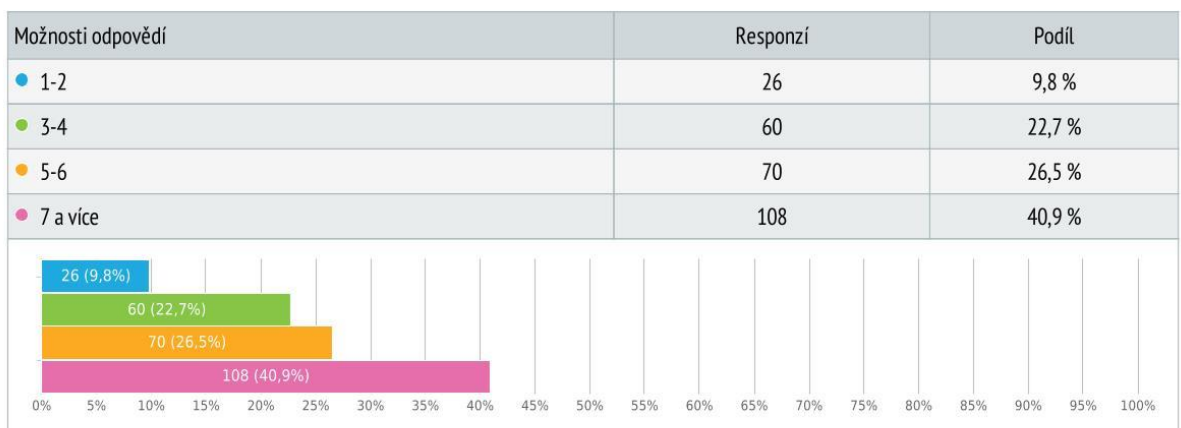
Je součástí vaší ordinace intraorální RTG?

Výběr z možností, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x



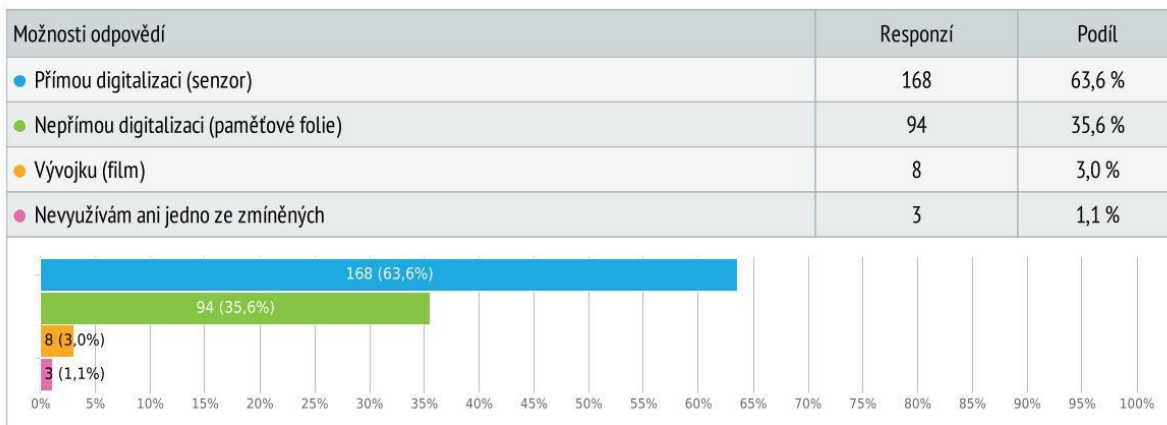
Kolik snímků denně uděláte?

Výběr z možností, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x



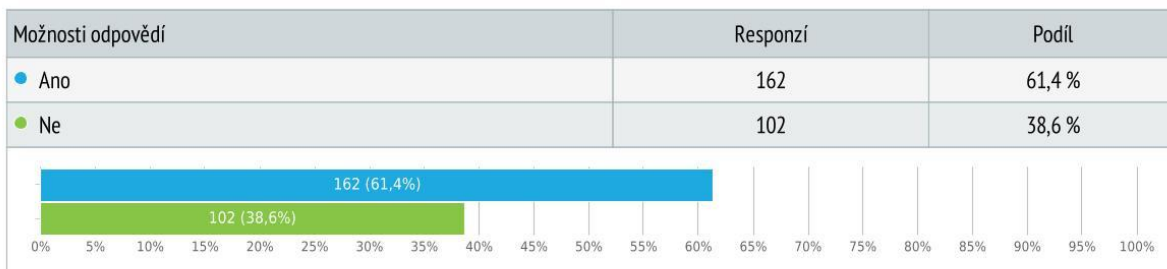
K zobrazení využíváte:

Výběr z možností, více možných, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x



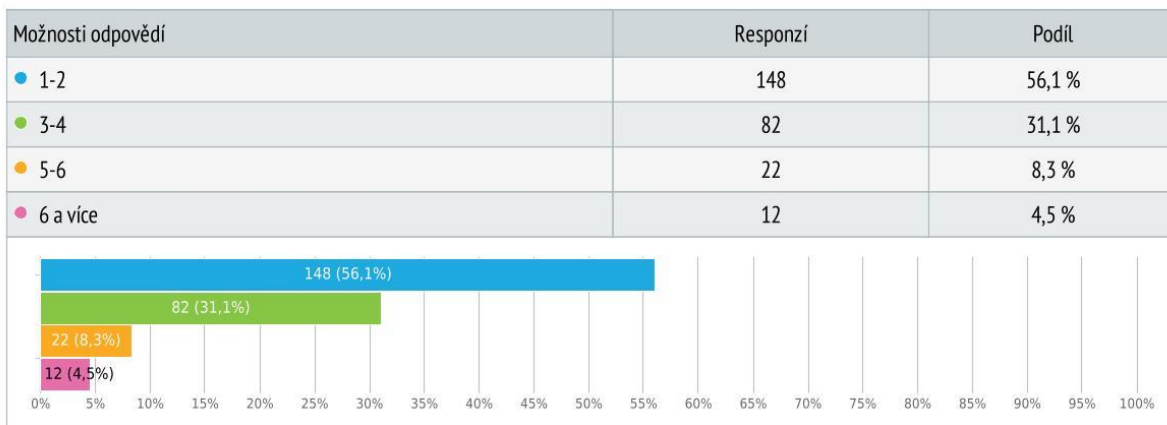
Vlastníte ve své ordinaci OPG?

Výběr z možností, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x



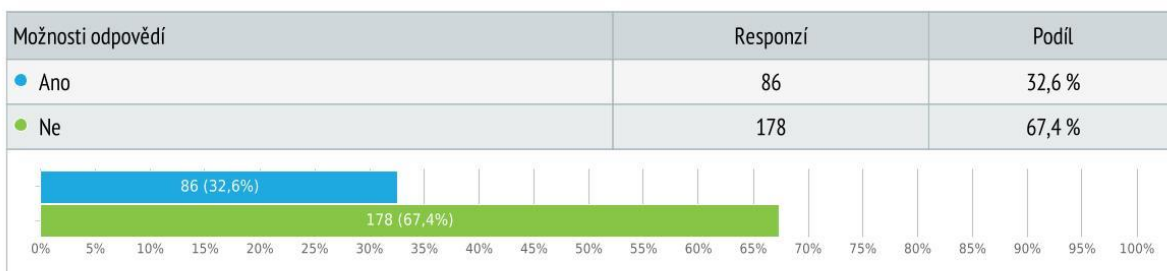
Kolik snímků OPG denně uděláte?

Výběr z možností, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x



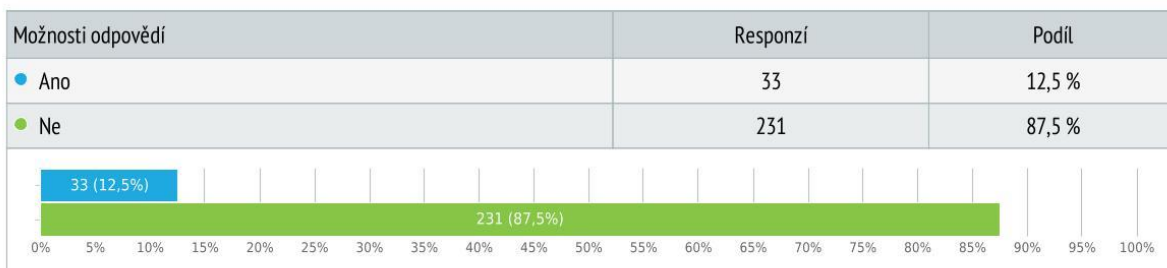
Je jeden z důvodů pořízení si 2D RTG také finanční přínos (příspěvky pojišťoven)?

Výběr z možností, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x



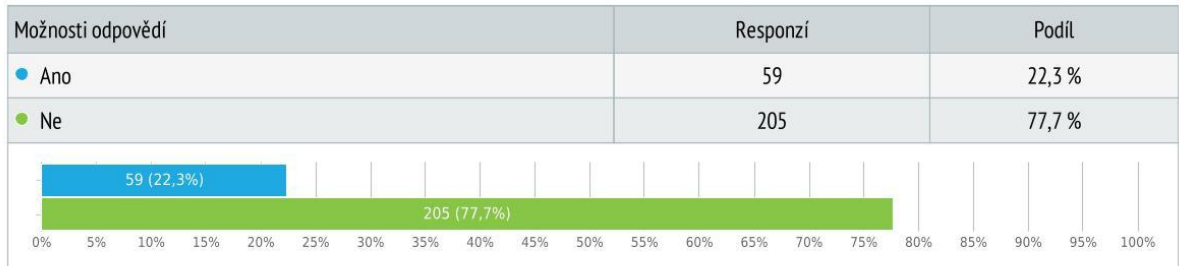
Vlastníte ve své ordinaci CBCT?

Výběr z možností, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x



V případě že NE, plánujete si do budoucna CBCT pořídit?

Výběr z možností, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x



Z jakého důvodu jste si CBCT pořizovali, případně si jej chcete pořídit?

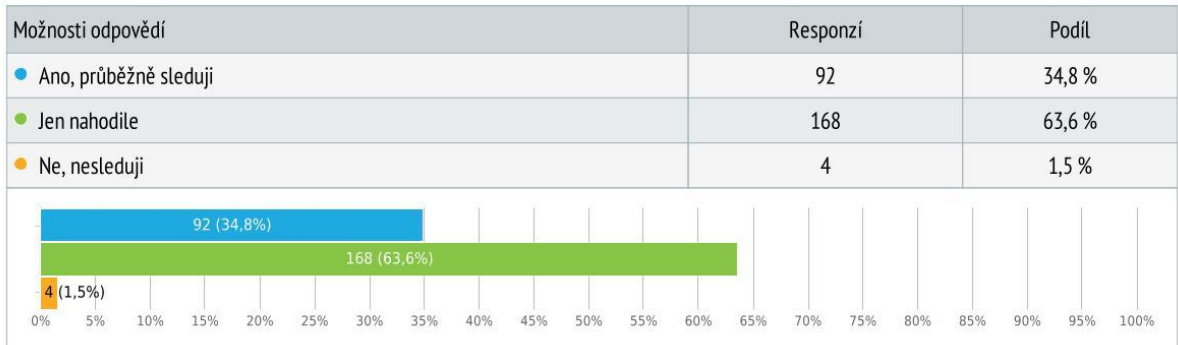
Textová odpověď, zodpovězeno 62x, nezodpovězeno 202x

- 3.rozmer na planovani implantaci
- 3D zobrazení, hlavně využití u endodontie
- Máme kombinovaný přístroj OPG/CBCT. Staré OPG dosloužilo a proč nemít možnost udělat si někdy CT. Používáme pro chir. osmy, někdy při endu/reendu.
- implantologie, chirurgie
- Pro rozšíření možností diagnostiky.
- Plánování zavedení implantátu dle množství kosti na CT. Diagnostika zubu před reendodontií.
- Implantaty
- Implantlogie
- Z důvodu implantologie
- Je přínosné obecně z hlediska diagnostiky
- diagnostika, plánování výkonů
- Přesnější určení diagnózy, lokalizace, apod., endodontie, implantologie
- planovanie implantatov, komplikovane endodontie
- Kvůli lepší diagnostice
- Precizní diagnostika a plánování především v implantologii
- Plánování chirurgických zákroků
- Bylo nezbytně potřeba pro zamýšlené poskytování zdravotní péče
- Více inormací o pacientovi
- Navigovaná implantace
- Pro ortodontii a chirurgii nezbytnost
- Věnuji se dentoalveolární chirurgii a 3d zobrazení zde byva přínosem
- nechci

- (3x) Implantologie
- Lepší diagnostika
- K nalezení dalšího kořenového kanálku u zubu, vztah chronického zánětlivého procesu k okolním zubům, vztah zubů moudrosti k ostatním strukturám, měření tloušťky kosti....
- Kvůli implantacím
- Lepší zobrazení
- Hlavně kvůli implantatům
- implantologie na pracovišti
- Diagnostika nálezů AH, uložení M3 vůči okolním strukturám, cysty, implantologie
- Protože jsme stomatochirurgické pracoviště a v chirurgii je to téměř nutnost mít.
- Diagnostické důvody.
- Jsme stomatochirurgické pracoviště
- Diagnostika...implantologie, endodoncie
- Chirurgické extrakce
- Vizualizace přesné situace.
- Na chirurgické výkony
- Endodoncie, implantologie
- Složitá endodontická ošetření, diferenciální diagnostika periap. patologií
- - spolupráce s ortodontistou a stomatochirurgy
- implantace
- Nesporný přínos pro plánování v endodoncii, implantologii a diagnostice
- Kvůli posouzení situace k zavedení implantátů
- Modernější zobrazovací technika
- Vzhledem ke specializaci mého manžela-dentoalveolární chirurgie, implantologie-by se nám v budoucnu CBCT hodilo, zatím na něj ale nemáme prostory.
- Endodoncie, chirurgie, implantologie
- Diagnostika
- zhodnocení stavu kosti před implantací
- Kdybych byla mladší určitě bych si CBCT chtěla pořídit, nyní jej využívám zprostředkovaně na základě dohody s kolegou z vojenské nemocnice.
- implantologie, orální chirurgie, endodoncie
- Nevyužijeme jej zatím.
- (2x) implantologie
- Získám více informací o též situaci
- implantologie, diagnostika patolog. projevů ve skeletu čelistí, endodoncie
- Zakoupení CBCT ponechám pro budoucího lékaře na pracovišti, v brzké době půjdu do důchodu.
- Zatím v běžné praxi nevyužiji
- Vyšetření retinovaných zubů, rozštěpových vad, plánované čelistní operace
- Přesnější diagnostika
- Implantologie, reendodoncie

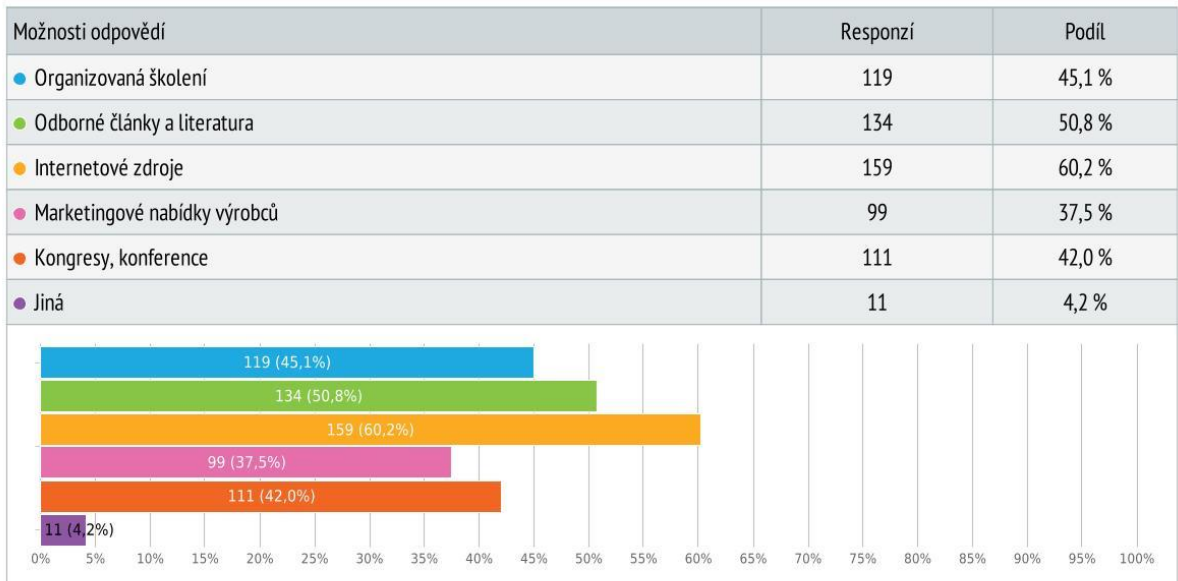
Sledujete aktuální vývoj v zobrazovacích metodách ve stomatologii?

Výběr z možností, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x








Jakým způsobem získáváte informace o vývoji

Výběr z možností, více možných, zodpovězeno 264x, nezodpovězeno 0x



- Konzultace s lékaři
- Odborná diskusní fora
- Konzultace s kolegy
- Facebookové diskuze
- Od kolegu
- Diskuse s kolegy o jejich zkušenostech
- Otázky , kolik snímků denně zhotovíme, bylo by lépe, průměr za rok. At se Vám daří!
- Facebook
- U OPG je nesmyslná otázka - není vždy důvod 1-2 snímky denně !
- informace od kolegu
- Diskuze s kolegy

Nastavení dotazníku

	Otázek na stránku	Všechny
	Povolit odeslat vícekrát?	
	Povolit návrat k předchozím otázkám?	
	Zobrazovat čísla otázek?	
	Náhodné pořadí otázek?	
	Zobrazit ukazatel postupu?	
	Oznámení o vyplnění dotazníku na e-mail?	
	Ochrana heslem?	
	IP omezení?	

Příloha: dotazník

Zobrazovací metody ve stomatologii

Vážená paní, vážený pane,

jsm studentkou 2. ročníku navazujícího magisterského studia oboru Zobrazovací technologie v radiodiagnostice na fakultě zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci a obracím se na Vás s prosbou o vyplnění tohoto dotazníku, který bude využit v rámci výzkumu k mé diplomové práci. Cílem je vyhotovení studie zabývající se zobrazovacími metodami ve stomatologii, dále zmapování nejčastěji využívaných zobrazovacích metod ve stomatologii, vyhodnocení dostupnosti zvolených přístrojů v ordinacích odborné veřejnosti zabývající se stomatologickou péčí a zmapování povědomí o možnostech vývoje zobrazovacích metod. Dotazník je zcela anonymní a dobrovolný, proto z účasti na výzkumu pro Vás nevyplývají žádná rizika. Časová náročnost je přibližně 5 min. Mnohokrát Vám děkuji za vyplnění tohoto dotazníku, za Váš čas a ochotu.

Bc. Anna Zajícová

Pohlaví

- Muž
 Žena

Jaký je Váš věk?

- 25-35
 36-45
 46-55
 56-65
 66 a více

V rámci kterého kraje ČR svou praxi vykonáváte?

- Hlavní město Praha Středočeský kraj Jihočeský kraj Plzeňský kraj Karlovarský kraj
 Ústecký kraj Liberecký kraj Královéhradecký kraj Pardubický kraj Kraj Vysočina
 Jihomoravský kraj Olomoucký kraj Zlínský kraj Moravskoslezský kraj

Jak dlouho provozujete svou odbornou praxi?

- Méně než 5 let
 6-10
 11-15
 16-20
 21-25
 26 a více

Jakou zobrazovací metodu využíváte při své praxi nejčastěji?

- Intraorální
- Extraorální – OPG
- CBCT
- Jiná

Je součástí vaší ordinace intraorální RTG?

- Ano
- Ne

Kolik snímků denně uděláte?

- 1-2
- 3-4
- 5-6
- 7 a více

K zobrazení využíváte:

- Přímou digitalizaci (senzor)
- Nepřímou digitalizaci (paměťové folie)
- Vývojku (film)
- Nevyužívám ani jedno ze zmíněných

Vlastníte ve své ordinaci OPG?

- Ano
- Ne

Kolik snímků OPG denně uděláte?

- 1-2
- 3-4
- 5-6
- 6 a více

Je jeden z důvodů pořízení si 2D RTG také finanční přínos (příspěvky pojišťoven)?

- Ano
- Ne

Vlastníte ve své ordinaci CBCT?

- Ano
- Ne

V případě že NE, plánujete si do budoucna CBCT pořídit?

- Ano
- Ne

Z jakého důvodu jste si CBCT pořizovali, případně si jej chcete pořídit?

Sledujete aktuální vývoj v zobrazovacích metodách ve stomatologii?

- Ano, průběžně sleduji
- Jen nahodile
- Ne, nesleduji

Jakým způsobem získáváte informace o vývoji

- Organizovaná školení
- Odborné články a literatura
- Internetové zdroje
- Marketingové nabídky výrobců
- Kongresy, konference
- Jiná