

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Zdeněk Fišer

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

Zdeněk Fišer

Studijní obor: Radiologický asistent 5345R010

RADIAČNÍ ZÁTĚŽ ORTODONTICKÝCH PACIENTŮ

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Kamila Honzíková

PLZEŇ 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne:

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování

V první řadě bych rád poděkoval vedoucí práce Ing. Bc. Kamile Honzíkové za veškerou pomoc a nezměrnou trpělivost během zpracování této práce. Dále rovněž panu Ing. Tomáši Pokornému, Ph.D., za pomoc s výpočty radiačních dávek, stejně jako lékařkám MDDr. Romaně Borovkové a MDDr. Evě Vopičkové za pomoc při získávání informací pro vypracování této práce. Velké díky pak skládám mé rodině, a to především za veškerou poskytnutou podporu.

Anotace

Příjmení a jméno: Zdeněk Fišer

Katedra: Záchranářství a technických oborů

Název práce: Radiační zátěž ortodontických pacientů

Vedoucí práce: Ing. Bc. Kamila Honzíková

Počet stran – číslované: 44

Počet stran – nečíslované (tabulky, grafy): 26

Počet příloh: 14

Počet titulů použité literatury: 11

Klíčová slova: radiologie, ortodoncie, stomatologie, ortopantomografie, extraorální snímkování, intraorální snímkování

Souhrn:

Bakalářská práce s názvem „Radiační zátěž ortodontických pacientů“ je zaměřena na diagnostické vyšetřující metody využívající rentgenového záření. Práce je rozdělena na teoretickou část, kde je popsán vznik rentgenového záření, jeho vliv na lidský organismus, metody radiační ochrany, základní anatomie a patologie oblasti zájmu. V praktické části byly zvoleny tři cíle a hypotézy. Prvním cílem je na základě rozboru dat pacientů zjistit nejvyužívanější diagnostickou metodu v ortodoncii. Druhým cílem je porovnat počet a frekvenci radiologických vyšetření u operačních a neoperačních pacientů. Posledním cílem je určit dávku, kterou během své léčby obdrželi 3 vybraní pacienti.

Annotation

Surname and name: Zdeněk Fišer

Department: Department of Rescue Services, Diagnostic Fields and Public Health

Title of thesis: Radiation dose of orthodontic patients

Consultant: Ing. Bc. Kamila Honzíková

Number of pages – numbered: 44

Number of pages – unnumbered (tables, graphs): 26

Number of appendices: 14

Number of literature items used: 11

Keywords: radiology, orthodontics, stomatology, ortopantomography, extraoral imagining, intraoral imagining

Summary:

This bachelor's thesis named „Radiation dose of orthodontic patients“ is focused on diagnostic examination methods using X-rays. The thesis is divided into theoretical part, where is described the origin of X-rays, their influence on human organism, methods of radiation protection, basic anatomy and pathology of the region of interest. In practical part were chosen three goals and three hypotheses. The first goal is, on the basis of analysis of patients data find the most used diagnostic method in orthodontics. The second goal is to compare the number and frequency of radiological examinations between surgery and nonsurgery patients. The last goal is to determine the dose absorbed by three chosen patients during their treatment.

Obsah

Úvod.....	8
Teoretická část	10
1 Rentgenové záření	10
1.1 Charakteristika rentgenového záření	10
1.2 Rozdělení rentgenového záření	10
1.3 Vznik rentgenového záření	10
1.4 Dozimetrie.....	11
1.4.1 Expozice	11
1.4.2 Absorbovaná dávka	11
1.4.3 Ekvivalentní dávka.....	11
1.4.4 Efektivní dávka	11
1.4.5 Radioaktivita	12
1.5 Biologické účinky	12
1.5.1 Změny v DNA.....	12
1.5.2 Deterministické účinky	12
1.5.3 Stochastické účinky	14
2 Radiační ochrana	15
2.1 Generace X-záření	15
2.2 Filtrace	16
2.3 Kolimace.....	16
2.4 Snímací médium.....	16
2.5 Ochranné pomůcky	16
2.6 Kostra orofaciální soustavy.....	17
2.6.1 Horní čelist	17
2.6.2 Dolní čelist.....	18

2.6.3	Temporomandibulární kloub	19
2.7	Vestibulum	19
2.8	Vlastní ústní dutina.....	19
2.9	Zuby	20
2.9.1	Zubní tkáň	21
2.9.2	Druhy zubů.....	22
2.9.3	Postavení zubů	23
2.9.4	Značení a kódování zubů	23
2.9.5	Skus.....	23
2.10	Intraorální snímky.....	24
2.10.1	Periapikální snímky.....	24
2.10.2	Bite wing technika	25
2.10.3	Okluzní snímek (Okluzogram)	25
2.11	Extraorální snímky	25
2.11.1	Ortopantomogram (OPG).....	25
2.11.2	Cephalogram.....	26
2.11.3	Cone-beam CT (CBCT).....	27
2.12	Diagnostické metody bez ionizujícího záření	27
2.13	Indikace pro diagnostiku pomocí rtg	28
2.13.1	Zubní kazy	29
2.13.2	Nemoci periodontu	29
2.13.3	Anomálie zubů	29
2.13.4	Anomálie ve vývoji či růstu čelisti, malokluze	30
2.13.5	Okultní nemoci.....	30
2.13.6	Onemocnění čelisti.....	31
2.13.7	Temporomandibulární kloub	31

2.13.8	Implantáty.....	31
2.13.9	Vedlejší dutiny nosní	31
2.13.10	Traumata	31
	Praktická část	33
3	Cíle	33
4	Hypotézy.....	34
5	Metodika	35
6	Výsledky	36
	Diskuze	45
	Závěr	54
	Seznam zdrojů	52
	Seznam zkratk	54
	Seznam grafů.....	56
	Seznam příloh.....	57

ÚVOD

Ortodoncie je jednou z odborností stomatologie, která se zabývá primárně vzájemnou pozicí čelistí a zubů. Pokud zuby či čelisti nejsou ve správné pozici, je úkolem ortodontisty pomoci s prevencí zhoršení stavu, diagnostikou problému a jeho nejefektivnější nápravou.

K ortodontistovi se pacient obvykle dostane na doporučení od svého praktického zubaře, a to pokud usoudí, že mezičelistní vztahy nejsou ideální a mohou se v budoucnu zhoršovat. To se v současné době stává stále častěji, jak dokazuje stoupající trend v počtu ortodontických pacientů.

Ortodontista po přijetí nového pacienta nejprve provádí diagnostiku pacientova problému. Vzhledem k faktu, že se jedná o vzájemné vztahy zubů, které jsou z větší části zasazeny v čelisti, a čelistí, které jsou obklopeny množstvím měkkých částí, nemůže lékař pacienta plně diagnostikovat bez hodnocení těchto skrytých struktur či jejich částí. Jednou z nedílných součástí přijímacího vyšetření je tedy diagnostika pomocí rentgenového záření, která nám všechny tyto struktury může přesně ukázat. První snímky jsou u pacienta pořízeny při zařazení k ortodontickým pacientům, výjimkou jsou pouze pacienti, kteří jsou přerazeni z jiné ortodoncie, nebo kteří přicházejí s aktuálními snímky od svého zubaře.

Během léčby se příliš nepracuje s měkkými tkáněmi a význam rtg diagnostických metod tedy neklesá, ale naopak spolu s počtem výkonů na pacientovi nabývá na významu. Po každém výkonu, byť jen ambulantním, je potřeba ověřit výsledek ortodontistovi snažení, a to obvykle kontrolní snímkem typu OPG. Pokud pacient neabsolvuje intervenční výkon, snímkování se stejně nevyhne. Hlavním důvodem je fakt, že většina pacientů jsou děti a adolescenti, u kterých stále dochází ke změnám v kostních strukturách a zubech. V pravidelných intervalech (jejichž délka závisí na každém pracovišti) jsou tedy prováděny kontrolní snímky, aby byla zajištěna aktuálnosti snímku, dle kterého se určuje léčba. Tak má zubař přehled o potenciálu pacienta co se velikosti čelistí, počtu a vývoje zubů týče.

Typická doba konzervativní (neoperační) léčby se udává jako cca 2 roky, v případě komplikací či nutnosti operačního řešení se však může až několikanásobně prodloužit. Pokud je po celou tuto dobu pacient sledován s pomocí rentgenu, výsledný počet vyšetření může jít

do desítek. To na pacienta může vyvinout poměrně značnou radiační zátěž, zvláště pokud vezmeme v úvahu fakt, že pacient obvykle není dospělý.

Ve své práci jsem se proto rozhodl zaměřit právě na celkový počet vyšetření, které pacient podstoupí během celé své léčby a na spočítání alespoň přibližné dávky, kterou v rámci těchto vyšetření podstoupí.

TEORETICKÁ ČÁST

1 RENTGENOVÉ ZÁŘENÍ

Všechny zobrazovací systémy, které se v současné době využívají v rámci ortodontické diagnostiky a léčby pacienta užívají jako svou modalitu rentgenové záření.

1.1 Charakteristika rentgenového záření

Pojmem rentgenové záření rozumíme elektromagnetické záření s vlnovou délkou v rozmezí 5nm až 10^4 nm. Má schopnost pronikat pevnou hmotou, v níž se z části pohlcuje. Více záření se pohltí, pokud záření prochází přes látku složenou z prvků s vyšším atomovým číslem, jedná se tedy obvykle o prvky s větší hustotou (např. olovo). [1]

1.2 Rozdělení rentgenového záření

RTG záření dělíme obvykle dle vlnových délek, a to na měkké záření a tvrdé záření.

Měkké záření (brzdné záření) má delší vlnové délky a vzniká během brzdění rychle se pohybujících elektronů o kovový dopadový povrch. Je vyzařováno právě elektrony, které při dopadu narážejí na atomy kovu. Vyzařované spektrum je spojitě. [1]

Tvrdé záření (charakteristické záření) má na druhou stranu kratší vlnové délky a vlastnosti velmi blízké γ -záření. Je vyzařováno excitovanými atomy kovu, jejichž excitaci zavinily dopadající elektrony. Vyzařované spektrum je charakteristické. [1]

1.3 Vznik rentgenového záření

Pro vytvoření rentgenového záření se využívá součástky označované jako rentgenka (rentgenová lampa). Ta se skládá ze dvou elektrod, anody a katody, uzavřených v neprodyšném kovovém obalu vyplněném vakuem. Žhavená katoda je zdrojem elektronů, které jsou následně urychleny velkým potenciálovým rozdílem mezi katodou a anodou (10 až 400 kV), načež velkou rychlostí dopadají na anodu, kde následně dochází ke vzniku RTG záření. [1]

1.4 Dozimetrie

Měření kvantity radiační expozice označujeme jako dozimetrie. Termín dávka je použit pro popsání energie absorbované jednotkou hmoty v oblasti zájmu. Jako expozici označujeme schopnost záření ionizovat vzduch za standardní teploty a tlaku. [7]

1.4.1 Expozice

Jako expozici označujeme množství radiace, její schopnost ionizovat vzduch. Základní jednotkou je kerma, jejíž název je akronymem pro kinetic energy released in matter, tedy kinetickou energii uvolněnou v látce. Kerma měří kinetickou energii přenesenou z fotonů na elektrony a má jednotku gray (Gy), přičemž 1 Gy se rovná 1 J/Kg. Kerma nahradila dříve využívanou jednotku roentgen(R). [7]

1.4.2 Absorbovaná dávka

Absorbovaná dávka je definována jako energie absorbovaná jakýmkoliv typem ionizujícího záření v jednotce hmoty o jakémkoliv složení. Jednotkou je rovněž gray. Další užívanou jednotkou je rad (radiation absorbed dose), přičemž 100 rad se rovná 1 Gy. [7]

1.4.3 Ekvivalentní dávka

Obvykle značená jako H, je obvykle používána k porovnání biologických účinků různých typů radiace na tkáň či orgán. Některé radiace mají vysoký LET a tak poškozují tkáň mnohem více než záření s nízkým LET, jako je například rentgenové záření. Tuto odlišnou biologickou účinnost označujeme jako radiační váhový faktor, který označujeme jako w_R . Ekvivalentní dávku lze spočítat jako součin průměrné absorbované dávky v orgánu či tkáni a radiačního váhového faktoru, tedy $H = D \cdot w_R$. Jednotkou ekvivalentní dávky je sievert (Sv) Další užívanou jednotkou ekvivalentní dávky je rem (roentgen equivalent man), přičemž 100 rem se rovná 1 Sv. [7]

1.4.4 Efektivní dávka

Značená jako E, nám pomáhá určit risk záření pro člověka. Při ozáření části těla nám efektivní dávka určuje ekvivalentní dávku pro celé tělo. Díky tomu lze porovnat risk mezi ozářeními dvou různých oblastí. Zvážen je přitom nejen relativní biologický efekt různých záření, ale i radiosenzitivita různých tkání. Jedná se o součet ekvivalentních dávek vyjádřených radiačními váhovými faktory a ekvivalentními dávkami. [7]

$$E = \sum \Delta H$$

Jednotkou je sievert. [7]

1.4.5 Radioaktivita

Značená jako A, nám označuje rychlost rozkladu vzorku radioaktivního materiálu. Základní jednotkou je becquerel (Bq), další jednotkou je curie (Ci). Převodní vztahy jsou zde složitější, 1 mCi se rovná 37 MBq. [7]

1.5 Biologické účinky

Radiace působí na organismus skrze přímé a nepřímé efekty. Pokud foton či sekundární elektron ionizuje makromolekuly organismu, označujeme tento efekt jako přímý. Pokud je foton absorbován molekulou vody, dojde k uvolnění tzv. volných radikálů, které následně interagují s molekulami organismu. Tento efekt pak označujeme jako nepřímý. Přestože obě tyto reakce trvají pouze zlomek sekundy, následné poškození se může v organismu projevit až po několika letech. [7]

1.5.1 Změny v DNA

Poškození DNA radiací je primární příčinou poškození a smrti buněk, genetických mutací i kancerogeneze. Typů poškození rozeznáváme hned několik, například přerušení jednoho či obou vláken DNA, změna či ztráta jedné báze nebo rozrušení vodíkových vazeb. Za nejzávažnější je považováno přerušení jednoho či obou vláken dvoušroubovice DNA. Samotné přerušení není příliš závažné, problém však nastává při reparaci tohoto poškození. Nesprávná reparace může vést k závažným problémům včetně mutace či kancerogeneze. [7]

V rámci poškození rozeznáváme deterministické a stochastické účinky. Deterministické účinky se projevují na základě úmrtí poškozených buněk, stochastické naopak na základě subletálního poškození buněk a jejich následné nedokonalé reparaci. [7]

1.5.2 Deterministické účinky

Přestože účinky radiace se na molekule projeví během zlomku sekundy, buněčné změny se projeví nejdříve v řádu hodin. Projevují se v organelách jednotlivých buněk, což může vést k jejich odumírání. Velmi citlivé je především jádro buňky, které obsahuje DNA.

Chromosomové aberace jsou užitečným ukazatelem radiačního poškození. S pomocí testů je lze snadno zobrazit a kvantifikovat a tak s přesností určit, zda došlo k poškození organismu. [7]

Citlivé na radiaci jsou obzvláště tkáně s aktivně proliferujícími buňkami, jako je kůže či sliznice. Ozáření těchto buněk vede ke zmenšení ozáření tkáně až odumírání buněk. To je způsobeno na základě tří principů.

- Poškození DNA – smrt buňky je způsobena poškozením DNA, které způsobuje chromozomové aberace, díky kterým buňka během chvíle umírá
- Bystander efekt – buňky poškozené radiací vypouští do jejich nejbližšího okolí molekuly, které zabíjí blízké buňky, což způsobuje chromozomové aberace, mutace genů a kancerogenezi
- Apoptóza – neboli programovaná buněčná smrt, se objevuje i během normální embryogeneze, přičemž buňka se oddálí od ostatních a odumírá

Obnovení buňky po poškození DNA či zasažení bystander efektem zahrnuje enzymatickou opravu všech poškození jednotlivého vlákna. Poškození obou vláken je pro buňku obvykle smrtelné. [7]

Různé buňky jednoho organismu reagují na ozáření různě. Je známo, že na radiaci nejcitlivější buňky jsou ty s rychlým mitotickým procesem, velkým počtem mitóz a nejjednodušší stavbou. Radiosenzitivita orgánu či tkáně se měří dle jejich reakce na ozáření. Vážnost reakce je závislá na množství ztracených buněk, tedy na dávce záření. [7]

Krátkodobé účinky záření (účinky projevující se během prvních dnů či týdnů po ozáření) jsou ovlivněny primárně radiosenzitivitou parenchymálních buněk. Pokud dojde k ozáření rychle proliferujících tkání, jako je kostní dřevina či ústní sliznice, výsledný rozsah poškození závisí na počtu poškozených kmenových buněk a rychlosti proliferace jednotlivých buněk. Tkáně, které proliferují méně nebo vůbec, jako jsou nervy či svaly, žádné tyto účinky obvykle nevykazují. [7]

Dlouhodobé deterministické účinky záření (projevující se během měsíců či let) jsou děje, během nichž jsou ztracené buňky parenchymu nahrazovány fibrotickou tkání. To je způsobeno smrtí replikačních buněk a poškození jemné vaskulatury. Poškození kapilár vede

k problémům se zásobením buněk a následnou smrtí všech buněk na něm závislých. Následně jsou všechny tyto buňky nahrazeny fibrotickou pojivovou tkání. [7]

Mezi faktory ovlivňující reakci tkáně na ozáření zahrnujeme především tyto:

- Dávka – většina tkání má hranici, do jejíhož překročení se deterministické účinky takřka neprojevují
- Doba expozice – ozáření tkáně velkou dávkou za menší dobu má mnohem více negativních účinků než ozáření menší dávkou za delší dobu, a to z důvodu repopulace tkáně během ozáření
- Přítomnost kyslíku – radiorezistence většiny tkání se za hypoxie výrazně zvyšuje
- LET – dávka vyžadovaná k dosažení určitého biologického efektu je redukována při zvýšeném LET

1.5.3 Stochastické účinky

Stochastické účinky jsou následkem subletálního poškození buňky a následnými změnami ve struktuře DNA. [7]

Nejvýznamnějším následkem ozáření je kancerogeneze. Radiace způsobí změnu ve struktuře DNA, která se následně projeví maligní mutací. Tyto mutace zahrnují mimo jiné ztrátu funkce tumor-supresorových genů. Přestože větší tumory vzniklé následkem ozáření jsou nalézány u pacientů vystavených velké dávce radiace, i malé dávky mohou způsobit kancerogenezi v jedné až několika buňkách. Tumory vznikající v orofaciální oblasti zahrnují nádory štítné žlázy, jícnu, mozku, slinných žláz, kůže nebo leukémii. [7]

Jako účinky dědičné jsou označovány změny pozorované v potomstvu ozářených jedinců. Vznikají na základě poškození genetického materiálu a reprodukčních buněk, přičemž nedochází ke vzniku nových mutací, ale ke zvýšení frekvence výskytu mutací spontánních. Je dokázáno, že muži jsou mnohem radiosenzitivnější než ženy. V zubním lékařství se však vzhledem k nízkým úrovním expozic bere riziko kancerogeneze jako mnohem důležitější. [7]

2 RADIAČNÍ OCHRANA

Základem radiační ochrany je dodržování zásad ALARA (as low as reasonably achievable) a APARA (as precise as readily achievable). Princip ALARA je založen na minimalizování použité dávky jak jen to rozumně (reasonably) jde. Tento princip je nedílnou součástí všech činností, které mají co do činění s radiací či radioaktivními materiály. Jeho hlavním úkolem je zabránění zbytečným expozicím a přexponování při snímkování pacientů. Princip APARA klade důraz na přesnost (precise). Toho v praxi dosahujeme co nejpřesnější kolimací na oblast zájmu. [7]

2.1 Generace X-záření

Hlavním faktorem ovlivňujícím generaci rentgenového záření v přístroji je zvolená kilovoltáž. Kilovolty ovlivňují energie paprsku záření. Nízké kilovolty, produkující rentgenové záření o nižší energii, vedou ke zvýšení dávky na kůži pacienta. Rovněž se kvůli nim zvyšuje doba expozice oproti vyšším kilovoltům (za předpokladu že miliampéry jsou stejné). Tyto faktory vedou ke stanovení různých limitů v různých světových zemích, obvykle se však pohybují v rozmezí mezi 50 až 60 kV. Vyšší kilovolty snižují dávku absorbovanou v kůži, nicméně vedou ke zvýšení dávky pod povrchem pacientova těla a většímu rozptylu paprsků záření. V případě zubních rentgenů jsou expoziční hodnoty stálé či se mění pouze minimálně. [7]

V případě zubního rentgenu je potřeba vzít v úvahu senzitivitu snímacího média a kvalitu výsledného snímku při různých expozičních parametrech. Zvýšení kilovoltů nad 70 obvykle způsobí vybočení ze spektra optimální senzitivity dentálního filmu. Nižší kilovolty vytvoří snímky s vyšším kontrastem než vyšší kilovolty. To je způsobeno různými typy atenuace nízké a vysokoenergetické radiace. [7]

V rámci intraorálního snímkování je považován rozsah 60 až 70 kV za nejrozumnější kompromis co se radiační dávky a efektivity vyšetření týče. [7]

V případě panoramatického snímkování jsou kilovolty užívány jako primární metoda ovládání expozice. Volba kV tak ovlivňuje intenzitu záření a je nutno ji přizpůsobit senzitivě snímacího média. [7]

2.2 Filtrace

Filtrace rentgenového paprsku je využívána k odstranění fotonů s nízkou energií ze svazku. Tím se dosahuje snížení dávky na kůži pacienta. Hliníková filtrace je dnes standardní součástí všech zubních rentgenů. Tyto filtrace jsou obvykle nastaveny jako primární a během snímkování se s nimi nemanipuluje. [7]

Přídavné filtrace z materiálů jiných než hliník, obvykle ze vzácných kovů, lze využít ke snížení dávky při vyšetření. Jejich spektrum je totiž velmi blízké spektru snímacího filmu. Nicméně redukci dávky je možno dosáhnout pouze při zvýšení ceny, stanovení efektu na výsledný snímek a zvýšení času expozice. [7]

2.3 Kolimace

Snížení velikosti svazku záření na minimální možnou velikost je základní metodou snížení dávky u pacienta. Výraznou roli hraje rovněž vzdálenost zdroje záření od kůže pacienta. Vzhledem k divergenci svazku záření je při zvýšení této vzdálenosti zmenšen ozářený objem. [7]

U intraorálního snímkování lze využít k vymezení svazku kruhové či pravoúhlé kolimátory. Ideální je použití společně s držáky filmu a zaměřovacím zařízením.

Panoramatické snímkování je určeno pro diagnostiku zubů a čelistí, proto kolimujeme výhradně na oblast zájmu.

Cephalogram je snímek celé hlavy s částí krční páteře. Oblast zájmu lékaře však obvykle končí v oblasti baze lební, a tak by bylo vhodné svazek na tuto oblast kolimovat, nicméně přístroje to ne vždy umožňují. [7]

2.4 Snímací médium

V současné době se již nevyužívá snímání na filmy. Detektory umožňují rychlejší snímání s možností postprocesingu snímků, a to vše při snížené dávce.

2.5 Ochranné pomůcky

Olověná vesta nás v případě zubních rentgenů neochrání před zářením šířícím se vnitřkem těla a v některých případech může fyzicky omezovat pacienta s tak snížit kvalitu

výsledného snímku. Vzhledem k oblasti zájmu je ozáření gonád rovněž prakticky nulové. Vestu využíváme tedy hlavně při uklidnění pacienta. [7]

Štítná žláza je jedním z nejvíce radiosenzitivních orgánů v oblasti hlavy a krku. V rámci zubních rentgenů je často vystavena sekundárnímu záření či přímo primárnímu svazku. Při intraorálním snímkování není využití krčního límce nutné díky využívání pravoúhlé kolimace. Během pořizování panoramatických snímků je užití límce vyloučeno, jelikož by blokoval primární svazek a část oblasti zájmu. Své využití límec najde při snímání pomocí CT, kde především u mladších pacientů může výrazně snížit dávku absorbovanou ve štítné žláze. [7]

Anatomie orofaciální oblasti

Ortodoncie pracuje prakticky výhradně v orofaciální oblasti. Ústní dutina je začátkem trávicího systému, přičemž její posterior navazuje rovněž na dýchací cesty. Logicky ji lze rozdělit na dvě části, vestibul a vlastní ústní dutina. Vestibul je prostor, který existuje mezi rty nebo tvářemi a zuby. U bezzubé osoby se tento prostor rozšiřuje mezi rty nebo tváře a alveolární hřbety, kde zuby původně byly či budou, jedná-li se o novorozence. Vlastní ústní dutina je oblast obklopená zuby či alveolárními hřbety až k oblasti patrových mandlí. Zahrnuje také oblast od spodní čelisti směrem vzhůru až k tvrdému a měkkému patru. [6]

2.6 Kostra orofaciální soustavy

Z klinického hlediska se kostra orofaciální soustavy zpravidla rozděluje na třetiny.

- Horní třetina obličeje je část nad horizontální linií vedenou kořenem nosu a dále se dělí na část horní (skelet neurokrania) a dolní (od oblasti frontoethmoidální k temporomandibulárnímu kloubu).
- Střední třetina obličeje je shora ohraničenou výše zmíněnou horizontální linií a dole ohraničenou skusovou rovinou obou zubních oblouků. Dále se dělí na část centrální, obsahující kosti ohraničující orbity a paranasální sinusy, a na část laterální.
- Dolní třetina obličeje je tvořena mandibulou.[6]

2.6.1 Horní čelist

Je jednou z hranic dutiny ústní, skládá se z těla a z výběžků. Tělo maxily má tvar jehlanu a obklopuje čelistní dutinu. Výběžky jsou následující:

- *Processus frontalis* – výběžek čelní, spojuje horní čelist s čelní kostí
- *Processus palatinalis* – výběžek patrový, tvoří část klenby tvrdého patra
- *Processus zygomaticus* – výběžek jařmový, spojuje horní čelist s lící kostí
- *Processus alveolaris* – výběžek dásňový, tvoří půloblouk a jsou v něm uložena zubní lůžka zubů horní čelisti, lůžka jsou po ztrátě zubů resorbována

Kostní hmota maxily je na každé straně zesílena systémem tří kostních pilířů, jejichž úkolem je přenášet tlak vyvinutý při žvýkání na horní čelistní oblouk na lební bázi a klenbu.

- *Traietorium caninus* – pilíř špičákový, vychází od báze horního špičáku a prvního premoláru, jde po okraji sinus maxillaris skrze processus frontalis maxillae a končí na os frontale
- *Traietorium zygomaticum* – pilíř lící, vede od první horní stoličky skrze crista infrazygomatica až na os zygomaticum, kde se dělí na dvě ramena, z nichž jedno končí u os frontalis a druhé u squama ossis temporalis
- *Traietorium pterygoideum* – pilíř křídlového výběžku, začíná v oblasti poslední horní stoličky a končí v os palatinum [4,6]

2.6.2 Dolní čelist

Mandibula je tvořena tělem (*corpus mandibulae*) a dvěma rameny (*rami mandibulae*), přičemž ramena svírají s tělem úhel 120°

Tělo je parabolického tvaru, u každého jedince se lehce liší. Při vývoji je složeno ze dvou částí, které pak srůstají.

Spodní okraj těla mandibuly označujeme jako *basis mandibulae*. Vystupuje z něj bradový výběžek (*protuberancia mentalis*). Poblíž lze nalézt rovněž *foramen mentale*, bradový oblouk, do kterého ústí *canalis mandibulae*. Po straně lze nalézt útvar *linea obliqua*, který plynule přechází v *procesus coronoideus*. [4,6]

Na horním okraji těla najdeme stejně jako u maxily alveoly

Po stranách těla vybíhají *rami mandibulae*. Na jejich konci najdeme výběžky, a to výše zmíněný *procesus coronoideus*, na který se upíná spánkový sval, a *procesus condylaris*, který je zakončení hlavicí temporomandibulárního kloubu *caput mandibulae*.

2.6.3 Temporomandibulární kloub

Articulatio temporomandibularis je jedním z mála lidských kloubů, které obsahují *diskus artikularis*. Hlavicí kloubu je *caput mandibulae* na mandibule a kloubní jamku *fossa mandibularis* najdeme na spánkové kosti.

Tento párový kloub umožňuje pohyb mandibuly. Možné pohyby jsou deprese (otevření úst), elevace (zavírání úst), protrakce (posun dopředu), retrakce (posun dozadu) a omezený pohyb do stran.

Nejdůležitější svaly pro pohyb tohoto kloubu jsou *m. mylohyoideus*, *m. digastricus*, *m. geniohyoideus*, *m. masseter*, *m. temporalis* a *m. pterygoideus medialis*. [4,6]

2.7 Vestibulum

Neboli předsíň je štěrbinovitý útvar tvarem připomínající podkovu. Oblast vestibula začíná rty. Rty jsou spojnicí mezi kůží obličeje, která je jako tkáň suchá, a sliznicí ústní dutiny, která je jako tkáň vlhká. Kůže horního rtu má prohloubeninu v oblasti středu, označovanou jako *philtrum*, která vzniká během embryonálního vývoje nosu. V této oblasti se může rovněž objevit rozštěp. Stiskneme-li čelisti a odtáhneme rty a tváře, můžeme vidět vestibulum. Ohraničeno je rty (*labia*) a tvářemi (*bucca*). Tvář je z většiny tvořena svalem, který je z vnější strany kryt kůží a z vnitřní strany sliznicí. Předěl mezi předsíní a dutinou ústní je tvořen zuby a dásňovými výběžky. [6]

2.8 Vlastní ústní dutina

Pokud jsou ústa otevřená, lze vidět vlastní ústní dutinu. Tkáň na povrchu tvrdého patra se liší dle místa. Ve střední části patra je vrstva měkkých tkání tenká a patro je na dotek tvrdé. V přední a boční části je v tkáních více tukových buněk, díky čemuž je tlustší než ve střední části. V zadní části lze stále najít tukové buňky, oblast však obsahuje rovněž velké množství menších slinných žláz. Ty najdeme i v oblasti měkkého patra, aby bylo epithelium stále vlhké. Tvar a velikost tvrdého patra je liší u každého jedince. Lze najít různé varianty, od velmi úzkých oblouků až po velmi široké. [6]

Co se měkkého patra týče, většina jeho posterioru je již částí hltanu. Měkké patro se táhne od patra tvrdého směrem dozadu, kde z něj prominuje patrový čípek (*uvula*). V uvolněném stavu je měkké patro vyklenuté z jedné strany na druhou. Při řeči a polykání se

měkké patro různě pohybuje. Pokud se podíváme do ústní dutiny, je možné vidět jazyk a měkké patro. Pokud jazyk stlačíme a požádáme pacienta o vyslovení „aaa“, měkké patro se zvedne, což nám umožní vyšetřit oblast hltanu. Posterior hltanu může být indikátorem pacientova zdravotního stavu. [6]

Stejným indikátorem je pak jazyk. V jeho okolí pak nalezneme vývody dvou z hlavních slinných žláz, sublinguální a submandibulární. Měkká tkáň pod jazykem je jedna z nejtenčích v celé ústní dutině a je tak velmi citlivá na traumata. To sice platí pro většinu tkání v ústní dutině, některé z nich jsou však citlivější než ostatní, díky čemuž se objevují poranění v souvislosti s horkými jídly a nápoji. Brambůrky či drobné kůstky v jídle pak způsobují řezná zranění v různých oblastech ústní dutiny. Obzvláště citlivou oblastí je dásně. [6]

2.9 Zuby

Zuby jsou důležitě pro tělo hned z důvodu několika funkcí. Chrání ústní dutinu při nabírání a žvýkání jídla, čímž zároveň pomáhají trávicímu systému se zpracováním potravy. Tvoří pevnou bariéru chránící ústní dutinu. Zuby nejen chrání, ale zároveň jsou i vhodnou zbraní. Rovněž se podílejí na komunikaci, jsou nutné pro správnou výslovnost a slovo tvorbu. V lékařství jsou zuby zkoumány jednotlivě i kolektivně, včetně jejich funkčnosti, ukotvení a vzájemných vztahů. [5,6]

Každý zub dělíme na korunku a kořen. Korunka je krytá sklovinou, kořen cementem. Oblast korunky a kořenu dělíme právě dle hranice, kde se stýkají sklovina a cement.

Korunka vystupuje z kosti čelisti a dásně. Po prořezání zub již nikdy dásní zakryt není. Rozeznáváme klinickou korunku a anatomickou korunku. Jako anatomickou označujeme celou oblast pokrytou sklovinou nezávisle na tom, zda je prořezaná skrz dásně či ne. Jako klinickou označujeme pouze část prořezanou nad dásně. Část zakrytá dásní se jako klinická korunka nepočítá a je součástí klinického kořene. Kořen může být jeden, či vícenásobný. Takové kořeny pak mohou mít tzv. bifurkaci či trifurkaci, tedy rozdělení na dvě či tři části. Každá z těchto částí má na svém konci tzv. apex. Kořen je držen ve své pozici v tzv. dentálním oblouku pevným ukotvením v čelisti. Část čelisti, která drží zub na místě, se nazývá alveolární výběžek. Kostěná jamka, do které zub zapadá, se označuje jako alveolus. Zuby v horní čelisti označujeme jako maxilární, zuby v dolní čelisti jako mandibulární. [6]

2.9.1 Zubní tkáň

Jsou celkem čtyři, označujeme je jako sklovinu (*enamel*), dentin, cement a dřeň. První tři jsou tvrdé, dřeň je tkáň měkká.

Sklovina se formuje na vnějším povrchu anatomické korunky. Jeho vrstva je nejširší na horní části korunky a směrem dolů se postupně ztenčuje. Jeho barva se mění s jeho tloušťkou a mineralizací. Čím je vrstva skloviny tlustější, tím bělejší se zdá. Pokud je vrstva tenčí, barva se liší od našedlé bílé až ke žluto-bílé, kdy je sklovina tak tenká, že skrze ni prosvítá žlutá barva dentinu pod ní. Čím více je sklovina mineralizovaná, tím se zvyšuje její průsvitnost. Tyto dva faktory spolu s pigmentací určují výslednou barvu skloviny. Starší jedinci a jedinci s tmavší barvou pleti často vykazují hnědé či šedé odstíny spolu se žlutými odstíny. [6]

Sklovina je nejvíce mineralizovanou a nejtvrďší tkání v lidském těle. Co se chemického složení týče, skládá se z 96% anorganických a pouze 4% organických látek a vody. To sklovině umožňuje odolat mechanickému opotřebení. Tento fakt je spojen s historickým vývojem člověka, kdy byl stav zubů mnohdy přímo spojen s časem dožití. [6]

Sklovina je rovněž velmi odolnou vůči bakteriím, kyselinám i zubnímu kazu. Je hladká, což dává našim zubům určitou samočisticí schopnost, díky čemuž je mnohem těžší pro částičky jídla, bakterie a jiné nečistoty přilnout k povrchu zubu. Díky těmto vlastnostem je sklovina prakticky dokonalou ochranou našeho chrupu. [6]

Dentin tvoří hlavní část samotného zubu, a to jak korunky, tak kořene. Je obalen sklovinou v oblasti korunky a cementem v oblasti kořene. Jedná se o tvrdou, hustou, kalcifikovanou tkáň. Je měkčí než sklovina, ale tvrdší než cement i kost. Je žluté barvy a je elastický. Chemicky se skládá z 70% anorganických látek a 30% organických látek a vody. Na rozdíl od skloviny je schopen zvětšování svého množství, přičemž nový dentin označujeme jako sekundární. Sekundární dentin se tvoří v dřevné dutině, kterou může časem i úplně vyplnit. V případě zubního kazu či traumatu se vytváří terciální dentin, který nahrazuje dentin ztracený. [6]

Cement je materiál podobný kosti pokrývající kořen, ač ne v souvislé vrstvě. Jeho hlavní funkcí je působit jako médium pro připojení kořenu k alveolární kosti. Hustotou ani

tvrdostí se nemůže rovnat sklovině, ale je hustší než kost, se kterou si je fyziologicky podobný. Chemické složení je 45 až 50% anorganických látek a 50 až 55% organických látek a vody, což je důvodem, proč není tak pevný jako sklovina či dentin. Směrem ke korunce zubu je jeho vrstva menší, směrem a apexu kořene se zvětšuje. [6]

Dělíme ho na buněčný a nebuněčný. Nebuněčný cement pokrývá celý anatomický kořen. Buněčný cement je uzavřen v kořenu v okolí jeho apexu a je schopný reprodukce, a tak kompenzuje ztrátu cementu v ostatních oblastech. Buňky tvořící cement jsou obvykle po jejich usazení kompletně obklopeny cementem, jež produkují. Tyto buňky nazýváme cementoblasty. [6]

Cement dává zubu schopnost ukotvit se, ale je nezávislý na vyživovacím systému zubu samotného. Živiny si bere z vnějšku skrze cévy pocházejí z kosti. [6]

Dřeň je vyživující, smyslový a reparativní systém zubu. Je složena krevních a lymfatických cév, pojivové tkáně, nervové tkáně a zvláštních buněk tvořících dentin nazývaných odontoblasty. Je uložena v centru zubu, kde je obklopena dentinem. Ve stěnách dřeňové dutiny jsou uloženy odontoblasty, které pokládají primární a sekundární dentin. Sekundární dentin je tvořen, pokud dojde k traumatu vlivem chemických, mechanických či bakteriálních příčin. Cévy přivádějí živiny nutné pro aktivaci a podporu vytváření sekundárního dentinu. Rovněž přivádějí bílé krvinky nutné pro ochranu před bakteriemi uvnitř dřeně. Lymfatická tkáň filtruje tekutiny uvnitř zubu a nervová tkáň reaguje na bolest, přičemž nerozlišuje její původ. [6]

Anatomicky je dřeň rozdělena na dřeňovou dutinu a kořenový kanál. Dutina je uvnitř korunky zubu a kanály jsou uvnitř kořenů zubu. [6]

2.9.2 Druhy zubů

Funkce zubů se liší, závisí na jejich individuálním tvaru, velikosti a uložení v čelisti. Tři základní funkce související s přijímáním potravy jsou řezání, držení a rozměňování.

Řezáky jsou určeny k řezání potravy. Jejich vnitřní část má tvar lopaty, což napomáhá dostávání potravy do úst.

Špičáky jsou určeny k držení či sevření potravy. Dále chrání čelistní kloub během bočního pohybu mandibuly. Jedná se o nejdelší zuby lidského chrupu. Jsou nejpevnější

upevněné díky svým dlouhým kořenům. V průřezu mají trojúhelníkový tvar, díky čemuž je tento druh zubu odolný vůči tlaku vedenému ze všech stran, aniž by došlo k rotaci zubu uvnitř čelisti. [6]

Třenové zuby jsou přechodem mezi špičáky a stoličkami. Jsou kratší než špičáky, přičemž také napomáhají s přidržování potravy. Také pomáhají s jejím rozměňováním.

Stoličky jsou mnohem větší než třenové zuby a jejich hlavní funkcí je rozžvýkávání a rozměňování potravy. Maxilární a mandibulární stoličky se navzájem velmi liší tvarem, velikostí i počtem kořenů. [6]

2.9.3 Postavení zubů

Obecné postavení zubů se označuje jako dentice nebo chrup. Primární dentice označuje 20 mléčných zubů, často označovaných jako dětské zuby. Sekundární dentice označuje 32 stálých zubů. [6]

Celou dentici dělíme na maxilární a mandibulární oblouk, z nichž každý obsahuje polovinu dentice. Každý oblouk je dále dělen na dva kvadranty. Kvadrant stálého chrupu má 8 zubů: centrální a laterální řezák, špičák, první a druhý premolár a první, druhý a třetí molár. Kvadrant primárního chrupu má 5 zubů, dva řezáky, špičák, první a druhý molár. Jako smíšenou dentici označujeme chrup složený z některých stálých a některých mléčných zubů. Po prořezání prvního stálého zubu má dítě několik let tento typ dentice. [6]

2.9.4 Značení a kódování zubů

Při identifikaci specifického zubu je nutné nejprve uvést typ chrupu, oblouk, kvadrant a název zubu v tomto pořadí. Existuje několik systémů kódování, z nichž nejčastěji používaný je tzv. Univerzální systém. Tento systém používá arabské číslice 1 až 32 pro trvalé zuby a písmena od A po T pro zuby mléčné. [6]

Dalším systémem je Federation Dentaire Internationale Systém (FDI). V tomto systému je každému zubu přiřazeno dvojciferné číslo. První číslo označuje kvadrant, a jestli je zub mléčný či trvalý. [6]

2.9.5 Skus

Vývoj skusu jedince začíná s prořezáváním primárních zubů. Ve zhruba 2,5 letech má dítě kompletní primární dentici. Jak dítě přibývá na výšce a váze, mění se i čelisti. Růst

mandibuly a maxily způsobuje v horizontální a vertikální rozšiřování zubních oblouků. Zuby ovšem zůstávají stálé velikosti, a jak se oblouky rozšiřují, začnou se mezi nimi objevovat mezery. [6]

Poté co se zuby prořežou do ústní dutiny, jazyk začne fungovat jako velká externí síla, která tlačí zuby směrem ke rtům a tvářím. Proti této síle působí odpor svalů tváře a rtů, což brání zuby před příliš velkým posunem. Tato rovnováha mezi jazykem a svaly tváří a rtů dopomáhá k udržení správné pozice všech zubů po jejich prořezání. Pokud je tato rovnováha narušena, objeví se malokluze či nesprávné postavení zubů v rámci zubního oblouku. Tato situace může nastat v případě, že vývoj pater neprobíhá souběžně. [6]

Špatně postavené zuby negativně ovlivní veškeré zuby prořezávající se po nich. Dostatek místa mezi zuby umožňuje bezproblémové prořezání dalších zubů. Pokud nemá nový zub pro prořezání dostatek místa, začne odstrkovat překážející zub a prořeže se mimo ideální pozici. Také může být zablokován kompletně a nikdy se neprořezat. [6]

Snímkovací techniky ve stomatologii

2.10 Intraorální snímky

Snímkovací film je při využití těchto snímkovacích technik umístěn přímo v ústech pacienta. Jedná se o speciální film nevhodný k využití pro jiné snímky. [2,3]

2.10.1 Periapikální snímky

Obvykle se snímkuje postupně celá ústní dutina na celkem 12 menších filmů (u dospělých). Výsledný snímek zobrazuje užitečnou informaci o zubních kazech, stavu parodontu, periapikální patologii, tvaru kořenů, velikosti a pozici zubů a také prostorové umístění ještě neprořezaných zubů. Je nutné mít rozměry minimálně horních řezáků a špičáků z důvodu analýzy velikosti zubů dle daných tabulek. Všechny tyto informace se využívá primárně při plánování léčby. [2,3]

Během léčby jsou periapikální snímky používány k monitorování pozice a pohybu neprořezaných zubů a růstu kořenů vyvíjejících se zubů. [2,3]

Na konci léčby z nich lze vyčíst pozici a stav kořenů všech zubů. [2,3]

2.10.2 Bite wing technika

Bite wing (česky technika skusového křídélka) se využívá k vyšetření stavu jednotlivého zubu a kosti v jeho okolí až do hloubky přibližně poloviny délky jeho kořenu. Film ve tvaru křídélka se vloží pacientovi do úst, kde je následně skusem pacienta stabilizován a připraven k expozici. Následně se dle pozice filmu nastaví rentgenka. [2,3]

Hlavní využití této techniky spočívá ve zobrazení zubních kazů již v časném stádiu. Stejně tak lze zobrazit sekundární kazy a také jinak těžko detekovatelné interproximální kazy. Detekujeme rovněž veškeré změny ve struktuře kosti v dané oblasti. V menším rozsahu pak lze hodnotit i samotný skus zkoumaného zubu. [2,3]

2.10.3 Okluzní snímek (Okluzogram)

Užívá se především pro zobrazení větších částí maxily. Snímkuje se vždy paralelně k rovině skusu v poměru 1:1. V tom také spočívá hlavní výhoda této snímkovací techniky – umožňují dělat přesné a spolehlivé měření rozdílů délek obou čelistních oblouků. Lze je také využít k simulaci budoucí pozice zubů a predikci budoucího stavu skusu. [2,3]

2.11 Extraorální snímky

Snímací médium se nachází mimo čelisti pacienta.

2.11.1 Ortopantomogram (OPG)

Ortopantomogram je metoda snímání zobrazující všechny zuby, obě čelisti a vztahy mezi nimi v jednom snímku. Díky velkému obsahu informací a přehlednosti je v současné době nejvyužívanějším snímkem v zubním lékařství. [2]

Během snímání je nutné, aby se pacient nehýbal, čehož je dosaženo tím, že se vyšetřovaná osoba zakousne řezáky do skusové tyčky. Rentgenka poté rotuje kolem pacientovy hlavy. Fotony následně dopadají na detektor, který rotuje v opačném směru skrze úzký kolimátor.[3]

Výsledný obraz je složen z anatomických struktur, které leží v předem určené obloukové oblasti. Struktury mimo tuto oblast jsou rozmazané, pokřivené, zvětšené nebo naopak zmenšené.

Stádium vývoje neprořezaných zubů pacienta a tzv. zubní věk pacienta lze na tomto snímku snadno určit zhodnocením vývoje kořenů několika zubů. Lze sledovat také tvar kondylů spodní čelisti a abnormální či asymetrické tvary kondylů jsou zaznamenány a přidány k pacientovým symptomům. [3]

Další využití OPG zahrnují:

- Zjištění nadpočetných či naopak nevyvinutých zubů
- Zjištění stavu zubů poškozených nárazem
- Detekce přítomnosti patologických lézí v čelistních kostech
- Diagnóza fraktur čelistí
- Diagnóza mnohočetných zubních kazů
- Zjištění cizích těles v oblasti čelistí atd.

Hlavními výhodami OPG je právě široké využití výsledného snímku spolu s nízkou radiační dávkou (v porovnání s intraorálním RTG).[3]

OPG naopak není vhodné pro diagnózu lézí vyžadující vysoké rozlišení, kdy se jako mnohem vhodnější jeví intraorální snímkové techniky. Mezi další nevýhody patří nepřesné zobrazení řezáků, stíny vznikající vlivem páteře či ramen spodní čelisti a sumace některých struktur. [3]

2.11.2 Cephalogram

Jinak označovaný jako laterální projekce lebky, je obvykle snímán s pomocí cephalostatu, který umožňuje zachování stálou pozici pacienta vůči detektoru a rentgence. Určité body na výsledném snímku se následně měří, čehož se využívá k následné klasifikaci pacientovy craniofaciální morfologie. Na začátku léčby jsou tyto míry často porovnávány se standardy, během léčby se pak porovnávají s předchozími snímky pacienta kvůli sledování růstu a vývoje, stejně tak jako postupu dané léčby.[3,7]

Při snímání je pacient postaven standardně pravým bokem k detektoru, kde je následně s pomocí cephalostatu upevněn do statické polohy. Rentgenový paprsek je centrován na zevní zvukovod.

Výsledný snímek vykazuje nedokonalou superpozici obou stran lebky. Příčinou je různá vzdálenost obou stran od detektoru, přičemž výsledné nepřesnosti je potřeba brát v úvahu při měření cephalometrických měř. Aby byly tyto nepřesnosti minimalizovány, snímkuje se vzdáleností rentgenka-detektor 1,5 m a více. Díky tomu je geometrická nepřesnost výsledného snímku zmenšena. [3]

2.11.3 Cone-beam CT (CBCT)

Cone beam computed tomography je označení CT systémů, které vydávají záření ve tvaru kužele. Tvar tohoto kužele je daný jeho šířkou, která musí obsáhnout všechny nebo alespoň podstatnou část sledovaného objemu. Tvar paprsku je udáván pomocí kolimátoru. Gantry rotuje po kruhové dráze kolem subjektu, přičemž vydává paprsek rentgenového záření, který ozařuje daný cílový objem.[7]

Po ukončení expozice získáme 3D mapu atenuace subjektu. Atenuace (zeslabení) je fyzikální veličina udávající o kolik daná látka zeslabuje rentgenové záření jí procházející. Protože atenuace je přímo úměrná tkáňové denzitě, 3D mapa atenuace může být využita ke zmapování typů tkáně v anatomii subjektu. [7]

Následně je třeba zvolit tzv. field of view (FOV), tedy oblast, kterou chceme pomocí CT zobrazit. U CBCT se vzhledem ke kruhové dráze rentgenky obvykle volí oblast cylindrického tvaru, která obsahuje zkoumané anatomické struktury. Následně je proveden proces rekonstrukce obrazu. Systém rozdělí FOV na stejně velké části ve tvaru krychle (voxely), které jsou brány jako oblasti se stejnou atenuací. Každému voxelu je následně přiřazena jeho hodnota. Čím více voxelů si v daném objemu zvolíme, tím přesnější bude výsledný rekonstruovaný obraz. Na druhou, čím více voxelů, tím větší zátěž na systém, a tedy prodloužení času samotné rekonstrukce. Je tedy nutné vždy zvolit vhodný kompromis mezi kvalitou snímku a časem rekonstrukce. Neméně důležitá je také volba samotného FOV. Čím větší FOV, tím větší radiační zátěž pacienta, stejně jako větší sekundární záření, které se rovněž podepisuje na výsledné kvalitě snímku.[7]

2.12 Diagnostické metody bez ionizujícího záření

Magnetická rezonance (MRI)

Magnetická rezonance využívá při zobrazování atomy s magnetickým momentem. Ten atom má pokud má nepárový nukleon, tedy pokud má liché protonové číslo. Nejběžnější atomy tohoto typu v lidském těle jsou vodík, uhlík, a fosfor. Díky tomu magnetická rezonance exceluje při zobrazování měkkých tkání, jakou jsou jazyk, tváře či slinné žlázy. [7]

V rámci ortodontie není MRI běžně využívána, a to hned z několika důvodů. Jak bylo již dříve zmíněno, obvykle se staráme především o kostěné struktury obličeje a zuby. Hlavním důvodem je však fakt, že pacienti mají obvykle v ústech kovová rovnátka či jejich části, které znemožňují zobrazení ústní dutiny a zubů.[7]

Ultrasonografie

Stejně jako MRI se dá tato modalita využít k vyšetření měkkých částí jako jsou především slinné žlázy, nicméně stejně jako MRI se v rámci ortodontie z důvodu nemožnosti vyšetřit kosti nevyužívá.[7]

2.13 Indikace pro diagnostiku pomocí rtg

Přestože informace získané z rentgenového snímku mohou být pro léčbu pacienta velmi přínosné, obnáší toto vyšetření vystavení ionizujícímu záření a tedy potenciální negativní dopad na zdraví pacienta. Nejeftektivnější metodou jak tento negativní vliv omezit je zamezit zbytečnému snímkování pacienta. [7]

Je nutné zvážit především tyto faktory :

- Prevalence nemocí, které mohou být zjištěny pouze za použití rtg v ústní dutině
- Schopnost zubaře zjistit tuto nemoc s pomocí a bez pomoci rtg vyšetření
- Následky neodhalené a následně neléčené nemoci
- Vliv odhalených anatomických či patologických anomálií na současnou léčbu pacienta

Je na indikujícím zubaři (ortodontistovi), aby vzal v úvahu všechny tyto faktory a rozhodl a využití rentgenu. Ve většině metodik je prosazována filozofie využívání radiografií pouze pokud je velká pravděpodobnost, že s jejich pomocí obdržíme klinicky důležitou informaci. [7]

Bohužel, často se stává, že zubaři využívají rentgenu jako screeningové modality. Pro to je hned několik důvodů. Někteří zubaři mohou mít pocit, že neposkytli pacientovi adekvátní

péči, tedy že nevyužili veškerých dostupných metod, aby se ujistili, že pacient je naprosto v pořádku. Další chtějí mít veškeré dostupné informace o stavu pacienta, než se pustí sebemenšího zásahu. Někteří mohou mít obavu z případné žaloby od pacienta v případě, že by pacient nějaký klinicky nezjistitelný problém opravdu měl. Je otázkou, zda je tento přístup opravdu správný. Jistě, jeden nebo dva zbytečné rentgenové snímky pacienta pravděpodobně nepoškodí, nicméně pokud by se takovýto přístup uplatňoval u všech pacientů, docházelo by každý rok k obrovskému množství zbytečného snímkování, které by se časem jistě projevilo jako zbytečná, a tedy veskrze negativní, zátěž. [7]

2.13.1 Zubní kazy

Mnoha studii již bylo prokázáno, že na rtg snímku lze odhalit zubní kazy mnohem dříve, než je to možné klinicky. U některých jejich typů, jako jsou interproximální kazy (mezizubní), je před dosažením pokročilého stádia velmi těžké klinicky určit jejich přítomnost. Bohužel, vzhledem k faktu, že zubní kazy u každého jedince vznikají a postupují jiným tempem, nelze využít rentgenu k efektivnímu preventivnímu screeningu a jeho využití se v tomto případě omezuje pouze na důvodná podezření a jedince s vysokou kazivostí zubů. [7]

2.13.2 Nemoci periodontu

Rentgenová vyšetření hrají důležitou roli při evaluaci pacienta ihned po jeho klinické prohlídce a diagnostice nemoci periodontu. Snímky pomáhají určit nejen stav zubů a jejich zasazení do čelisti, ale rovněž díky nim lze rozeznat lokální faktory podílející se na nemoci, jako může být např. zubní kámen. V případě této diagnózy se obvykle provádějí periapikální snímky a snímky typu bitewing. Díky těmto snímkům lze určit o jak pokročilé onemocnění se jedná. Pravidelné aktualizování snímků pomáhá zubaři určit, jestli se stav zubních kořenů zlepšuje a zda byla úspěšně zastavena destrukce alveolární kosti. [7]

2.13.3 Anomálie zubů

Abnormální růst a vývoj zubů se vyskytuje obvykle jako anomálie v jejich počtu, velikosti nebo tvaru. Tyto vady se během vývoje chrupu objevují často, přičemž mají mnohem výraznější vliv na zuby trvalé než na zuby mléčné. Nejčastěji se lze setkat s nadbytečnými zuby nebo naopak se zuby, které se během růstu vůbec nevyvinou. [7]

Pouze málo těchto anomálií vyžaduje ortodontický zásah či dokonce chirurgické řešení v dětském věku. Pokud má lékař podezření na anomálii vyžadující jeho zásah, snímkování ke zjištění přesné anatomie oblasti obvykle nejsou potřeba a to až do doby započetí léčby samotné. Jako příklad zde lze uvést snímkování dítěte okolo pěti let věku k určení přítomnosti trvalého chrupu. Přestože lze získat informaci o vyvíjejících se základech některých zubů, tato informace nijak neovlivní plán léčby. Proto je nutné vždy zvážit benefit samotného vyšetření pro pacienta vzhledem k dávce obdržené při snímkování. Nejužitečnější snímkovací metodou pro anomálie zubů je bezesporu OPG. [7]

2.13.4 Anomálie ve vývoji či růstu čelisti, malokluze

Děti a adolescenti jsou často vyšetřováni z důvodu určení růstu či vývoji zubů a čelistí. Výsledný posudek zahrnuje vzájemné postavení obou čelistí a rovněž jejich postavení vůči měkkým tkáním. Aby mohl být tento posudek proveden, je nutno mít k dispozici OPG nebo alespoň periapikální snímky. Další snímky, které mohou být k přesnému posouzení zapotřebí, jsou: bočný či předozadní snímek lebky, okluzní snímek, snímek na kostní věk či snímek temporomandibulárního kloubu. [7]

Jedině CBCT je schopno poskytnout přesné prostorové údaje o vzájemném postavení obou čelistí. Z toho důvodu je také čím dál tím více využívanější jako náhrada za více výše zmíněných metod v jednom. [7]

Druh využitých snímků určuje u každého pacienta ošetřující lékař individuálně. Vždy však musí výsledné snímky umožnit co nejpřesnější diagnózu za využití co nejmenšího množství záření, aby bylo možno začít s léčbou samotnou v optimálním čase. [7]

2.13.5 Okultní nemoci

Tedy nemoci bez klinických příznaků a symptomů. Okultní nemoci čelistí zahrnují řadu různých zubních i kostních nálezů. U zubů lze najít rozvíjející se zubní kazy, růstové anomálie kořenů či hypercementózu. Zubní nálezy zahrnují osteosklerózu, neprořezané zuby, různé cysty a v nejhorším případě i tumory. [7]

Přestože některé z těchto okultních nemocí mohou být vážné, naprostá většina z nich je vzácná a tak není vhodné provádět kvůli nim preventivní screening. [7]

2.13.6 Onemocnění čelisti

Nejčastěji na jednotlivých čelistech snímujeme čelistní léze, obvykle před biopsií či začátkem léčby. Pro menší léze je dostačující OPG, pouze pokud je léze větší či podezřelá z malignity využíváme CT či CBCT. [7]

2.13.7 Temporomandibulární kloub

Čelistní kloub může být ovlivněn mnoha nemocemi. Mezi ně patří nemoci dědičného typu či vývojové malformace mandibuly či lebečních kostí, různá zranění, ať už se jedná o dislokace či fraktury dané oblasti, a různá zánětlivá onemocnění, včetně artritidy. Ne všechny tyto problémy však vyžadují diagnózu pomocí rtg přístroje a je opět na lékaři, aby zvolil, zda je toto vyšetření potřebné a vhodné. [7]

2.13.8 Implantáty

Stále častější metodou náhrady chybějících zubů je umístění implantátu ve formě kovového šroubu do čelisti. Na tento šroub lze pak připevnit samotnou protézu. Zasazení implantátu musí vždy předcházet pečlivé naplánování celého výkonu. Lékař musí určit rozměry a kvalitu kosti, stejně jako okolní anatomické struktury a jejich anomálie. [7]

K zobrazení vertikálních rozměrů dané oblasti jsou dostačující intraorální snímky či OPG, nicméně je doporučeno využít před samotnou operací CT či CBCT. Jedním z důvodů je také fakt, že mnohé v současné době využívané programy pro simulaci daných implantátů vyžadují právě data z CT či CBCT. Po operaci je rovněž nutné pořídit kontrolní snímky kvůli posouzení hojení a stavu kosti narušené při operaci. [7]

2.13.9 Vedlejší dutiny nosní

Nejčastěji se tyto dutiny zobrazují kvůli akutnímu či chronickému zánětu. Ve stomatologii se vedlejší dutiny nosní obvykle zobrazují kvůli implantátu či zákroku plánovanému v jejich okolí. Periapikální či panoramatické snímky jsou schopny zobrazit kaudální část těchto dutin, pokud je potřeba zobrazit i ostatní části, je nutné využít projekce typu Waters, CT či CBCT. [7]

2.13.10 Traumata

Pro správnou diagnózu zranění v oblasti čelistí je nutné nejprve správně určit rozsah zranění. Periapikální snímky a OPG jsou vhodné pro evaluaci zlomenin zubů. Pokud nelze na

periapikálním snímku zhodnotit suspektní zlomeninu kořenu zubu, je nutné udělat doplňující snímek. [7]

Zlomeniny mandibuly lze dobře zobrazit na OPG, kdežto zlomeniny maxily vyžadují využití CT či CBCT. Pacienti s tímto typem poranění se nicméně obvykle hlásí na pohotovosti, kde je na indikujícím lékaři, aby zvolil vhodnou metodu snímkování. [7]

PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍLE

CÍL 1: Zjistit nejpoužívanější snímkovací metodu v ortodoncii

CÍL 2: Porovnat počet a frekvenci snímkování operačních a neoperačních ortodontických pacientů

CÍL 3: Zpracovat obdržené radiační dávky 3 ortodontických pacientů a vzájemně je porovnat

4 HYPOTÉZY

HYPOTÉZA 1: Domníváme se, že nejčastější snímkovací metodou v ortodoncii je panoramatický snímek

HYPOTÉZA 2: Předpokládáme, že jak celkový počet snímků, tak jejich frekvence jsou vyšší u operačních pacientů

HYPOTÉZA 3: Předpokládáme, že radiační zátěž operačních pacientů bude výrazně vyšší

5 METODIKA

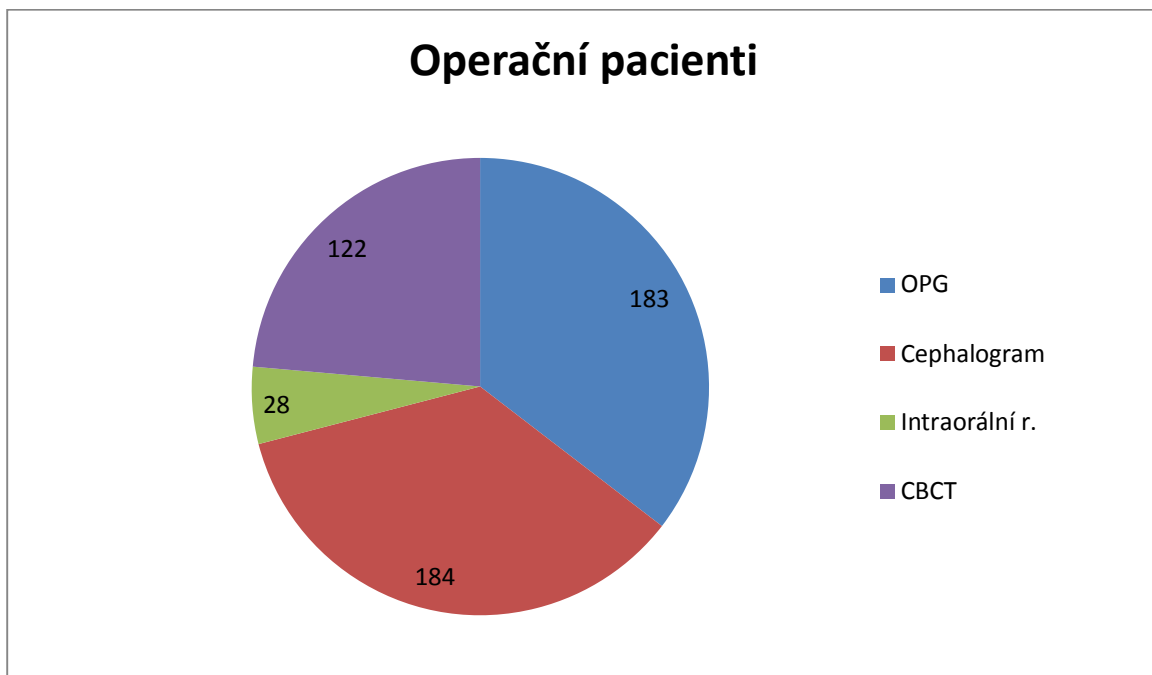
Pro první dva cíle jsem si zvolil kvantitativní výzkum. Kromě počtu jednotlivých vyšetření jsem se rovněž snažil zmapovat frekvenci těchto vyšetření a jejich vzájemnou návaznost. Pro třetí cíl jsem zvolil metodu případové studie. Kromě počtu a frekvence jednotlivých vyšetření jsem bral v potaz odůvodnění každého snímku na základě pacientovy diagnózy. K získání dat z nemocničního informačního systému FN Plzeň jsem obdržel souhlasné stanovisko.

6 VÝSLEDKY

Jako první cíl své bakalářské práce jsem si určil zjištění kvantity a frekvence jednotlivých diagnostických metod ve stomatologii. Jako výzkumný soubor jsem si vybral stovku pacientů, kteří se v minulosti léčili na ortodontickém oddělení fakultní nemocnice Plzeň. Ze stovky pacientů jsem následně vybral padesát, tedy polovinu, operačních pacientů a polovinu neoperačních pacientů.

V rámci našeho souboru bylo u operačních pacientů provedeno dohromady celkem 517 různých vyšetření. Z toho konkrétně 183 OPG snímků, 184 cephalogramů, 28 intraorálních snímků a 122 vyšetření pomocí CBCT.

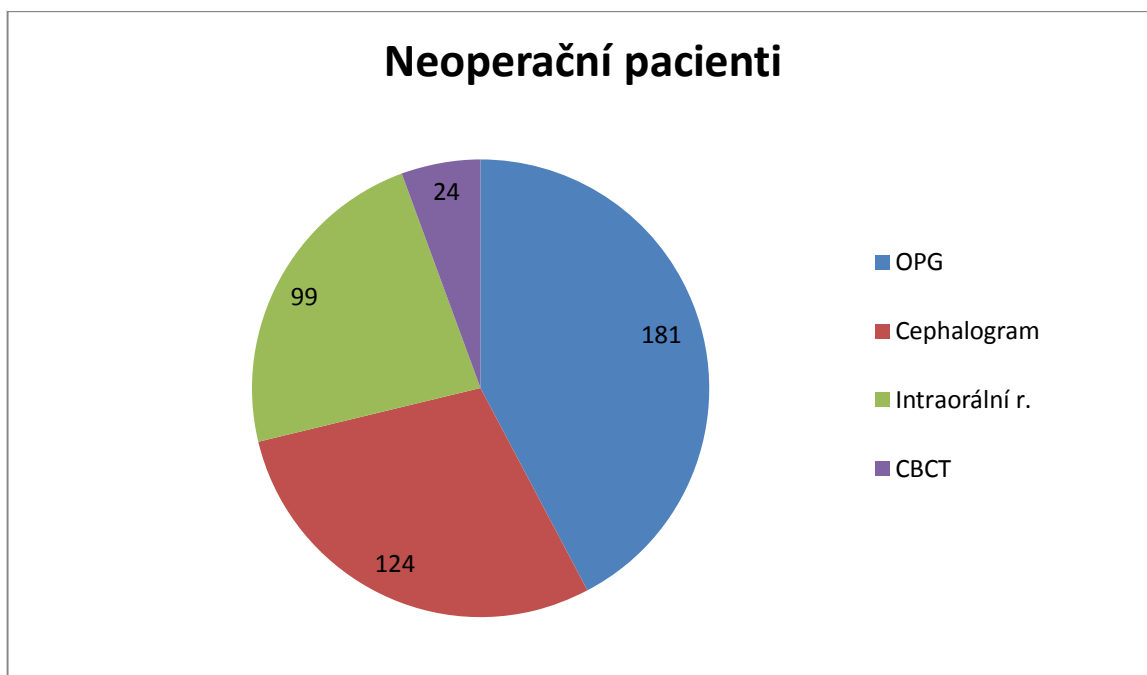
Obrázek 1 Počet vyšetření operačních pacientů



Zdroj: vlastní

U neoperačních pacientů bylo provedeno celkem 428 vyšetření, z toho 181 snímků OPG, 124 cephalogramů, 99 intraorálních snímků a 24 vyšetření s pomocí CBCT.

Obrázek 2 Počet vyšetření neoperačních pacientů



Zdroj: vlastní

Z grafů jednoznačně vyplývá, že nejpoužívanější metodikou při snímkování pacientů je metoda OPG, následované cephalogramem. Využití intraorálních technik snímkování a CBCT se liší, zatímco u operačních pacientů převažuje CBCT, u neoperačních pacientů převažují intraorální snímkovací techniky.

Jako druhý cíl bylo stanoveno porovnání počtu a frekvence vyšetření mezi operačními a neoperačními pacienty.

Dle výpočtů absolvuje průměrný operační pacient za dobu své léčby průměrně 10,34 vyšetření. Neoperační pacient na druhou stranu absolvuje pouze 8,56 rentgenových vyšetření za dobu své léčby. V počtu vyšetření tedy jednoznačně vedou operační pacienti.

Co se frekvence týče, mezi pacienty se výrazně liší, je tedy nutné dívat se na každého z nich individuálně.

U operačních pacientů z počátku vidíme snímkování v rozmezí roku, v některých případech i delší či kratší. Velmi často lze následně zaznamenat zkrácení času mezi jednotlivými snímky na pouhé měsíce, což signalizuje aktivní přípravu pacienta na operační

zárok. Snímkování pomocí CBCT značí obvykle čas operace. Pacient je snímkován před operací a několik dní po ní. Poté následuje prodloužení intervalu snímkování, které se opět liší případ od případu.

U neoperačních pacientů je frekvence snímkování velmi nepravidelná, velmi špatně se v ní hledají jakékoli souvislosti, ať už kvůli výrazně rozdílnému počtu snímků či velmi individuálním rozdílům v jejich rozmezí. Zatímco u operačních pacientů jsou obvyklé kontroly po době jednoho roku, u neoperačních pacientů není výjimkou snímkování ob dva či tři roky. Na druhou stranu, u některých neoperačních pacientů je z nutnosti sledování určité oblasti nutné snímkovat i vícekrát za rok. Vzhledem k individuálnímu charakteru problémů jednotlivých pacientů nelze stanovit z nasbíraných dat žádný obecně uplatnitelný trend.

Lze rovněž rozeznat značný věkový rozdíl mezi oběma typy pacientů. Neoperační pacienti jsou při začátku jejich léčby ve velmi mladém věku. Tento věkový rozdíl je způsoben hned několika různými faktory. Jednak netrvá léčba neoperačních pacientů tak dlouho, protože není tak složitá, a tak se neoperační pacienti u lékaře často střídají. Na druhou stranu, pacient s problémem tak závažným, že nezbyvá jiné než operační řešení, navštěvuje ortodontistu mnohem delší dobu. Dalším důvodem může být rovněž fakt, že pokud pacient přijde v mladším věku, může ortodontista zasáhnout v rané fázi problému a tak ho velmi rychle, kdežto pokud přijde pacient s již rozvinutým problémem, léčba trvá déle a vzhledem k tomu, že od určitého věku se již dentice příliš nevyvíjí, nezbyvá často než se uchýlit k právě operačnímu řešení.

Co se radiační dávky týče, nelze ji přesně určit u každého pacienta, jelikož závisí na několika proměnlivých parametrech:

- Vzdálenost ohnisko – kůže, velikost pole na pacientovi
- Použití expozičního automatu
- Indikované napětí rentgenky[kV]
- Indikované elektrické množství [mAs]
- Specifikace případné přídavné filtrace
- Projekce
- Počet expozic v dané projekci
- Vykrytí nevyšetřovaných částí těla

- Výška, hmotnost a pohlaví pacienta
- Použití límce, zástěry[8]

Dle evropských guidelinů jsou dávky následující:

- Intraorální snímek (bitewing nebo okluzní) – 1-8.3 μ Sv
- OPG – 3.85-30 μ Sv
- Cephalogram – 2-3 μ Sv
- CT snímek mandibuly – 364-1202 μ Sv
- CT snímek maxily – 100 - 3324 μ Sv

Z těchto čísel lze odvodit, že jednotlivá vyšetření nejsou pro pacienta příliš zatěžující. Pro srovnání, průměrná světová dávka z radiačního pozadí na osobu je cca 2400 μ Sv. Nicméně, problém může nastat vzhledem ke kvantitě těchto vyšetření. Jak je z těchto dat jasné, mnohem větší dávku pro organismus představuje CBCT. Vzhledem k tomuto faktu lze tedy říci, že operační pacienti i přesto, že počet jejich vyšetření je srovnatelný s ostatními pacienty, jejich radiační zátěž je několikanásobně vyšší. [9]

Každé vystavené pacienta radiaci představuje risk. V normální situaci je tento risk při rentgenu čelistí či zubů velmi malý, nicméně je nesmírně důležité, aby každé takové vyšetření přineslo pacientovi větší užitek než škodu. Z toho důvodu je nutné každé vyšetření správně odůvodnit a vyhnout se zbytečným expozicím.

Dále jsou uvedeny tři kazuistiky pacientů, u kterých bylo provedeno větší množství rentgenových snímků. U každého z nich se pokusíme určit přibližnou hodnotu radiační dávky obdržené v průběhu léčby.

Kazuistiky

- 1) Pacient – muž, narozen 1994, operační

Klinická historie:

- 3/2004 Vstupní vyšetření pacienta, první snímky OPG a cephalogram, určení anamnézy a diagnózy, určen zkřížený skus na pravé straně, udělány otisky, vyplnění základních dotazníků

- 6/2004 Diagnóza – obrácený skus všech frontálních zubů, určena skeletální třída, rozhodnutí dalšího plánu dle prořezávání zubů, do léčby zapojeno vyndavací rovnátka
- 5/2005 Odebrání rovnátka
- 7/2008 Diagnóza – hypoplazie střední obličejové etáže, skus frontálních zubů hrana na hranu
- 4/2006 Prořezána většina trvalého chrupu, Zuby 2+2 v zákusu, vrací se zkřížený skus
- 1/2007 Skus hrana na hranu u zubů 1+1, určení skeletální třídy, rozhodnutí – vyčkat na růstový spurt, řešit operačně
- 1/2008 Extrakce mléčných zubů 5+5 nahoře
- 9/2009 Růstový spurt, rozhodnutí – čekat na ukončení růstu
- 5/2010 Konec růstového spurtu, rozhodnutí – vyčkat 1 rok, pak zahájit léčbu
- 1/2011 Zahájení příprav na operaci
- 4/2011 Analýza nových modelů, segmentální analýza, rozhodnutí – vyčkat na ukončení růstu
- 10/2011 Potvrzen zbytkový růst, extrakce dolních 8+8
- 7/2012 Odstranění horních 4+4 z důvodu uvolnění místa pro špičáky, vyrovnávání čelistních oblouků
- 10/2012 Parciální fixní aparát
- 1/2013 Kompletní fixní aparát, zintenzivnění kontrol
- 1/2017 Pseudokortikotomie mezi pravou horní 3 a 5
- 5/2017 Ortognátní poradna – plán operace – bimaxilární operace
- 10/2017 Změna plánu – monomaxilární operace
- 2/2018 Sejmutí fixního aparátu

Rentgenová vyšetření:

- OPG - 6x
- Cephalogram – 6x
- Rtg ruky – 3x
- CBCT – 3x

V příloze jsou pacientovy snímky před a po operaci, viditelný je implantát v horní čelisti.

U tohoto pacienta lze vidět standardní využití většiny modalit, a to od vstupního vyšetření OPG + Cephalogram až po před a pooperační snímkování CBCT. Vzhledem k disproporcii čelistí byly OPG a Cephalogram vždy využity pro komplexní vyšetření ve stejný čas. Vzhledem k předpokládanému růstovému spurtu pacienta byla rovněž snímána ruka kvůli zjištění kostního věku a tedy připravenosti pacienta na operaci. Intraorální rentgen nebyl kvůli povaze problému využit vůbec.

2) Pacient – muž, narozen 1997, operační

Klinická historie:

- 3/2005 Vstupní vyšetření, aplikace kroužků
- 6/2005 Patrový třmen, určena derotace u 6+6
- 9/2005 V oblasti 1+1 skus hrana na hranu
- 10/2005 Zuby v překusu
- 8/2006 Analýza – fáze výměny zubů, suspektní přespočetný útvar mezi 3 a 2
- 9/2006 Útvar identifikován jako fisurální cysta
- 5/2008 Recidiva obráceného skusu
- 11/2008 Vrchol růstového spurtu
- 4/2011 Opět skus hrana na hranu
- 3/2012 Diagnóza – stav nutno řešit orto-chirurgicky
- 11/2013 Ortognátní poradna – prodloužení dolní 1/3 obličeje, určen částečně obrácený skus, částečně zkřížený skus, mikrodoncie zubů 14,24
- 1/2014 Extrakce mikrodontických zubů
- 7/2014 Fixní aparát
- 2/2015 Ortognátní poradna – bimaxilární operace s advancementem maxily a setbackem mandibuly
- 10/2016 Operace
- 10/2017 Sejmutí fixního aparátu

Rentgenová vyšetření:

- OPG – 9x
- Cephalogram – 8x
- CBCT – 2x

V příloze je OPG snímek pacienta po bimaxilární operaci s osteosyntézami na několika místech.

U tohoto pacienta opět vidíme komplexní využití většiny modalit. Vzhledem k povaze ortodontického problému nebylo využito intraorálních snímků. Pacient po dlouhodobé přípravě podstoupil bimaxilární operaci.

3) Pacient – žena, narozena 1999, neoperační

Klinická historie:

- 11/2010 Ortodontické vyšetření, diagnóza – hypoplazie střední obličejové etage, fáze výměny zubů, nutnost extrakce dočasných zubů 53 a 63 kvůli usnadnění erupce
- 3/2011 Zuby 13 a 23 v palatinální poloze
- 4/2011 Diagnóza – prominující brada, mírně hluboký skus, těsný laterální překus, retence zubů 13 a 23, určení skeletální třídy
- 5/2011 Nasazení fixního aparátu
- 6/2012 Zub 13 se napřimuje, poloha 23 změněna pouze nepatrně
- 8/2012 Zuby 13 a 23 retinované, patifakce cestou vestibulární u obou špičáků
- 4/2015 Sejmутí fixního aparátu
- 5/2017 Zub 23 mírně viklavý, nedostatečný kostní suport vestibulárně

Rentgenová vyšetření:

- OPG – 8x
- Cephalogram – 2x
- CBCT – 1x

V příloze je snímek pacientky v průběhu léčby, konkrétně s fixním aparátem kvůli nestandardní erupci zubů 13 a 23.

U této pacientky šlo o problém špatného postavení a růstu zubů, který nebylo nutné operovat, ale stačilo ho napravit pomocí fixního aparátu. Nicméně k upřesnění diagnózy bylo nutné využít pro neoperační pacienty nestandardně také CBCT. Vzhledem k faktu, že problematická oblast se nacházela na jedné čelisti, nebylo nutné opakovaně využívat Cephalogram, pouze OPG stačilo pro získání dostatku informací o stavu pacientky. Oproti operačním pacientům trvala léčba pacientky mnohem kratší dobu.

Vzhledem k faktu, že nedochází k archivaci naměřených hodnot po vyšetření, je nutné se k nim dopočítat.

V případě panoramatických vyšetření nelze efektivní dávku vypočítat za pomoci programu PCXMC. Konverzní faktor mezi součinem kermy, plochy a efektivní dávkou je pro napětí na rentgence 63-70 kV, celkovou filtraci 2,8 mm Al a standartního pacienta na hodnotu $0,734\mu\text{Sv}/\text{cGy}\cdot\text{cm}^2$. Efektivní dávku lze tedy určit za vztahu

$$E=0,734\mu\text{Sv}/(\text{cGy}\cdot\text{cm}^2)\cdot\text{K}\cdot\text{A}$$

Ze zkoušek dlouhodobé stability (ZDS) jsme zjistili hodnotu $\text{K}\cdot\text{A}=99,6\text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$. Po převodu a dosazení jsme dostali hodnotu $E=7,31\text{ }\mu\text{Sv}$.

Pro Cephalogram lze využít program PCXMC. Po dosazení těchto hodnot: $U=74\text{ kV}$, filtrace – 3mm Al, receptor - $20\cdot 27\text{ cm}$, ohnisková vzdálenost – 150cm, $\text{K}\cdot\text{A}=98,8\text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$, jsme dostali výsledek $E=4,1\text{ }\mu\text{Sv}$.

Program PCXMC jsme využili rovněž pro výpočet hodnot pro vyšetření CBCT. Pro stejné hodnoty filtrace a pacienta jsme dostali hodnotu $57,31\text{ }\mu\text{Sv}$.

Zátěž jednotlivých pacientů tedy vychází následovně:

$$1) 6\cdot 7,31+6\cdot 4,1+3\cdot 4,1+3\cdot 57,31=252,69\text{ }\mu\text{Sv}$$

Snímky ruky byly pořízeny na kefalostatu, pro výpočet jsme tedy využily stejné dávky jako pro cephalogram.

$$2) 9\cdot 7,31+8\cdot 4,1+2\cdot 57,31=213,21\text{ }\mu\text{Sv}$$

$$3) 8 \cdot 7,31 + 2 \cdot 4,1 + 1 \cdot 57,31 = 99,99 \mu\text{Sv}$$

Pro srovnání, jak již bylo zmíněno výše, průměrná světová dávka z radiačního pozadí na osobu je cca 2400 μSv . Z těchto výsledků lze tedy odvodit, že během léčby dostává pacient pouze zlomek dávky, kterou každý rok obdrží z radiačního pozadí. Také lze odvodit to, že operační pacient dostane alespoň dvakrát větší dávku, než pacient neoperační.

DISKUZE

Ve své bakalářské práci jsem zvolil tři cíle a hypotézy, jež úzce souvisí s počtem vyšetření s pomocí rentgenového záření a z toho vyplývající radiační zátěží pacienta. Výstupem je přehled četnosti využití jednotlivých typů vyšetření

Jako první cíl jsem se rozhodl určit nejpoužívanější metodu snímkování ortodontických pacientů. S tím souvisela hypotéza, že nejčastěji se využívá panoramatických snímků (OPG).

V rámci ortodoncie je ze všeho nejdříve důležité určit soubor pacientů. Jedná se o pacienty s problémy týkajícími se tvaru, velikosti, počtu a vzájemného postavení zubů, případně čelistí. Tyto pacienty je pak třeba dále rozdělit na operační a neoperační.

U operačních pacientů bylo nutné se v rámci léčby uchýlit k chirurgickému zákroku. Tyto zákroky mohou být různého rozsahu, od jednoduché kortikotomie po operaci celé čelisti. Právě operace čelistí je nejčastějším intervenčním zákrokem u operačních pacientů. Operace může být bimaxilární (operace obou čelistí) či monomaxilární (pouze na jedné čelisti). U čelisti se lékař snaží dosáhnout buďto advancementu (předsunutí, zvětšení čelisti) nebo setbacku (zmenšení čelisti). Zvětšení horní čelisti se dosahuje rozrušením vazeb mezi kostmi horního patra a následným voperováním kovového implantátu či kostního štěpu. V případě dolní čelisti se mandibula symetricky na dvou místech naruší a vloží se do ní opět kostní štěp či implantát. Při zmenšování se kost přerušuje na dvou místech, část čelisti se vyjme a zbytek čelisti se zafixuje na místě pomocí implantátu.

Neoperačním pacientem rozumíme takového pacienta, u něhož nebylo nutné se v rámci léčby pouštět do chirurgických zásahů v orofaciální oblasti a stačí využít konzervativní léčby. Léčba tedy probíhá primárně za pomoci různých vyndavacích či fixních aparátů (rovnátek). Do této kategorie se rovněž zahrnují pacienti, u kterých byl proveden zákrok v menším měřítku, který nevyžadoval hospitalizaci (extrakce zubu, pseudokortikotomie apod.).

Důležité je rovněž uvědomit si, s jakým typem pacienta se pracuje. Většinou se jedná o děti či adolescenty, z čehož vyplývají určité specifické problémy. Většina z těchto dvou skupin pravděpodobně nebude příliš důsledná s ústní hygienou, dodržováním určitého

dietního režimu či nošením různých vyndavacích rovnátek. Z toho důvodu je nutné, aby ortodontista i ostatní personál komunikující s pacientem zároveň fungoval i jako určitý druh psychologa.[11]

Nejdůležitější je snažit se pacienta v tomto věku pozitivně motivovat. Většina adolescentů bude pravděpodobně za primární problém považovat jakýkoliv zásah potencionálně ovlivňující jeho či její vzhled. Proto bude pacient, jež nenachází žádný větší problém se svým vzhledem mnohem náchylnější k zanedbávání návštěv u ortodontisty a to i přes to, že bez aktivního zásahu u něj může dojít k významným funkčním poruchám chrupu. Z toho důvodu je vždy vhodné naplánovat léčbu tak, aby měla zároveň pozitivní vliv jak na funkčnost, tak na estetiku.[11]

Pokud nebude pacient aktivně motivován, léčba bude mít mnohem menší pravděpodobnost na úspěch, protože její velká část závisí právě na spolupráci pacienta. Pokud pacient nebude dodržovat orální hygienu, nebudou pravidelně docházet a nevyhnu se jídlům, která ničí zuby a rovnátka, se vši pravděpodobností nezbyde nakonec ortodontistovi nic jiného, než léčbu přerušit či přistoupit k drastickým řešením. Pacient si musí být vědom faktu, že celá léčba, jakkoliv nepříjemná a obtěžující, se dělá pro něj.[11]

Nejlepší metodou v tomto směru je co nejlepší zapojení právě pacienta do samotného procesu jeho léčby. Pokud se dá pacientovi alespoň částečná autonomie, v ideálním případě se začne brát jakožto část týmu starající se o sebe sama. To se však vzhledem k účinkům ortognátních aparátů na ústní dutinu stává velmi zřídka. Pacient si léčebný proces mnohem snáze spojí s bolestí, způsobenou mu novými rovnátky, než s konkrétními výsledky léčby.[11]

Dalším z negativních aspektů je rovněž reakce pacientova okolí. Velmi málo dospělých se odváží podstoupit jakoukoliv ortodontickou léčbu už jen z obavy reakce jejich okolí. Proto je důležité snažit se být k ortodontickým pacientům co nejpřívětivější. To se týká samozřejmě nejenom samotné ordinace, ale také pracoviště s dentálním RTG. Pacienti léčící se delší dobu se mnohokrát během celé léčby dostanou rovněž tam.[11]

Z výsledků naší studie je jasné, že nejčastěji vyžívané pro diagnostiku pacientů jsou snímky OPG. Tyto snímky jsou velmi snadné a rychlé na akvizici, přičemž poskytují

ortodontistovi velké množství informací. Na snímcích lze snadno zjistit stav zubů, jejich sklovinu, cementu i kořenů. Zubní kaz v pokročilém stádiu je na těchto snímcích jasně zřetelný a to nezávisle na místě vzniku. Rovněž lze určit postavení zubu vůči okolnímu chrupu, stejně jako stav a pozice jeho kořenů. Totéž platí i pro zuby neprořezané, u kterých se určuje jejich vývin, pozice a tendence pohybu. To je v ortodoncii obzvláště důležité, protože u dětí a adolescentů dochází k velkým pohybům v rámci dentice na základě jejich vývoje a růstu. Na těchto snímcích rovněž vidíme prakticky celé obě čelisti a oba temporomandibulární klouby. Díky tomu lze zjistit stav zubních lůžek a čelistí, stejně jako přítomnost cyst či jiných patologií, které mohou negativně ovlivnit celou léčbu. Problémy mohou nastat u pacienta, který již léčbu postupuje, a má v ústech fixní ortodontický aparát, jehož většina částí je v ústech přilepená na pevně. Kvůli přítomnosti kroužků na stoličkách či zámků na většině zubů dochází ke ztrátě informace o stavu zubů, nicméně stav zubních kořenů a čelistí lze stále zjistit bez větších problémů. Pokud je pacient po úrazu čelisti či po ortodontické operaci, je pravděpodobné, že se v jeho čelistech bude nacházet různý osteosyntetický materiál, který opět způsobuje ztrátu informace o strukturách, přes které se na snímku sumuje.

Druhou nejčastější metodou je snímkování laterální lebky, tzv. cephalogram. Tento snímek se pořizuje metodou telorentgenografie, tedy snímkování z větší vzdálenosti, díky čemuž dochází ke zvýšení přesnosti výsledného snímku. Díky tomu jsou tyto snímky vhodné ke zjištění anatomických měr pacienta v oblasti čelistí, díky čemuž lze snadno určit jejich disproporce a další problémy. Kvůli sumaci jednotlivých struktur nelze z tohoto snímku vyčíst prakticky nic o stavu zubů. Hlavním přínosem těchto snímků je možnost zjištění vzájemných vztahů mezi chrupem horní a dolní čelisti, a to díky tomu, že snímek je pořizován ve skusu. Lze tak snadno určit jak na sebe obě čelisti a jednotlivé zuby nasedají, což je v ortodoncii jedna z hlavních informací potřebná pro léčbu. Tento typ snímku často pořizuje současně s OPG, protože se oba vzájemně doplňují.

CBCT má hlavní využití u diagnostiky operačních pacientů. Před operací je nutné co nej přesněji zjistit veškerou anatomii v operované oblasti, aby se dosáhlo co nejlepšího výsledku. Při operaci může velmi snadno dojít k přerušení důležitých nervů, což může u pacientů způsobit ztrátu citlivosti v oblasti rtů a tváří, v mezních případech částečné ochrnutí svalů ve stejné oblasti. Snímky z CBCT lze využít spolu s různými programy pro plánování a

simulaci dané operace, čímž se zvyšuje šance hladkého průběhu celé léčby. Na rozdíl od ostatních metod zobrazuje CBCT i měkké tkáně, proto je naprosto nutné ho podstoupit v rámci předoperačního vyšetření. Po každé operaci se provádí ještě minimálně jedno toto vyšetření, aby se ověřil výsledek zákroku a lékař si byl jist, že kost či implantát sedí tak, jak má. Pokud si lékař není jist, provádí se další snímání pomocí CBCT, aby se vyloučil jakýkoliv nežádoucí děj v oblasti zájmu.

Intraorální snímky se v současné době využívají díky OPG mnohem méně než dříve. Tento typ snímku se zaměřuje na konkrétní úzkou oblast zájmu, na kterou si musí ortodontista při snímkování pacienta obvykle zacílit sám. Tyto snímky nám umožňují zjistit stav konkrétního zubu či malé čelistní oblasti. Ortodontista proto častěji vyžaduje snímky OPG, na kterých má možnost porovnat stav a postavení zubu s ostatními, což u intraorálních snímků není možné. Intraorální snímkování se mnohem častěji využívá pro snímkování neoperačních pacientů. Je to jednak z důvodu, že tito pacienti obvykle nepodstupují vyšetření pomocí CBCT, a tak nelze získat detailnější informace o konkrétní oblasti zájmu, a jednak z důvodu snížení radiační zátěže pacienta.

U některých pacientů se také provádějí snímky na určení kostního věku. Kostní věk je ukazatel biologické vyspělosti jedince, a dá se díky němu určit pacientův růstový potenciál. Obvykle se jedná o snímek pravé ruky, kde je na zápěstí dobře vidět stav osifikace kostí, který se následně porovnává s kalendářním věkem dítětem. Je nutné brát v potaz, že dívky jsou obvykle biologicky zralejší. Ortodontista potřebuje tuto informaci, aby určil, zda je u pacienta možnost růstu v oblasti čelistí, kde by změna v jejich rozměru mohla významně narušit pacientovu léčbu. Proto se u operačních pacientů obvykle kontroluje kostní věk a čeká se, až dojde k vyčerpání pacientova růstového potenciálu.

Přestože většinou se setkáváme s pacienty ve věku nad 10 let a výše, kdy by správně měli rodiče vzít své dítě poprvé k ortodontistovi? Existuje hned několik důvodů, proč by měli rodiče své brát k ortodontistovi dříve, některé prameny uvádějí již v sedmi letech. Proč? Ortodontisté jsou totiž schopni identifikovat některé problémy, co se růstu čelisti nebo prořezávání zubů týče již v době, kdy jsou stále přítomny mléčné zuby. I přesto, že zuby vypadají rovné a bez problému, již může problém, kterého si všimne pouze odborník. Tato první kontrola nemusí rovněž odhalit žádný problém, či se může jednat o záležitost, na

kteřou ortodontista pouze upozorní a doporučí ji sledovat bez aktivního zásahu. Mnohé z takovýchto chyb se napraví samovolně růstem jedince. V některých případech však může ortodontista zjistit problém, se kterým výrazně pomůže právě včasný zásah lékaře. Tento zásah pak může následně zabránit mnohem závažnějším projevům, a pokud to není možné tak alespoň snížit potíže s nimi spojené a zkrátit dobu budoucí léčby na minimum. V některých případech lze dosáhnout dokonce výsledků, kterých by po ukončení růstu dítěte možné dosáhnout nebylo. Včasný zásah umožní ortodontistovi například:

- Upravit růst čelisti
- Snížit nebezpečí poškození stálých zubů
- Napravit včas špatný návyk ústní hygieny
- Upravit vzhled chrupu
- Navést trvalé zuby na pro ně vhodnější místo
- Upravit skus

Protože pacienti se individuálně velice liší, a to jak vývojově, tak dle druhu pro ně optimální léčby, je cílem ortodontistů poskytnout správnou léčbu v ten správný moment. [10]

Těmito výsledky tedy byla první hypotéza potvrzena.

Jako druhý cíl jsme zvolili porovnání počtu snímků a frekvence snímkování operačních a neoperačních ortodontických pacientů. Naší hypotézou bylo, že operační pacienti podstoupí mnohem více vyšetření za mnohem kratší dobu.

První snímkování pacienta probíhá standardně již v rámci vstupního vyšetření, tedy v případě, že pacient nedodá aktuální snímky od praktického zubaře. Nejběžnější je snímek OPG a cephalogram, díky jejichž kombinaci získá ortodontista velmi dobrý přehled o současném stavu pacienta a může na jejich základě provést kompletní diagnostiku. Následně je pacient snímkován po ukončení části léčby, aby se ověřilo, zda je opravdu možné přistoupit k další fázi. Frekvence kontrol závisí individuálně na každém pacientovi i ortodontistovi. Snímky obvykle vyžadují aktualizaci po uplynutí jednoho roku. Intraorální snímky se využívají pouze pokud to v dané chvíli uzná ortodontista za vhodné. Obvyklou indikací je podezření na abnormální stav jednoho zubu či výkon na zubu provedený. CBCT se

využívá primárně pro před a pooperační kontroly. Před ukončením léčby je obvykle rovněž indikován kontrolní OPG a cephalogram.

Ze sebraných dat vyplývá, že více vyšetření za celou dobu své léčby podstoupí operační pacienti. Zatímco u operačních pacientů nám vychází průměrně 10,34 snímku na pacienta, u neoperačních pacientů je výsledek pouze 8,56 vyšetření. To souvisí s faktem, že léčba operačních pacientů trvá obvykle výrazně déle. Z toho lze usoudit, že radiační zátěž operačních pacientů je výrazně vyšší, čemuž výrazně napomáhá i fakt, že průměrný operační pacient podstoupí 2,44 vyšetření pomocí CBCT, kdežto neoperační pacient pouze 0,48. U neoperačních pacientů je sice díky tomu znát větší počet vyšetření intraorálním rentgenem, ten ale pacienta vystaví mnohem menší dávce než CBCT.

Co se frekvence týče, nedá se výsledek jednoznačně určit. Frekvence snímku je úzce spjata se stavem, respektive změnou stavu, pacienta. Pokud proběhne v krátké době několik výkonů, jejichž výsledek je nutno ověřit pomocí rentgenu, počet vyšetření se může v krátké době zvednout i u neoperačních pacientů. Na druhou stranu, pokud se u operačního pacienta čeká na konec růstového spurtu, doba mezi jednotlivými vyšetřeními se prodlužují i na více než rok.

V rámci radiační ochrany pacienta má každé pracoviště individuální postup při snímkování pacientů v rámci léčby. Shodné jsou vždy pouze snímky pacienta při přijetí a před a pooperační snímky. V rámci dalších snímků, jako jsou kontrolní snímky v určitém časovém odstupu od operace, se každé pracoviště řídí individuální metodikou. Rozdíly mohou být jak v časovém rozmezí mezi jednotlivými kontrolami, tak mezi využívanými modalitami.

Druhá hypotéza se tedy potvrdila jen z části, ačkoliv operační pacienti podstoupí zpravidla více vyšetření, neznamená to, že by frekvence těchto vyšetření převyšovala frekvenci u pacientů neoperačních.

Třetí hypotéza se týká radiační zátěže ortodontických pacientů. Naší hypotézou je, že radiační zátěž operačních pacientů je výrazně vyšší než u neoperačních pacientů.

OPG je metoda vytvořená tak, aby bylo možné zjistit co nejvíce informací za co nejmenší čas a při co nejmenší radiační zátěži. V současné době se rutinně využívá i při standardních prohlídkách u zubaře, kdy je podezření na počínající zubní kaz. Část zubařů

dokonce žádá, aby byl za využití této metody započat screening právě zubního kazu. To se však setkává odporem od ostatních odborníků, především založeným na faktu, že zubní kaz je nezhoubné onemocnění, kvůli kterému není důvod vystavovat obyvatelstvo zbytečně ionizujícímu záření.

Problém ovšem spočívá ve faktu, že ve snímkové oblasti jsou některé radiosenzitivní struktury, jako jsou především štítná žláza a slinné žlázy. Přestože je možné alespoň omezeně chránit zbytek těla užitím olověné vesty, v případě OPG není možné chránit štítnou žlázu olověným límcem, který by znehodnotil celé vyšetření.

Faktem ovšem je, že OPG je jako vyšetřovací metoda velice rychlá a efektivní. Je velice univerzální, schopná zobrazit veškeré problémy týkající se zubů, kořenů i celých čelistí včetně čelistního kloubu na jednom snímku. Z toho důvodu se jedná o nejpoužívanější metodu jak klasických zubařů, tak ortodontistů.

Ve prospěch této metody rovněž mluví fakt, že její nízké efektivní dávky lze ještě snížit použitím vhodných akvizčních parametrů.

Cephalogram, který OPG obvykle doplňuje, má rovněž své odůvodnění, jelikož při ještě nižší dávce než OPG ukazuje jedinou věc, kterou OPG neukazuje – vzájemné mezičelistní vztahy.

Intraorální rentgen, dříve rutinně využívaný i pro snímání celé ústní dutiny, postupně kvůli své komplikovanosti a vyšší radiační dávce ztratil svou pozici jako hlavní zobrazovací metoda stomatologie. Nicméně dnes má stále využití při snímování malé oblasti v ústní dutině, obvykle o velikosti jednoho či několika zubů. Na rozdíl od OPG dokáže rovněž ukázat vztahy mezi jednotlivými zuby, nicméně za cenu větší radiační zátěže.

CBCT má ze všech zobrazovacích metod ve stomatologii největší radiační zátěž, zároveň však poskytuje nejvíce informací. Čas akvizice dat se díky moderním technologiím rovněž výrazně zkrátil. Jako jediná ze zobrazovacích metod ukazuje tato metoda nejen kostní struktury, ale i měkké tkáně. To z ní činí výhradní modalitu u poranění v oblasti čelistí, kdy zobrazuje poškození jak v rámci skeletu, tak v rámci svalů a cév. Rovněž je nezastupitelná v případě, kdy má pacient kovové implantáty. Vzhledem k vyšší dávce se ortodontisté však této modalitě, pokud mají možnost, vyhýbají, proto ji většina neoperačních pacientů

nepodstupuje. Každý operační pacient podstupuje CBCT minimálně dvakrát, a to jednou před operací a jednou po operaci. Před operací kvůli simulaci operace samotné, vzhledem k tomu že simulační programy vyžadují informace získané touto modalitou, a po operaci, kvůli kontrole stavu operovaného místa.

CBCT se nicméně nedá použít jako náhrada za OPG a cephalogram, je využíváno jako doplňující metoda. Na druhou stranu, intraorální snímky lze nahradit CBCT snímkem malé oblasti, za cenu vyšší radiační dávky.

Radiační dávka zbytečně stoupá, pokud se nepodaří zhotovit kvalitní snímek na první pokus. Nejčastější příčinou je pohyb pacienta, kterému se dá zamezit správným upevněním do příslušenství rentgenového přístroje, které ho udrží pevně na místě.

Většina ortodontických pacientů nastupuje léčbu v raném věku, obvykle 12 až 13 let. Takovíto pacienti vyžadují vyšetření z důvodu zjištění přítomnosti a stavu všech zubů. Někdy se do péče ortodontisty z různých důvodů dostávají i pacienti mladší, o to je tedy důležitější snížit dávku, kterou takovíto pacienti obdrží.

Ke zjištění konkrétní dávky, kterou pacient obdržel během vyšetření, slouží standardně KAP metr. Na pracovišti ve FNL Plzeň se bohužel informace z něj nearchivují, a tak bylo nutné se k hodnotám dostat výpočty. Kde to šlo, využili jsme specializovaného programu, kde ne, počítali jsme dle vzorců. Oba tyto postupy vyžadují určité hodnoty, které lze získat ze záznamů zkoušek dlouhodobé stability. Vzhledem k postupu a zaokrouhlování čísel jsou obě tyto metody zatíženy chybou.

Nicméně, i pokud je tato chyba brána v úvahu, na fakt, že se nám podařilo potvrdit třetí hypotézu to nemá vliv. Výsledky jasně prokázaly, že operační pacienti během své léčby obdrží alespoň dvojnásobnou radiační dávku než pacienti neoperační. To je způsobeno především nutností využití CBCT v době operace.

Na druhou stranu, pacienti jsou operováni až po ukončení svého růstu, kdy jsou již na radiaci méně citliví než pacienti v dětském věku. Operační pacienti jsou rovněž v péči ortodontisty mnohem delší dobu než pacienti neoperační, a jejich radiační zátěž je tak rozložena na delší časový úsek.

Cílem dentální a ortodontické péče je zachování a zlepšení zdraví pacientovi ústní dutiny při minimalizaci jakýchkoliv rizik pro jeho zdraví. Přestože diagnostická informace poskytnutá radiologickým snímkem je benefitem, zároveň představuje riziko.

Nejlepší cestou minimalizace tohoto rizika je vyhýbání se nutnosti pořizovat snímky, které neposkytnou informaci nezbytně důležitou pro péči o pacienta či vyhýbání se nutnosti snímky zbytečně opakovat.

Zároveň by však neplnilo svůj účel, kdyby ortodontista ve snaze uchránit pacienta před dávkou záření nepřišel na závažnou skutečnost ovlivňující průběh léčby. Je tedy především na něm, aby se vždy správně na základě svých vědomostí a zkušeností rozhodl, zda je snímek nutný či ne.

ZÁVĚR

V dnešní době projde ordinacemi ortodontistů velká část mladé populace. Díky tomu roste zájem i o vyšetřovací metody využívané v tomto odvětví, stejně jako o možnou ochranu před jejich potencionálními negativními následky. Já sám jsem se dostal k ortodontistovi již ve svém dětství a pravidelně k němu docházím dodnes. Podstoupil jsem množství vyšetření a dokonce i operaci. Těchto zkušeností jsem se rozhodl využít při psaní této práce.

Určené cíle se nám podařilo splnit. Potvrdila se naše hypotéza č. 1: Domníváme se, že nejčastější snímkovací metodou v ortodoncii je panoramatický snímek. Na základě několika faktů se nám podařilo určit OPG jako nejen nejpoužívanější, ale i nejužitečnější vyšetřovací metodu dostupnou v ortodoncii i stomatologii. Zároveň však nelze opomenout důležitost ostatních vyšetřovacích metod, z nichž každá má svůj jedinečnou a nezastupitelnou funkci při diagnostice a léčbě pacienta.

V další části jsme porovnávali data související s počtem všech radiodiagnostických vyšetření a časovými rozmezími, v nichž byly provedeny. Naše hypotéza č. 2: Předpokládáme, že jak celkový počet snímků, tak jejich frekvence jsou vyšší u operačních pacientů, se z části potvrdila, z části ne. Celkový počet snímků operačních pacientů je opravdu vyšší, nicméně časová rozmezí mezi jednotlivými snímky jsou u pacientů tak různorodá, že z nich nelze vyvodit jednoznačný závěr.

Jako poslední cíl jsme si určili zjistit, zda je celková radiační zátěž vyšší u pacientů s operačním zákrokem, či bez něj. Naší hypotézu č. 3: Předpokládáme, že radiační zátěž operačních pacientů bude výrazně vyšší, se nám podařilo potvrdit použitím výpočtů radiační dávky u vybraných pacientů. U operačních pacientů se výsledná dávka ukázala až několikanásobně vyšší, než u neoperačních pacientů.

Celkově jsme shledali naprostou většinu negativních parametrů na straně operačních pacientů. Z toho důvodu by bylo moudré, pokud to je jen trochu možno, ortodontické problémy řešit bez nutnosti operačního zásahu. K tomu je však nutné, aby byl problém nalezen již ve velmi časném stádiu.

Vzhledem k faktu, že většina pacientů se k ortodontistovi dostane již v dětském věku, měla by přetrvávat snaha co nejvíce snížit radiační zátěž na ně vyvíjenou, a to jak vhodnou

indikací jednotlivých vyšetření, správnou úpravou akvizičních parametrů tak i využíváním moderní techniky a všech dostupných ochranných prostředků.

Pro pacienty by se také jako velmi pozitivní mohla projevit časná návštěva ortodontisty již v dětském věku. Dítě si na ortodontistu postupně má šanci zvyknout a zároveň má ortodontista šanci zakročit v pro něj ideálním čase, čímž se zkracuje celková doba léčby a tím i počet nutných vyšetření.

SEZNAM ZDROJŮ

1. TARÁBEK, Pavol a Petra ČERVINKOVÁ. Odmaturuj! z fyziky. Vyd. 2. Brno: Didaktis, c2006. Odmaturuj!. ISBN 80-7358-058-6.
2. STALEY, Robert N. a Neil T. RESKE. *Essentials of orthodontics: diagnosis and treatment*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2011. ISBN 9780813808680.
3. RAMANATHAN, Chaitra a Zuzana WEBEROVÁ. *Basic textbook of orthodontics for undergraduates*. Hradec Králové: Nucleus HK, 2008. Edice zubního lékařství (Nucleus HK). ISBN 978-80-87009-48-2.
4. MAZÁNEK, Jiří. *Zubní lékařství: pro studující nestomatologických oborů*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-247-5807-7.
5. MAZÁNEK, Jiří. *Traumatologie orofaciální oblasti. 2., přeprac. a dopl. vyd.* Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1444-8.
6. BRAND, Richard W., Donald E. ISSELHARD a Elaine. SATIN. *Anatomy of orofacial structures: a comprehensive approach*. Enhanced seventh edition. St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby, 2014. ISBN 978-0-323-22784-1.
7. GOAZ, Paul W. a Stuart C. WHITE. *Oral radiology: principles and interpretation*. 6th edition, St. Louis: C.V. Mosby co., 2006 ISBN: 978-0-323-04983-2.
8. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Věstník ministerstva zdravotnictví české republiky*. Praha: SPRINT SERVIS, 2011
9. DIRECTORATE-GENERAL FOR ENERGY AND TRANSPORT a DIRECTORATE H - NUCLEAR SAFETY AND SAFEGUARDS. *Radiation protection 136 European guidelines on radiation protection in dental radiology: the safe use of radiographs in dental practice*. Brussels: Directorate-General for Energy and Transport, 2004. ISBN 9289459581.
10. NANDA, Ravindra. a Sunil KAPILA. *Current therapy in orthodontics*. St. Louis, Mo.: Mosby Elsevier, c2010. ISBN 0323054609.
11. EDITED BY DALJIT S. GILL a FARHAD B. NAINI. *Orthodontics: principles and practice*. Chichester, West Sussex: Wiley-Blackwell, 2011. ISBN 9781444346107.

SEZNAM ZKRATEK

A-značka radioaktivity

Al-aluminium

ALARA-as low as reasonably achievable

APARA-as precise as really achievable

Apod.- a podobně

Bq-Becquerel

CBCT-cone-beam computed tomography

Ci-Curie

CT-computed tomography

DNA-deoxyribonukleonová kyselina

E-značka efektivní dávky

FDI-Federation Dentaire Internationale

FN-fakultní nemocnice

FOV-field of view

Gy-gray

H- značka ekvivalentní dávky

J-joule

Kerma-kinetic energy released in matter

Kg-kilogram

kV-kilovolt

LET-linear energy transfer

m.-musculus

mA-miliampér

MRI-magnetická rezonance

nm-nanometr

OPG-ortopantomograph

Rad-radiation absorbed dose

Rem-roentgen equivalent man

RTG-rentgen

Sv-sievert

tzv.-takzvaný

Γ - radiační váhový faktor

ZDS-zkoušky dlouhodobé stability

μ Sv-mikrosievert

SEZNAM GRAFŮ

Obrázek 1 Počet vyšetření operačních pacientů	36
Obrázek 2 Počet vyšetření neoperačních pacientů	37

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1: Tab. 1a. Operační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

Příloha č.2: Tab. 1b. Operační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

Příloha č.3: Tab. 1c. Operační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

Příloha č.4: Tab. 1d. Operační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

Příloha č.5: Tab. 2a. Neoperační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

Příloha č.6: Tab. 2b. Neoperační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

Příloha č.7: Tab. 2c. Neoperační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

Příloha č.8: Tab. 2d. Neoperační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

Příloha č. 9: Intraorální snímek

Příloha č. 10:OPG, Pacient 1 před operací

Příloha č. 11: Boční snímek lebky, Pacient 1, po operaci

Příloha č. 12:Snímek ruky, Pacient 1

Příloha č.13: OPG, Pacient 2, po operaci

Příloha č.14: OPG, Pacientka 3, během léčby

Tab. 1a. Operační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

1	8.11	8.12	6.15	7.15	4.17						
F,96	OPG,CEPH	OPG,CEPH	2*CBCT	CBCT,CEPH	OPG,CEPH						
2	1.10	2.12	1.13	3.13	4.13	6.13	7.15				
M,87	OPG,CEPH	OPG,CEPH	CBCT	CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH				
3	9.09	9.10	8.12	9.12	3.13	6.13	8.13	10.13	5.15		
M,87	OPG,CEPH	CBCT	2*OPG	4*INTOR	OPG,CEPH	CBCT	CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH		
4	1.11	2.13	4.15	5.16							
F,78	OPG,INTOR	CBCT	OPG,INTOR	CBCT							
5	2.12	2.14	3.14	5.14	8.14	2.15	5.16				
M,91	OPG,CEPH	OPG,CEPH	2*CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH				
6	2.12	2.14	3.15	4.15	7.15	9.15	1.17				
M,90	CEPH,CBCT	2*CEPH,CBCT	CBCT	CBCT	OPG,CEPH	CEPH	OPG,CEPH				
7	2.12	2.14	2.15	3.15	2.16	3.16	4.16	3.17			
F,85	OPG,CEPH	2*OPG	OPG,CEPH	2*CBCT	OPG,CEPH	CEPH	CBCT	OPG,CEPH			
8	3.13	4.14	5.15	3.16	4.16	8.16	12.16				
F,93	OPG,CEPH	CEPH	CEPH	OPG,CEPH	2*CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH				
9	9.09	9.10	8.11	9.13	10.13	4.14	5.15	6.15	6.16	6.17	
M,87	OPG,CEPH	OPG	OPG,3*INTOR	OPG,3*INTOR	CEPH,2*INTOR	OPG,CEPH,2*INTOR	CBCT,CEPH	CBCT,OPG,CEPH	CBCT	OPG,CEPH	
10	1.11	2.13	5.13	4.14	6.14	8.14	10.14	5.15	7.15	9.15	2.16
M,87	OPG,CEPH	OPG,CEPH	CBCT	CBCT	CEPH	CBCT	OPG,CEPH	CBCT	CEPH	CBCT	OPG,CEPH
11	10.10	9.11	2.12	2.13	2.14	3.16	5.16	7.16	2.17	4.17	
M,97	OPG	OPG	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH	CEPH,2*CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH	
12	9.12	11.12	5.14	8.14	10.14	11.14	5.15				
F,85	OPG,CEPH	CEPH	OPG,CEPH	CEPH	2*CBCT	OPG,CEPH	CEPH				
13	4.14	6.14	8.14	5.15	2.17						
F,85	OPG,CEPH	CEPH	CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH						

Tab. 1b. Operační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

14	6.14	8.14	5.15	4.16	10.16	11.16					
F,96	CEPH	ruka,OPG	OPG	OPG,CEPH	2*CBCT	OPG,CEPH					
15	3.14	3.15	5.15	7.15	8.15	2.17	4.17				
F,96	OPG,CEPH	OPG,CEPH	2*CBCT	OPG,CEPH	CBCT	CBCT	OPG,CEPH,INTOR				
16	6.14	8.14	3.17								
F,94	OPG	CEPH	OPG,CEPH								
17	2.14	8.14	8.16	7.17							
F,98	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH							
18	3.10	3.12	1.13	2.14	2.15	5.15	5.15	10.15	4.17		
M,88	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH	CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH		
19	3.11	3.11	10.11	3.13							
M,95	OPG,CEPH	CBCT	OPG	OPG							
20	11.10	5.12	4.14	6.14	7.14	8.14	2.15	6.16	1.17		
F,95	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH	2*CBCT	CEPH	CBCT	OPG,CEPH	OPG	CEPH		
21	11.10	9.17	11.17	1.18							
M,89	OPG,2*INTOR	CEPH,2*CBCT	OPG,CEPH	CBCT							
22	10.11	7.15	4.16	5.17	9.17	10.17	2.18				
M,98	OPG,CEPH	OPG,CEPH	2*INTOR	OPG,CEPH	CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH				
23	1.14	9.14	7.16	8.16	9.16	10.16	11.16	12.17			
M,67	OPG	CBCT	CBCT	OPG	CBCT	CBCT	CBCT	OPG			
24	8.13	8.16	9.16	4.17	6.17	8.17	10.17	11.17	12.17		
F,80	OPG	OPG,CEPH	7*INTOR	CEPH	2*CBCT	OPG,CEPH	CBCT	CBCT	CEPH		
25	9.16	11.16	3.17	5.17	6.17						
M,91	OPG,CEPH	CBCT	CBCT	OPG	OPG,CEPH						
26	9.11	8.12	10.12	11.12	12.12						
F,80	OPG,CEPH	OPG,CEPH	CBCT	CEPH	CEPH,CBCT						

Tab. 1c. Operační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

27	5.11	6.11	9.11	11.11	12.11	5.14	11.16				
F,92	OPG	CEPH,CBCT	CBCT	CBCT	CEPH,CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH				
28	5.11	2.13	4.13								
M,87	OPG,CEPH	CBCT	CEPH,CBCT								
29	6.10	4.13	6.13	7.13	6.15						
M,93	OPG,CEPH	CEPH,CBCT	2*CBCT	CBCT	OPG,CEPH						
30	5.11	2.13	4.13	6.13	7.13	8.13	9.13				
F,95	OPG,CEPH	OPG,CEPH,CBCT	CBCT	CBCT	OPG	OPG	OPG,CEPH				
31	10.11	3.13	9.13	10.13	11.13	12.13	3.14	11.14	7.15	2.16	
M,89	OPG	OPG,CEPH	OPG,CEPH	CBCT	CBCT	CBCT	OPG,CEPH	CEPH,CBCT	OPG	CEPH	
32	5.13	9.13	4.14	10.15							
F,86	OPG,CEPH	OPG,CEPH,CBCT	CBCT	OPG,CEPH							
33	9.13	10.13	12.13	4.14	1.16						
F,89	OPG,CEPH	CBCT	CBCT	CEPH,CBCT	OPG,CEPH						
34	1.12	10.13	12.13	12.13	4.14	11.15					
F,83	OPG	2*CBCT	CBCT	CEPH	CBCT	OPG,CEPH					
35	10.10	9.11	11.11	1.12	12.12	6.14	2.17				
F,93	OPG	CBCT	CBCT	CEPH,CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH				
36	1.10	10.11	7.12	4.14							
F,92	OPG	CEPH,CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH							
37	4.11	3.12	4.14	4.17							
F,91	OPG,CEPH	OPG,CBCT	OPG,CEPH	CEPH							
38	4.12	6.12	4.14	10.17							
F,92	OPG,CBCT	CEPH,CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH							
39	1.11	1.10	11.16	4.17							
M,94	OPG	3*CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH							

Tab. 1d. Operační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

40	5.12	6.12	8.12	9.13						
F,88	OPG,CEPH,CBCT	CBCT	OPG,CEPH,CT	OPG,CEPH						
41	8.11	1.12	11.13	1.14	5.14	11.14	11.15			
M,84	OPG	CBCT	OPG,CEPH	CEPH,CBCT	CBCT	OPG	OPG,CEPH			
42	8.12	11.13	2.14	4.14	10.14	2.16				
M,85	OPG	OPG,CEPH	CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH				
43	8.11	10.14	12.14	4.15	11.16					
F,91	OPG	2*CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH					
44	3.14	4.14	5.14	10.14						
M,93	CBCT	CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH						
45	4.14	5.14	6.14							
F,82	CEPH,CBCT	CBCT	CBCT							
46	10.14	11.14	1.15	6.15	11.16					
M,85	OPG,CEPH	2*CBCT	OPG,CEPH	OPG	OPG,CEPH					
47	9.15	10.15	3.16	9.16	9.17					
M,84	OPG,CEPH,2*CBCT	CBCT	CEPH	OPG	OPG,CEPH					
48	1.15	9.15	10.15	12.15	4.16	10.17				
F,95	OPG	CBCT,CEPH	CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH				
49	11.14	1.15	2.15	8.15	2.17					
M,95	OPG,CEPH	2*CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH					
50	5.13	10.17	11.17	12.17	1.18					
F,93	OPG,CEPH	OPG,CEPH	CBCT	CBCT	OPG,CEPH					

Zdroj: Databáze FN Lochotín Plzeň

Tab. 2a. Neoperační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

1	9.11	10.11	2.12	6.12	9.12	1.13	5.13	2.14	2.15	5.15	8.16	2.18
F,89	OPG,3*INTOR	2*INTOR	2*INTOR	4*INTOR	OPG,CEPH	INTOR	INTOR	INTOR	OPG,CEPH	2*INTOR	2*INTOR	OPG,CEPH
2	1.13	4.15										
M,00	OPG,CEPH	OPG,CEPH										
3	11.10	3.11	6.12	8.12	11.12	2.13	7.13	10.13	4.15			
F,99	OPG	OPG,CEPH	OPG	CBCT	OPG	OPG	OPG	OPG	OPG,CEPH			
4	6.14	7.15	2.18									
F,00	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH									
5	3.13	6.15										
F,00	OPG,CEPH	OPG,CEPH										
6	10.11	1.1	8.15									
F,99	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH									
7	6.12	7.15	9.15									
F,97	OPG,CEPH	OPG	CEPH									
8	5.14	7.14	10.15	12.15	10.16	10.17						
M,63	OPG	CEPH	OPG,CEPH	CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH						
9	11.11	6.15	10.15									
M,98	OPG,CEPH,CBCT	OPG	CEPH									
10	5.11	6.11	8.11	11.11	1.12	6.12	9.12	10.15				
M,96	CBCT	CEPH	OPG	2*OPG	OPG	OPG	OPG	OPG,CEPH				
11	8.11	6.15	10.15	11.17								
F,90	OPG,CEPH,CBCT	OPG	CEPH	OPG,CEPH								
12	6.10	1.11	8.11	2.14	3.15	11.15	2.18					
M,01	OPG,CEPH	OPG	OPG	OPG,CEPH	CEPH	OPG	OPG,CEPH					
13	1.10	2.11	11.11	11.12	6.14	3.15						
F,00	OPG,CEPH	OPG	OPG,CEPH	OPG	OPG,CEPH	OPG,CEPH						

Tab. 2b. Neoperační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

14	9.14	10.14	2.16									
M,82	OPG	CEPH	OPG,CEPH									
15	11.13	12.13	1.16	2.18								
F,01	OPG	CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH								
16	5.13	1.16										
F,99	OPG,CEPH	OPG,CEPH										
17	6.12	8.12	8.12	5.14	2.16							
F,00	OPG	CEPH	CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH							
18	1.12	6.12	2.13	3.16								
M,76	OPG,CEPH,CBCT	INTOR	OPG	OPG,CEPH								
19	6.13	6.14	2.16	3.16	10.17							
M,00	OPG,CEPH	OPG,CEPH	CEPH	OPG	CEPH							
20	2.11	9.12	3.16									
M,98	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH									
21	3.13	4.16										
F,80	OPG,CEPH	OPG,CEPH										
22	10.12	9.15	5.16									
F,01	OPG,CEPH,CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH									
23	6.10	3.12	4.12	2.14	5.16	9.17						
F,01	OPG,CEPH	OPG	OPG	INTOR	OPG,CEPH	OPG,CBCT						
24	2.10	9.10	10.12	10.13	7.16							
M,00	OPG,CEPH	2*INTOR	OPG,CEPH	OPG	OPG,CEPH							
25	12.9	11.11	3.12	7.12	10.13	7.15						
F,93	OPG,CEPH	OPG	OPG	2*INTOR	OPG	OPG,CEPH						
26	8.12	10.12	5.15	6.16	11.16	2.17	9.17	11.17	2.18			
F,62	OPG	CEPH	OPG,CEPH	CBCT	CEPH,2*INTOR	2*INTOR	2*INTOR	OPG	2*INTOR			

Tab. 2c. Neoperační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

27 M,00	7.13	9.13	1.14	3.14	6.14	11.14	2.15	6.15	6.15	2.16	4.17	
	CBCT	OPG,CEPH	OPG,INTOR	OPG	OPG	OPG	CBCT	OPG	CBCT	INTOR	OPG,CEPH	
28 F,07	11.9	3.15										
	INTOR	OPG										
29 M,00	11.12	4.13	7.13	8.13	11.14	4.15	9.15	1.16	6.16	1.17		
	9*INTOR	OPG,CEPH	CBCT	3*INTOR	CBCT	OPG,INTOR	INTOR	OPG	INTOR	OPG,CEPH		
30 F,57	2.13	9.13	11.13	1.14	1.15	3.17						
	6*INTOR,OPG	CEPH,3*INTOR	2*INTOR	2*INTOR	2*INTOR	OPG,CEPH						
31 M,99	4.9	1.10	2.10	5.11	1.12	5.12	3.13	6.13	11.13	8.14	1.17	
	OPG	OPG	CBCT	OPG	OPG	CEPH	OPG	OPG	OPG	CEPH	OPG,CEPH,4*INTOR	
32 F,04	5.14	6.14	2.16	2.17								
	OPG	CEPH	OPG	OPG,CEPH								
33 M,99	6.13	2.17										
	OPG,CEPH	OPG,CEPH										
34 F,57	2.13	9.13	11.13	1.14	1.15	3.17						
	OPG,6*INTOR	CEPH,3*INTOR	2*INTOR	2*INTOR	2*INTOR	OPG,CEPH						
35 M,03	5.13	6.14	6.15	1.17	3.17	1.18						
	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG	CEPH	OPG						
36 F,97	4.9	6.10	5.11	3.12	12.12	3.14	3.17					
	OPG	OPG,CEPH,CBCT	OPG	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH					
37 F,00	8.13	3.16	4.17									
	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH									
38 F,01	10.11	7.12	2.15	5.17								
	OPG	CBCT	OPG,CEPH	OPG,CEPH								
39 M,00	11.9	7.12	9.13	11.13	10.15	11.16	5.17					
	OPG	2*INTOR	OPG,CEPH	4*INTOR	OPG,CEPH	OPG	OPG,CEPH					

Tab. 2d. Neoperační pacienti – doba a druh podstoupeného vyšetření

40	2.14	8.14	8.16	7.17								
F,98	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH								
41	4.15	5.17										
M,99	OPG,CEPH	OPG										
42	2.13	9.16										
F,08	OPG	OPG										
43	5.15	8.17	10.17									
F,03	OPG,CEPH	OPG	OPG,CEPH									
44	2.14	5.14	1.15	2.17	11.17							
F,03	OPG	CBCT	OPG	OPG	CEPH							
45	11.14	9.15	9.16	12.17	3.18							
M,04	OPG	OPG,CEPH	OPG	OPG	OPG,CEPH							
46	10.9	6.10	7.10	3.12	9.12	11.12	6.13	7.14	2.16			
M,00	OPG	OPG	CEPH	OPG,CEPH	ruka	OPG	OPG,CEPH	OPG,CEPH	2*INTOR			
47	11.10	6.12	6.14	1.16	4.16							
F,04	OPG	OPG	OPG,CEPH	OPG	CEPH							
48	4.12	5.15	11.15	3.16	8.16	10.16						
M,92	OPG,CEPH,CBCT	CBCT	CBCT	2*CBCT	3*INTOR	CEPH						
49	2.13	5.14	5.16									
F,00	OPG,CEPH	OPG,CEPH	OPG,CEPH									
50	10.13	7.15	5.17	6.17								
M,02	OPG	OPG,CEPH	OPG,CEPH	2*INTOR								

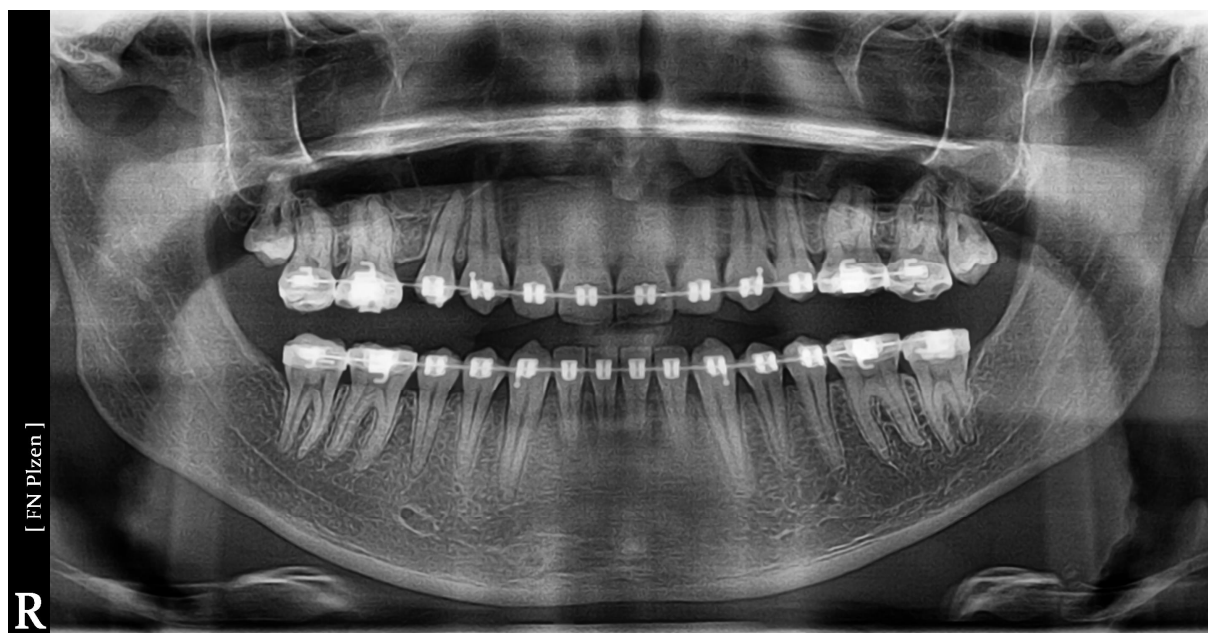
Zdroj: Databáze FN Lochotín Plzeň

Příloha č. 9: Intraorální snímek

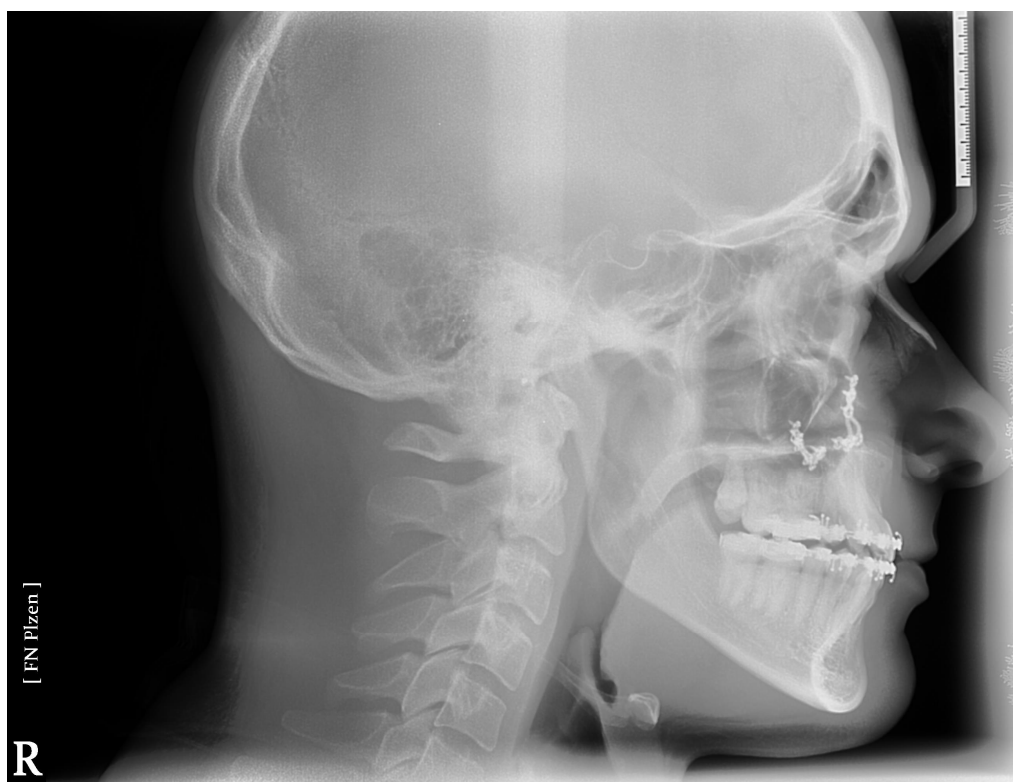


Zdroj: FN Plzeň

Příloha č. 10:OPG, Pacient 1 před operací



Zdroj: FN Plzeň



Příloha č. 11: Boční snímek lebky, Pacient 1, po operaci

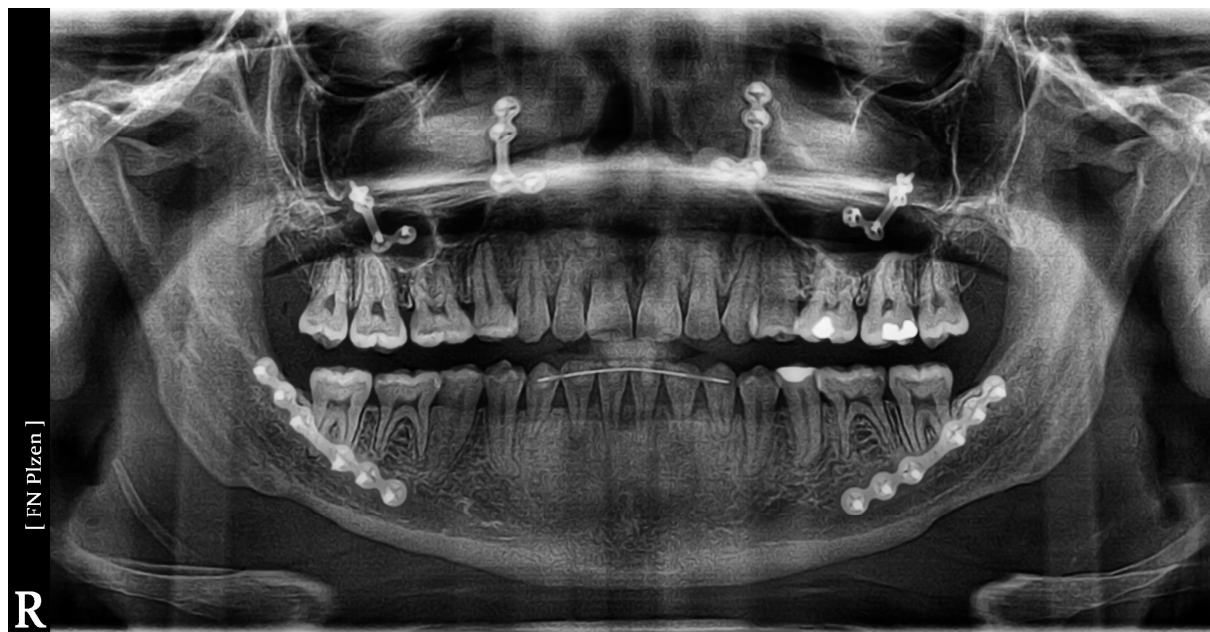
Zdroj: FN Plzeň

Příloha č. 12: Snímek ruky, Pacient 1



Zdroj: FN Plzeň

Příloha č.13: OPG, Pacient 2, po operaci



Zdroj: FN Plzeň

Příloha č.14: OPG, Pacientka 3, během léčby



Zdroj: FN Plzeň