

Univerzita Karlova v Praze
1. lékařská fakulta

Specializace ve zdravotnictví

Zdravotnická technika



Autor: Michal Vávra

Přehled zobrazovacích metod využívaných ve stomatologii a jejich dostupnost
v Praze.

Overview of imaging methods used in dentistry and their availability in Prague.

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Prof. MUDr. Jiří Mazánek DrSc.

Pracoviště:

Stomatologická klinika 1. LF UK a VFN, U Nemocnice 2, Praha 2

Praha 2012

VÁVRA, Michal. *Přehled zobrazovacích metod využívaných ve stomatologii a jejich dostupnost v Praze*. Praha, 2012. 47 s., Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, Vedoucí práce Prof. MUDr. Mazánek, Jiří DrSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Přehled zobrazovacích metod využívaných ve stomatologii a jejich dostupnost v Praze“ vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použité literatury. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Nesouhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze dne 17. 5. 2012

.....

Michal Vávra

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu prof. MUDr. Jiřímu Mazánkovi DrSc.

Za konzultace bych rád poděkoval MUDr. Ladislavu Korábkovi CSc., MBA

Abstrakt:

Práce se snaží srovnat dostupnost intraorálních rentgenů a ortopantomogramů ve stomatologických ordinacích v Praze se situací ve zbytku České republiky. Podrobněji pak za pomoci dotazníku zkoumá, u šedesáti náhodně vybraných ordinací praktických zubních lékařů v Praze, zda vlastní intraorální rentgen či ortopantomogram ve své praxi, kolik mají registrovaných pacientů a jaké technické prostředky využívají k diagnostice zubního kazu.

Byla potvrzena hypotéza, že na území hlavního města Prahy se v průměru nachází více rentgenologických přístrojů na jednoho pacienta a tyto zobrazovací metody jsou tedy průměrně dostupnější. Zatímco druhá domněnka o využívání bite-wing projekce a jiných metod k diagnostice časných kariézních lézí se příliš nepotvrdila. Z dotazovaných šedesáti stomatologů se pouze 12 procent lékařů přiznalo k jejímu využívání.

Klíčová slova:

Zobrazovací metody, stomatologie, RTG, IO RTG, OPG, dostupnost, dg zubního kazu

Abstract:

This work tries to compare the availability of intraoral and panoramic X-rays in dental offices in Prague with the situation in the rest of the Czech Republic. With the help of the questionnaire examines in detail the sixty randomly selected dentistry in Prague, whether they are owners of the intraoral or panoramic X-rays in their practice, how many registered patients they have and which technical devices they use are using to diagnose dental caries.

The first hypothesis was confirmed. In Prague, on average, are more radiological devices per patient and the imaging methods are more available. The second speculation about the use of bite-wing projection and other methods to diagnose early carious lesions was not confirmed. Of those sixty respondents, only 12 percent of dentists admitted to use this methods.

Key words:

Imaging methods, dentistry, X-ray, IO X-ray, panoramic X-ray, availability, caries diagnosis

Obsah

1.	Úvod	9
2.	Historie zobrazovacích metod.....	11
3.	Zařazení do současného poznání	12
3.1.	Vyšetření rentgenem	12
3.1.1.	Skiografie (Nativní snímkování).....	12
3.1.2.	Skioskopie.....	13
3.1.3.	Tomografie	14
3.1.4.	Výpočetní tomografie (CT).....	14
3.2.	Vyšetření ultrazvukem	16
3.3.	Magnetická rezonance (MRI)	18
3.4.	Zobrazovací metody nukleární medicíny	19
4.	Zobrazovací technika ve stomatologii.....	21
4.1.	Zaznamenávání obrazu	21
4.2.	Důležité zákony a vyhlášky týkající se instalace a provozu RTG zařízení v ČR	21
4.3.	Snímkovací technika.....	22
4.3.1.	Snímkovací technika lbi.....	23
4.3.2.	Snímkovací technika čelisti	23
4.3.3.	Snímkovací technika zubů	23
4.3.4.	Intraorální projekce.....	23
4.3.5.	Extraorální projekce	25
4.4.	Diagnodent.....	26
5.	Cíl práce a hypotéza	27
5.1.	Cíl práce.....	27
5.2.	Hypotéza	27
6.	Metodika	28
7.	Výsledky	29
7.1.	Celkový počet PZL, ordinací a obyvatel.....	29
7.2.	Celkový počet RTG, OPG a jejich počet na obyvatele	29
7.3.	Počet a stáří IO RTG a OPG používaných v HM v Praze.....	30
7.4.	Dostupnost RTG a OPG v Praze	32
7.5.	Počty pacientů v dotazovaných ordinacích.....	34
7.6.	Využívání jiných metod k dg. zubního kazu	35
8.	Závěr.....	37

9. Použité zkratky	39
10. Použité zdroje.....	41
10.1. Literatura.....	41
10.2. Obrazový materiál.....	44
11. Přílohy	45

1. Úvod

Od doby, kdy Wilhelm Conrad Röntgen objevil „paprsky X“, později nazvané po něm (RTG), uběhlo téměř 117 let. Tehdy ovšem ještě netušil, jaké přínosy jeho „paprsky X“ přinesou humánní medicíně, natož pak jakým způsobem, výzkumům a novým objevům otevřel dveře. Za těch pár desítek let od této doby dospěly zobrazovací techniky v medicíně takového rozmachu, jako málokteré jiné medicínské obory.

Na principu RTG paprsků pracuje velké množství zobrazovacích technik. Těmito, ale i ostatními technikami jsem se zabýval v teoretické části mé bakalářské práce.

Základní technikou je skiografie, neboli nativní snímkování. Je to statická zobrazovací metoda, která využívá rozdílnou hodnotu procházejícího svazku RTG záření v různých tkáních. Dynamického zobrazení RTG obrazu pak používá intervenční a diagnostická radiologická metoda nazývaná skiaskopie. Další metoda, jejímž základem je RTG záření, je výpočetní tomografie. Od svého vzniku v 70. letech 20. století je stále využívaným standardem a důležitým nástrojem v lékařské diagnostice. V humánní medicíně se využívá zejména jako doplněk RTG a USG. V mnoha zemích v posledních dvou desetiletích dramaticky stouplou využívání CT. Pro ještě detailnější a dokonalejší zobrazení se rozvíjejí metody trojdimenzionálního CT zobrazení, čehož využívá zejména orofaciální chirurgie a stomatologie.

Kromě výše uvedených zobrazovacích metod, které jsou založeny na principu zpracování RTG paprsku, existují i metody, které pro pacienta znamenají nulovou radiační zátěž. Jsou to metody, které pracují na zcela odlišných fyzikálních principech. První metoda pracuje na bázi ultrazvukového vlnění, které je vytvářeno piezoelektrickým krystalem, a které různě rychle prochází a následně se odráží od různých orgánů a tkání s různou akustickou impedancí. Druhou metodou je pak magnetická rezonance, která využívá magnetické pole a elektromagnetické vlnění s vysokou frekvencí k zobrazení řezů určitých oblastí lidského těla. I tato metoda dále rozvíjí své možnosti ve smyslu trojdimenzionálního zobrazování a v podobě funkční magnetické rezonance.

Posledními zobrazovacími technikami pak jsou metody nukleární medicíny, které ve své práci uvádím jen k doplnění přehledu zobrazovacích metod.

Téma této bakalářské práce jsem si vybral proto, že mne zaujalo hned z několika důvodů. Vzhledem k faktu, že na 1. LF UK souběžně studuji i obor zubní lékařství, rozhodl jsem se, že veškerá praktická část mé bakalářské práce se bude věnovat právě problematice ve stomatologii.

Nejdříve mne zajímalo, kam až se posunuly zobrazovací metody ve stomatologii od dob Wilhelma Conrada Röntgena. Dalším důvodem bylo to, že jsem byl zvědavý, jak je Praha prosycena intraorálními rentgeny a ortopantomogramy a jaké je jejich stáří. Dále, a to hlavně, mne také zajímalo, jak si v Praze stojí rentgenologické metody ve zjišťování časných aproximálních kariézních lézí.

2. Historie zobrazovacích metod

Historie zobrazovacích metod započala u známého německého fyzika a jednoho z nejvýznamnějších experimentátorů 19. století. Byl jím *Wilhelm Conrad Röntgen*, který v roce 1895 objevil nový druh záření. Vzhledem k tomu, že neznal podstatu tohoto nového objevu, pojmenoval ho matematicky neznámou veličinou X a záření obdrželo název „paprsky X“. Se svým objevem seznámil veřejnost v práci „Über eine neue Art von Strahlen“. V roce 1901 obdržel Nobelovu cenu za fyziku za objev rentgenového záření. Zanedlouho po tomto objevu se začalo rentgenové záření využívat pro lékařské účely. Utilizace rentgenova záření se výrazně rozšířila v období první světové války, kdy se hojně využívalo skiaskopie a skiografie. V tomto období byly také objeveny první zesilovací fólie a první pojízdné RTG. [1], [5], [11]

V období mezi světovými válkami byla vykonána první angiografie a roku 1930 byla objevena tomografie.

Po druhé světové válce nabývá skiaskopie stále na významu. Byly objeveny první zesilovače obrazu, které umožnily provádět skiaskopii na světle, což do té doby bylo naprosto nemyslitelné, neboť až doposud musela být všechna vyšetření prováděna v absolutní tmě. Tento objev dal tedy následně vznik intervenční radiologii.

Na přelomu 60. a 70. let 20. století byla vynalezena první výpočetní tomografie. Na tomto objevu se podílel anglický inženýr Sir Godfrey Newbold Hounsfield, který pokračoval ve vylepšování tomografie z let předešlých. Samotná teorie rekonstrukce tomografického řezu z mnoha sumačních snímků byla vypracována Allanem McLeodem Cormackem již v roce 1963. Vzhledem k náročnosti rekonstrukce na výpočetní sílu však muselo uplynout téměř deset let, než bylo možno převést získané poznatky do praxe a zkonstruovat první použitelný tomograf. Proto byl první přístroj na vyšetření celého těla – *EMI Mark I* sestaven a představen až v roce 1972. V roce 1979 získali G. N. Hounsfield spolu s A. McLeod Cormackem Nobelovu cenu za fyziologii a medicínu za podíl na vývoji výpočetní tomografie. [1], [2], [5]

Mezitím byla roku 1973 objevena nukleární magnetická rezonance. Za přispění k jejímu rozvoji získali v roce 2003 Paul C. Lauterbur a Peter Mansfield Nobelovu cenu za medicínu a fyziologii. V České republice se objevil první přístroj MRI roku 1988.

V posledních letech, spolu s rozvojem metod nukleární medicíny, se začínají rozvíjet tzv. „hybridní metody“. Jsou to metody, které kombinují anatomické a funkční zobrazení. Pro příklad jmenujme PET/CT, PET/MRI či SPECT/CT. [1], [3], [5]

3. Zařazení do současného poznání

Zobrazovací metody se hojně využívají k upřesnění klinické diagnostiky. Jejich použití má vzestupné tendence. Vzhledem k tomu, že jsou zobrazovací metody neopominutelným pomocníkem lékaře, je nutné je chápat jako vyšetřovací metody *pomocné*. Jedno ze základních možných rozdělení zobrazovacích metod je rozdělení na vyšetřovací metody anatomické a funkční. Mezi metody anatomické, nebo-li ty, které pomáhají vyšetřit orgánové a tkáňové struktury (jejich velikost, tvar, ohraničení proti okolí a podobně) patří zobrazení pomocí rentgenu, ultrazvuku a magnetickou rezonancí. Druhou skupinou jsou funkční vyšetřovací metody, které se zabývají funkcemi a metabolismem orgánů a tkání. Do této skupiny patří zejména scintigrafie, tj. metoda, která zachycuje distribuci radiofarmaka ve tkáni. Scintigrafie může zobrazovat určitou anatomickou oblast, v tomto případě jí nazýváme planární, dále může být celotělová a nebo tomografická. Tomografická scintigrafie se pak dále rozděluje na statickou (SPECT) a dynamickou (PET). Toto rozdělení je ovšem čistě orientační, neboť s rozvojem zobrazovacích metod se rozvíjejí kombinace anatomických a funkčních zobrazení, tzv. hybridní zobrazování. Patří sem zejména SPECT/CT či PET/CT. A v dohledné době můžeme očekávat i PET/MRI. [3], [5], [8]

3.1. Vyšetření rentgenem

3.1.1. Skiografie (Nativní snímkování)

Skiografie je technika, při které jsou zobrazovány tkáně. Přitom využívá rozdílnou hodnotu pohlcení procházejícího rentgenového svazku různými tkáněmi. Jedná se o prosté snímkování a patří tedy mezi nejjednodušší rentgenologická vyšetření. Zdrojem rentgenového (dále již jen RTG) záření je obvykle elektronka, zvaná rentgenka. Výsledkem je latentní sumační obraz vyšetřované oblasti. Po vyvolání a ustálení filmu se následně obraz zviditelní. Film obsahuje z obou stran zesilovací fólie, které výsledný obraz luminiscencí ještě zesílí. Následně lze snímek zhodnotit na negatoskopu. Skiografie se nejčastěji využívá při vyšetření kostí a ve stomatologii.

Princip této metody je vysvětlen v knize Stomatologické repetitorium takto: „Základní vlastností RTG záření, umožňující diagnostické zobrazování, je schopnost pronikat hmotou a současně působit na fotografickou desku nebo film. Při průchodu vyšetřovaným tělesem je část záření pohlcována v závislosti na denzitě tkáně. Cystická dutina, vzdušná čelistní dutina nebo měkké tkáně pohltní záření málo, a proto v místě dopadu záření na film dojde po jeho vyvolání v těchto místech k výraznému zčernání. Stojí-li v cestě záření např. kovová zubní korunka,

amalgámová výplň nebo kost, dopadne v těchto místech na film záření málo a výsledkem bude světlý obraz.“ [8, str. 85] Na rentgenogramu, který je negativem, tedy bude tzv. RTG stín bílý a projasnění pak černé.

Co se výhod skiografie týká, je nutné si uvědomit, že z diagnostických metod, které používají rentgenové záření, je zcela neinvazivní a navíc vystavuje pacienta celkem malému množství ionizujícího záření. Thomas Weber uvádí zajímavou domněnku: „Pokud se vychází z toho, že povrchová kožní dávka u intraorálního snímku obnáší max. 0,015Sv a první somatické, ale plně reversibilní poškození v oblasti svazku užitečného záření se vyskytují při zatížení od 0,5Sv, byla by taková *reversibilní poškození* možná nejdříve při zhotovení 30 nebo více *intraorálních snímků* u pacienta v *krátkém čase ze stejného místa*. Indukce nádorového bujení způsobená zářením jako projev nejtěžšího somatického poškození by byla teoreticky možná teprve při zhotovení 3000 nebo více intraorálních snímků provedených ze stejného místa. Nejvyšší zatížení tkání u *panoramatického snímku (OPG)* leží okolo 2,5mSv, první tkáňová poškození by zde byla teoreticky možná teprve při zhotovení 200 nebo více *OPG snímků v krátkém čase u téhož pacienta*.“ [6, str. 168]

Roku 1987 byl vynalezen první stomatologický digitální radiograf, nazývaný RadioVisioGraphy (RVG), doktorem Francisem Mouyemem, který o dva roky později využil CCD čip místo filmu. Díky tomu objevu umožnil snížení ionizujících dávek při používání intraorálních RTG přístrojů. Samozřejmě s dalším vývojem a se stále se zdokonalující technikou dávka ještě klesla.

Snímek také poskytuje dobré prostorové rozlišení, kvalita obrazů je vysoká a je zde možná výše zmíněná úprava obrazu v počítači. Vyšetření trvá pouze krátkou chvílí, pacient není nucen se na něj nijak zvlášť připravovat a je relativně dostupné. Nicméně je nutno podotknout, že tato metoda má i svá negativa. Nevýhodou klasického rentgenu je, že lidské tělo se prozáří pouze z jednoho směru a lékař tak získá obrazy orgánů, které se více či méně překrývají. V orofaciální oblasti jsou rizika zejména v diagnostice obličejové kostry a dochází zde k mnoha omylům, případně je zhotovováno neúměrné množství nevhodných projekcí. Stanovení správné diagnózy se tak oddaluje. Dalšími nevýhodami by pak byla, ač malá, radiační zátěž pro obsluhu, či neschopnost diagnostikovat měkké tkáně. [4], [6], [8], [9], [10]

3.1.2. Skiaskopie

V diagnostické metodě zvané skiaskopie jde o kontinuální sledování rentgenového obrazu vyšetřovaného objektu v reálném čase. Při skiaskopii projde RTG záření pacientem a

následně dopadá na skiaskopický štít, který obsahuje luminiscenční látku. Tato látka mění dopadající záření na světlo a následně je obraz převeden kamerou na obrazovku. V dnešní době je štít součástí zesilovače obrazu, ze kterého je obraz televizním řetězcem převeden na monitor.

Vzhledem k charakteru užití skiaskopie bývá často radiační zátěž působící na pacienta větší než v případě skiografie. Při snaze co nejvíce minimalizovat tuto radiační zátěž pacienta, bylo stanoveno, že se snímky nebudou pořizovat kontinuálně, nýbrž pouze 4 – 20x za sekundu. Další z nevýhod skiaskopie oproti skiografii je menší rozlišovací schopnost a malý kontrast. Umožňuje však zachytit dynamické děje, a proto se užívá při vyšetření gastrointestinálního traktu, zavádění katetrů při angiografii, při terapeutických intervenčních výkonech. [5], [10], [11]

3.1.3. Tomografie

Tomografie znamená v řečtině zobrazování v řezech, tedy zobrazování strukturní stavby bez narušení celku. Zařízení lze formálně nazývat tomograf a výsledný obraz tomogram. Metoda je založena na matematické metodě zvané tomografická rekonstrukce a podle fyzikálního fenoménu, který využívá, ji dělíme následovně. [2], [21]

Fyzikální fenomén	Typ tomogramu
Rentgenové záření	CT
Gamma záření	SPECT
Nukleární magnetická rezonance	MRI
Beta rozpad (vznik pozitronů)	PET

Tab. 1 : Názvy tomogramů na základě fyzikálního fenoménu

3.1.4. Výpočetní tomografie (CT)

U diagnostické metody zvané výpočetní tomografie jsou využívány rentgenové paprsky společně s počítačovými algoritmy k zobrazování těla. Podobně jako u konvenčního snímkování, je výpočetní tomografie založena na absorpci svazku RTG záření při průchodu vyšetřovaným objektem. Po průchodu dopadá záření na detektory, které jsou uloženy na části kruhové výseče naproti rentgence. Detektory zaregistrují dopadající rentgenové záření a převedou ho na elektrický signál, který pošlou ke zpracování do počítače, který zrekonstruuje průřezový obraz dané vyšetřované vrstvy, tzv. tomogram. CT se získává v osově rovině, zatímco koronální

(věncovité) a sagitální (předozaďní) zobrazení se dají získat pomocí počítačové rekonstrukce. Díky počítačovému zpracování mohou být tyto snímky následně transformovány do trojrozměrné (3D) podoby. Míra oslabení záření je registrována jako *denzita*, ta se udává v tzv. *Hounsfieldových jednotkách* (HU). Základní stupnice je rozdělena od -1000 HU do +1000 HU, kde hodnota -1000HU odpovídá denzitě vzduchu, hodnota 0 HU denzitě vody a hodnota +1000 HU odpovídá denzitě kosti.

$$\text{denzita}(HU) = \frac{\mu_{mat} - \mu_{vody}}{\mu_{vody}} \times 1000$$

Snímkování se provádí konvenční nebo spirální metodou. V případě konvenční metody je nutné zastavit snímkování po každém oběhu rentgenky. V tu chvíli se pak může posunout stůl s pacientem a až následně pokračuje další obíhání rentgenky. Oproti tomu je u spirální metody rentgenka neustále v pohybu a stůl s pacientem se nezastavuje. Spirálové CT multidetektory vynikají v možnosti použití většího množství detektorů, díky čemuž vystavují pacienta kratší době expozice.

Kromě nativního snímkování lze provádět i další výkony související s CT. Jednou takovou metodou je vyšetření CT za použití kontrastní látky. Tu lze do těla vpravit dle charakteru potřebného vyšetření různými způsoby, např. cévním systémem, perorálně nebo per rectum. Kontrastní látky jsou používány za účelem dokonalejšího vykreslení snímků CT. Tato metoda umožní např. rekonstrukci 3D obrazu tepen a žil. Metoda pro zobrazování cévního tepenného řečiště téměř kterékoli části lidského těla je nazýváno CT-angiografie, v případě zobrazování cévního žilního řečiště jde pak o CT-flebografii. Dále lze za využití metody CT provádět i některé intervenční výkony, jako například biopsie či drenáže.

Vyšetření pomocí počítačové tomografie trvá několik minut, maximálně několik desítek minut. Získáme velké množství dat, respektive obrázků, které musí erudovaný pracovník zhodnotit, což vyžaduje delší dobu. Výhodou CT oproti MRI je větší dostupnost, vyšší rychlost vyšetření a nižší cena. Dále CT lépe rozliší čerstvé krvácení a lépe hodnotí plíce a kalcifikace. Pokud bychom chtěli srovnat vyšetření CT s RTG vyšetřením, musíme konstatovat, že ačkoli CT umí detekovat i nepatrné odchylky ve ztlumení rentgenových paprsků a poskytuje lepší prostorové rozlišení, tak nativní snímkování stále vystavuje pacienta menšímu ionizujícímu záření, takže i méně zatěžuje organismus. Obecně platí, že jedno vyšetření hlavy - mozku pomocí CT je radiační zátěž na pacienta srovnatelné zhruba s šedesáti až sty RTG vyšetřeními plic. [2], [5], [10], [11]

Diagnostický výkon		Typické efektivní dávky (mSv)	Přibližná doba pro stejné ozáření z přírodních zdrojů
Konvenční rentgenová vyšetření	Končetiny a klouby	< 0,01	< 1,5 dne
	Plíce (1 PA snímek)	0,02	3 dny
	Lebka	0,07	11 dní
	Mammografie (screening)	0,1	15 dnů
	Kyčle	0,3	7 týdnů
	Pánev, hrudní páteř	0,7	4 měsíce
	Břicho	1	6 měsíců
	Bederní páteř	1,3	7 měsíců
	Polykací akt	1,5	8 měsíců
	Vyšetření žaludku, střevní pasáž	3	16 měsíců
CT vyšetření	CT hlavy	2,3	1 rok
	CT hrudníku	8	3,6 roku
	CT břicha nebo pánve	10	4, 5 roku

Tab.10 : Typické hodnoty efektivních dávek pro vybraná konvenční RTG a CT vyšetření.

3.2. Vyšetření ultrazvukem

Vyšetření ultrazvukem nebo-li ultrasonografie (dále již jen USG) je metodou, při které se používají vysokofrekvenční zvukové vlny, tzv. ultrazvuk. Rozsah slyšitelného pásma je 16Hz – 20kHz. USG využívá vlnění o frekvenci vyšší než 20 000 kmitů za sekundu a tudíž „obyčejné“ lidské ucho jej nemá šanci slyšet. Slouží zejména k zobrazování jemných tkáňových struktur v těle ve skutečném čase. V lékařství se používání ultrazvuku rozvinulo zejména v posledních třiceti letech. První nehybné a dvojrozměrné ultrazvukové snímky se propracovaly až k moderní trojrozměrné rekonstrukci v reálném čase.

Tato metoda využívá odrazu mechanického vlnění (ultrazvuk) od tkání s rozlišnou impedancí. Tkáň s vyšší hustotou bude ultrazvuk odrážet více a naopak. Z toho vyplývá, že rozhraní s odlišnou hustotou bude vidět nejlépe. Tato metoda je tedy ideální k vyšetření měkkých tkání, speciálně k rozlišení měkkých tkání od tekutin (např.: cyst). Diagnostické ultrazvuky pracují s frekvencemi 3-10MHz. Čím víc frekvence roste, tím lepší je výsledné rozlišení, ale na druhou stranu tím hůře proniká tkání (zvyšuje se absorpce).

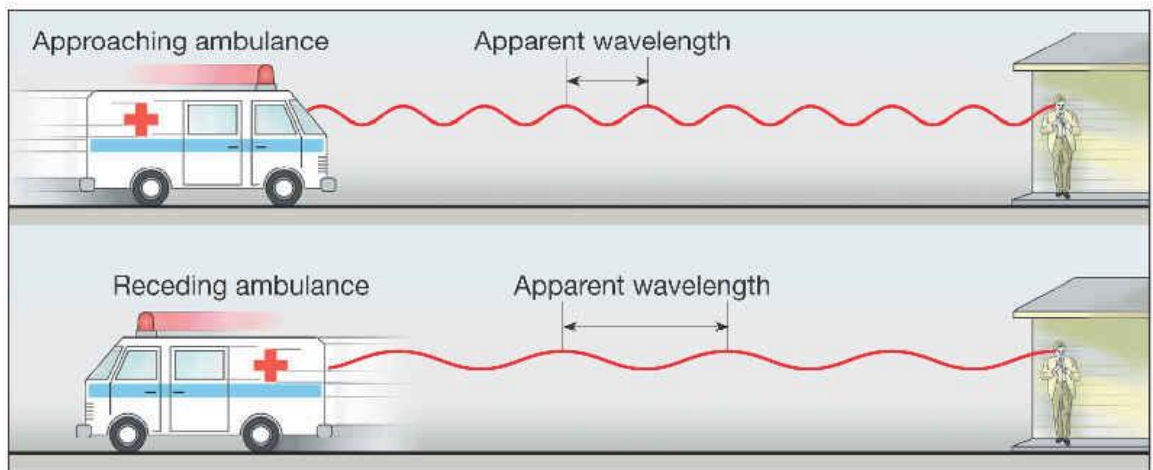
Princip ultrasonografie je založen na piezoelektrickém jevu. Ten je definován jako schopnost krystalu generovat elektrické napětí při jeho deformování, popřípadě opačně schopnost krystalu se deformovat v přítomnosti elektrického napětí. Ultrazvukové sondy se

skládají z několika ultrazvukových měničů. Tyto měniče slouží ve většině ultrasonografických zařízení právě ke generování a detekci ultrazvuku. Tyto měniče dokáží na principu výše zmíněného jevu tedy nejen měnit elektrický signál na akustický, čehož využívají právě při generování ultrazvuku, ale také umí změnit akustický signál na elektrický, čehož je zase využito při detekci ultrazvuku. Měnič tedy vyšle několik milisekund trvající impulzy, ty prochází sledovanými tkáněmi, částečně se odráží na každém rozhraní dvou tkání o rozdílných akustických impedancí a nakonec jsou opět registrovány měničem. Silné signály nazýváme hyperechogenními a na obrazovce tvoří jasné body. Naopak signály s nízkou intenzitou nazýváme hypoechogenními. Signály, které odrážejí vlny minimálně, pak nazýváme anechogenní.

Na ultrasonografii je nejvýznamnější výhodou její neinvazivnost. Nepoužívá žádné ionizující záření, takže je všeobecně považován za bezpečnější než skiografie, skiaskopie, či vyšetření pomocí CT. Tato vlastnost dostává tuto metodu na první místo v oblasti porodnictví. Díky této metodě lze včas zjistit případné anomálie plodu a zejména u pacientek s chronickými nemocemi či nemocemi přivolenými těhotenstvím je možné zajistit hlídání růstu a prosperity plodu. Další výhodou je zajisté cenová dostupnost. Ve srovnání s pořizovacími náklady na přístroje ostatních zobrazovacích metod (jako např.: CT, MR či angiografie) se jedná o poměrně levnou zobrazovací metodu.

Ve stomatologii využíváme ultrasonografii hlavně v diagnostice onemocnění slinných žláz, popřípadě lymfatických uzlin. Výhodou USG je zobrazení celé slinné žlázy – vlastního parenchymu, včetně vývodů.

Navíc máme díky ultrazvuku možnost pozorovat průtoky tekutin. Jedná se o tzv. Dopplerův jev (Obr. 1). V případě USG je ultrazvukový signál vyslán směrem ke stacionárnímu objektu a tudíž mají odražené vlny stejnou frekvenci jako vlny vysílané. Pokud se ale objekt pohybuje směrem k sondě, frekvence odraženého signálu bude vyšší než frekvence signálu vysílaného. Tento jev platí i naopak a rozdíl mezi frekvencemi vysílanými a přijímanými je úměrný rychlosti, kterou se tekutina (objekt) přibližuje nebo vzdaluje od sondy.



Obr. 1.: Dopplerův jev.

Na druhou stranu je ale kvalita vyšetření pomocí ultrazvuku vysoce závislá na zkušenosti toho, jenž vyšetření provádí. S tím je spojená i určitá subjektivnost v provedení vyšetření a v jeho hodnocení. Ultrazvuk je také omezen svou neschopností projít skrz vzduch (plíce, plyn ve střevech) nebo kosti. Tato metoda je navíc limitována habitem pacienta. U obézních pacientů je mnohdy zvláště složité a někdy až nemožné hodnotit ultrasonografický obraz.

K základnímu využití Dopplerova jevu tedy řadíme zjišťování toku krve. Díky této metodě můžeme zjistit závažnost periferního vaskulárního onemocnění. Také se „Dopplera“ používá v kardiologii k dynamickému měření srdce, srdečních chlopní a větších cév. [5], [11]

3.3. Magnetická rezonance (MRI)

Magnetická rezonance (MR/MRI) je diagnostická zobrazovací metoda využívající chování magnetického momentu jader s lichým protonovým číslem (nejčastěji je používán proton vodíku ^1H) nacházejících se v silném magnetickém poli poté, co byly aplikovány radiofrekvenční pulzy. Zmíněné protony jsou obsaženy v molekule vody, tudíž je zřejmé, že magnetická rezonance pracuje pouze s tkáněmi, které vodu obsahují. Protony díky svému náboji a schopnosti rychle rotovat vytváří magnetické pole. Ve chvíli, kdy jej vložíme do silného homogenního magnetického pole, protony se mu přizpůsobí. Některé atomy ale srovnají svou osu po směru vnějšího pole, jiné v opačném směru a tím se navzájem vyruší. Magnetická rezonance zaznamenává pouze ty atomy, které působí jako impulzy radiofrekvenční energie (RF vlny neboli radiové vlny), což jsou ty atomy, které se vzájemně nevyrušily. Výše zmíněné radiové vlny vysílají a přijímají speciální cívky, které se umísťují co nejbližší tělu pacienta. Celý proces tedy vypadá následovně: Cívka vysílá RF vlny o specifické frekvenci. Atomy vodíku absorbují jejich energii, což způsobí změnu činnosti atomů. Ty jsou donuceny vykonávat

pohyb v jiné frekvenci a v jiném vektoru. Atomy se vrátí do své původní polohy až ve chvíli, kdy cívkou přestanou vysílat RF vlny. V tuto chvíli dojde k vyzařování absorbované energie atomy, které zachytí cívkou ve formě vysokofrekvenčních signálů. Celý tento proces se opakuje a to jednou za 30 až 3000 milisekund. Výsledkem MRI jsou početné řezy určitou oblastí těla, ty je možné dále zpracovávat až dospějeme k výslednému 3D obrazu požadovaného orgánu.

Výhodou MRI vůči ostatním zobrazovacím metodám v diagnostické radiologii je větší přesnost a vyšší citlivost při zobrazení většiny orgánů, jenž je důsledkem rozdílné intenzity signálu u odlišných měkkých tkání. Navíc magnetická rezonance vyniká schopností vytvořit snímky nejen v osové, věncovité a předozadní rovině, ale stejně snadno i v jiných nepřímých rovinách. Velice důležité je vyzdvihnout skutečnost, že tato metoda využívá velké magnetické pole a elektromagnetické vlnění s vysokou frekvencí, není tedy spojena s riziky způsobenými zářením. Díky rozsahu nastavení je možné dosáhnout rozlišení, které hluboce přesahuje možnosti rentgenů či CT. Při vyšetření pomocí magnetické rezonance je také možné využít kontrastních látek, což může následně odhalit přítomnost zánětu nebo nádorové tkáně.

Poměrně velkou nevýhodou magnetické rezonance jsou vysoké pořizovací i provozní náklady a také vyšší časové nároky. Hlavním nebezpečím pro pacienty je přítomnost kovových materiálů v těle, které se zahřejí a mohou tak způsobit různé vedlejší nežádoucí účinky. U vyšetření pomocí magnetické rezonance se ve srovnání s CT mnohem častěji vyskytují artefakty, které následně snižují kvalitu výsledného obrazu. Výhoda CT je v tom, že je schopno vytvořit obraz rychleji a tím eliminovat artefakty způsobené např. pohybem střeva. Dále jako nevýhodu vyšetření pomocí magnetické rezonance je možné uvést poměrně značné množství kontraindikací. Jsou to zejména klaustrofobie (s možností eliminace farmakologickou sedací), pacienti s kardiostimulátory či kochleárními implantáty, či jakýmkoli jinými implantáty v těle, přítomnost kovových těles z feromagnetického materiálu v těle pacienta či rozsáhlá tetování ve vyšetřované oblasti. [5], [11], [12]

3.4. Zobrazovací metody nukleární medicíny

Nukleární medicína je lékařský obor, který se zabývá diagnostikou a léčbou pomocí otevřených radioaktivních zářičů. Ta jsou ve formě radiofarmak aplikována do vnitřního prostředí organismu. Využití těchto látek je založeno na objevu maďarského chemika György Hevesyho na počátku 20. století. Výše zmíněný chemik pracoval na indikátorovém principu, který umožnil neinvazivní sledování osudu látek v organismu pomocí jejich značení radionuklidy a detekce záření gama. Hevesyho objev byl oceněn v roce 1943 Nobelovou cenou za chemii.

Zobrazovací metoda užívaná v nukleární medicíně se nazývá scintigrafie (dle základu scintilační kamery, tedy dle scintilačního detektoru) nebo gamagrafie (dle záření gama, které je emitováno radionuklidy).

Scintigrafie spadá mezi velice užitečné diagnostické metody zejména z důvodu, že nezobrazuje pouze struktury anatomické, jako je tomu u předešlých zmiňovaných diagnostických metod (až na výjimky – jako jsou některá vyšetření s kontrastními látkami, dopplerovské zobrazení rychlosti průtoku krve v cévách nebo funkční vyšetření magnetickou rezonancí), ale dává nám možnost prohlédnout si hlavně funkci daných orgánů či oblastí. Funkční scintigrafické vyšetření nám umožní zobrazit např. hypoxii, zánět, perfuzi, koncentraci receptorů, přestavbu kosti, intenzitu glykolýzy, apod. Je třeba si ale uvědomit, že očekávat podrobné zachycení detailů anatomických struktur zde není na místě. Je nutno podotknout, že s jiným vyšetřením bychom informace o funkci, průběhu fyziologických a patologických dějů a charakteru tkání získali opravdu jen ztěží.

Nukleární medicína spolupracuje s širokým spektrem klinických oborů, neboť poskytuje specifické metody pro vyšetření prakticky všech orgánů. Nejrozšířeněji je však využívána zejména v kardiologii, neurologii, gastroenterologii, tyreologii, nefrologii a v neposlední řadě také v onkologii. [3], [12]

Stomatologie využívá metody nukleární medicíny zejména v diagnostice onkologických lézí. Praktická část mé bakalářské práce se ovšem těmito metodami nebude zabývat, proto se dále o této problematice již nebudu zmiňovat.

4. Zobrazovací technika ve stomatologii

4.1. Zaznamenávání obrazu

Není tomu tak dávno, co se RTG vyšetřování spojovalo s fotografickým filmem a jeho vyvoláním tzv. mokrou cestou. Takovéto filmy se vyvolávaly v temné komoře ve speciálních pro světlo neprostupných boxech, nebo ve vyvolávacích automatech. Proces je neodborně nazývan tzv. „mokrou cestou“ kvůli technice vyvolávání, kdy se film ponořuje do vyvolávacích roztoků - vývojka a ustalovač.

Vývojka je zásaditým roztokem redukčních činitelů, které jsou zodpovědné za detail a kontrast výsledného obrazu.

Ustalovač je kyselý roztok, který neutralizuje zbytky vývojky, které ulpěly na filmu. Celý proces je ukončen vypráním filmu ve vodě a jeho následným usušením.

V dnešní době se více využívá tzv. „Suchá cesta“, které se docílilo digitalizací. Ta přinesla několik výhod – rychlé získávání RTG snímků ve vysoké kvalitě za současného snížení ionizující dávky pro pacienta i personál, snazší manipulace (možnost nahrání snímku na CD, flash disk, zaslání přes internet či intranet na jiná pracoviště), archivace (možnost opakovaně prohlížet, tisknout a porovnávat s novými snímky téže oblasti) a samozřejmě je úprava výsledného obrazu.

Jako záznamové médium se při výpočetní radiografii (CR) nejčastěji k zachycení a zviditelnění prošlého záření používá fosforových fólií, které bývají uloženy v kazetách. Princip záznamu dopadajícího záření je ve stimulaci fosforové vrstvy, z níž je obrazová informace skenována laserem po jednotlivých bodech. Tím se latentní obraz z fosforové fólie převádí v digitální podobě do počítače, kde je jej možné dále upravovat. Při přímé radiografii (DR) je záření zachyceno maticí detektorů, které jsou převáděny na elektrický signál, který je v digitální podobě registrován počítačem. Výhodou je tedy vysoká kvalita obrazu a mezi nevýhody patří vyšší pořizovací cena. [5], [6], [8], [14], [15]

4.2. Důležité zákony a vyhlášky týkající se instalace a provozu RTG zařízení v ČR

Základním zákonem, který reguluje užívání zdrojů ionizujícího záření, je **Zákon č. 18/1997 Sb.** (tzv. atomový zákon o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření). Tento zákon se týká všech zdrojů, které produkují ionizující záření, tzn. také intraorálních a panoramatických dentálních rentgenů.

Na atomový zákon navazují prováděcí předpisy – vyhlášky Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB).

Vyhláška č.146/1997 Sb.

Upravuje požadavky na kvalifikaci a odbornou přípravu pracovníků se zdroji ionizujícího záření, zabývá se způsobem ověřování odborné způsobilosti, udělováním oprávnění atd.

Vyhláška č. 184/1997 Sb

O požadavcích na zajištění radiační ochrany, o podmínkách bezpečného provozu pracovišť se zdroji ionizujícího záření. Veličiny, parametry, přijímací zkouška, zkouška dlouhodobé stability, zkouška provozní stálosti, evidence drobných zdrojů ionizujícího záření, směrné hodnoty pro lékařská ozáření atd.

Vyhláška č.214/1997 Sb.

O zabezpečení kvality při činnostech souvisejících s využíváním jaderné energie, rozdělení zařízení do bezpečnostních tříd apod.

Měsíčník LKS

Příloha měsíčníku České stomatologické komory LKS 2/93 (Ing. Otto Kodl a spol.: radiační ochrana při zubních radiodiagnostických vyšetřeních.) obsahuje přehledně seřazené informace o radiační hygieně a předpisech se zaměřením na stomatologickou radiodiagnostiku.

Ozáření lze provádět jen na základě lékařské indikace a na zodpovědnost zubního lékaře. K tomu musí mít dotyčná osoba povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření od SÚJB, které se vydává na základě žádosti. Požaduje se také odborná způsobilost, tzn. vysokoškolské vzdělání příslušného směru a 3 roky praxe v oboru. Pro provoz zubního RTG není nutné jeho umístění v samostatné místnosti, ale může být umístěn i v ordinaci. S ohledem na platné hygienické předpisy však místnost musí mít alespoň 15m². [6], [8], [13], [16]

4.3. Snímkovací technika

Snímkovací techniku ve stomatologii můžeme dělit podle místa, které zobrazujeme na snímkovací techniku lbi, čelistí a zubů. Ale také podle místa, kde se nachází film, fólie či senzor. Dělíme ji tedy na extraorální a intraorální.

4.3.1. Snímkovací technika lbi

K zobrazení jednotlivých částí lebky se užívají projekce, které mají specifická označení – projekce zadopřední, bočná, šikmá, poloaxiální, axiální, clementschtschova, projekce na temporomandibulární kloub (dále jen TMK) a jiné. [6], [8], [13]

4.3.2. Snímkovací technika čelisti

K zobrazení čelistí lze užít extraorální projekce centrované na určitou oblast horní a dolní čelisti nebo ortopantomograf (dále jen OPG). OPG snímek zobrazí horní a dolní čelist s přilehlými strukturami. [6], [8], [13]

4.3.3. Snímkovací technika zubů

Jednotlivé intraorální projekce se označují podle anatomické oblasti, na kterou směřuje centrální paprsek rentgenky. Když centrální paprsek směřuje na apex zubního kořene, nazýváme projekci apikální. Když směřuje na krček zubu, nazýváme jí projekci limbální. Interproximální projekce (bite-wing) zachytí jen korunky a krčky zubů obou čelistí ve skusu na jeden snímek. [6], [8], [13]

4.3.4. Intraorální projekce

Při základních intraorálních projekcích se směr centrálního paprsku určuje ve dvou na sebe kolmých rovinách. Tedy ve vertikálním a horizontálním úhlu.

Vertikální úhel je úhel mezi horizontální rovinou a centrálním paprskem. Běžné intraorální vyšetření je podřízeno Cieszynského pravidlu, při kterém by měl centrální paprsek dopadat přes apex kolmo na rovinu půlící úhel mezi dlouhou osou zubu a rovinou filmu. V případě, že se pravidlo dodrží, vzniká obraz izometrický. Hypermetrický snímek vznikne pokud je tubus nastaven horizontálněji. Opačným případem je snímek hypometrický, který vzniká pokud je osa centrálního paprsku skloněna více vertikálně.

Horizontální úhel centrálního paprsku by měl být paralelní s průběhem interdentalních sept snímaných zubů. Dodržením tohoto pravidla vzniká ortoradiální snímek. Pokud centrální paprsek probíhá od meziálního sousedního zubu nazýváme snímek mezioexcentrický. V případě, že jde paprsek od zubu distálního, jedná se o snímek distoexcentrický. Běžně excentrické snímky neužíváme, ale mají svou indikaci např. v endodoncii.

Nejčastěji se v intraorální rentgenologii setkáváme s těmito projekcemi:

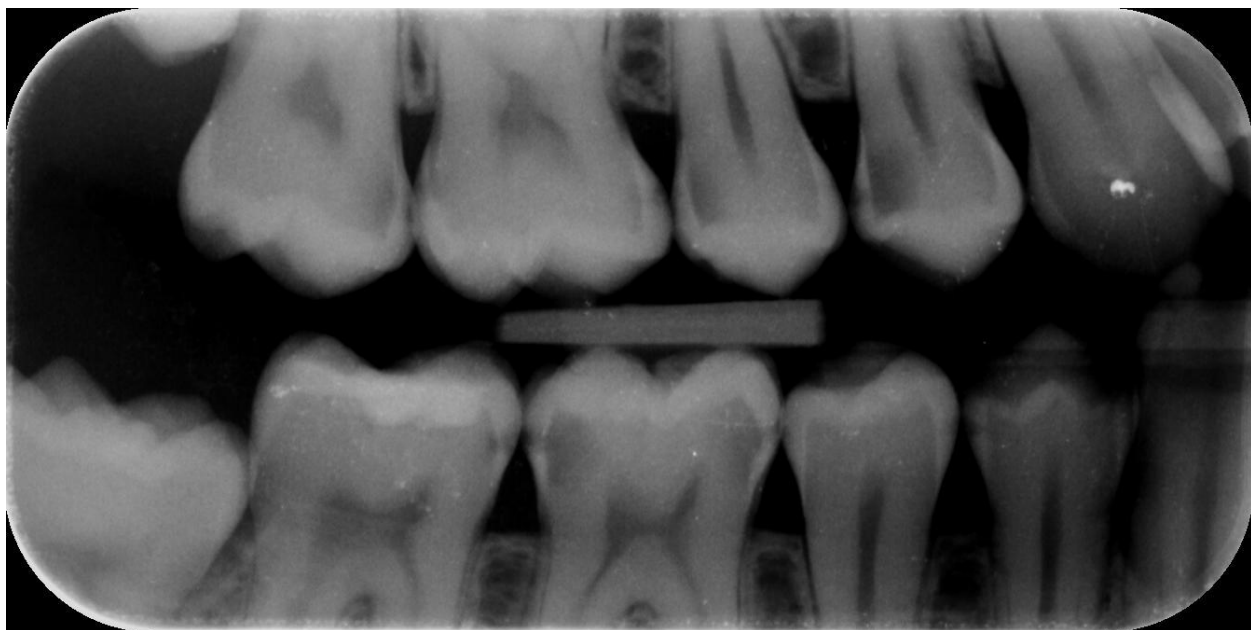
apikální projekce: jedna z nejpoužívanějších. Centrální paprsek směřuje na hrot (apex) zubu. Na snímku posuzujeme kořeny, kořenové kanálky a periodontální šterbinu i s alveolární kostí. Zubní korunky nebývají vždy v celém rozsahu.

okluzní projekce: při této projekci je RTG snímač přidržován lehkým skousnutím (příliš velký stisk by mohl film nebo snímač poškodit), probíhá tedy souběžně s okluzními ploškami, respektive incizivními hranami zubů. Snímky se používají většinou 5 x 7 cm. Využití najde tato projekce při detekci cizích těles v ústní spodině nebo jako pomocný snímek k zjištění co nejpřesnější polohy retinovaných zubů.

bite – wing (BW): nebo-li metoda interproximální. Česky lze zaslechnout název metoda skusového křídélka. Pacient má zavřená ústa a dokusuje do držáku filmu, který je uložen orálně a naléhá na palatinální a lingvální plochu korunek. Na snímku jsou vidět korunky dentice obou čelistí a přilehlá alveolární kost, nikoliv však kořeny. Využití je především v diagnostice kazů a to i těch, které nejsou klinicky patrné nebo jsou na nepřístupných místech - proximální plochy zubů. Další využití BW je preventivní.

Prevenici chápeme jako základní nástroj moderní medicíny. Představa o prevenci je taková, že budeme – li aktivně ovlivňovat rizikové faktory, bude možné snížit výskyt nemocí. V případě BW projekce se jedná o prevenci sekundární, to jest včasnou diagnostiku kariézní léze. V ideálním případě by tedy bylo vhodné jí používat jednou za dva roky preventivně.

marginální projekce: využívá se především v parodontologii k zobrazení marginálního parodontu a zubní korunky. Centrální paprsek směřuje do oblasti krčku zobrazovaného zubu. [4], [6], [8], [13], [14], [15]



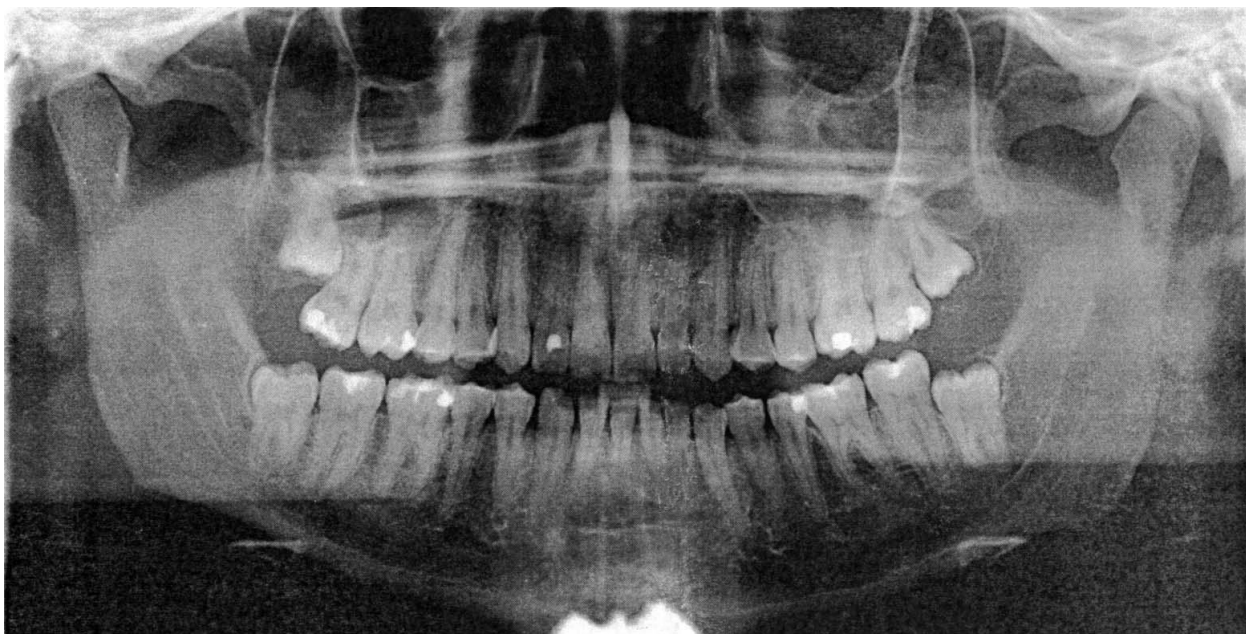
Obr. 3: Bitewing

4.3.5. Extraorální projekce

Ke zhotovení těchto snímků jsou zapotřebí větší RTG přístroje, takže se většinou nevyskytují v praktických ordinacích, ale ve větších ambulancích a nemocnicích.

Nejčastěji a výhradně se ve stomatologii setkáváme s ortopantomogramem (obr.2). Jedná se o přehledný panoramatický RTG snímek. Technika snímkování vychází z kombinací rotačních a translačních pohybů rentgenky a filmu za současné fixace hlavy pacienta v kefalostatu, při čemž je nutno respektovat frankfurtskou horizontálu, což je rovina spojující dolní okraj očníce s horním okrajem zevního zvukovodu. Dnešní přístroje již využívají ke správnému nastavení hlavy pacienta mimo jiné také laserových ukazovátek. Rentgenka a film se pohybují synchronizovaně k získání ortoradiálního snímku. Na OPG snímku, nejčastěji 15 x 30 cm, jsou zachyceny dentice čelistí, TMK, části dutin nosních a maxilárních. Struktury na OPG snímku jsou mírně (o 25 – 35 %) zvětšené. OPG využíváme k diagnostice zubních kazů – v závislosti na kvalitě snímku, dále také k diagnostice zlomenin, některých poruch TMK, tumorů, cyst, retinovaných či semiretinovaných zubů.

Se zbývajícími extraorálními projekcemi, viz. 4.3.1., se setkáváme zejména ve stomatochirurgii. [4], [8], [15], [18], [27]

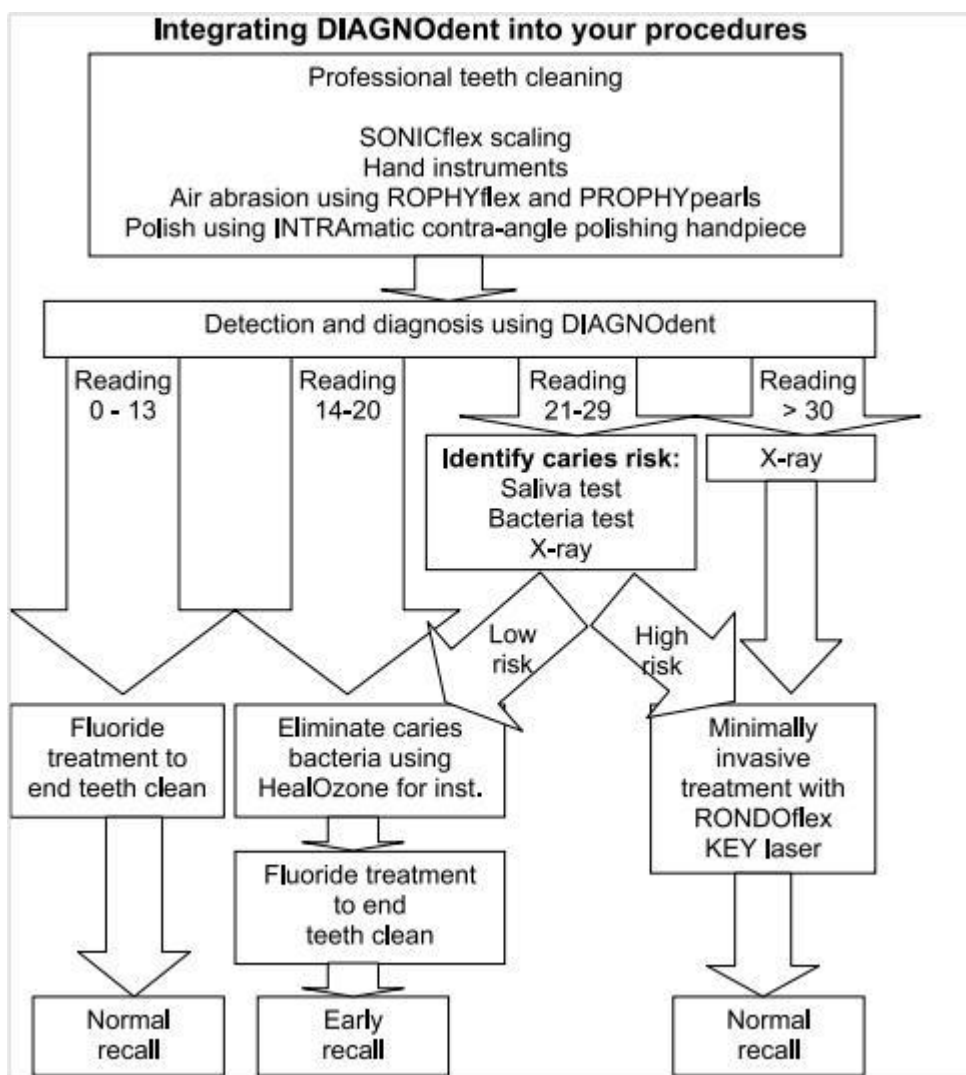


Obr. 2 : Ortopantomogram

4.4. Diagnodent

K diagnostice zubních kazů za pomoci laserové fluorescence vyvinula firma KAVO přístroj s komerčním názvem Diagnodent. Tím se rozšířila dostupnost neinvazivní detekce zubních kazů na okluzních i aproximálních plochách.

Jedná se o zařízení s laserovou diodou I. třídy emitující záření o λ 655nm, které se světlovodem přenáší na povrch vyšetřovaného zubu. Na detekovaných místech vzniká fluorescence, která je vedena zpět, vyhodnocena v přístroji a na displeji zobrazena její hodnota v rozmezí 0 – 99. Do 15ti se jedná o zdravou část zubu, od 30ti výš se jedná o různý stupeň kazu. I u zdravého zubu se můžeme setkat s vysokou fluorescencí, která nemusí být způsobena jen demineralizací skloviny, ale i přítomností bakterií, zbytků jídla, zubního kamene atd. a to je důvod, proč musí být povrch zubu před vyšetřením profesionálně očištěn a samotné měření se provádí nakalibrovaným přístrojem na čistém, suchém zubu. Viz schéma 1. [7], [19], [20]



Schema 1: postup práce s Diagnodentem (Fa. KAVO)

5. Cíl práce a hypotéza

5.1. Cíl práce

Cílem práce je zjištění dostupnosti intraorálních RTG přístrojů u praktických stomatologů v Praze, zjištění počtu pacientů připadajících na jeden RTG přístroj a porovnání s hodnotami pro Českou republiku.

Vzhledem k faktu, že se stav chrupu obyvatel České republiky neustále zhoršuje, k čemuž nepřispělo ani zrušení preventivních programů již od první třídy základní školy, mne též zajímalo, zda-li praktičtí stomatologové využívají intraorální RTG k včasné diagnostice zubních kazů. Je totiž podloženo, že RTG snímek je v bite-wing projekci objektivním podkladem pro diagnostiku počínající parodontopatie a časných aproximálních kazů. Následně je tedy možné začít zjištěnou počínající kariézní lézi léčit neinvazivně. Při té příležitosti jsem se neopomněl zeptat i na jiné technické pomůcky, které oslovení stomatologové případně používají k diagnostice kazivých lézí zubu.

5.2. Hypotéza

V Praze bude méně pacientů na jeden intraorální RTG přístroj než v průměru pro celou Českou republiku.

Z mnou dotazovaných praktických stomatologů v Praze bude většina, kromě tradiční vizuálně taktilní metody, používat i RTG v BW projekci a někteří možná i laserovou fluorescenci k odhalení kazu.

6. Metodika

S výběrem ordinací mi pomohla Česká Stomatologická Komora, která mi ke dni 23. 12. 2011 dodala sto kontaktů náhodně vybraných ordinací na území hlavního města Prahy. Z této skupiny se mi podařilo telefonicky spojit se 62 stomatology, z nichž mi ale dva z pochopitelných důvodů nechtěli poskytnout žádná data a proto jsem je do práce nezapočítal. Ze zbylých 60ti stomatologů, kteří mi odpověděli na nosné otázky, zda mají RTG, OPG, používají-li jej k dg kazu, kolik mají registrovaných pacientů a zda-li používají jiný prostředek k diagnostice kazu než stomatologickou sondu a zrcátko.

Druhou skupinou dat jsou celorepubliková data z Ústavu zdravotnických informací a statistiky. Čerpal jsem 2. dubna 2012 z poslední dostupné ročenky, která byla z roku 2010 a s těmito čísly, která jsou pro celou Českou republiku, jsem porovnával zda-li je v hlavním městě intraorální RTG dostupnější než v průměru pro celou Českou republiku.

Též jsem využil registru zdrojů záření Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, v němž jsou evidované všechny jednoduché, významné a velmi významné zdroje ionizujícího záření.

7. Výsledky

7.1. Celkový počet PZL, ordinací a obyvatel

V celé České republice se nachází 5453 stomatologických ordinací v nichž pracuje 7319 PZL. Na jednu ordinaci tak připadá v průměru pro Českou republiku 1,34 PZL. V ČR, vyjma Prahy, je 4495 ordinací, ve kterých pracuje 5872 PZL, tj. 1,3 stomatologa na ordinaci. Podíl stomatologů (1447) k počtu ordinací (958) v Praze je 1,51. Tento počet převyšuje celorepublikový průměr.

Na celkem 5453 ordinací a 7319 PZL v celé ČR připadá dle ČSÚ 10548527 obyvatel. To znamená, že v průměrné ordinaci praktického stomatologa bude registrováno 1934 pacientů a jeden průměrný PZL bude pečovat o chrup 1441 obyvatel. Ve zbytku ČR (bez Prahy) připadá na jednu ordinaci 1,3 PZL a 2065 pacientů. Jeden PZL tedy bude sanovat chrup 1581 pacientům. V Praze je situace o něco lepší. Zde připadá na průměrnou ordinaci 1317 pacientů a na jednoho lékaře 872 pacienta.

To znamená, že v porovnání Prahy s ČR by měla být péče PZL dostupnější než v průměru pro zbytek České republiky.

	Zařízení ¹	PZL ²	Obyvatel ³
celá ČR	5453	7319	10548527
Praha	958	1447	1262106
ČR bez Prahy	4495	5872	9286421

tab. 2: Počet ordinací, PZL a obyvatel

7.2. Celkový počet RTG, OPG a jejich počet na obyvatele

Na území ČR se nachází celkem 4403 IO RTG aktivně používaných v humánní medicíně. Na tento počet připadá 4495 ordinací PZL. Z toho vyplývá, že IO RTG je dostupný téměř v 98% ordinací PZL ČR. V celorepublikovém průměru tak na jeden IO RTG připadá 2109 pacientů. Počet OPG je v ČR 748 a na jedno OPG tedy připadá 12415 pacientů.

V Praze se jedná o 882 IO RTG v 958 ordinacích. To znamená, že 92% ordinací je vybaveno IO RTG. Na jedno IO RTG náleží 1430 pacientů a obdobně s orthopantogramem, na který je v Praze 8645 obyvatel.

¹ ÚZIS [25]

² ČSK [29]

³ ČSÚ [26]

Z těchto informací můžeme usoudit, že se hypotéza potvrdila. V Praze připadá na jedno IO RTG i na jedno OPG méně obyvatel než v celé České republice a tudíž můžeme konstatovat, že jsou obě metody v Praze dostupnější.

	RTG IO ⁴	RTG OPG ⁴	Zařízení ⁵	Obyvatel ⁶
celá ČR	5285	894	5453	10548527
Praha	882	146	958	1262106
ČR bez Prahy	4403	748	4495	9286421

tab. 3: Počet IO RTG, OPG, zařízení a obyvatel

7.3. Počet a stáří IO RTG a OPG používaných v HM v Praze

Další částí, kterou jsem se zabýval ve své bakalářské práci, je zjištění stáří IO RTG a OPG.

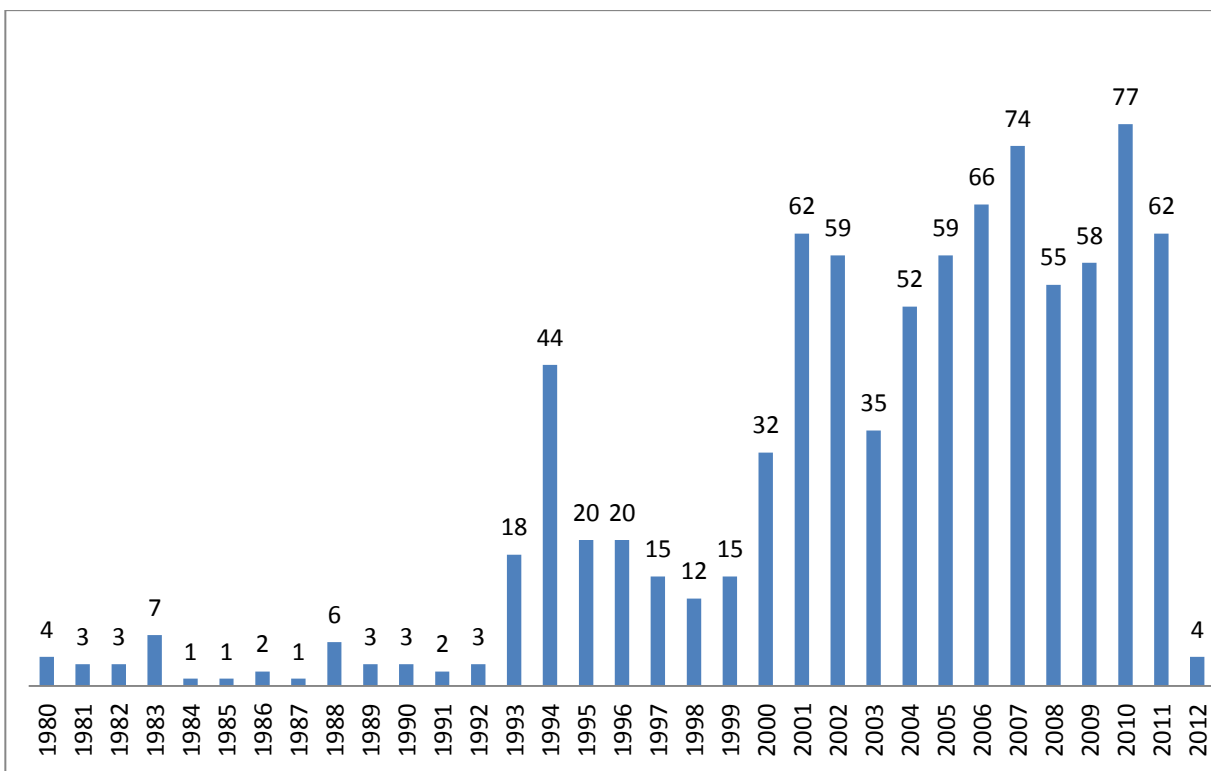
Zjistil jsem, že ve skupině IO RTG jsou čtyři nejstarší, stále používané přístroje v humánní medicíně s rokem výroby 1980. Naopak nejnovější IO RTG, který lze v ordinacích PZL v Praze najít, je z roku 2012. Průměrný věk je v tomto případě 9 let a medián 7 let.

U orthopantogramů je situace celkově lepší. Zde je nejstarší přístroj, v humánní medicíně stále používaný, z roku 1986 a nejnovější z roku 2011. Průměrný rok výroby je 2006 a v 50% ordinací lze najít OPG z roku výroby 2008 a novější.

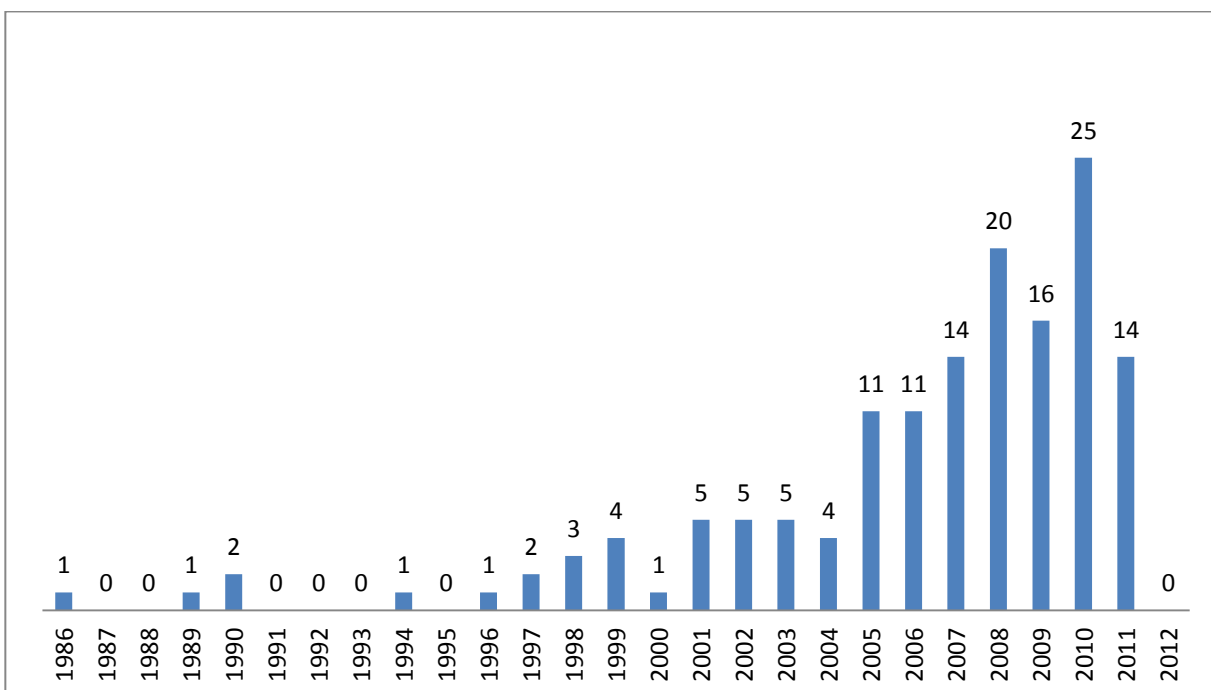
⁴ SÚJB [28]

⁵ ČSK [29]

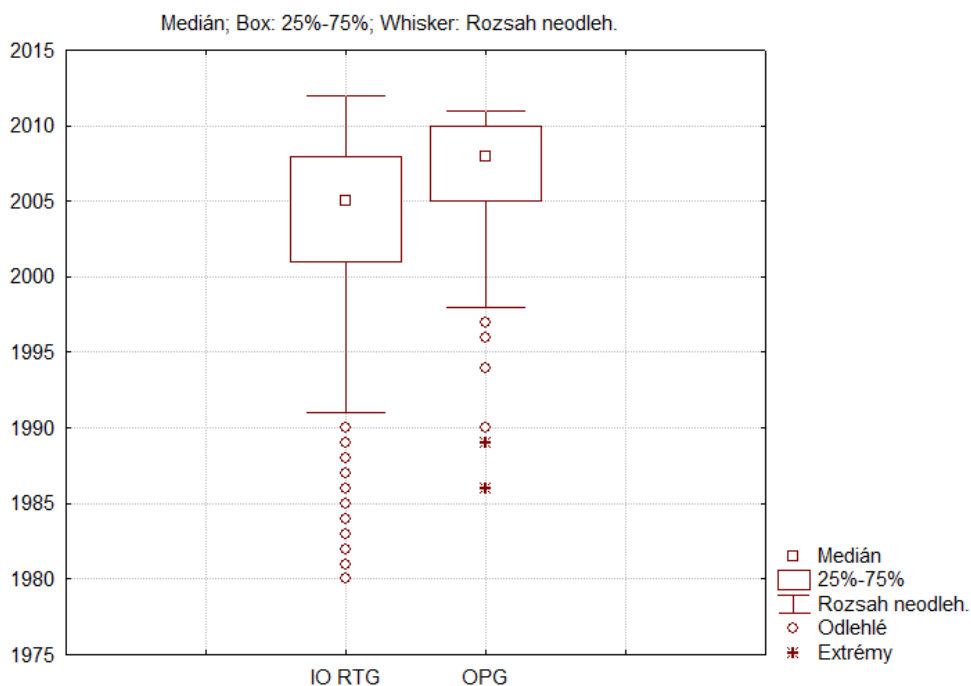
⁶ ČSÚ [26]



Graf 1: Počet aktivně užívaných IO RTG přístrojů v HM dle roku výroby v Praze



Graf 2: Počet aktivně užívaných OPG přístrojů v HM dle roku výroby v Praze



Graf 4: Porovnání stáří IO RTG a OPG

	IO RTG	OPG
průměr	2003	2006
min	1980	1986
Q1	2001	2005
med	2005	2008
Q3	2008	2010
max	2012	2011
25pct	2001	2005
50pct	2005	2008
75pct	2008	2010

tab. 4: Porovnání stáří IORTG a OPG

7.4. Dostupnost RTG a OPG v Praze

Tyto výsledky se týkají mnou zkoumané skupiny 60ti PZL z Prahy. Z těchto 60ti dotazovaných PZL nemají ve svých ordinacích IO RTG nebo jeho část tři lékaři. To znamená, že v 95% ordinacích je IO RTG dostupné. Výsledek 95% tedy leží přesně mezi tabulkovými hodnotami pro Prahu a ČR.

Ve stejných 60ti ordinacích je dohromady 18 OPG a jeden z dotazovaných stomatologů má OPG s dalšími dvěma kolegy na patře. Saturace ordinací OPG je tedy překvapivých 30%.

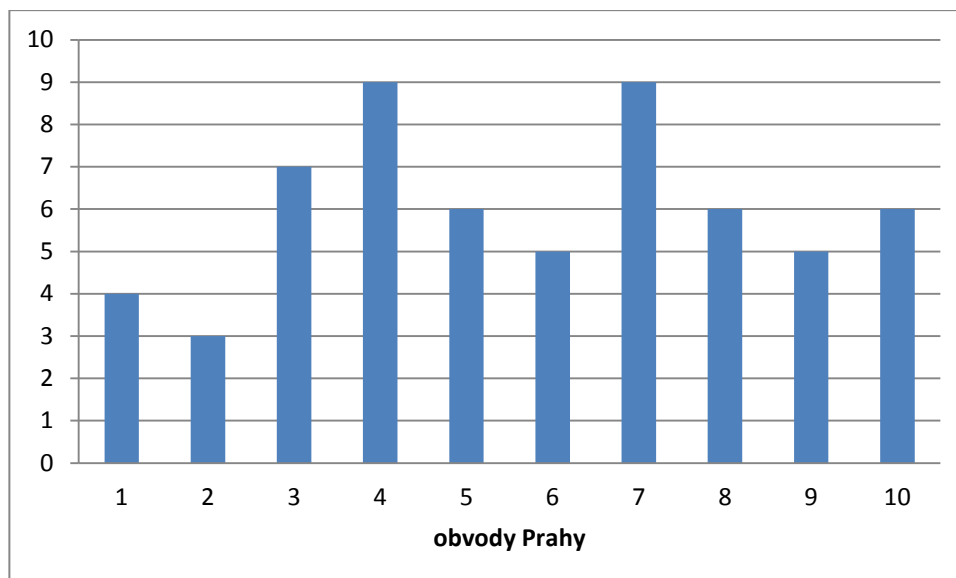
Vzhledem k obdržným náhodným datům ČSK dopadlo rozdělení dotazovaných ordinací nejlépe pro čtvrtý a sedmý pražský obvod (9 zařízení) a nejhůře pro druhý (3 ordinace).

No.	Praha	RTG	No.	Praha	RTG	No.	Praha	RTG
1	4	ANO	21	4	3 ordinace	41	3	Na patře
2	4	ANO	22	1	ANO	42	5	ANO
3	5	ANO	23	1	ANO	43	6	Na patře
4	3	ANO	24	3	ANO	44	6	ANO
5	8	ANO	25	4	ANO – SFR	45	5	ANO
6	4	ANO	26	7	ne	46	10	ANO
7	10	ANO	27	7	ne	47	10	ANO
8	7	ANO	28	2	ANO	48	9	ANO
9	7	ANO	29	3	ANO	49	9	ANO
10	3	ANO	30	8	ANO	50	6	ANO
11	2	ANO	31	9	ANO	51	4	ANO
12	7	ANO	32	1	ANO	52	8	ANO
13	5	ANO	33	8	ANO	53	6	ANO
14	3	3 ordinace	34	7	ANO	54	5	ANO
15	2	ne	35	7	3 ordinace	55	8	ANO
16	7	ANO	36	7	ANO	56	6	ANO
17	10	Na patře	37	10	ANO	57	5	ANO
18	4	ANO	38	10	ANO	58	1	ANO
19	4	Na patře	39	8	ANO	59	9	Na patře
20	4	ANO	40	3	ANO	60	9	ANO

tab.5 : RTG v Praze (dotazník)

No.	praha	OPG	No.	praha	OPG	No.	praha	OPG
1	4	ne	21	4	ANO	41	3	ANO
2	4	ne	22	1	ANO	42	5	ne
3	5	ne	23	1	ANO	43	6	ANO
4	3	ANO	24	3	ANO	44	6	ne
5	8	ANO	25	4	ne	45	5	ANO
6	4	ne	26	7	ne	46	10	ne
7	10	ne	27	7	ne	47	10	ANO
8	7	ne	28	2	ne	48	9	ne
9	7	ANO	29	3	ANO	49	9	ne
10	3	ne	30	8	ne	50	6	ne
11	2	ANO	31	9	ne	51	4	ANO
12	7	ne	32	1	ne	52	8	ne
13	5	ANO	33	8	ANO	53	6	ne
14	3	3 ordinace	34	7	ne	54	5	ne
15	2	ne	35	7	ne	55	8	ne
16	7	ne	36	7	ne	56	6	ne
17	10	ne	37	10	ne	57	5	ANO
18	4	ne	38	10	ne	58	1	ne
19	4	ANO	39	8	ne	59	9	ne
20	4	ne	40	3	ne	60	9	ne

tab.6 : OPG v Praze (dotazník)



Graf 3: Počty oslovených ordinací v jednotlivých obvodech hl. m. Praha

7.5. Počty pacientů v dotazovaných ordinacích

Stejných 60ti PZL jsem se dotazoval i na počet registrovaných pacientů. Kromě dvou lékařů mi všichni odpověděli.

V těchto 58mi ordinacích v Praze je celkem zaregistrovaných 103983 pacientů. Nejvíce je 3874 pacientů a naopak nejméně 800 pacientů na jednu ordinaci. Do průměrné ordinace chodí 1793 pacientů. Medián je v tomto případě 1852 pacientů.

Na 58 ordinací tedy připadá 53 IO RTG a 12 OPG. K těmto zobrazovacím metodám náleží již udaných 103983 pacientů. Na jeden IO RTG v mém pozorování připadá 1962 pacientů a na jeden OPG 8665 pacientů. Tímto se potvrdila má hypotéza, že IO RTG i OPG jsou v Praze dostupnější než-li ve zbytku České republiky.

No.	počet pacientů	No.	počet pacientů	No.	počet pacientů
1	1329	21	1100	41	1931
2	1179	22	1370	42	2000
3	1553	23	1444	43	1931
4	2210	24	1511	44	2050
5	nechce uvést	25	800	45	1916
6	1003	26	2007	46	2234
7	1500	27	1136	47	1711
8	2439	28	2125	48	1635
9	2774	29	1737	49	1638
10	2136	30	1977	50	1607
11	1300	31	1956	51	1837
12	nechce uvést	32	1928	52	1866
13	3874	33	2150	53	1811
14	2112	34	1742	54	2079
15	1123	35	1778	55	1987
16	2000	36	1644	56	2084
17	936	37	2197	57	2193
18	1430	38	1999	58	2220
19	1200	39	1887	59	1693
20	1321	40	1995	60	1658

tab.7: Počty pacientů v Praze (dotazník)

	Pacientů
průměr	1793
medián	1852
minimum	800
maximum	3874
suma	103983

tab.8: Statistika pacientů v Praze (dotazník)

7.6. Využívání jiných metod k dg. zubního kazu

Jako poslední cíl mé práce, který se objevil až v průběhu hlubšího studia dané problematiky, jsem si stanovil zjistit, kolik procent stomatologů využívá jinou metodu ke zjištění zubního kazu, než všemi známou - za pomoci stomatologického pátradla a zrcátka.

Ze stejných 60ti ordinací mi odpovědělo 100% PZL. Z těchto 60ti PZL se mi pouze 12% stomatologů přiznalo k využívání jiné metody. Čtyři PZL přiznali využívání RTG metod, dva PZL uvedli laserovou fluorescenci a jeden uvedl IO kameru.

No.	Praha	Dg. kazu	No.	Praha	Dg. kazu	No.	Praha	Dg. kazu
1	4	ne	21	4	ne	41	3	ne
2	4	ne	22	1	ne	42	5	ne
3	5	ne	23	1	ne	43	6	ne
4	3	ne	24	3	ne	44	6	ne
5	8	ne	25	4	ne	45	5	ne
6	4	Ano – OPG obcas BW	26	7	ne	46	10	ne
7	10	ne	27	7	ne	47	10	ne
8	7	ne	28	2	ne	48	9	ne
9	7	ne	29	3	ne	49	9	ne
10	3	Ano – Diagnodent	30	8	ne	50	6	ne
11	2	ne	31	9	ne	51	4	ne
12	7	ne	32	1	ne	52	8	ne
13	5	ne	33	8	Ano – BW	53	6	ne
14	3	Ano - snazi se IO kamerou	34	7	ne	54	5	ne
15	2	ne	35	7	ne	55	8	ne
16	7	Ano - BW	36	7	Ano – Diagnodent	56	6	ne
17	10	ne	37	10	ne	57	5	ne
18	4	ne	38	10	ne	58	1	ne
19	4	ne	39	8	ne	59	9	ne
20	4	ne	40	3	Ano - BW	60	9	ne

Tab.9 : Využití jiných metod k dg. kazu (dotazník)

8. Závěr

Cílem práce bylo zjistit dostupnosti IO RTG v Praze a porovnat je se zbytkem republiky. K tomu jsem využil registrů SÚJB a dat ČSK a ČSÚ.

Zjistil jsem, že hlavní město Praha je oproti zbytku České republiky v počtu IO RTG i OPG na jednu ordinaci nepatrně horší. Intraorálních RTG je průměrně v 97% ordinací České republiky, zatímco v Praze „jen“ v 92%. Což lze ale vysvětlit např. tím, že v Praze je větší šance, že na jednom místě bude více ordinací se společně používaným RTG (viz. tab. 2). Obecně lze konstatovat, že Česká republika i Praha patří k místům, kde je IO RTG velmi dobře dostupné.

V problematice IO RTG a OPG, kterou jsem se snažil co nejvíce nastudovat, jsem zjistil i rok výroby jednotlivých používaných přístrojů. Zde mne velice zarazilo, že na území hlavního města Prahy jsou stále aktivně používány přístroje z 90. let minulého století. Tyto stroje nejenže neposkytují tak kvalitní rozlišení, ale navíc zatěžují pacienta i personál celé stomatologické ordinace větší radiační zátěží.

Při studování jednotlivých výsledků jsem si všiml křivky grafu 1 (rv IO RTG), kde mne upoutaly dva hroty. Konkrétně se jedná o roky 1994 a 2001, zajímavý je i propad v roce 2008. První hrot přisuzuji s určitou latencí „*Sametové*“ revoluci a u druhého hrotu v roce 2001 si myslím, že by mohl mít souvislost se zavedením tzv. atomového zákona v roce 1997. Když mezi léty 2003 až 2007 vzniká téměř lineární přírůstek nových přístrojů, přichází roku 2008 tzv. ekonomická krize, která se i v tomto segmentu evidentně odráží.

Co je však velice zajímavé a zarazující, že i přes velmi dobrou dostupnost IO RTG se v mnou dotazované skupině praktických zubních lékařů (viz. tab. 9) přihlásilo k využívání jiné než tradiční metodě dg kazu méně než 12 % stomatologů. Tento fakt příliš nepřispívá k trendům 21. století, kdy je největší důraz kladen na prevenci, v tomto případě sekundární. To znamená zachytit včas počínající kazivou lézi a tu v nejlepším případě léčit zcela neinvazivně. K zachycení časně aproximální kariézní léze zubu je možno použít např. laserovou fluorescenci nebo - v České republice velmi dobře dostupný - IO RTG v BW projekci, kterým by stejně měla být LF podložena [22], [23] (viz. schéma 1).

Není mi zcela jasné, proč PZL nejsou motivováni k využití BW projekce k časně diagnostice a proč i navzdory dobré dostupnosti RTG nemáme výsledky ve zpomalení zhoršování stavu chrupu občanů České republiky.

Jedním z důvodů, který by mohl vést k nevyužívání BW projekce v odhalování časně aproximální léze nebo parodontopatie, může být strach z nadměrné expozice ionizujícího záření pacienta a z možné tvorby novotvarů. [24]

Na základě mých zjištění navrhuji zvýšit pregraduální edukaci studentů zubního lékařství. Vzhledem k počtu a věku již pracujících stomatologů (viz. Příloha 1) navrhuji, aby s tímto zjištěním pracovala i ČSK, která by mohla zorganizovat semináře, nejlépe s praktickým nácvikem na fantomech (viz příloha 2). A hlavně, a to především, aby se o možnosti včasné diagnostiky aproximálního zubního kazu dozvěděla široká veřejnost ať už formou reklamy, posterů, přednášek nebo různých projektů jako je např. „týden čistých zubů“, „nechci kazy“ nebo „dětský úsměv“.

9. Použité zkratky

1. LF	1. lékařská fakulta
3D	Trojdimenzionální; trojrozměrný
CCD	Charge-Couple Device; zařízení s vázanými náboji
CD	Compact disc
cm	Centimetr
CR	Výpočetní radiografie; computed radiography
CT	Computed tomography; výpočetní tomografie
ČSK	Česká stomatologická komora
ČSÚ	Český statistický úřad
dg.	Diagnostika, Diagnóza
DR	Přímá radiografie; direct radiography
Fa	Firma
HM	Humánní medicína
HU	Hounsfieldova jednotka
IO	Intraorální
LKS	Lékařská komora stomatologická
MHz	MegaHertz
MRI	Magnetická rezonance
mSv	Milisievert; jednotka dávky ionizujícího záření
nm	Nanometr
No.	Číslo
OPG	Ortopantogram
PA	posterioro-anteriorní (předo-zadní)
PET	Positronová emisní tomografie
PZL	Praktický zubní lékař
RF	Radiové vlny
RTG	Rentgen
RVG	RadioVisioGraphy
Sb.	Sbírka
SFR	Screen film radiography
SPECT	Jedno fotonová výpočetní emisní tomografie
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost

Sv	Sievert; jednotka dávky ionizujícího záření
Tab	Tabulka
TMK	Temporomandibulární kloub
USG	Ultrasonografie
ÚZIS ČR	Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR
λ	Vlnová délka

10. Použité zdroje

10.1. Literatura

- [1] Zdravotnické Noviny. *ZDN.cz* [online]. 2007 - 2012 [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: <http://www.zdn.cz/clanek/zdravotnicke-noviny/od-rontgena-ke-cormackovi-a-hounsfieldovi-455451>
- [2] FERDA, Jiří, M. NOVÁK a B. KREUZBERG. *Výpočetní tomografie*. Praha: Galén, 2002. ISBN 80-726-2172-6.
- [3] KUPKA, Karel, J. KUBINYI a M. ŠÁMAL. *Nukleární medicína*. 1. vyd. Příbram: P3K, 2007. ISBN 978-80-903584-9-2.
- [4] PASLER, Friedrich A. a Heiko VISSER. *Stomatologická radiologie: kapesní atlas*. 1. vydání. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1307-6.
- [5] NEKULA, Josef, Miroslav HEŘMAN, Jaroslav VOMÁČKA a Martin KÖCHER. *RADIOLOGIE*. 3. vydání. Olomouc: UPOL, 2005. ISBN 80-244-1011-7.
- [6] WEBER, Thomas. *Memorix zubního lékařství*. 1. české vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1017-X.
- [7] KaVo DIAGNOdent pen: Find hidden caries. In: *Youtube* [online]. 14.06.2011 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=4fvFNygphdU>. Kanál uživatele KaVoDentalGmbH
- [8] MAZÁNEK, Jiří a F. URBAN. *Stomatologické repetitorium*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-7169-824-5.
- [9] ILIĆ, Dragan V. a Ljiljana S. STOJANOVIĆ. Application of radiovisiography (digital radiology) in dental clinical practice. *Vojnosanitetski Pregled: Military Medical & Pharmaceutical Journal of Serbia & Montenegro*. 2012, roč. 69, č. 1, s. 81-84. ISSN 00428450.
- [10] KUMBALEK, Karel. *Zdravotnická technika*. 1. vydání. Praha: Avicenum, 1985. ISBN 08-086-85.
- [11] BARTUŠEK, Daniel. *Diagnostické zobrazovací metody: pro bakalářské studium*

fyzioterapie a léčebné rehabilitace. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2004, 32 s. ISBN 80-210-3537-4.

[12] RADIOLOGIEPLZEN. *Radiologieplzen.eu* [online]. 2007 - 2012 [cit. 2012-05-14].
Dostupné z: <http://radiologieplzen.eu/>

[13] KOLEKTIV AUTORŮ. *Stomatologická propedeutika: Učebnice pro lékařské fakulty*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1984. ISBN 08-043-84.

[14] DOSTÁLOVÁ, Tatjana et al. *Stomatologie*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2008, 193 s. ISBN 978-80-247-2700-4.

[15] RTG v zubním lékařství. In: *WikiSkripta: projekt sítě lékařských fakult MEFANET* [online]. 2005- [cit. 2012-02-23]. Dostupné z:
http://www.wikiskripta.eu/index.php/RTG_v_zubn%C3%ADm_l%C3%A9ka%C5%99stv%C3%AD

[16] Česká republika. O mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů. In: *18/1997*. 1997. Dostupné z:
http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/zakony/Atomovy_zakon_20120103.pdf

[17] KODL, Otto et al. *Radiační ochrana při zubních radiodiagnostických vyšetřeních*. 3. přeprac. vyd. Praha: Havlíček Brain Team, 2007, 80 s. ISBN 978-80-87109-04-5.

[18] Ortopantomografie. *WikiSkripta: projekt sítě lékařských fakult MEFANET* [online]. 2005- [cit. 2012-02-23]. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Ortopantomografie>

[19] An in-vitro comparison of visual inspection, bite-wing radiography, and laser fluorescence methods for the diagnosis of occlusal caries. *Journal Of The Indian Society Of Pedodontics And Preventive Dentistry*. 2009, roč. 27, č. 2, s. 90-3. ISSN 09704388.

[20] Kavo. *Kavo* [online]. 2011 [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: www.kavo.cz

[21] Radiologie. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-02-23]. Dostupné z:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Radiologie#Rentgenov.C3.A1_skiaskopie_.28rentgenov.C3.A9_prosv.C4.9Bcov.C3.A1n.C3.AD.29

[22] ARAKI, Kazuyuki, Yukiko MATSUDA, Kenji SEKI a Tomohiro OKANO. Effect of

computer assistance on observer performance of approximal caries diagnosis using intraoral digital radiography. *Clinical Oral Investigations*. 2010, roč. 14, č. 3, s. 319-325. ISSN 14326981. DOI: 10.1007/s00784-009-0307-z.

[23] HARVAN, Ľ, J. MOROZOVA a J. STEJSKALOVÁ. Metody včasné diagnostiky incipientních kariézních lézí. *Czech Stomatology & Practical Dentistry / Ceska Stomatologie a Prakticke Zubni Lekarstvi*. 2011, roč. 111, č. 1, s. 14-20. ISSN 12130613.

[24] CLAUS, Elizabeth B., Lisa CALVOCORESSI, Melissa L. BONDY, Joellen M. SCHILDKRAUT, Joseph L. WIEMELS a Margaret WRENSCH. Dental x-rays and risk of meningioma. *Cancer*. 2012, n/a-n/a. ISSN 0008543x. DOI: 10.1002/cncr.26625. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/cncr.26625>

[25] ÚZIS ČR. *Zdravotnická ročenka České republiky*. 2011. ISBN 978-80-7280-966-0.

[26] Obyvatelstvo podle pohlaví, druhu pobytu, rodáci a cizinci podle velikostních skupin městských částí: Hlavní město Praha. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Český statistický úřad* [online]. 2011 [cit. 2012-04-29]. Dostupné z: http://notes2.czso.cz/cz/sldb2011/cd_sldb2011_11_12/index_html_files/CZ010_PVKR011.pdf

[27] CHOI, SI, YO PARK, HS CHO, JE OH, HM CHO, DK HONG, MS LEE, YJ YANG, UK JE, DS KIM a HK LEE. Development of a digital panoramic X-ray imaging system of adaptive image layers for dental applications. *NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION A-ACCELERATORS SPECTROMETERS DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPMENT*. 2011, roč. 652, č. 1, s. 767-770. ISSN 01689002.

[28] SÚJB. *Výroční zprávy* [online]. 2012 [cit. 2012-04-13]. Dostupné z: <http://www.sujb.cz/dokumenty-a-publikace/vyrocní-zpravy/vyrocní-zpravy-sujb/>

[29] ČESKÁ STOMATOLOGICKÁ KOMORA. *Ročenka 2011*. 2012. Dostupné z: http://dent.cz/img_data/file/2012/CSK_Rocenka_2011_web.pdf

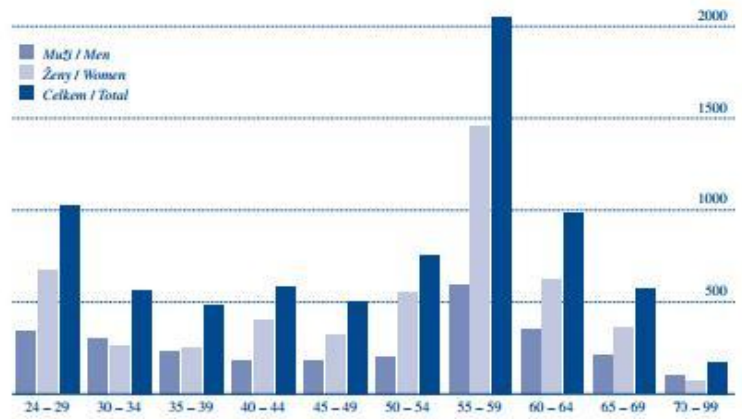
10.2. Obrazový materiál

- *Obr1:* Dopplerův jev [digitální obraz]. In: colonial.net [cit. 2012-05-09]. Dostupné z WWW: http://mail.colonial.net/~hkaiter/aa_newest_images/doppler.effect.diagram.jpg
- *Obr2:* Ortopantomogram [digitální obraz]. In: wikipedia.org [cit. 2012-05-09]. Dostupné z WWW: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/OPG_Aufnahme.jpg
- *Obr3:* Bitewing [digitální obraz]. In: dentalcentrum.sk [cit. 2012-05-09]. Dostupné z WWW: <http://ppdentalcentrum.sk/wp-content/uploads/2010/11/BWG.jpg>
- *Schemal:* Postup práce s diagnodentem [digitální obraz]. In: kavousa.com [cit. 2012-05-09]. Dostupné z WWW: www.kavousa.com/img_cpm/009_KaVoUSA/files/diagnodent/GA219020060920_03_en.pdf
- *Příloha 1:* PZL dle věku a pohlaví [digitální obraz]. In: dent.cz [cit. 2012-05-09]. Dostupné z WWW: http://dent.cz/img_data/file/2012/CSK_Rocenka_2011_web.pdf
- *Příloha 2:* Model pro nácvik IO RTG metod [digitální obraz]. In: yting.com [cit. 2012-05-09]. Dostupné z WWW: <http://i.yting.com/vi/ByzKgViHXOA/0.jpg>
- *Příloha 3:* Intraorální RTG [digitální obraz]. In: mwdental.com [cit. 2012-05-09]. Dostupné z WWW: <http://www.mwdental.com/media/catalog/product/cache/1/thumbnail/1000x1000/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/e/x/expert-intra-oral-x-ray-gendex.jpg>
- *Příloha 4:* OPG [digitální obraz]. In: vatech.cz [cit. 2012-05-09]. Dostupné z WWW: <http://www.vatech.cz/ew/498b65fb-aa82-4de5-a53e-c6c8e8527291-cz>
- *Příloha 5:* Diagnodent [digitální obraz]. In: mwdental.com [cit. 2012-05-09]. Dostupné z WWW: <http://www.mwdental.com/media/catalog/product/cache/1/thumbnail/1000x1000/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/3/9/399-0280.jpg>

11. Přílohy

Zubní lékaři vykonávající povolání v ČR dle věku a pohlaví / *Dentists practising in the Czech Republic, classified by age and sex*

Věk Age	Muži Men	Ženy Women	Celkem Total
24 – 29	343	679	1022
30 – 34	307	261	568
35 – 39	232	256	488
40 – 44	187	400	587
45 – 49	181	322	503
50 – 54	205	554	759
55 – 59	592	1463	2055
60 – 64	355	627	982
65 – 69	209	362	571
70 – 99	100	72	172
Celkem / Total	2711	4996	7707



Příloha 1: PZL dle věku a pohlaví



Příloha 2: Model pro nácvik IO RTG metod



Příloha 3 : intraorální RTG (Fa. Gendex)



Příloha 4 : OPG (Fa. Vatech)



Příloha 5: Diagnodent (Fa KAVO)