



Bakalářská práce

Ortopantomogram v ortodontické terapii

Studijní program:

B0914P360009 Radiologická asistence

Autor práce:

Aneta Nevrlá

Vedoucí práce:

MUDr. Ladislav Dzan, Ph.D.

Fakulta zdravotnických studií

Liberec 2023



Zadání bakalářské práce

Ortopantomogram v ortodontické terapii

<i>Jméno a příjmení:</i>	Aneta Nevrlá
<i>Osobní číslo:</i>	D20000030
<i>Studijní program:</i>	B0914P360009 Radiologická asistence
<i>Zadávající katedra:</i>	Fakulta zdravotnických studií
<i>Akademický rok:</i>	2021/2022

Zásady pro vypracování:

Cíle práce:

1. Definovat využívanou ortopantomografii (OPG) v ordinaci ortodontisty, jeho stavbu, princip a využití.
2. Stanovit výši celkové dávky obdržené pacientem za celý průběh ortodontické léčby a převést dávku na rentgenové vyšetření hrudníku a telerentgen lebky.
3. Pomocí porovnání celkových dávek zjistit, zdali jsou více zátěžová zmiňovaná rentgenová vyšetření či ortopantomografie.

Teoretická východiska (včetně výstupu z kvalifikační práce):

Ortopantomografie je nejčastěji využívané vyšetření v ordinaci ortodontisty. Bez tohoto vyšetření nelze stanovit léčbu. Klinické studie uvádí, že by měl být ortopantomogram po radiační stránce méně zátěžový pro pacienta než telerentgen lebky a rentgen hrudníku. Bakalářská práce bude charakterizovat OPG vyšetření včetně radiační ochrany. Výstupem bakalářské práce je pomocí naměřených dat a jejich analyzováním ověřit, zdali je jeden snímek OPG po radiační stránce šetrnější pro zdraví pacienta než jeden snímek definovaných rentgenových metod a následně ověřit, jak je tomu v jiném počtu OPG snímků.

Výzkumné předpoklady / výzkumné otázky:

Předpokládám, že OPG není nebezpečné vyšetření a je méně zátěžové pro organismus než telerentgen lebky a rentgen hrudníku. Na druhou stranu, při indikaci lékařem a vyhotovení dvou a více snímků za celý průběh léčby u ortodontisty, může být OPG více náročnější po radiační stránce než telerentgen či rentgen hrudníku.

Metoda:

Kvantitativní metoda.

Technika práce, vyhodnocení dat:

Vyhodnocení patientských dat a následně porovnání obdržené celkové dávky z OPG za celý průběh léčby s dávkou, kterou by obdrželi na rentgenovém vyšetření hrudníku a telerentgenu hlavy. Data budou zpracována pomocí tabulek a grafů v Excelu.

Místo a čas realizace výzkumu:

Ordinace ortodontie MUDr. Irena Chudobová, Herrmannova 593, 460 01 Liberec. Srpen - září 2022.

Vzorek:

OPG snímky 50 respondentů za celé trvání léčby.

Rozsah stran:

50-70

<i>Rozsah grafických prací:</i>	černobílé fotografie
<i>Rozsah pracovní zprávy:</i>	50-70 stran
<i>Forma zpracování práce:</i>	tištěná/elektronická
<i>Jazyk práce:</i>	Čeština

Seznam odborné literatury:

1. COSSON, John. 2020. Interpreting an orthopantomogram. *Australian journal of general practice*. **49**(9), 550-555. DOI 10.31128/AJGP-07-20-5536. Dostupné také z: <https://www1.racgp.org.au/ajgp/2020/september/interpreting-an-orthopantomogram>
2. ČERNOCHOVÁ, Pavlína a Petr KRUPA. 2005. Radiační dávka RTG a CT vyšetření ve stomatologii. *Česká stomatologie a Praktické zubní lékařství*. **105**(2), 26-29. ISSN 1213-0613. Dostupné také z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-stomatologie/2005-2/radiacni-davka-rtg-a-ct-vysetreni-ve-stomatologii-5585/download?hl=cs>
3. PASLER, Friedrich Anton. 2021. *Stomatologická radiologie: překlad 6. vyd.* Praha: Grada. ISBN 978-80-271-1039-1.
4. KREJČÍ, Přemysl. 2009. *Dentální radiologie*. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 80-244-1452-X.
5. OZP. 2022. [Jak hradí OZP zubní rentgeny?]. OZP. *OZP* [online]. Praha: OZP, [cit. 2022-04-11]. Dostupné z: <https://www.ozp.cz/pro-klienty/caste-dotazy/stomatologie-jak-hradi-ozp-zubni-rentgeny>
6. PETROVÁ, Karla. 2016. Otázka malých dávek při lékařském ozáření - rozhovor. *Rentgen bulletin*. **2016**(červen), 1-3. Dostupné také z: https://www.suro.cz/cz/publikace/lekarskeozareni/Rentgen_6_2016.pdf
7. PNEUMOLOGICKÁ KLINIKA. 2016. Radiační dávky - jak rizikový je jeden skiagram hrudníku? - plicnífibroza.cz. PNEUMOLOGICKÁ KLINIKA. *Portál pro pacienty s idiopatickou plicní fibrózou – plicnífibroza.cz* [online]. Praha: Thomayerova nemocnice, aktualiz. 2018-05-10 [cit. 2022-04-16]. Dostupné z: <https://www.plicnifibroza.cz/aktualne/46-radiacni-davky-jak-rizikovy-je-jeden-skiagram-hrudniku/?page=13>
8. POULOVÁ, Zuzana et al. 2013. Radiační zátěž na prsní žlázu nejen při screeningovém vyšetření. In: *Onkologie v gynekologii a mammologii*. [Znojmo: Oddělení radiační a klinické onkologie Nemocnice Znojmo], s. 003. ISBN 978-80-260-3772-9. Dostupné také z: <https://www.linkos.cz/lekar-a-multidisciplinari-tym/kongresy/po-kongresu/databaze-tuzemskych-onkologickych-konferencnich-abstrakt/radiacni-zatez-na-prsni-zlazu-nejen-pri-screeningovem-vysetreni/>
9. RAMOS, Bárbara Couto et al. 2016. Formation of ghost images due to metal objects on the surface of the patient's face: a pictorial essay. *Imaging Science in Dentistry*. **46**(1), 63-68. DOI 10.5624/isd.2016.46.1.63. Dostupné také z: <https://isdent.org/DOIx.php?id=10.5624/isd.2016.46.1.63>
10. SCHILL DENTAL CLINIC. 2021. Zubní rentgen - přítel či nepřítel?. SCHILL DENTAL CLINIC. *Zvládneme i komplexní případy celkové rekonstrukce chrupu* [online]. Praha: Schill Dental Clinic, [cit. 2022-04-11]. Dostupné z: <https://www.schill.cz/zubni-rentgen-pritel-ci-nepritel/>
11. SÚKUPOVÁ, Lucie. 2013. Dávky z jednotlivých rentgenových vyšetření. SÚKUPOVÁ, Lucie. *Něco málo o zobrazování a dávkách v radiodiagnostice, ale i mimo ni, aneb co by Vás mohlo zajímat* [online]. Praha: Lucie Sůkupová, aktualiz. 2013-01-07 [cit. 2022-04-16]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/davky-z-jednotlivych-rentgenovych-vysetreni/>

Vedoucí práce:

MUDr. Ladislav Dzan, Ph.D.
Fakulta zdravotnických studií

Datum zadání práce:

14. června 2022

Předpokládaný termín odevzdání:

5. května 2023

L.S.

prof. MUDr. Karel Cvachovec, CSc.,
MBA
děkan

V Liberci dne 30. listopadu 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala všem, kteří přispěli ke vzniku této bakalářské práce. Především bych chtěla poděkovat vedoucímu mé práce MUDr. Ladislavovi Dzanovi Ph.D. za ochotu, vedení a materiály k tomuto tématu. Dále MUDr. Ireně Chudobové a Jaroslavě Luciové z EUC Kliniky v Liberci za poskytnutí rentgenových snímků a dat pro praktickou část. Také děkuji Ing. Lucii Křížové za možnost nahlédnout do ordinace zubního rentgenu a radiologických standardů. V neposlední řadě děkuji Ing. Martinu Morávkovi za pomoc při výpočtech v praktické části.

ANOTACE

Ortopantomogram v ortodontické terapii

Tato bakalářská práce se zabývá ortopantomogramem v ortodontické terapii. Úvod je věnován základům radiologie, teoretická část samotnému vyšetření, účinkům ionizujícího záření na lidský organismus, radiační zátěži a radiační ochraně. Dále je proveden výzkum padesáti respondentů, u kterých je vypočítána efektivní dávka na OPG za celé trvání léčby. Nakonec jsou porovnány celkové dávky a přepočítány na jiná vyšetření, aby byla porovnána radiační zátěž.

Klíčová slova

Efektivní dávka, extraorální snímek, ortopantomogram, panoramatický rentgen, radiační zátěž.

ANNOTATION

Orthopantomogram in orthodontic therapy

This bachelor's thesis deals with orthopantomogram in orthodontic therapy. The introduction deals with the basics of radiology: the theoretical part is devoted to the examination itself: the effects of ionizing radiation on the human organism, radiation load and radiation protection. Furthermore, research is carried out on fifty respondents whom the effective OPG dose for the entire duration of treatment is calculated. Finally, the total doses are compared and recalculated for other examinations to compare the radiation burden.

Keywords

Effective dose, extraoral image, orthopantomogram, panoramic X-ray, radiation burden.

Obsah

Seznam symbolů a zkratek	11
1 Úvod	12
2 Teoretická část	13
2.1 Stomatologická anatomie	13
2.2 Úvod do radiologie	15
2.2.1 Vznik a vlastnosti rentgenového záření	15
2.2.2 Druhy záření a vzájemná interakce s hmotou	17
2.2.3 Digitální zpracování rentgenových snímků	18
2.2.4 Účinky ionizujícího záření	19
2.2.5 Radiační ochrana	20
2.3 Ortopantomografie	22
2.3.1 Indikace a kontraindikace	24
2.3.2 Přístroje	25
2.3.3 Příprava před snímkováním	26
2.3.4 Úhrada OPG pojišťovnou	27
2.3.5 Výhody a nevýhody	27
2.3.6 Artefakty a chyby při snímkování	28
2.4 Radiační zátěž	29
2.4.1 Dozimetrické veličiny	29
2.4.2 Hodnoty dávek	29
3 Praktická část	31
3.1 Cíle a výzkumné předpoklady	31
3.2 Metody	31
3.3 Analýza výzkumných dat	32
3.4 Vyhodnocení cílů a výzkumných předpokladů	48
4 Diskuze	50

5	Návrh doporučení pro praxi	53
6	Závěr.....	54
	Seznam použité literatury	55
	Seznam tabulek.....	59
	Seznam obrázků	60
	Seznam příloh.....	61

Seznam symbolů a zkratek

aj.	a jiné
cm	centimetr
CD	kompaktní disk
dx.	dextra, pravá strana
eV	elektronvolt
Gy	Gray
keV	kiloelektronvolt
m	metr
mA	miliampér
mm	milimetr
mSv	milisievert
např.	například
OPG	ortopantomogram
ROCH	radiační ochrana
RTG	rentgenové vyšetření
s	sekunda
sin.	sinistra, levá strana
Sv	Sievert
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
tzn.	tak známo, to znamená
tzv.	takzvaný, takzvaně
μSv	mikrosievert

1 Úvod

Radiologie je klinický lékařský obor, jehož základem je zobrazovací činnost (Krejčí, 2009). Vše začalo objevem paprsků X (tzv. rentgenového záření) 8. listopadu 1895 Wilhem Conrad Röntgenem (Pasler, 2021). Postupem času docházelo ke vzniku a rozvoji nových zobrazovacích metod ve všech odvětvích. V roce 1959 byl zrekonstruován Y.V. Paaterym první ortopantomograf v Helsinkách (Krejčí, 2009). Dnes je ortopantomografie (OPG neboli panoramatické snímkování) jednoduchou a nejvyužívanější metodou ve stomatologii a ortodontii. Bez vyhotovení snímku lékař nemůže stanovit diagnózu, léčbu či další postup řešení během terapie (Pasler, 2021).

Bakalářská práce pojednává o OPG vyšetření. Cílem práce je nastínit čtenáři úvod do stomatologické anatomie, základů radiologie (od vzniku záření a jeho interakce s hmotou až po zpracování rentgenového snímku), definici, využití, stavbu, vznik artefaktů, princip a přínos panoramatického snímkování pro lékaře, a mnoho dalších informací. Část práce je věnována nastavení, obsluze přístroje a přípravě pacienta z pozice radiologického asistenta, radiační ochraně a radiační zátěži na vyšetření pro pacienta.

Praktická část se zabývá kvantitativním výzkumem. Cílem je porovnat výši celkové obdržené dávky u padesáti respondentů, každého jednotlivého pacienta na OPG za celé trvání léčby u ortodontisty s dávkou, kterou obdrželi při daném počtu snímků na telorentgenu hlavy a hrudníku. Snímkování lbi je v ordinaci ortodontie též využívané, ale nejedná se o stejný snímek. Zachycuje nám bočný skus pacienta, zatímco snímek čelisti nám ukazuje zubní deformity, průběh zubního kořene a mnoho dalších informací. Ve výsledku se jedná o stejnou vyšetřovanou oblast, stejný cílový objem a dávky se dají lépe vypočítat a zároveň porovnat. Obě tyto metody přináší určité výhody, které je zapotřebí využít lékařem ke správné stanovení léčby a zkrácení času nošení fixního aparátu. S další metodou, se kterou by se mohlo porovnávat je intraorální snímek, ale ten je v ortodontii nevyužívaný, protože je pro lékaře nedostačující/nevyhovující. Ve výzkumné části jsou stanoveny dvě hypotézy o zátěži daných vyšetřeních na lidský organismus, které budou potvrzeny či vyvráceny. Aby bylo možné dojít k finálnímu výsledku je zapotřebí vypočítat efektivní dávky z jednotlivých vyšetření, a to pro jeden snímek a více snímků. K porovnání jsou k dispozici vypracované tabulky, a pod každou z nich se nachází slovní shrnutí konkrétních hodnot. Nakonec ke konečnému verdiktu slouží uskutečněný závěr a graf.

2 Teoretická část

2.1 Stomatologická anatomie

Dutina ústní, *cavitas oris* začíná ve štěrbině ústní a jímá se až k zúžení na přechodu do hltanu. Dutina je zevně ohraničena rty (*labia oris*) a tvářemi (*buccae*). Strop tvoří patro (*palatum*), spodina je vyztužena svaly na jejímž dně se nachází sliznice. Jazyk (*lingua*) je uprostřed spodiny úst. Vpředu je dásní a zevní plochou zubů vymezena předsíň dutiny ústní (*vestibulum oris*) a od zubů směrem vzad vlastní dutina ústní (*cavitas oris propria*).

Předsíň dutiny ústní je štěrbina vymezená rty a tvářemi zevně, a vnitřně zuby a dásněmi. Za posledními stoličkami je ukončena sliznicí. Předsíň má horní a dolní klenbu, pevně přirostlou sliznici, které se říká dásně (*gingiva*). Ve středu mezery je patrná sagitální řasa – uzdička horního i dolního rtu. Rty jsou dvě růžové, kůži zahalené řasy, pokryté vrstevnatým dlaždicovým epitelem. Štěrbina ústní je uzavřena horním i dolním rtem. Okraje rtů se stýkají jako koutky úst. Tváře stavbou obdobně odpovídají rtům. Kůže je velmi tenká, bohatou spleť cév jsou schopny tváře měnit průsvit při teplotních změnách či zvýšeném nervovém napětí, a to díky náplni cév. U mužů je pokryta vousy. Dásně, *gingiva* je pevně srostlá, světlejší sliznice s periostem alveolárního výběžku sliznice, jenž kryje (Čihák, 2013).

Do vlastní dutiny ústní, *cavitas oris propria* řadíme: zuby (*dentes*), jazyk (*lingua*), patro (*palatum*), patrovou mandli (*tonsilla palatina*) a slinné žlázy (*glandulae oris*). Zuby jsou fylogeneticky letité útvary, sestaveny z tvrdých tkání. Jejich funkcí je uchopovat, štěpit a rozmělnovat stravu. *Gingiva* pokrývá vyčnívající výběžky horní i dolní čelisti ve dvou řadách – horní a dolní oblouk zubní. Zub má několik částí: korunku (*corona*), krček (*collum*) a kořen zubu (*radix*). Korunka je vyčnívající část z dásně, formovaná dle funkce, jež je pokrytá sklovinou. Krček, nepatrná část zubu mezi korunkou a kořenem. Měkké tkáně dásně pokrývají povrch. Zdravá dásně přiléhá ke krčku a formuje tzv. gingivodentální uzávěr, který zabraňuje vstupu látek a bakterií do tkání kolem kořene. Kořen zubu je uzavřen ostrým hrotem, dle počtu kořenů rozlišujeme jedno kořenové, dvou kořenové i tři kořenové zuby. Vnitřek každého zubu obsahuje dutinu dřevnou, ve které se nachází zubní dřev s probíhajícími cévami a nervy (obr. 1) (Čihák, 2013).

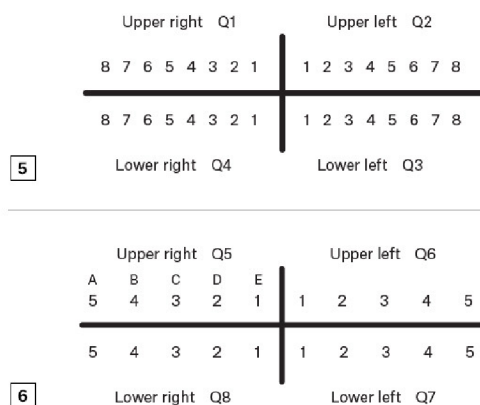


Obrázek 1: Struktura Zubu (Knotková, 2022).

Evoluce a prořezání veškerého komplexu dočasných zubů a stálých zubů se nazývá první a druhá dentice. Kalcifikace, růst, prořezávání neboli vývoj je ve svém časovém řetězci proměnlivý. Závisí na mnoha faktorech, zejména na pohlaví, výživě, zdravotním stavu jedince, civilizačních okolnostech a jiné. Dle fáze vývoje a jejich prořezávání ve vztahu k věku lze posoudit fyzickou vyspělost člověka (tzv. zubní věk). Ten je využíván ortodontisty při sestavování terapeutického plánu (Čihák, 2013).

V průběhu vývoje jedince se rozlišují dvě pokolení zubů. Každá z nich zahrnuje jiné složení zubů různých tvarů a s různým počtem hrbolků. Rozeznáváme dočasný chrup (tzv. mléčné zuby) a stálý chrup. Dočasný chrup se prořezává od 6. měsíce do dvou let a tvoří ji 20 zubů. V každé polovině horní a dolní čelisti jsou dva řezáky (*dentes incisivi*), jeden špičák (*dentes canini*) a dvě stoličky (*dentes molares*). Trvalý chrup se vyvíjí mezi 6 a 7 rokem života a obsahuje 32 zubů. Oproti dočasnému má navíc dva třenové zuby (*dentes premorales*) a tři stoličky místo dvou (Čihák, 2013).

V rámci orientace v dutině ústní je využíván vzorec chrupu, ten nám popisuje pořadí zubů při pohledu do úst. Daný zub označujeme písmenem dle latinského názvu a číslem dle pořadí. Malé písmeno využíváme u dočasného chrupu (6) a velké u trvalého (5). Vzorec je rozdělen vodorovnou a střední čarou (obr. 2) (Čihák, 2013).



Obrázek 2: Vzorec chrupu (Cosson, 2020, str. 552).

Jazyk je svalový orgán. Napomáhá mechanickému zpracování potravy v dutině ústní a je určen jako ústrojí k řeči a poznávání chuti. Identifikujeme kořen, tělo a hrot jazyka.

Patro, přepážka oddělující dutinu ústní od nosní. V přední části je to tvrdé patro (*palatum durum*), podkladem je patro kostěnné (*palatum osseum*). Nakonec v zadní části pokračuje měkké patro (*palatum molle*) (Čihák, 2013).

2.2 Úvod do radiologie

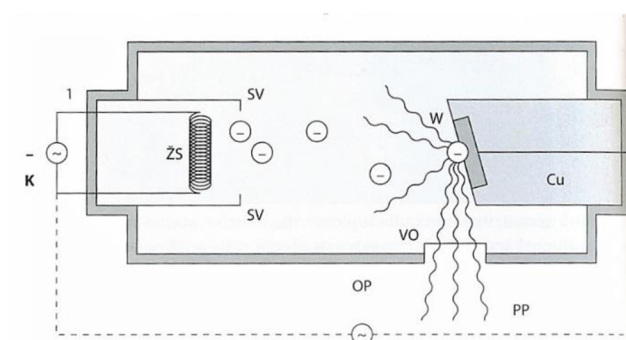
2.2.1 Vznik a vlastnosti rentgenového záření

Rentgenové záření je elektromagnetické vlnění o krátké vlnové délce (10^{-6} až 10^{-12} m). V diagnostice využíváme vlnovou délku o hodnotě 10^{-9} až 10^{-11} m. Záření vzniká pomocí umělého zdroje, které nazýváme rentgenka (Krejčí, 2009).

Stomatologická rentgenka je nízkotlaková vakuová výbojka se žhavenou katodou. Konstrukce stomatologické rentgenky se liší oproti rentgenové, která se užívá na jiných odděleních radiodiagnostiky. Skládá se ze skleněné trubice, která je uložena v olověném plášti (OP), rozžhavené katody (K), anody (A) a výstupním okénkem (VO). Narozdíl od rentgenové rentgenky, která se stavbou trochu liší, obsahuje stomatologická navíc žhavicí spirálu (ŽS), sběrný válec (SV) a wolframový talíř (W) (obr. 3). Záření emituje prudkým zabrzděním letících elektronů v materiálu o vyšším atomovém čísle (př. wolfram). Dopadové ohnisko odpovídá 2 mm ploše.

Změníme-li úhel dopadu paprsku, plocha se zmenší a obraz zvýší ostrost. To způsobuje nehomogenní primární paprsek a vznik brzdného záření (Pasler, 2021).

Rozžhavením katody dochází k uvolnění elektronů, které jsou urychleny díky vysokému napětí mezi katodou a anodou. Kinetická energie se při dopadu přemění na teplo (99 %) a rentgenové záření (1 %). Záření následně vystupuje výstupním okénkem (Pasler, 2021).



Obrázek 3: Schéma rentgenky (Pasler, 2021, str. 40).

Je označována také jako rentgenka se stacionární anodou, tzn. že používá proud o nízké energii, je typická právě pro panoramatické rentgeny. Během provozu dochází k přehřátí, a to je důsledkem zhoršení kvality obrazu a zvýšením obdržené dávky záření během výkonu. Tento problém lze regulovat jednotlivými přestávkami v rozmezí pěti minut po dané expozici. Rotační anoda je využívána při využití vyšší výkonnosti, zamezuje přehřátí a výsledný obraz je lepší jakosti (Pasler, 2021).

Aby docházelo ke vzniku záření paprsků X, musí být splněny tyto podmínky: přítomnost volných elektronů na katodě, napětí, jenž urychluje elektrony k anodě a náležitý brzdny materiál. Zvýšíme-li sílu proudu na katodě (mA) docílíme navýšení fotonů. Tato hodnota rozhoduje o úrovni zčernání rentgenového filmu. Kontrast obrazu upravujeme pomocí zvýšení napětí (kV). To vede k lepšímu proniknutí paprsků o vyšší energii. Energie paprsků X se definuje v kiloelektronvoltech (keV). Podle velikosti napětí rozeznáváme několik typů záření (tab. 1) (Pasler, 2021).

Tabulka 1: Typy záření dle energie (Pasler, 2021, str. 41).

Záření X	Napětí (kV)	Energie (keV)
velmi měkké	8-20	3-7
měkké	20-60	7-20
středně tvrdé	20-200	20-80
tvrdé	200-250	80-100

Vlastnosti záření jsou, že je neviditelné, šíří se rychlostí světla, ve vakuu ubývá se čtvercem vzdálenosti a prochází hmotou, kde se částečně absorbuje. Množství absorbovaného záření závisí na složení hmoty (tloušťka, hustota, protonové číslo) a na kvalitě záření. V hmotě jsou vyvolány dva jevy: ionizace a excitace atomů. Následně dojde ke zčernání fotografického materiálu, tedy filmu, kdy dochází ke tvorbě viditelného světla (tzv. luminiscenční efekt) (Pasler, 2021; Krejčí, 2009).

2.2.2 Druhy záření a vzájemná interakce s hmotou

Záření je přenos energie za pomoci vyzařování vln či částic. Šíří se rychlostí světla všemi směry, především u bodového zdroje. Ve zdravotnictví se uplatňují zdroje, které produkují jak ionizující, tak i neionizující záření (např. ultrazvuk, magnetická rezonance). Rentgenové paprsky zahajují vzájemné působení s excitacemi a ionizacemi ve tkáních, přes které prochází. Důsledkem mohou být fyzikální, chemické a biologické reakce. Tyto reakce mohou vyvolat kancerogenní a genetické poškození. Rozlišujeme dva druhy zdrojů záření: přírodní či umělé (Pasler, 2021).

Mezi přírodní zdroje záření řadíme kosmické záření, které má původ ze slunce a z interakcí s atomy zemské atmosféry. Sluneční záření a nadmořská výška ovlivňují obdrženu dávku kosmického záření. Dále sem spadá pozemská expozice záření, která je zdrojem zemské kůry. Mezi radioaktivní materiál řadíme prvky draslíku, uranu a thoria. Z rozpadové řady prvků uranu a thoria pochází vzácný plyn radon. Jelikož je radon 7krát těžší než vzduch, hromadí se ve sklepních a nevětraných prostorech. V některých případech tato situace může poškodit plíce a množství záření pro lidské tělo je vysoké (Pasler, 2021).

Umělé zdroje záření jsou produkovány a provozovány člověkem pomocí zdrojů radioaktivity.

Řadíme sem testování jaderných zbraní, jaderné nehody, průmyslové využití, zařízení pro získávání elektrické energie, expozice záření z povolání, využití radiofarmak a ionizujícího záření ve zdravotnictví (Pasler, 2021).

Interakce mezi zářením a hmotou rozeznáváme dle pohlcení či rozptýlení paprsků X, a to na excitaci, koherentní rozptyl, Comptonův rozptyl, absorpci, fotoelektrický jev a tvorbu elektron-pozitronových párů. Excitace je fyzikální proces, při kterém dochází k překročení atomu na hladinu o vyšší energii a to tím, že dopadající foton dopadne na jednotlivé elektrony, které změni svoji pozici. Při reciproční srážce fotonu s elektronem dochází ke koherentnímu rozptylu. Foton se stejnou hladinou energie je odchýlen ze své dráhy novým kurzem (Pasler, 2021). U Comptonova rozptylu je elektron slabě vázán k jádru, a následně je vyražen z atomu. Foton předá část své energie valenčnímu elektronu atomů prostředí. Dochází ke změně vlnové délky rozptýleného záření. Tento jev má uplatnění při radioterapii či spektroskopii. Jevu, při kterém je elektron ionizován, kdy veškerá energie je předána elektronu fotonem, a následně dochází k zániku se říká fotoelektrický jev. Uplatňuje se především v biofyzice a při radiačních vyšetřeních pacienta (Navrátil a Rosina, 2019).

2.2.3 Digitální zpracování rentgenových snímků

V dnešní době jsou k dispozici dvě metody zpracování, a to přímé digitální zpracování a nepřímé digitální zpracování.

U přímé radiografie je záření zachyceno polovodičovým prvkem (nejčastěji CCD snímač), který jej převádí na elektrický signál, který počítač prezentuje jako obraz. Nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady, ale v průběhu využití v praxi se to vyplatí. Snímky mají vyšší kvalitu, lze je dál upravovat, archivovat, odesílat mezi jinými zdravotnickými zařízeními a můžeme redukovat dávku záření (Krejčí, 2009). U přímé radiografie máme několik faktorů, které ovlivňují tvorbu obrazu. Mezi první spadá kontrast, kdy nízká a vysoká absorpce zapříčiňuje tmavá či světlá místa na výsledném rentgenovém snímku. Druhým faktorem je působení síly proudu, času expozice, vzdálenosti a napětí. Kvantum paprsků X vytvořených za časový interval je závislé na síle proudu. Konečné zčernání obrazu je ovlivněno velikostí výsledku součinu $mA \cdot čas (s)$. Zvýšením senzibility snímku a síly proudu, žhavicí rentgenku, lze délku ozáření snížit těmito faktory.

U vzdálenosti platí, že intenzita radiace klesá s druhou mocninou od zdroje. Změnou napětí ovlivňujeme pronikavost záření na CCD snímač. Čím vyšší napětí, tím dochází ke snížení kontrastu, tzn. že dojde k zesílení zčernání obrazu. A posledním činitelem je rozptýlené záření. Záření je pohlcováno či rozptýleno do stran. Využijeme-li filtr a clonu u daného přístroje, snížíme tak rozptýlení v tkáních zasažených radiací. Využitím těchto komponentů dosáhneme příznivého účinku v rámci radiační ochrany (Pasler, 2021; Krejčí, 2009).

Nepřímá digitální radiografie (DLR) probíhá za pomoci paměťové fólie. Paměťová fólie je náhrada za klasický rentgenový film, u kterého bylo zapotřebí využití temné komory a chemikálií k vyvolání snímků. Latentní obraz je zachycen, poté dešifrován skenerem, a nakonec transportován do počítače. Tato metoda přináší jisté výhody i nevýhody. Výhodami jsou, že fólie je opakovaně použitelná, vzniká latentní obraz a má bezdrátový snímač obrazu. Nevýhodou je, že k této metodě se musí dokoupit laserový skener ke zpracování latentního obrazu, scan trvá delší dobu a paměťová fólie je citlivá na mechanické poškození což snižuje jejich životnost (Pasler, 2021).

2.2.4 Účinky ionizujícího záření

Změny v strukturách atomů biologického systému jsou způsobeny ionizujícím zářením, které je zapříčiněno transportem energie a úbytkem v průběhu cesty. Záření o vysoké energii způsobuje interakce s biologickými soustavami. V postižené oblasti dochází k absorpci či rozptylu této energie (Pasler, 2021).

Účinky ionizujícího záření dělíme na časně, pozdní, biologické, deterministické a stochastické. Časně nastupují v průběhu samotného ozáření. Dochází k zánětům ozářených sliznic a kožním změnám (zarudnutí, petechie atd.). Pozdní účinky se mohou vyskytnout po několika měsících až letech a jsou nevratné. Způsobují pigmentaci na kůži, sterilitu, rozšířené cévy, menopauzu, ztrátu ochlupení a mnoho dalších problémů. Biologické rozlišujeme na fyzikální, fyzikálně-chemické, chemické a biologické. U fyzikální fáze dochází k přímému poškození jádra buňky. Při chemické interagují radikály s molekulami, buňkou či DNA. Dopadem jsou patologické mechanismy. Biologickou fází se rozumí působení radiace na buňku. Lidská buňka se s touto situací poradí několika způsoby.

Buď nedojde k žádné patologické změně, ztratí schopnost buněčného dělení (tzn. nedochází k mitóze), zanikne nebo se poškodí struktura genetické informace. Deterministické způsobují přímé poškození, mají prahovou hodnotu (lze se jim vyhnout při nepřekročení limitů), souvisí se smrtí buněk a mají krátkou dobu latence. Závažnost roste se zvyšující se dávkou nad 1 Gy. Příkladem je akutní nemoc z ozáření, sterilita, katarakta či kožní projevy. Akutní nemoc z ozáření je typická pro radioterapii či jaderné havárie. Projevy této nemoci se liší dle hematologické, nervové nebo střevní formy. Mezi nejčastější projevy řadíme vomitus, krvácení, snížení krevních elementů (leukocyty, erytrocyty a trombocyty), průjemy, dehydratace, dezorientace či ztráta vědomí. Sterilita neboli porucha plodnosti je odlišná podle pohlaví. Počet spermií klesá u dávky od 0,25 Gy a sterilita nastupuje při ozáření nad 3 Gy. Z tohoto hlediska vyplývá, že muži jsou více senzitivní na ozáření. Erytém, alopecie jsou prvními kožními projevy nad 3 Gy a postupně přechází v otok a bolest. Nad 10 Gy nastává kožní dermatitida s puchýři. Při extrémně vysoké dávce může dojít k zániku kožního epitelu a vzniká kožní vřed. Stochastické nemají práh, jsou způsobeny i nepatrnými dávkami, průběh je lineární a stojí za změnou DNA (kancerogeneze, dědičná onemocnění). Pravděpodobnost vývoje tumoru v průběhu několika let po ozáření se zvyšuje s rostoucí dávkou. Dospívající jsou náchylnější dvakrát až třikrát k ozáření než dospělí pacienti, v jejich organismu probíhá více buněčných cyklů. U lidí nad 70 let je pravděpodobnost vzniku cca pětikrát nižší. Kostní dřeň, pohlavní žlázy, sliznice střeva, pokožka a oční čočka se skládají z nejvíce senzitivních buněk a tím pádem jsou náchylnější k ozáření (Podzimek, 2017; Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2022).

2.2.5 Radiační ochrana

Cílem radiační ochrany je vyloučit deterministické a snížit stochastické účinky záření na lidský organismus. V České republice jsou podmínky pro využití jaderné energie v radiologii usměrňovány tzv. „Atomovým zákonem“, č. 263/2016 Sb. (Česko, 2016).

Do několika skupin kategorizujeme zdroje ionizujícího záření, pracoviště, pracovníky a dávkové limity. To vše specifikuje „Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje“, č. 422/2016 Sb. Zdroje dělíme na nevýznamné, drobné, jednoduché, významné a velmi významné.

Pracoviště rozdělujeme do I., II., III. a IV. kategorie. Ortopantomogram je řazen do jednoduchých zdrojů záření, tím pádem spadá do pracoviště I. kategorie. Personál řadíme do kategorie A nebo kategorie B. Mezi pracovníky kategorie A řadíme personál, který by mohl obdržet roční efektivní dávku větší jak 6 mSv či ekvivalentní vyšší 3/10 limitu ozáření. Tito pracovníci nosí osobní dozimetr. Do kategorie B jsou řazeni ostatní, kteří nespádají do skupiny A, ale jsou v riziku ozáření. Kompetence radiologického asistenta vymezuje „Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků“, č. 55/2011 Sb. (Česko. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2016).

Dávkovým limitům je věnován odstavec na str. 22 a tabulka číslo 2.

V České republice se každý rok provede cca 16 mil. radiologických výkonů, z toho 4 mil. z oddělení stomatologie a ortodontie (Petrová, 2016). Radiační zátěž můžeme ovlivňovat dodržováním čtyř principů ROCH. Princip zdůvodnění (ALARA) nám rozděluje vyšetření dle vlastností pro danou situaci podle zátěže od 0 do 4. Říká nám, že máme zvážit několik hledisek a to: zdali je nutno vyšetření provést, přínos a opakování daného ozáření. U principu optimalizace hraje důležitou roli opět ALARA, dále je uplatněna snaha o co nejmenší riziko radiace, co nejméně jedinců a minimalizovat individuální dávky. Aplikaci dávkových limitů vymezují meze hodnot dávek pro obyvatele, radiačního pracovníka a studenty vzdělávající se v oboru radiologie. A nakonec zabezpečení radionuklidového zdroje. Před vnějším ozářením hraje velikou úlohu ochrana vzdáleností, časem a stíněním. Maximální snaha o to, být co nejdál nebo mimo místnost od vyšetřované osoby, u které byl aplikován radionuklid či zdroj záření, zkrácení výkonu na minimum a chránit se olověnými zástěnami, př. na oddělení nukleární medicíny (Česko. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2016).

Následující odstavce jsou věnovány samotnému monitoringu. U dávkových limitů rozeznáváme několik pojmů, při jejichž překročení nebo nesplnění se provádí určitá opatření v radiační ochraně. Ukazatel, při jehož překročení nebo nesplnění se provádí opatření v radiační ochraně se nazývá referenční úroveň. Dělíme ji na záznamovou, vyšetřovací a zásahovou. Záznamová určuje, do jaké hodnoty se mají výsledky monitorace zaznamenávat. Vyšetřovací kontroluje překročení při vyšetření a zásahová je pokynem k provedení mimořádného opatření, pokud přesáhneme hodnotu. Směrná hodnota je kritérium pro posouzení úrovně radiační ochrany. Diagnostická referenční úroveň nastiňuje hodnotu dle směrnic pro ozáření v lékařské radiodiagnostice.

Posledním ukazatelem je horní mez očekávaných dávek od zdroje, který může působit na fyzické osoby (Česko. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2016).

Na pracovišti nalezneme kontrolované a sledované pásmo. Kontrolované pásmo je zvlášť oddělená část pracoviště označena znakem radiačního nebezpečí s nápisem zákazu vstupu. Do této místnosti smí vstupovat osoby poučené 1x za kalendářní rok. Do sledovaného pásma můžeme zařadit čekárnu. Efektivní dávka je vyšší jak 1 mSv/rok (Česko. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2016).

Dozimetrie se zabývá vlastnostmi účinků ionizujícího záření, interakcemi a veličinami. Cílem je hodnotit stav přístrojů a stanovit obdržené dávky pacientem a personálem. V dozimetrii využíváme dozimetry osobní a detektory. Osobní dozimetr je vybava každého pracovníka na radiologickém pracovišti, jež musí být nošeno na referenčním místě (Česko. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2016).

Tabulka 2: Limity dávek (Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2016).

Dávky	Obyvatel	Pracovník kategorie A	Student
součet efekt. dávek	1 mSv	20 mSv	6 mSv
ekviv. dávka v oční čočce	15 mSv	50 mSv/rok, 100 mSv/5 let	15 mSv
ekviv. dávka na kůži	50 mSv	500 mSv	150 mSv

Důležitá je ochrana pacienta při vyšetření na OPG. Pacient má na sobě během vyšetření ochranou vestu z olova o hodnotě 0,25 mm nebo 0,5 mm, která musí splňovat určité podmínky. Vesta nesmí dosahovat výše, než se nachází obratel C7. Sféra brady a dolních frontálních zubů by nebyla čitelná. K ochraně štítné žlázy se již nevyužívá límec. Obdržená dávka zůstává neměnná a límec by mohl ohrozit výsledný snímek a dané vyšetření bychom museli opakovat (Pasler, 2021; Česko. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2016).

2.3 Ortopantomografie

Ortopantomografie neboli OPG (obr. 4) je extraorální způsob zhotovení snímku na principu tomografie. Výsledný film je ve formátu 14x30 cm s proměnlivou tloušťkou vrstvy od 9 do 20 mm a lze na něm vidět maxillu, mandibulu s temporomandibulárním kloubem, čelistní dutiny a část nosní dutiny (Pasler, 2021).



Obrázek 4: Panoramatický snímek (Ortodoncie MUDr. Chudobová).

Bocage využil výlučné právo k využití tomografie v roce 1921. Roku 1939 došlo k posunu teoretických znalostí techniky snímkování ve vrstvách, výhradně pro přizpůsobení zvláštních anatomických struktur a za to vděčíme K. Heckmannovi. Nakonec Y. V. Paatero položil základy v roce 1949, které vedly k využití přístroje v praxi (Pasler, 2021).

Nastavením ohniska stanovujeme přesnost ohniska. To nám zajišťuje laserový systém, který promítá tři paprsky (midsagitální, frankfurtský a tzv. ohniskového korýtka). Midsagitální paprsek stanovuje bočné postavení hlavy pacienta, cílí na kořen nosu a je důsledkem symetrie a nezkreslenosti snímku ze stran. Pozici sklonu hlavy určuje frankfurtská rovina. Poslední světlo koriguje tloušťku vrstvy na snímku, rovina se nachází na horní čelisti mezi postranním řezákem a špičákem. Správným nastavením docílíme toho, že snímky jsou zřetelné a nezkreslené (Krejčí, 2009).

Podstatu principu panoramatického snímkování přednesl v roce 1949 Paatero. Technika ortopantomografie je založena na principu tomografie z důvodu synchronizované rotace mezi zdrojem záření a obrazovým receptorem, který zůstává na stejné pozici. K vytvoření snímku přístroj využívá kombinaci dvou lokomocí, a to rotačního a translačního pohybu rentgenky a filmu. Štěrbínovitým kolimátorem dochází k vyclonění primárního svazku. Při zhotovování se rentgenka otáčí po parabolické dráze (270°) za hlavou pacienta, která kopíruje tvar zubního oblouku. Současně se film otáčí proti směru rentgenky. Výsledné snímky jsou vysoké rozlišovací kvality (ostrý, čistý a nezkreslený snímek) a za to vděčíme rentgenu, který byl navržen ke sledování tvaru hloubky ostroty anatomických struktur čelisti. Doba expozice je cca 15 sekund (Pasler, 2021; Krejčí, 2009).

Síla zřetelnosti z fyziologických důvodů nemůže být optimální u všech pacientů. Pacienti jsou jiného pohlaví, věku či národnosti a na těchto parametrech závisí velikost

a tvar čelisti. U novějších přístrojů lze nastavit typ programu. Pediatrický program optimalizuje radiaci pacienta za pomoci redukce místa, které je exponováno rentgenovými paprsky. Segmentace snímku je výborná funkce v případě potřeby části čelisti. Na ovládacím displeji si zvolíme segment, který požadujeme a tím snížíme radiační zátěž o 80 % (Krejčí, 2009).

2.3.1 Indikace a kontraindikace

V dnešní době je panoramatický snímek podstatou ekonomické a radiačně šetřící metody vyšetření. Vyšetření je indikováno lékařem s ohledem na nutnost zjištění určitých skutečností a přínos tohoto vyšetření musí primárně převýšit nutnou zátěž zdraví pacienta. Bez OPG není možné stanovit diagnózu, začít a vést ortodontickou léčbu či jiné postupy ve stomatologii. Včasnou diagnózou klesají náklady i radiační zátěž pro pacienta (Pasler, 2021). Snímek nám pomůže odhalit záněty, cysty, subgingivální zubní kámen, parodontitidu a ústup kosti, fracture, nadpočetné zuby, retinované zuby, uložení zubů moudrosti a průběh kořenů zubů (Schill Dental Clinic, 2021). Lékař, který indikuje vyšetření má nezastupitelnou úlohu při výběru a zdůvodnění správného typu zobrazovací metody. Musí si odpovědět na několik otázek z hlediska radiační ochrany dle SÚJB. Je třeba provést dané vyšetření? Bylo vyšetření již provedeno v jiném zařízení a je nezbytné ho opakovat (Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2022)?

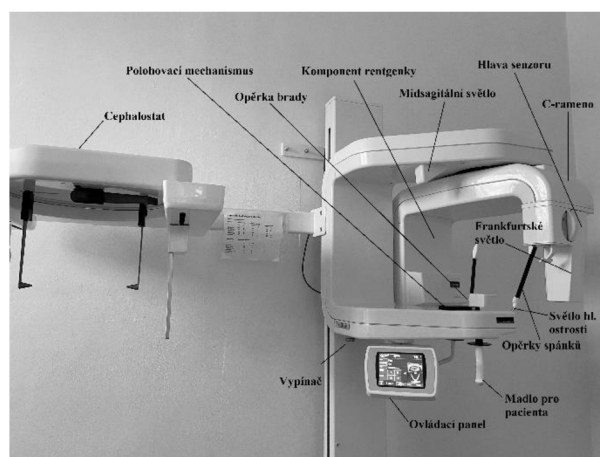
Indikacemi jsou první vyšetření nových pacientů všech věkových kategorií, základní vyšetření maxilly a mandibuly, zjištění systémových syndromů a onemocnění, zjištění počtu, polohy a velikosti zubů, bolest a otok v oblasti čelistní, diagnostika zlomenin v oblasti obličejového skeletu a čelistí, asymetrie, ortodontické anomálie, zobrazení tumorů, tumorózních lézí, cyst, diagnostika odontogenních onemocnění dutin, onemocnění nervů v oblasti obličeje, změny struktury kostní tkáně u systémových onemocnění a před a po provedení operačních výkonů. Než se lékař rozhodne vyhotovit nový panoramatický snímek, měl by si od předchozího ošetřujícího lékaře vyžádat již provedené, abychom snížili radiační zátěž a náklady na nezbytně nutnou úroveň (Pasler, 2021).

Kontraindikací k vyšetření je gravidita. Dle vyhlášky č. 307/2002 Sb., kterou nalezneme v zákoně č. 18/1997 Sb., který upravuje podmínky lékařského ozáření, lze vyšetření provést pouze ze závažného důvodu. Zejména v urgentních okolnostech.

Od doporučení provést rentgen po období periondylitidy, z důvodu nižší možnosti ovulace a gravidity se upustilo. U vyšetření dětí je důležitá spolupráce, pokud nevydrží stát či se nehýbat vyšetření je kontraindikováno. (Schill Dental Clinic, 2021; Petrová, 2016).

2.3.2 Přístroje

Praktická část je zpracována na základě expozičních dat z panoramatických snímků provedených na konkrétním přístroji. V ordinaci zubního rentgenu jsou k dispozici tři přístroje. Dva na OPG ke zpracování digitálním způsobem (CD či email) a pořízení snímku na fotografickou fólii. Jako poslední je k dispozici 3D přístroj, Planmeca ProMax 3D, který pracuje na principu výpočetní tomografie. U metody trojrozměrného rozlišení si lékař může zobrazovat ve 2D, 3D, přibližovat jednotlivé struktury, měřit vzdálenosti mezi danými strukturami a záběr otáčet v různých směrech. Snímky, ze kterých byly čerpány data byly vytvořeny na přístroji digitálním značky Planmeca Proline XC. Přístroj se skládá z několika komponentů: midsagitální polohovací světlo, C-rameno, hlava senzoru, Frankfurtské polohovací světlo, polohovací světlo hloubky ostrosti paprsků X, madla pro pacienta, ovládací panel, polohovací mechanismus pacienta, opěrky a rentgenka (obr. 5). Opěrky brady, které využíváme u pacienta jsou dvojího typu, s nástavcem pro skus a pro bezzubé pacienty. U telorentgenu (snímek bočné projekce lbi, na kterém se provádí měření úhlů vzdálenosti, dále se posuzují odchylky růstu a klouby čelisti) je přístroj rozšířen o cephalostat (Zubní rentgen Liberec, 2012; Krejčí, 2009).



Obrázek 5: Ortopantomogram rozšířený o cephalostat (Zdroj vlastní).

U Planmecu lze využít nastavení několika parametrů. Můžeme nastavit vhodný expoziční program (Pan, Ceph, TMJ-temporomandibulární kloub a sinus-dutiny), velikost pacienta (Child, Adult), hodnoty kV a mA, segmentaci (výběr určité části), tvar (V, průměrná a hranatá), velikost čelisti (úzká, průměrná a široká) a uživatelské nastavení. Lze nastavit i testovací mód bez záření, návrat C-ramene do původní polohy, dávku neboli DAP lze zobrazit po dokončení snímkování a automatické stlačení spánků. Expoziční hodnoty jsou již uvedeny výrobcem pro normální či zvýšené rozlišení (tab. 3). Potřebujeme-li zvýšit kV, hodnotu lze navýšit pouze o 2 kV (Zubní rentgen Liberec, 2012; Planmeca, 2005).

Údržba zařízení probíhá jednou za rok nebo při dosažení 10 000 expozic. Servis smí provádět pouze vyškolený technik z firmy od výrobce, který zařízení zkontroluje a seřídí (Zubní rentgen Liberec, 2012; Planmeca, 2005).

Tabulka 3: Nastavení pro normální rozlišení (Planmeca, 2005).

Pacient	kV	mA
dítě do 6 let	60	4
dítě 7-12 let	62	5
dospělá žena	64	6
dospělý muž	68	7
dospělý muž většího vzrůstu	70	9

2.3.3 Příprava před snímkováním

Před tím, než vyzveme pacienta k vyšetření je třeba přemístit pohyblivý senzor z cephalostatu do C-ramena. Nejprve odpojíme senzor z cephalostatu stlačením elektrického konektoru. Otočíme jej o 180 stupňů, tím uvolníme uzavírací mechanismus. Opatrně vytáhneme senzor a nasadíme ho na adaptér, který se nachází na C-ramenu. Znovu provedeme otočení knoflíku o 180 stupňů, tím ho mechanicky připojíme. Konečným krokem je stlačení elektrického konektoru na boku C-ramene. Tímto krokem dojde k elektrickému připojení (Planmeca, 2005).

Vyšetření OPG nepotřebuje žádnou specifickou přípravu. Pacient před vyšetřením smí jíst, pít i kouřit.

Prvním správným krokem je objasnit pacientovi důvod vyšetření a stručně vysvětlit fungování přístroje, aby neměl důvod k obavám. Pacient si odloží brýle, naslouchátko, náhrady chrupu, náušnice, řetízky, sponky a piercing. Nasadíme ochranou vestu z olova, abychom snížili dopady záření na kritické orgány. V přístroji by měl stát ve vzpřímené pozici s uvolněnými rameny. Důležité je vysvětlit správnou pozici jazyka a náležitě nastavit postavení hlavy, abychom předešli vzniku artefaktů. Co se týče vhodného způsobu dýchání, pacient by se neměl zhluboka nadechovat či zadržovat dech. Mohlo by dojít k subtrakčnímu efektu a nebyly by čitelné struktury čelisti. Klidné, mělké a nenucené dýchání je vhodná volba pro vznik kvalitního a zřetelného snímku (Pasler, 2021; Planmeca, 2005).

2.3.4 Úhrada OPG pojišťovnou

Vyšetření je indikováno lékařem a je hrazeno 1x za 2 kalendářní roky, u dětí 1x za 5 let. Je-li vyšetření vyžádáno odborným lékařem z důvodu vyloučení ohniska zánětu v rámci předoperačního vyšetření nebo při traumatu toto omezení neplatí. Zubním lékařům s platným osvědčením ČSK pro vybranou péči ve stomatochirurgii, parodontologii, ortodontii nebo pedostomatologii je hrazeno s omezením 2x za kalendářní rok. Vykazuje se kódem 00913, tzn. že radiální zátěž je tedy již definována (OZP, 2022).

2.3.5 Výhody a nevýhody

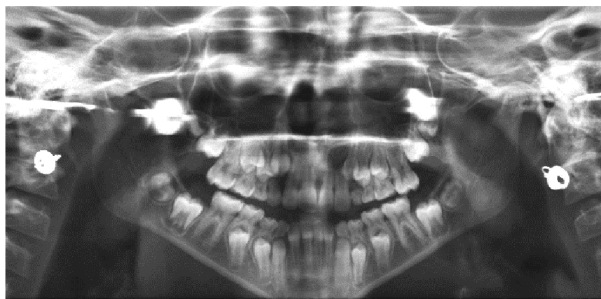
Vyhotovení rentgenového snímku je nedílnou součástí radiodiagnostiky a monitoringu nejen v ortodontické terapii, ale také ve stomatologii. Lze jej vyhotovit v jakékoliv věkové kategorii, od dětského věku až po dospělost. Na rozdíl od intraorálního snímkování (např. bite-wing či okluzní film) je metoda lacinější, má nižší dávku záření a poskytuje zachycení větší vyšetřované zóny. Pro pacienta je technika komfortní a vyšetření netrvá dlouho. Za pomoci jediného filmu lze zobrazit kompletní strukturu maxilly a mandibuly (Ramos et al., 2016).

Každá technika přináší i jisté nevýhody. Mezi ně patří geometrické zkreslení, které je dáno projekcí a anatomickým uspořádáním. Metoda je sumační, a tudíž dochází k překrytí anatomických struktur. Snímek má nižší rozlišení než intraorální a v neposlední řadě dochází ke tvorbě duchů (viz kapitola 2.3.6) (Ramos et al., 2016).

2.3.6 Artefakty a chyby při snímkování

Na rentgenových snímcích může být přítomno reálné zobrazení kovových předmětů, které vytvářejí obrazy duchů. Tyto artefakty narušují správnost radiologických informací a zabraňují správné diagnóze. Každý zubař, který popisuje rentgenový snímek by měl být poučen o vzniku obrazů a měl by umět identifikovat tyto artefakty, aby se předešlo chybné diagnóze (Cosson, 2020).

Obrazy duchů jsou vytvořeny pomocí objektů či anatomických struktur lidského těla, které se nachází mimo ohnisko a hustota zeslabuje rentgenové paprsky. Jsou podobné lézím, zakrývají anomálie nebo na určitých místech jsou zaměnitelné se strukturami zubů. Mezi nejčastější artefakty jsou zahrnovány šperky (náušnice, řetízek) (obr. 6), které si pacient před vyšetřením nesejmul, piercing nebo využití olověné zástěry, která během expozice vytváří přední artefakt. K fyziologickým řadíme vzduchový prostor vytvořený jazykem, který není opřen o tvrdé patro. Dále při nerovném postoji se mohou na snímku zobrazit krční obratle. Tyto artefakty lze před vyšetřením minimalizovat (Cosson, 2020; Krejčí, 2009).



Obrázek 6: Náušnice (Ortodoncie MUDr. Chudobová).

U snímkování dochází k chybám při polohování hlavy pacienta. Tyto chyby jsou způsobeny personálem či pacientem, který neuposlechne pokyny radiologického asistenta. Správná poloha je taková, kdy roviny (frankfurtská, sagitální a centrace) jsou na sebe kolmé ve všech osách. Hlava by neměla být v předklonu, v záklonu a neměla by být příliš vychýlena dopředu či dozadu. Také bychom jsme se měli vyvarovat otočení hlavy do strany. Při nesprávné poloze hlavy dochází k viditelnosti horních dýchacích cest na snímku (obr. 7), a tím pádem navíc ozařujeme tkáň (Krejčí, 2009).



Obrázek 7: Artefakt horních dýchacích cest (Ortodoncie MUDr. Chudobová).

2.4 Radiační zátěž

2.4.1 Dozimetrické veličiny

Tato kapitola je důležitá pro výzkumnou část. Popisuje nejdůležitější dozimetrické veličiny v radiologii, abychom byli schopni měřit a vypočítat dávky obdržené během vyšetření. Absorbovaná dávka je definována v jakémkoliv prostředí. Značí se písmenem D a jednotkou je gray (Gy), kdy $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ hmoty. Absorbovaná dávka je kvocient energie, kterou ionizující záření předá látce o určité hmotnosti v daném objemu. Ekvivalentní dávka značena H_T , definuje sumu součtu váhových faktorů v ozářených tkáních. Bere v potaz účinnost různého typu záření (alfa, beta či gama) a popisuje biologické účinky záření. Jednotkou je Sievert (Sv). Efektivní dávka je součet ekvivalentních dávek v tkáních a orgánech vážených tkáňovým váhovým faktorem (W_T). Využívá se pro vyjádření stochastických účinků. Jednotkou je opět Sievert, ale dávka se uvádí v mSv. $1 \text{ Sv} = 1\,000 \text{ mSv}$ (Pasler, 2021).

2.4.2 Hodnoty dávek

Pro individuální radiologická vyšetření jsou efektivní dávky již definovány v tabulkách, které vycházejí z norem Evropských indikačních kritérií. Abychom mohli hodnotit míru radiace jednotlivce, která se vztahuje k rentgenovým vyšetřením, musíme vycházet z dávek pohlcených orgány a tkáněmi. Z těchto dávek lze určit efektivní dávku, která se sčítá ze všech metod ozáření během celého průběhu života (Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2022).

Za nízkou dávku neboli low dose je považována dávka pod 100 mSv , ale to neznamená, že je zanedbatelná a není třeba ji věnovat pozornost (Petrová, 2016). Účinky radiace nejsou přítomny.

Naopak vysoká dávka je nad 100 mSv a účinky záření jsou již prokázány. Střední hodnota efektivní dávky v České republice je 1 mSv/rok, a to pouze z lékařského ozáření (Poulová et al., 2013). Z aspektu radiační zátěže se jedná o největšího původce radiace z umělých zdrojů (Petrová, 2016).

Jelikož moje práce je věnována panoramatickému zobrazování v ortodoncii a ve výzkumné části budu porovnávat vypočtené dávky z tohoto vyšetření, snímku lebky a rentgenu hrudníku/plic, zmíním se pouze o hodnotách těchto zmiňovaných vyšetřeních. Na začátek je třeba zmínit, že v ortodoncii se využívají velmi nízké dávky o velikosti mili (mSv) až mikro Sievertů (μ Sv) (tab. 5) (Pasler, 2021).

Tabulka 4: Porovnání efektivní dávky z jednoho vyšetření s počtem snímků plic (Poulová, 2013).

Vyšetření	Počet snímků plic	Efektivní dávka
lebka	3	0,06 mSv
dutina ústní	2	0,05 mSv
hrudník/plíce	1	0,02-0,03 mSv

Tabulka 5: Snímkovací techniky (Súkupová, 2013; Petrová, 2016; Cosson, 2020).

Snímkovací technika	Efektivní dávka v μSv	Efektivní dávka v mSv
OPG digitálně	4-30	0,004-0,03
Rentgen hrudníku/plic	20	0,02-0,03
Telerentgen lebky	2-3	0,002-0,003

3 Praktická část

3.1 Cíle a výzkumné předpoklady

Cílem práce je definovat využívanou ortopantomografii (OPG) v ordinaci ortodontisty, jeho stavbu, princip a využití. Dále stanovit výši celkové dávky obdržené pacientem za celý průběh ortodontické léčby a převést dávku na rentgenové vyšetření hrudníku a telerentgen lebky. Nakonec pomocí porovnání celkových dávek zjistit, zdali jsou více zátěžová zmiňovaná rentgenová vyšetření či ortopantomografie.

Výzkumnými předpoklady jsou tyto dvě hypotézy.

1. Předpokládám, že OPG není nebezpečné vyšetření a je méně zátěžové pro organismus než telerentgen lebky a rentgen hrudníku.
2. Na druhou stranu, při indikaci lékařem a vyhotovení dvou a více snímků za celý průběh léčby u ortodontisty, může být OPG více náročnější po radiační stránce než telerentgen či rentgen hrudníku.

3.2 Metody

Praktická část je připisována kvantitativnímu výzkumu. Podkladem k bakalářské práci jsou zpracovány data ze dvou pracovišť. Data expozičních parametrů z rentgenových snímků hrudníku 50 respondentů ve věkovém rozmezí 30-99 let, byla zpracována na oddělení Radiodiagnostiky v EUC Klinika Liberec. Nalézt pacienty v dospívajícím věku, kteří podstoupili snímkování hrudníku je téměř nemožné či hledání dat velmi složité. Všechny snímky byly vyhotoveny přístrojem CPI INDICO 100 RAD, roku výroby 2010. Informace ze snímků OPG a telerentgenu hlavy, týkající se 50 respondentů ve věkové hranici 11-20 let, jsem získala v ordinaci ortodontie MUDr. Ireny Chudobové. Snímky byly vyhotoveny přístrojem Planmeca Proline XC. Data pacientů u snímků lbi odpovídají těm, u kterých jsem zpracovávala OPG. Každý dětský/dospívající pacient má provedeny snímky hlavy a je u ortodontisty léčen od dětského věku až po adolescenci. Pacienti mají již ukončenou léčbu a u každého z nich byl proveden minimálně jeden telerentgen. Data jsou zpracována pomocí tabulek, které jsou součástí bakalářské práce. Obsahují informace o pacientech, expoziční parametry potřebné pro výpočet efektivní dávky a výsledky.

Tabulka je k dispozici vždy dvakrát. V první se nachází výsledky pro každý konkrétní snímek a ve druhé je součet všech obdržných dávek. Grafy nejsou využity z důvodu nepřehlednosti, pouze jeden v kapitole 3.4.

3.3 Analýza výzkumných dat

V dnešní době se dávka u diagnostických vyšetření nepočítá, protože je již určena v radiologických standardech daného výrobce u konkrétního přístroje. Dávka je dána z nastavení přístroje, u kterého si lze zvolit z několika přednastavení, které se liší energií, elektrickým proudem a součinem kermy a plochy. Doba expozice je neměnná.

Pokud bychom chtěli i přesto vypočítat efektivní dávku u konkrétního pacienta, v několika nemocnicích mají radiologičtí fyzikové program zvaný PCXMC, který umí propočítat expoziční parametry na přesnou dávku, kterou pacient obdrží během vyšetření, a dokonce má i možnost vidět dávku na kritických strukturách u konkrétní metody. Nevýhodou této technologie je, že výpočet trvá dlouho a nelze ho aplikovat u více pacientů najednou.

Chceme-li stále vypočítat přesnou efektivní dávku, je další možnost. A to využití konverzního koeficientu, který je u každé zobrazovací metody jiný (tab. 6). Abychom byli schopni vypočítat efektivní dávku pomocí konverzního faktoru, musíme znát součin kermy a plochy [$\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$] a konkrétní expoziční parametry snímku. Konverzní faktor má hodnotu $0,734 [\mu\text{Sv}/(\text{cGy}\cdot\text{cm}^2)]$ pro napětí 63-70 Kv a filtraci 2,8mm Al.

Tabulka 6: Konverzní koeficienty (Vlastní údaje).

Druh vyšetření	Vzorec
OPG, Telerentgen hlavy	$E = 0,734[\mu\text{Sv}/(\text{cGy}\cdot\text{cm}^2)] \cdot P_{KA} [\text{mGy}\cdot\text{cm}^2]$
RTG srdce, plíce	$E = \text{DAP} \cdot E_{\text{DAP}} [\text{mSv}]$

U rentgenového vyšetření hrudníku (tab. 7) je energie fotonů nastavena na běžnou hodnotu 120 kV a síla proudu se pohybuje v rozmezí 1-5 mA. U každého pacienta je to individuální dle tělesné konstituce. Pro výpočet efektivní dávky využijeme vzorec z tabulky 6. Abychom mohli dosadit do vzorce potřebujeme pouze dvě hodnoty. Jako první hodnotu DAP [$\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$], kterou nalezneme na snímku u každého respondenta a potom hodnotu $E_{\text{DAP}} [\text{mSv}\cdot\text{mGy}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}]$ neboli konverzní

faktor. Konverzní faktor pro rentgenové vyšetření hrudníku se rovná 0,0015. Předtím, než dosadíme do vzorce se musíme ujistit, že obě hodnoty mají shodné jednotky. Jelikož rentgenové snímky byly vyhotoveny na starším přístroji, hodnota DAP je uvedena v $[cGy.cm^2]$. Tím pádem musíme udělat převod jednotek, ten je roven $1cGy.cm^2 = 10mGy.cm^2$. Nyní můžeme dosadit do vzorce $E = DAP \cdot E_{DAP} [mSv]$.

Pro ukázkou: $E = 10,7 \cdot 0,0015 = 0,016 \doteq 0,02 mSv$.

V další tabulce č. 8 jsou respondenti a data stejná jako v předchozí tabulce. Nyní vypočítáme efektivní dávky pro více snímků. Převezmeme-li počty snímků z dat zpracovaných pro panoramatický snímek a vezmeme vypočtenou efektivní dávku z jednoho rentgenového snímku, vyjde nám konečná hodnota. Nastavení přístroje se mění, a ne vždy musí být stejná hodnota DAP, ale počítejme jako by měly snímky stejnou hodnotu. Nastavení expozice u telerentgenů hlavy je nastaveno na 17 sekund. Energie se pohybuje v rozmezí 62 až 70 kV a síla proudu 4-5 mA. Nejprve převedeme konverzní koeficient $0,734 \mu Sv/cGy.cm^2 = 0,000734 mSv/mGy.cm^2$. Dosadíme do vzorce $E = 0,734[\mu Sv/(cGy.cm^2)] \cdot P_{KA}[mGy.cm^2]$. V tomto případě budeme postupovat takto: $E = 0,000734 \cdot 16,1 = 0,012 mSv$.

Výpočet pro ortopantomogram je stejný jako pro telerentgen lbi. Energie fotonů se pohybuje v rozmezí 50 až 66 kV. Síla proudu je nastavena obsluhou přístroje dle zvoleného programu od 4 do 9 mA, a lze ji změnit s odchylkou o 2 stupně více či méně dle tělesné konstituce pacienta. Pacient je vystaven radiační zátěži 18,3 sekund (tab. 11 a 12).

Tabulka 7: Zpracovaná data Rentgen hrudníku PA pro jeden snímek (Vlastní údaje).

Pacient	Pohlaví	Věk	DAP $[mGy.cm^2]$	Efektivní dávka $[mSv]$
1	Žena	57	10,7	0,016 \doteq 0,02
2	Žena	44	6,1	0,009 \doteq 0,01
3	Muž	76	10,9	0,016 \doteq 0,02
4	Žena	62	5,5	0,008 \doteq 0,01
5	Žena	55	12,6	0,019 \doteq 0,02
6	Muž	52	12,0	0,018 \doteq 0,02
7	Žena	63	17,8	0,027 \doteq 0,03
8	Muž	82	9,5	0,014 \doteq 0,02

Pacient	Pohlaví	Věk	DAP [mGy.cm ²]	Efektivní dávka [mSv]
9	Muž	73	9,3	0,014±0,02
10	Muž	65	14,3	0,022±0,02
11	Žena	74	3,0	0,005±0,01
12	Žena	70	10,1	0,015±0,02
13	Žena	35	7,3	0,011±0,01
14	Muž	48	13,5	0,20±0,02
15	Muž	55	32,3	0,048±0,05
16	Žena	52	7,9	0,012±0,01
17	Muž	34	6,4	0,009±0,01
18	Muž	66	17,3	0,026±0,03
19	Žena	65	7,0	0,011±0,01
20	Žena	99	1,1	0,002±0,00
21	Žena	58	4,7	0,007±0,01
22	Žena	53	4,8	0,007±0,01
23	Muž	47	12,4	0,019±0,02
24	Žena	75	7,9	0,012±0,01
25	Muž	79	12,8	0,019±0,02
26	Muž	56	4,6	0,007±0,01
27	Žena	97	1,4	0,002±0,00
28	Muž	65	23,7	0,036±0,04
29	Muž	30	15,4	0,023±0,02
30	Žena	79	4,0	0,006±0,01
31	Muž	43	6,0	0,009±0,01
32	Muž	34	9,4	0,014±0,02
33	Žena	47	14,8	0,022±0,02
34	Muž	82	10,7	0,016±0,02
35	Žena	70	8,6	0,013±0,01
36	Muž	98	1,3	0,002±0,00
37	Muž	72	7,7	0,016±0,02
38	Žena	49	7,8	0,012±0,01

Pacient	Pohlaví	Věk	DAP [mGy.cm ²]	Efektivní dávka [mSv]
39	Žena	68	9,9	0,015±0,02
40	Žena	60	10,2	0,015±0,02
41	Žena	67	6,2	0,009±0,01
42	Muž	60	11,4	0,017±0,02
43	Žena	63	17,5	0,026±0,03
44	Muž	63	9,9	0,015±0,02
45	Muž	58	6,6	0,010±0,01
46	Žena	75	9,7	0,015±0,02
47	Žena	67	10,0	0,015±0,02
48	Muž	71	10,9	0,016±0,02
49	Žena	63	18,8	0,028±0,03
50	Muž	79	5,0	0,008±0,01

V tabulce 7 můžeme vidět jednotlivé efektivní dávky u každého pacienta, které byly obdrženy na rentgenu hrudníku. Dávky jsou dále převedeny na dvě desetinná místa pro lepší porovnání. Hodnoty se pohybují v rozmezí 0,00-0,04 mSv. U 27 pacientů hodnota dávky odpovídá předepsaným hodnotám, tj. 0,02-0,03 mSv. U 21 respondentů byla dávka nižší z důvodu staršího věku a nižší tělesné konstituce. U třech lidí ve věku nad 95 let je efektivní dávka dokonce nulová. Nakonec u 2 lidí, kde bylo zapotřebí zvýšit sílu proudu z důvodu zvýšené tělesné konstituce je dávka překročena o jednu až dvě hodnoty.

Tabulka 8: Zpracovaná data Rentgen hrudníku PA pro více snímků (Vlastní údaje).

Pacient	Pohlaví	Věk	Počet snímků	Součet E [mSv]
1	Žena	57	4	0,08
2	Žena	44	3	0,03
3	Muž	76	3	0,05
4	Žena	62	2	0,02
5	Žena	55	4	0,08
6	Muž	52	2	0,04

Pacient	Pohlaví	Věk	DAP [mGy.cm ²]	Efektivní dávka [mSv]
7	Žena	63	4	0,1
8	Muž	82	4	0,08
9	Muž	73	2	0,04
10	Muž	65	2	0,04
11	Žena	74	4	0,02
12	Žena	70	4	0,06
13	Žena	35	2	0,02
14	Muž	48	3	0,06
15	Muž	55	3	0,2
16	Žena	52	2	0,03
17	Muž	34	2	0,02
18	Muž	66	2	0,05
19	Žena	65	2	0,02
20	Žena	99	2	0,01
21	Žena	58	3	0,02
22	Žena	53	2	0,02
23	Muž	47	2	0,04
24	Žena	75	5	0,06
25	Muž	79	2	0,04
26	Muž	56	3	0,02
27	Žena	97	5	0,01
28	Muž	65	3	0,1
29	Muž	30	2	0,05
30	Žena	79	2	0,01
31	Muž	43	3	0,03
32	Muž	34	2	0,03
33	Žena	47	3	0,07
34	Muž	82	3	0,05
35	Žena	70	4	0,05
36	Muž	98	2	0,01

Pacient	Pohlaví	Věk	DAP [mGy.cm ²]	Efektivní dávka [mSv]
37	Muž	72	2	0,03
38	Žena	49	3	0,04
39	Žena	68	3	0,05
40	Žena	60	3	0,05
41	Žena	67	2	0,02
42	Muž	60	3	0,05
43	Žena	63	3	0,08
44	Muž	63	2	0,03
45	Muž	58	2	0,02
46	Žena	75	2	0,03
47	Žena	67	2	0,03
48	Muž	71	2	0,03
49	Žena	63	3	0,09
50	Muž	79	2	0,02

V tabulce 8 byl proveden výpočet pro více snímků s předpokladem, že nastavení přístroje by bylo stejné jako u prvního snímku. Množství snímků je převzato od pacientů z ordinace ortodontie z vyšetření chrupu a je shodné s respondenty. V rámci radiační ochrany je dávka z lékařského ozáření pro obyvatele limitována dle Atomového zákona č. 263/2016 Sb. na 1 mSv za rok. Z výsledků je zřejmé, že tato hodnota nebyla překročena ani u jednoho respondenta i přesto, když by měl pacient vyhotovených 5 snímků hrudníku.

Tabulka 9: Efektivní dávky pro Telerentgen hlavy pro jeden snímek (Vlastní údaje).

Pacient	Pohlaví	Věk	Terapie/Počet sn.	P _{KA} [mGy.cm ²]	E [mSv]
1	Žena	16	3/3	16,1; 14,9; 17,3	0,012; 0,011; 0,013
2	Žena	13	1/1	16,1	0,012
3	Žena	17	2/2	17,3; 14,9	0,013; 0,011
4	Muž	20	3/2	17,3; 12,9	0,013; 0,009

Pacient	Pohlaví	Věk	Terapie/Počet sn.	P _{KA} [mGy.cm ²]	E [mSv]
5	Muž	14	4/3	16,1; 14,9; 12,0	0,012; 0,011; 0,009
6	Muž	14	3/2	19,7; 16,1	0,015; 0,012
7	Muž	19	4/4	2x 17,3; 16,1; 13,9	2x 0,013; 0,012; 0,010
8	Žena	14	1/2	18,5; 16,1	0,014; 0,012
9	Žena	13	2/3	16,1; 14,9; 12,9	0,012; 0,011; 0,009
10	Muž	16	3/3	18,5; 17,3; 14,9	0,014; 0,013; 0,011
11	Muž	15	2/2	19,7; 17,3	0,015; 0,013
12	Muž	14	2/3	18,5; 16,1; 14,9	0,014; 0,012; 0,011
13	Muž	14	1/2	19,7; 16,1	0,015; 0,012
14	Žena	14	2/3	19,7; 17,3; 16,1	0,015; 0,013; 0,013
15	Žena	16	4/2	18,5; 16,1	0,014; 0,012
16	Žena	16	2/2	17,3; 14,9	0,013; 0,011
17	Žena	19	2/1	18,5	0,014
18	Žena	15	1/2	18,5; 17,3	0,014; 0,013
19	Žena	12	1/2	16,1; 14,9	0,012; 0,011
20	Muž	16	1/2	19,7; 17,3	0,015; 0,013
21	Muž	17	2/2	17,9; 16,1	0,011; 0,012
22	Žena	14	2/2	19,7; 14,9	0,015; 0,011
23	Žena	13	1/1	14,9	0,011
24	Žena	16	3/4	4x 18,5	4x 0,014
25	Muž	11	2/2	19,7; 16,1	0,015; 0,012
26	Žena	15	1/3	2x 20,9; 18,5	2x 0,015; 0,014
27	Žena	15	3/4	2x 17,3; 14,9; 12,9	2x 0,013; 0,011; 0,009

Pacient	Pohlaví	Věk	Terapie/Počet sn.	P _{KA} [mGy.cm ²]	E [mSv]
28	Žena	15	2/3	16,1; 12,9; 12,0	0,012; 0,009; 0,009
29	Žena	15	2/3	3x 14,9	3x 0,011
30	Muž	15	1/2	19,7; 16,1	0,015; 0,012
31	Muž	15	3/3	18,5; 17,3; 14,9	0,014; 0,013; 0,011
32	Žena	15	2/2	19,7; 17,3	0,015; 0,013
33	Žena	16	3/3	18,5; 16,1; 12,9	0,014; 0,012; 0,012
34	Žena	14	2/3	19,7; 16,1; 14,9	0,015; 0,012; 0,011
35	Žena	17	4/4	2x 17,3; 16,1; 12,9	2x 0,013; 0,012; 0,012
36	Muž	18	2/2	17,3; 16,1	0,013; 0,012
37	Muž	15	2/2	18,5; 16,1	0,014; 0,012
38	Žena	15	2/3	19,7; 14,9; 12,9	0,015; 0,011; 0,012
39	Muž	13	2/2	2x 16,1	2x 0,012
40	Žena	16	3/2	17,3; 14,9	0,013; 0,011
41	Muž	15	2/1	17,3	0,013
42	Žena	16	2/2	17,3; 14,9	0,013; 0,011
43	Žena	12	2/2	2x 16,1	2x 0,012
44	Žena	16	1/2	19,7; 17,3	0,015; 0,013
45	Muž	16	2/2	20,9; 17,3	0,015; 0,013
46	Muž	14	2/2	17,3; 16,1	0,013; 0,012
47	Žena	13	2/2	19,7; 17,3	0,015; 0,013
48	Muž	19	2/2	17,3; 18,5	0,013; 0,014
49	Žena	15	3/3	17,3; 2x 12,9	0,013; 2x 0,009
50	Muž	13	1/1	18,5	0,014

V tabulce číslo 9 jsou vypočteny efektivní dávky pro telorentgen hlavy pro jeden snímek. U většiny pacientů bylo v průběhu léčby provedeno více jak jeden či dva snímky. Je to ovlivněno předpisem pojišťovny o poskytování a úhradě služeb. Snímkování lze vyžádat jednou za kalendářní rok. U všech 50 respondentů byl tento předpis dodržen. Efektivní dávka pro toto vyšetření je uváděna jako 0,011 mSv. Vypočtené hodnoty se pohybují v rozmezí 0,009 až 0,015 mSv. Pomocí výpočtů jsme zjistili, že pouze u 22 pacientů jsme docílili této dávky. U ostatních pacientů byla radiční zátěž překročena vždy u jednoho snímku o jednu desetinu, tedy 0,02 mSv. U 2 pacientek byla hranice přesáhnutá 4krát a 3krát u všech provedených záběrů.

Tabulka 10: Efektivní dávky pro Telorentgen hlavy pro více snímků (Vlastní údaje).

Pacient	Pohlaví	Věk	Terapie/Počet sn.	P_{KA} [mGy.cm ²]	Součet E [mSv]
1	Žena	16	3/3	16,1; 14,9; 17,3	0,04
2	Žena	13	1/1	16,1	0,01
3	Žena	17	2/2	17,3; 14,9	0,03
4	Muž	20	3/2	17,3; 12,9	0,02
5	Muž	14	4/3	16,1; 14,9; 12,0	0,03
6	Muž	14	3/2	19,7; 16,1	0,03
7	Muž	19	4/4	2x 17,3; 16,1; 13,9	0,05
8	Žena	14	1/2	18,5; 16,1	0,03
9	Žena	13	2/3	16,1; 14,9; 12,9	0,03
10	Muž	16	3/3	18,5; 17,3; 14,9	0,03
11	Muž	15	2/2	19,7; 17,3	0,03
12	Muž	14	2/3	18,5; 16,1; 14,9	0,04
13	Muž	14	1/2	19,7; 16,1	0,03
14	Žena	14	2/3	19,7; 17,3; 16,1	0,04
15	Žena	16	4/2	18,5; 16,1	0,03
16	Žena	16	2/2	17,3; 14,9	0,03
17	Žena	19	2/1	18,5	0,02
18	Žena	15	1/2	18,5; 17,3	0,03
19	Žena	12	1/2	16,1; 14,9	0,02
20	Muž	16	1/2	19,7; 17,3	0,03

Pacient	Pohlaví	Věk	Terapie/Počet sn.	P _{KA} [mGy.cm ²]	E [mSv]
21	Muž	17	2/2	17,9; 16,1	0,02
22	Žena	14	2/2	19,7; 14,9	0,03
23	Žena	13	1/1	14,9	0,01
24	Žena	16	3/4	4x 18,5	0,06
25	Muž	11	2/2	19,7; 16,1	0,03
26	Žena	15	1/3	2x 20,9; 18,5	0,05
27	Žena	15	3/4	2x 17,3; 14,9; 12,9	0,05
28	Žena	15	2/3	16,1; 12,9; 12,0	0,03
29	Žena	15	2/3	3x 14,9	0,03
30	Muž	15	1/2	19,7; 16,1	0,03
31	Muž	15	3/3	18,5; 17,3; 14,9	0,04
32	Žena	15	2/2	19,7; 17,3	0,03
33	Žena	16	3/3	18,5; 16,1; 12,9	0,04
34	Žena	14	2/3	19,7; 16,1; 14,9	0,04
35	Žena	17	4/4	2x 17,3; 16,1; 12,9	0,05
36	Muž	18	2/2	17,3; 16,1	0,03
37	Muž	15	2/2	18,5; 16,1	0,03
38	Žena	15	2/3	19,7; 14,9; 12,9	0,04
39	Muž	13	2/2	2x 16,1	0,03
40	Žena	16	3/2	17,3; 14,9	0,03
41	Muž	15	2/1	17,3	0,01
42	Žena	16	2/2	17,3; 14,9	0,03
43	Žena	12	2/2	2x 16,1	0,03
44	Žena	16	1/2	19,7; 17,3	0,03
45	Muž	16	2/2	20,9; 17,3	0,03
46	Muž	14	2/2	17,3; 16,1	0,03
47	Žena	13	2/2	19,7; 17,3	0,03
48	Muž	19	2/2	17,3; 18,5	0,03
49	Žena	15	3/3	17,3; 2x 12,9	0,03
50	Muž	13	1/1	18,5	0,02

V tabulce jsou sečteny hodnoty z jednotlivých snímků a tím zjištěna celková dávka na snímcích hlavy za celý průběh terapie. Nejmenší výsledek je roven 0,01 mSv a nejvyšší 0,05 mSv. Hodnota nebyla překročena a do výše maxima efektivní dávky má pacient opět daleko. Tudíž pacient bez starostí může jít na další vyšetření, která využívají ionizující záření.

Tabulka 11: Radiační zátěž na Ortodontomografii na jednom snímku (Vlastní údaje).

Pacient	Pohlaví	Věk	Terapie/Počet sn.	P _{KA} [mGy.cm ²]	E [mSv]
1	Žena	16	3/4	3x 42,8; 58,1	3x 0,032; 0,043
2	Žena	13	1/3	2x 42,8; 58,1	0,032; 0,043
3	Žena	17	2/3	2x 46,5; 87,8	2x 0,034; 0,065
4	Muž	20	3/2	58,1; 46,5	0,043; 0,034
5	Muž	14	4/4	62,7; 2x 42,8; 46,5	0,046; 2x 0,032; 0,034
6	Muž	14	3/2	42,8; 87,8	0,032; 0,065
7	Muž	19	4/4	62,7; 2x 42,8; 46,5	0,046; 2x 0,032; 0,034
8	Žena	14	1/2	62,7; 42,8	0,046; 0,032
9	Žena	13	2/4	4x 42,8	4x 0,032
10	Muž	16	3/3	62,7; 2x 42,8	0,046; 2x 0,032
11	Muž	15	2/3	2x 87,8; 46,5	2x 0,065; 0,034
12	Muž	14	2/4	87,8; 3x 42,8	0,065; 3x 0,032
13	Muž	14	1/2	87,8; 42,8	0,065; 0,032
14	Žena	14	2/3	87,8; 58,1; 46,5	0,065; 0,043; 0,034
15	Žena	16	4/3	3x 42,8	3x 0,032
16	Žena	16	2/2	62,7; 42,8	0,046; 0,032
17	Žena	19	2/2	62,7; 42,8	0,046; 0,032
18	Žena	15	1/2	62,7; 42,8	0,046; 0,032
19	Žena	12	1/2	46,5; 42,8	0,034; 0,032

Pacient	Pohlaví	Věk	Terapie/Počet sn.	P _{Ka} [mGy.cm ²]	E [mSv]
20	Muž	16	1/2	62,7; 46,5	0,046; 0,034
21	Muž	17	2/3	62,7; 42,8; 46,5	0,046; 0,032; 0,034
22	Žena	14	2/2	62,7; 42,8	0,046; 0,032
23	Žena	13	1/2	46,5; 42,8	0,034; 0,032
24	Žena	16	3/5	62,7; 4x 42,8	0,046; 4x 0,032
25	Muž	11	2/2	62,7; 42,8	0,046; 0,032
26	Žena	15	1/3	46,5; 2x 87,8	0,034; 2x 0,065
27	Žena	15	3/5	46,5; 4x 42,8	0,034; 4x 0,032
28	Žena	15	2/3	2x 42,8; 50,2	2x 0,032; 0,037
29	Žena	15	2/2	2x 46,5	2x 0,034
30	Muž	15	1/2	62,7; 42,8	0,046; 0,032
31	Muž	15	3/3	62,7; 46,5; 42,8	0,046; 0,034; 0,032
32	Žena	15	2/2	62,7; 42,8	0,046; 0,032
33	Žena	16	3/3	58,1; 2x 42,8	0,043; 2x 0,032
34	Žena	14	2/3	87,8; 2x 42,8	0,065; 2x 0,032
35	Žena	17	4/4	3x 46,5; 42,8	3x 0,034; 0,032
36	Muž	18	2/2	58,1; 46,5	0,043; 0,034
37	Muž	15	2/2	87,8; 46,5	0,065; 0,034
38	Žena	15	2/3	75,3; 46,5; 42,8	0,055; 0,034; 0,032
39	Muž	13	2/3	75,3; 58,1; 42,8	0,055; 0,043; 0,032
40	Žena	16	3/3	58,1; 2x 42,8	0,043; 2x 0,032
41	Muž	15	2/2	58,1; 46,5	0,043; 0,034
42	Žena	16	2/3	46,5; 2x 42,8	0,034; 2x 0,032
43	Žena	12	2/3	2x 62,7; 42,8	2x 0,046; 0,032
44	Žena	16	1/2	62,7; 46,5	0,046; 0,034
45	Muž	16	2/2	87,8; 50,2	0,065; 0,037

Pacient	Pohlaví	Věk	Terapie/Počet sn.	P _{KA} [mGy.cm ²]	E [mSv]
46	Muž	14	2/2	42,8; 46,5	0,032; 0,034
47	Žena	13	2/2	87,8; 46,5	0,065; 0,034
48	Muž	19	2/2	87,8; 58,1	0,065; 0,043
49	Žena	15	3/3	3x 42,8	3x 0,032
50	Muž	13	1/1	58,1	0,043

Dohromady u 50 pacientů bylo provedeno 129 snímků. U celkem 88 snímků byla radiační dávka v normě, která se pohybuje okolo 0,03 mSv. V rozmezí 0,04-0,07 mSv došlo k překročení u 34 snímků, ale vždy pouze u jednoho snímkování konkrétního pacienta. U dvou snímkování byla hodnota překročena celkem 7x.

Tabulka 12: Radiační zátěž na Ortopantomografii na více snímcích (Vlastní údaje).

Pacient	Pohlaví	Věk	Terapie/Počet sn.	P _{KA} [mGy.cm ²]	Součet E [mSv]
1	Žena	16	3/4	3x 42,8; 58,1	0,1
2	Žena	13	1/3	2x 42,8; 58,1	0,08
3	Žena	17	2/3	2x 46,5; 87,8	0,1
4	Muž	20	3/2	58,1; 46,5	0,08
5	Muž	14	4/4	62,7; 2x 42,8; 46,5	0,2
6	Muž	14	3/2	42,8; 87,8	0,1
7	Muž	19	4/4	62,7; 2x 42,8; 46,5	0,2
8	Žena	14	1/2	62,7; 42,8	0,08
9	Žena	13	2/4	4x 42,8	0,1
10	Muž	16	3/3	62,7; 2x 42,8	0,1
11	Muž	15	2/3	2x 87,8; 46,5	0,2
12	Muž	14	2/4	87,8; 3x 42,8	0,2
13	Muž	14	1/2	87,8; 42,8	0,1
14	Žena	14	2/3	87,8; 58,1; 46,5	0,2
15	Žena	16	4/3	3x 42,8	0,1
16	Žena	16	2/2	62,7; 42,8	0,08
17	Žena	19	2/2	62,7; 42,8	0,1

Pacient	Pohlaví	Věk	Terapie/Počet sn.	P _{KA} [mGy.cm ²]	Součet E [mSv]
18	Žena	15	1/2	62,7; 42,8	0,08
19	Žena	12	1/2	46,5; 42,8	0,07
20	Muž	16	1/2	62,7; 46,5	0,08
21	Muž	17	2/3	62,7; 42,8; 46,5	0,1
22	Žena	14	2/2	62,7; 42,8	0,08
23	Žena	13	1/2	46,5; 42,8	0,07
24	Žena	16	3/5	62,7; 4x 42,8	0,2
25	Muž	11	2/2	62,7; 42,8	0,08
26	Žena	15	1/3	46,5; 2x 87,8	0,2
27	Žena	15	3/5	46,5; 4x 42,8	0,2
28	Žena	15	2/3	2x 42,8; 50,2	0,1
29	Žena	15	2/2	2x 46,5	0,07
30	Muž	15	1/2	62,7; 42,8	0,08
31	Muž	15	3/3	62,7; 46,5; 42,8	0,1
32	Žena	15	2/2	62,7; 42,8	0,08
33	Žena	16	3/3	58,1; 2x 42,8	0,1
34	Žena	14	2/3	87,8; 2x 42,8	0,1
35	Žena	17	4/4	3x 46,5; 42,8	0,1
36	Muž	18	2/2	58,1; 46,5	0,1
37	Muž	15	2/2	87,8; 46,5	0,08
38	Žena	15	2/3	75,3; 46,5; 42,8	0,1
39	Muž	13	2/3	75,3; 58,1; 42,8	0,1
40	Žena	16	3/3	58,1; 2x 42,8	0,1
41	Muž	15	2/2	58,1; 46,5	0,08
42	Žena	16	2/3	46,5; 2x 42,8	0,1
43	Žena	12	2/3	2x 62,7; 42,8	0,1
44	Žena	16	1/2	62,7; 46,5	0,08
45	Muž	16	2/2	87,8; 50,2	0,1
46	Muž	14	2/2	42,8; 46,5	0,07
47	Žena	13	2/2	87,8; 46,5	0,1

Pacient	Pohlaví	Věk	Terapie/Počet sn.	P _{KA} [mGy.cm ²]	Součet E [mSv]
48	Muž	19	2/2	87,8; 58,1	0,1
49	Žena	15	3/3	3x 42,8	0,1
50	Muž	13	1/1	58,1	0,04

Co se týče výsledků z tabulky 12, dávky byly překročeny v omezené míře. Zejména pouze pro jeden snímek ze všech vytvořených. 7krát byl výsledek překročen u dvou snímků. Nejvyšší vypočtená hodnota se pohybuje okolo 0,1-0,2 mSv a nejnižší 0,04 mSv za jeden a 0,07-0,08 mSv za dva snímky.

Tabulka 13: Dávky za celý průběh ortodontické léčby (Vlastní údaje).

Pacient	Pohlaví	Věk	Terapie/Počet snímků celkem	Součet E OPG [mSv]	Součet E telorentgen hlavy [mSv]	Dávka za celý průběh léčby
1	Žena	16	3/7	0,01	0,04	0,05
2	Žena	13	1/4	0,08	0,01	0,09
3	Žena	17	2/5	0,1	0,03	0,13
4	Muž	20	3/4	0,08	0,02	0,1
5	Muž	14	4/7	0,2	0,03	0,23
6	Muž	14	3/4	0,1	0,03	0,13
7	Muž	19	4/8	0,2	0,03	0,23
8	Žena	14	1/4	0,08	0,03	0,11
9	Žena	13	2/7	0,1	0,03	0,13
10	Muž	16	3/6	0,1	0,03	0,13
11	Muž	15	2/5	0,2	0,03	0,23
12	Muž	14	2/7	0,2	0,04	0,24
13	Muž	14	1/4	0,1	0,03	0,13
14	Žena	14	2/6	0,2	0,03	0,23
15	Žena	16	4/5	0,1	0,03	0,13
16	Žena	16	2/4	0,08	0,03	0,11
17	Žena	19	2/3	0,1	0,02	0,12

Pacient	Pohlaví	Věk	Terapie/Počet snímků celkem	Součet E OPG [mSv]	Součet E telerentgen hlavy [mSv]	Dávka za celý průběh léčby
18	Žena	15	1/4	0,08	0,03	0,11
19	Žena	12	1/4	0,07	0,02	0,09
20	Muž	16	1/4	0,08	0,03	0,11
21	Muž	17	2/5	0,1	0,02	0,12
22	Žena	14	2/4	0,08	0,03	0,11
23	Žena	13	1/3	0,07	0,01	0,08
24	Žena	16	3/9	0,2	0,06	0,26
25	Muž	11	2/4	0,08	0,03	0,11
26	Žena	15	1/6	0,2	0,05	0,25
27	Žena	15	3/9	0,2	0,05	0,25
28	Žena	15	2/6	0,1	0,03	0,13
29	Žena	15	2/5	0,07	0,03	0,1
30	Muž	15	1/4	0,08	0,03	0,11
31	Muž	15	3/6	0,1	0,04	0,14
32	Žena	15	2/4	0,08	0,03	0,11
33	Žena	16	3/6	0,1	0,04	0,14
34	Žena	14	2/6	0,1	0,04	0,14
35	Žena	17	4/8	0,1	0,05	0,15
36	Muž	18	2/4	0,1	0,03	0,13
37	Muž	15	2/4	0,08	0,03	0,11
38	Žena	15	2/6	0,1	0,04	0,14
39	Muž	13	2/5	0,1	0,03	0,13
40	Žena	16	3/5	0,1	0,03	0,13
41	Muž	15	2/3	0,08	0,01	0,09
42	Žena	16	2/5	0,1	0,03	0,13
43	Žena	12	2/5	0,1	0,03	0,13
44	Žena	16	1/4	0,08	0,03	0,11
45	Muž	16	2/4	0,1	0,03	0,13

Pacient	Pohlaví	Věk	Terapie/Počet snímků celkem	Součet E OPG [mSv]	Součet E telerentgen hlavy [mSv]	Dávka za celý průběh léčby
46	Muž	14	2/4	0,07	0,03	0,1
47	Žena	13	2/4	0,1	0,03	0,1
48	Muž	19	2/4	0,1	0,03	0,1
49	Žena	15	3/6	0,1	0,03	0,1
50	Muž	13	1/2	0,04	0,02	0,06

V tabulce 13 jsou sečteny efektivní dávky u všech respondentů z vyšetření OPG a snímků hlavy. Výsledkem je obdržená dávka za celý průběh ortodontické léčby. Výsledky se pohybují od 0,05-0,26 mSv. Nejnižší hodnota 0,05 mSv byla dosažena jednou a poté stoupá. Nejvyšší vypočtená hodnota se rovná 0,26 mSv a nachází se pouze u jednoho respondenta. Nejpočetnější jsou hodnoty 0,013 mSv s počtem výskytu 13krát a dále hodnota 0,011 mSv, která se vyskytuje 10krát. Závěrem je, že konečné hodnoty jsou nízké a nepředstavují žádné riziko vzniku nežádoucích účinků ionizujícího záření.

3.4 Vyhodnocení cílů a výzkumných předpokladů

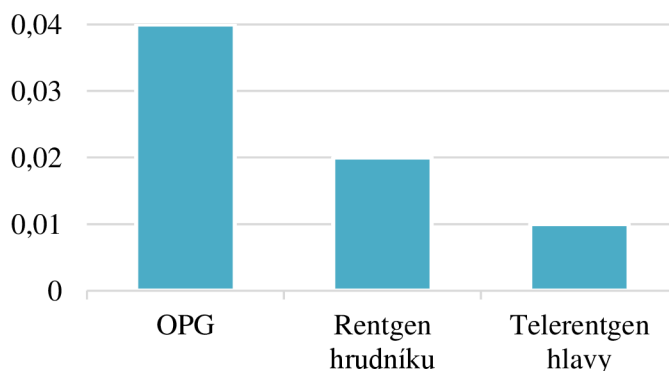
Byla definována využívaná ortopantomografie v ordinaci ortodontisty, jeho stavba, princip a využití. Tímto byl splněn první cíl práce v teoretické části. Druhý cíl byl splněn v praktické části a to tím, že byla stanovena výše celkové dávky, kterou pacient obdržel za celý průběh ortodontické léčby. Dále dávka byla převedena na rentgenové vyšetření hrudníku a telerentgen lbi. Poslední cíl byl též splněn v praktické části kdy pomocí tabulek byly porovnány celkové dávky, a tím bylo zjištěno, které ze zmiňovaných vyšetření je více zátěžové či samotná ortopantomografie.

V rámci práce byly stanoveny dvě hypotézy.

1. Předpokládám, že OPG není nebezpečné vyšetření a je méně zátěžové pro organismus než telerentgen lebky a rentgen hrudníku.
2. Na druhou stranu, při indikaci lékařem a vyhotovení dvou a více snímků za celý průběh léčby u ortodontisty, může být OPG více náročnější po radiční stránce než telerentgen či rentgen hrudníku.

U hypotézy č. 1 jsme pomocí výsledků dávek zjistili, že vyšetření OPG je více zátěžové pro organismus než snímek lbi a rentgen hrudníku. V žádném případě, ale není nebezpečné, protože ozáření okolní tkáně je minimální a dávka odpovídá normě. Pouze v ojedinělých případech byla překročena z důvodu nutnosti nastavení přístroje na vyšší parametry. Závěrečným výsledkem je, že hypotéza **nebyla potvrzena**. Stanovená hypotéza č. 2 **nebyla též splněna**. Při indikaci lékařem a vyhotovení dvou a více snímků za celý průběh léčby u ortodontisty není OPG více náročnější po radiační stránce než snímek lebky či rentgen hrudníku. Z výsledků je viditelné, že více snímků rentgenu hrudníku je náročnější po radiační stránce než další dvě zmiňovaná vyšetření. Důvodem je ozařování okolních struktur v dutině hrudní, a tím se radiační zátěž navyšuje. U výpočtů rentgenů lebky pro více snímků jsou hodnoty velice nízké a splňují normy dle radiační ochrany jak za celý průběh léčby, tak i za rok. Pokud by bylo zapotřebí pacienti by mohli podstoupit lékařské ozáření i na jiných vyšetřeních. Tato hypotéza lze popsat i jiným způsobem, kdy bychom porovnávali všechny snímky OPG za celý průběh léčby pouze s jedním snímkem hrudníku či hlavy. V tomto případě by hypotéza byla splněna. V ojedinělých případech se součet rovná stejné hodnotě jako jeden snímek hlavy a rentgenu hrudníku jinak je přítomna převaha vyšší hodnoty.

Pro názorné porovnání je vložen graf 1, který popisuje vypočítanou průměrnou dávku z daných vyšetření. U panoramatického snímkování ze 129 snímků 50 respondentů je výsledná hodnota $0,04079 \pm 0,04$ mSv. Z 50 snímků rentgenu hrudníku (srdce, plíce) se dávka rovná $0,01712 \pm 0,02$ mSv. Poslední průměrná hodnota specifikuje telerentgen hlavy, kdy bylo vyhotoveno celkem 117 snímků a průměr odpovídá $0,01191 \pm 0,01$ mSv. Zde je vidět, že nejvyšší průměrná obdržená dávka odpovídá právě vyšetření OPG. Na druhém místě je rentgen hrudníku a nejnižší průměr má snímek hlavy.



Graf 1: Porovnání průměrné dávky v mSv na konkrétních vyšetřeních (Zdroj vlastní).

4 Diskuze

V kvantitativním výzkumu byly stanoveny dvě hypotézy. Předpoklad, že OPG není nebezpečné vyšetření a je méně zátěžové pro organismus než telorentgen lebky a rentgen hrudníku. Na druhou stranu, při indikaci lékařem a vyhotovení dvou a více snímků za celý průběh léčby u ortodontisty, může být OPG více náročnější po radiační stránce než telorentgen či rentgen hrudníku.

Za pomoci vzorce konverzního faktoru byla vypočtena odhadovaná efektivní dávka pro OPG v rozmezí 0,032-0,065 mSv, rentgen hrudníku cca 0,02-0,03 mSv a telorentgen hlavy 0,009-0,015 mSv. Výsledky byly porovnány s dávkami z odborných publikací. Článek Radiační dávka RTG a CT vyšetření ve stomatologii vychází ze studií Frederiksen, který uvádí efektivní dávku pro panoramatický snímek 0,026 mSv (Černochová a Krupa, 2005). Lékař John Cosson z Austrálie tvrdí, že pacient obdrží přibližnou dávku 0,014 mSv (Cosson, 2020). Berme tedy v potaz jako průměrnou dávku ionizujícího záření na OPG cca 0,02 mSv (Schill Dental Clinic, 2021). V publikaci Must Radiation Dose for CT of the Maxilla and Mandible Be Higher than That for Conventional Panoramic Radiography? byl proveden test odhadu dopadové tzv. absorbované kožní dávky pro panoramatický snímek na okolní struktury (Diederichs et al., 1996). Pokud bychom výsledky zaokrouhlili na dvě desetinná místa tak by se některé shodovali s publikacemi. Mnou vypočítané hodnoty se shodují s Frederiksenem, které vyšly cca 0,03 mSv. Rozdíl je u Johna Cossona, který uvádí 0,014 mSv, ale moje výsledky se nepřiblížily k této hodnotě tudíž s ním nesouhlasím (Cosson, 2020). Dále se neshodují ani s hodnotou 0,02 mSv (Schill Dental Clinic, 2021) a rozmezím 0,007 až 0,014 mSv (Černochová a Krupa, 2005). Také jsem se nepřiblížila hodnotě 0,005 mSv (Súkupová, 2013). Jak tito autoři či jejich zdroje došli k nižším výsledkům nejsem schopna vysvětlit. Pravděpodobně je to způsobeno využitím novějšího typu přístroje, jinou národností, stavbou těla a expozičními parametry, které lze ovlivnit (napětí, elektrický proud). Další možností může být poměrně malé množství respondentů. Co se týče rentgenu srdce, plíce tak se výsledky shodují s hodnotami 0,02 mSv ze dvou zdrojů (Súkupová, 2013; Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2022) a 0,03 mSv (Petrová, 2016). Dávka byla překročena pouze v ojedinělých případech, a to pouze vždy za jedno či dvě snímkování u daného respondenta.

Počty snímků, které proplácí pojišťovna nebyly ani jednou překročeny, ale dle mého názoru jsou snímky u ortodontisty využívány poměrně často, i když není zapotřebí provádět snímkování. Zde, spíše hraje roli nárok využít snímkování dle pojišťovny než samotný přínos.

Také si myslím, že v dnešní době není zapotřebí vytvářet u konkrétního typu přístroje tolik modulů nastavení. Z mého hlediska je to zbytečné, ať už po ekonomické stránce, zároveň složitosti konstrukce a principu záření pro výrobce. Každý radiologický pracovník využívá pouze určitá nastavení, která střídá dle mohutnosti pacienta.

V souvislosti s tématem konverzního faktoru jsem našla tři kvalifikační práce, které zmiňují efektivní dávky na vyšetření rentgenu hrudníku, hlavy a snímku OPG. Bakalářská práce Porovnání radiační zátěže pacientů u vybraných zobrazovacích modalit s radiační zátěží z přirozeného pozadí v ČR autorka vypočítávala průměrnou hodnotu u žen a mužů z obdržených rentgenových snímků a následně ji porovnávala s rentgenem dutiny břišní a hlavy (Chmelařová, 2020). Mezi další se řadí dílo s názvem Možnosti diagnostiky ve stomatologii. Autorka se také zaměřuje jiným směrem a dávka je vypočtena z jednoho snímku z testování dlouhodobé stálosti přístroje a opět porovnána s jinými skiagrafickými metodami (Brabcová, 2015). Poslední s pojmenováním Radiační zátěž ortodontických pacientů je věnována ke zjištění nejvyužívanějšího vyšetření v ortodontii, početnosti a frekvenci u invazivních a neinvazivních výkonů a v neposlední řadě určení dávek u třech pacientů (Fišer, 2017). I když to vypadá, že práce jsou podobného charakteru každý jdeme jiným směrem, a kromě konverzního faktoru se práce po obsahové i praktické stránce neshodují. Bakalářské práce mi byly inspirací, ale jedinou shodou je konverzní faktor a vzorec pro výpočet efektivní dávky což mi bylo nápomocné jako zpětná kontrola správnosti mých informací, které jsem obdržela fyzikem při konzultacích ohledně výpočtů.

Konverzní koeficient krásně popisuje článek A conversion Coefficient from Dose-Area Products to Effective Doses for Patients in Intraoral Radiography, který vysvětluje princip, jeho využití a vztah s tkáňovým váhovým faktorem zaměřeným na intraorální snímkování. I přesto, že se jedná o jiný druh snímku, konverzní koeficient funguje stále stejně. Obsahem jsou i grafy, které zachycují stoupání či klesání dávky v souvislosti s napětím rentgenky (Sato, 2002).

Tato kvalifikační práce by mohla do budoucna přinést mnoho užitečných informací. Příkladem je využití u rodičů, kteří hledají mnoho informací, zdali vyšetření nejsou škodlivá pro dospívající děti.

I přesto, že existuje webový portál Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, kde lidé mohou psát své dotazy a získávat na ně odpovědi by měli vědět, že v dnešní době na internetu se dá najít mnoho informací či prací, které nabízejí obdobné informace a nemusejí tak čekat na odpověď. Dalším příkladem je, že zákonný zástupce má právo nahlížet do zdravotní dokumentace včetně snímků. Pokud si zapíše expoziční data ze snímků je schopen si podle této práce sám vypočítat přibližnou efektivní dávku. Dále se nabízí možnost dalšího rozvoje výzkumu v této oblasti a navázat tak na moje poznatky či je vyvrátit, protože každý z nás dosáhne jiných výsledků. Výsledky mohou být dále porovnávány a posuzovány.

Postup výpočtu je stanoven pomocí využití konverzního koeficientu, protože není možné využít již vyvinuté softwary pro přesné stanovení intenzity záření na pacienta a okolní struktury. Program je hlavně určen pro plánování radioterapie. Lze ho využít i pro přesný výpočet efektivní dávky z některých radiodiagnostických metod např. rentgen nebo výpočetní tomografie.

Ve stomatologii se však nevyužívá a vzorce nejsou definovány. Výpočet přes koeficient je pouze orientační a nelze výsledek považovat za přesný. Pokud by bylo možné využít program obdrželi bychom přesný výsledek, ale výpočet je složitější. Potřebujeme k tomu více informací jako je váha, výška, pohlaví a tak dále.

Pokud bych se měla věnovat znovu kvantitativnímu výzkumu s hypotézami stejně definovanými, postupovala bych jiným způsobem. Expoziční parametry jsem zpracovávala do tabulek Microsoft Office Excel, ale nevyužila jsem funkcí, které nabízí. Hodnot jsem docílila individuálními výpočty pro každého respondenta a snímek v Microsoft Office Word v tabulkách, tzn. že jsem pracovala s kalkulačkou a ztratila zbytečně čas, který jsem mohla využít jiným způsobem. Touto chybou jsem se poučila a pro příště bych zvolila využití matematických funkcí v Excelu a tím si ušetřila čas. Tato chyba nepřinesla žádný vliv do mé práce, ale může se stát, že výsledek může být nepřesný.

Přínosem této práce je, že i bez digitálních technologií, chytrých softwarů pro výpočet odhadu orgánových efektivních dávek (např. PCXMC nebo Medsquare RDM) lze vypočítat odhadovanou dávku záření a že to zvládne i nezkušený čtenář. Dalším přínosem je, že jsem se dozvěděla nové poznatky, získala nové zkušenosti z oblasti radiologického směru a psaní této práce mě naplňovalo.

5 Návrh doporučení pro praxi

Výsledky radiační zátěže poukázaly na to, že hodnota dávky je individuální a nelze vypočítat přesnou hodnotu bez adekvátního softwaru. Dále, že nemusí souhlasit se stanovenými dávkami dle publikací. Zároveň dávka není nebezpečná pro lidský organismus a riziko vzniku nežádoucích účinků na ionizující záření v oblasti diagnostiky u ortodontisty a rentgenu hrudníku je nepravděpodobné. Dle mého doporučení není třeba provádět výpočet přesné efektivní dávky, protože lékaři i radiologičtí fyzici ví, že dávka se pohybuje v rozmezí několika desetin mSv a v závislosti na vyšetření nemůže vznikat radiační poškození. V případě chtěného výpočtu bych doporučila využívat speciální softwary pro výpočet efektivní dávky na konkrétní oblast a kritické struktury v okolí (např. PCXMC nebo Medsquare RDM), které využívá například onkologické centrum pro plánování radioterapie. Dosavadní nevýhodou je, že v dnešní době nelze tyto softwary využít pro výpočet panoramatického snímkování, takže bych doporučila tuto nevýhodu napravit. Dalším doporučením je, že snímkování u ortodontisty by se nemuselo využívat tak často, protože terapie fixním aparátem se pohybuje v délce od jednoho roku a více. Změny jsou tudíž viditelné i bez využití zobrazovací techniky. V neposlední řadě by se určité populace nebo specializovaný personál mohl věnovat tomuto tématu, rozvíjet jej v odborných publikacích a poskytovat konference pro další vzdělávání odborných pracovníků i široké veřejnosti.

6 Závěr

Tato práce byla věnována výpočtu dávek pomocí konverzního koeficientu pro OPG, telerentgen lbi a rentgen hrudníku. V teoretické části byl popsán úvod do radiologie, radiační zátěž na daných vyšetřeních včetně radiační ochrany a v neposlední řadě samotná ortopantomografie. V praktické části byla data zpracována z ordinace ortodontisty MUDr. Ireny Chudobové a z oddělení Radiodiagnostiky EUC Klinika Liberec. Ze sběru hodnot z provedených snímků byla odhadem vypočítána obdržená efektivní dávka. Hodnoty byly zpracovány pomocí tabulek v Excelu a následně zaznamenány do tabulek, které byly začleněny do práce. Grafy nebyly využity z důvodu nepřehlednosti, pouze jeden pro porovnání průměrné dávky.

Cílem této práce bylo definovat využívanou ortopantomografii v ordinaci ortodontisty, jeho stavbu, princip a využití. Dále stanovit výši celkové dávky obdržené pacientem za celý průběh ortodontické léčby a převést dávku na rentgenové vyšetření hrudníku a telerentgen lebky. Nakonec pomocí porovnání celkových dávek zjistit, zdali jsou více zátěžová zmiňovaná rentgenová vyšetření či panoramatický snímek. Všechny zmiňované cíle byly splněny. Výsledky dávek se shodují či se přibližují hodnotám dle standardů a publikací. Na základě této práce byla navržena doporučení pro praxi.

Závěr celé práce je takový, že celková dávka je vyšší u pacientů s rentgenem hrudníku a telerentgenem hlavy než u OPG. Důvodem může být ozařování okolních struktur v oblasti hrudníku a lbi. Také výslednou dávku ovlivňují expoziční parametry, které jsou vyšší z důvodu větší hloubky průchodu paprsků X tkání. Výsledná dávka u jednoho snímku OPG je však vyšší, protože ozařujeme dutinu ústní. Tím pádem jsou vystaveny radiaci jazyk, zuby, sliznice, část krku se štítnou žlázou nebo při špatné pozici ozařujeme horní dýchací cesty a očníce. Další možnou příčinou je jiná délka expozice a jiné parametry nastavení přístroje. Dle zákona je stanoven limit pro počet OPG, aby lékaři nezneužívali možnosti vyhotovení a nedošlo k zbytečnému přezáření pacienta. Při snímkování hlavy v ortodoncii není lebka snímána celá, ale pouze část, protože ortodontistu zajímá bočný skus z důvodu vývojových vad a případně posun skusu během terapie.

Seznam použité literatury

ANON. 2021. Funkce stomatologické rentgenky se statickou anodou [obrázek v knize]. In: PASLER, Friedrich Anton. *Stomatologická radiologie: překlad 6*. Praha: Grada, s. 40. ISBN 978-80-271-1039-1.

BRABCOVÁ, Aneta. 2015. *Možnosti diagnostiky ve stomatologii*. Plzeň. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta zdravotnických studií. Dostupné také z: <https://dspace5.zcu.cz/handle/11025/20595>

COSSON, John. 2020. Interpreting an orthopantomogram. *Australian journal of general practice*. **49(9)**, 550-555. DOI 10.31128/AJGP-07-20-5536. Dostupné také z: <https://www1.racgp.org.au/ajgp/2020/september/interpreting-an-orthopantomogram>

COSSON, John. 2020. Figure 5-6 [online obrázek]. In: Interpreting an orthopantomogram. *Australian journal of general practice*, **49(9)**, s. 552. DOI 10.31128/AJGP-07-20-5536. Dostupné také z: <https://www1.racgp.org.au/ajgp/2020/september/interpreting-an-orthopantomogram>

ČERNOCHOVÁ, Pavlína a Petr KRUPA. 2005. Radiační dávka RTG a CT vyšetření ve stomatologii. *Česká stomatologie a Praktické zubní lékařství*. **105(2)**, 26–29. ISSN 1213-0613.

ČESKO. 2016. Zákon č. 263 ze dne 14. července 2016 o atomovém zákoně. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 102, s. 3938-4060. ISSN 1211-1244.

ČESKO. STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. 2016. Vyhláška č. 422 ze dne 14. prosince 2016 o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 172, s. 6618–6904. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlasky/sb0172-2016.pdf>

ČESKO. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ. 2011. Vyhláška č. 55 ze dne 1. března 2011 o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 20, s. 482-544. ISSN 1211-1244.

ČIHÁK, Radomír. 2013. *Anatomie 2*. 3. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4788-0.

DIEDERICHS, C. G. et al. 1996. Must radiation dose for CT of the maxilla and mandible be higher than that for conventional panoramic radiography? *American Journal of Neuroradiology*. **17**(9), 1758-1760. ISSN 0195-6108.

Dostupné také z: <http://www.ajnr.org/content/17/9/1758>

FIŠER, Zdeněk. 2017. Radiační zátěž ortodontických pacientů. Plzeň. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta zdravotnických studií.

Dostupné také z: <https://docplayer.cz/144325417-Bakalarska-prace-2017-zdenek-fiser.html>

CHMELÁŘOVÁ, Patricie. 2020. *Porovnání radiační zátěže pacientů u vybraných zobrazovacích modalit s radiační zátěží z přirozeného prostředí v ČR*. Kladno. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství. Dostupné také z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/91880/FBMI-BP-2020-Chmelarova-Patricie-prace.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

KNOTKOVÁ, Simona. 2022. Anatomie, stavba zubu [online obrázek]. In: *Symptomy: Zuby* [online]. [Cit. 2022-12-05].

Dostupné z: <https://www.symptomy.cz/anatomie/zuby>

KREJČÍ, Přemysl. 2009. *Dentální radiologie*. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 80-244-1452-X.

NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA. 2019. *Medicínská biofyzika*. 2. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-0209-9.

OZP. 2022. [Jak hradí OZP zubní rentgeny?]. OZP. *OZP* [online]. Praha: OZP, [cit. 2022-04-11]. Dostupné z: <https://www.ozp.cz/pro-klienty/caste-dotazy/stomatologie-jak-hradi-ozp-zubni-rentgeny>

PASLER, Friedrich Anton. 2021. *Stomatologická radiologie: překlad 6. vyd.* Praha: Grada. ISBN 978-80-271-1039-1.

PETROVÁ, Karla. 2016. Otázka malých dávek při lékařském ozáření – rozhovor. *Rentgen bulletin*. **2016**(červen), 1–3.

PLANMECA. 2005. *Panoramatický rentgen Planmeca Proline XC: návod k použití*. Liberec: Fischer Dental. Interní dokument.

PNEUMOLOGICKÁ KLINIKA. 2016. a - plicnifibroza.cz. PNEUMOLOGICKÁ KLINIKA. *Portál pro pacienty s idiopatickou plicní fibrózou - plicnifibroza.cz* [online]. Praha: Thomayerova nemocnice, aktualiz. 2018-05-10 [cit. 2022-04-16].

PODZIMEK, František. 2017. *Radiologická fyzika*. Praha: ČVUT. ISBN 978-80-01-05319-5.

POULOVÁ, Zuzana et al. 2013. Radiační zátěž na prsní žlázu nejen při screeningovém vyšetření. In: *Onkologie v gynekologii a mammologii*. [Znojmo: Oddělení radiační a klinické onkologie Nemocnice Znojmo], s. 003. ISBN 978-80-260-3772-9.

Dostupné také z: <https://www.linkos.cz/lekar-a-multidisciplinari-tym/kongresy/po-kongresu/databaze-tuzemskych-onkologickych-konferencnich-abstrakt/radiacni-zatez-na-prsni-zlazu-nejen-pri-screeningovem-vysetreni/>

RAMOS, Bárbara Couto et al. 2016. Formation of ghost images due to metal objects on the surface of the patient's face: a pictorial essay. *Imaging Science in Dentistry*. **46**(1), 63-68. DOI 10.5624/isd.2016.46.1.63. Dostupné také z: <https://isdent.org/DOIx.php?id=10.5624/isd.2016.46.1.63>

SATO, Kenji et al. 2002. A conversion coefficient from dose-area products to effective doses for patients in intraoral radiography. *Oral Radiology*. **18**(1), 15-24. DOI 10.1007/BF02493268. Dostupné také z: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02493268#citeas>

SCHILL DENTAL CLINIC. 2021. Zubní rentgen – přítel či nepřítel? SCHILL DENTAL CLINIC. *Zvládneme i komplexní případy celkové rekonstrukce chrupu* [online]. Praha: Schill Dental Clinic, [cit. 2022-04-11]. Dostupné z: <https://www.schill.cz/zubni-rentgen-pritel-ci-nepritel/>

STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. 2022. *Informace pro lékaře indikující radiologické výkony*. Česko: Státní ústav radiační ochrany. Zveřejnil Státní ústav radiační ochrany. Dostupné také z: <https://www.suro.cz/cz/lekarske/publikace/IndikujiciLekari.pdf>

SÚKUPOVÁ, Lucie. 2013. Dávky z jednotlivých rentgenových vyšetření. SÚKUPOVÁ, Lucie. *Něco málo o zobrazování a dávkách v radiodiagnostice, ale i mimoni, aneb co by Vás mohlo zajímat* [online]. Praha: Lucie Súpová, aktualiz. 2013-01-07 [cit. 2022-04-16]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/davky-z-jednotlivych-rentgenovych-vysetreni/>

ZUBNÍ RENTGEN LIBEREC. 2012. O nás. *Zubní rentgen Liberec* [online]. Liberec: Zubní rentgen Liberec, [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <https://zubnirtg.webnode.cz/o-nas>

Seznam tabulek

Tabulka 1: Typy záření dle energie (Pasler, 2021, str. 41).	17
Tabulka 2: Limity dávek (Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2016).	22
Tabulka 3: Nastavení pro normální rozlišení (Planmeca, 2005).	26
Tabulka 4: Porovnání efektivní dávky z jednoho vyšetření s počtem snímků plic (Poulová, 2013).	30
Tabulka 5: Snímkovací techniky (Súkupová, 2013; Petrová, 2016; Cosson, 2020).	30
Tabulka 6: Konverzní koeficienty (Vlastní údaje).	32
Tabulka 7: Zpracovaná data Rentgen hrudníku PA pro jeden snímek (Vlastní údaje). ..	33
Tabulka 8: Zpracovaná data Rentgen hrudníku PA pro více snímků (Vlastní údaje). ..	35
Tabulka 9: Efektivní dávky pro Telerentgen hlavy pro jeden snímek (Vlastní údaje). ..	37
Tabulka 10: Efektivní dávky pro Telerentgen hlavy pro více snímků (Vlastní údaje). ..	40
Tabulka 11: Radiační zátěž na Ortopantomografii na jednom snímku (Vlastní údaje). ..	42
Tabulka 12: Radiační zátěž na Ortopantomografii na více snímcích (Vlastní údaje). ..	44
Tabulka 13: Dávky za celý průběh ortodontické léčby (Vlastní údaje).	46

Seznam obrázků

Obrázek 1: Struktura Zubu (Knotková, 2022).	14
Obrázek 2: Vzorec chrupu (Cosson, 2020, str. 552).	15
Obrázek 3: Schéma rentgenky (Pasler, 2021, str. 40).	16
Obrázek 4: Panoramatický snímek (Ortodoncie MUDr. Chudobová).	23
Obrázek 5: Ortopantomogram rozšířený o cephalostat (Zdroj vlastní).	25
Obrázek 6: Náušnice (Ortodoncie MUDr. Chudobová).	28
Obrázek 7: Artefakt horních dýchacích cest (Ortodoncie MUDr. Chudobová).	29

Seznam příloh

Příloha A: Protokol k realizaci výzkumu v ordinaci ortodontie

Příloha B: Protokol k realizaci výzkumu EUC Klinika Liberec

Příloha A: Protokol k realizaci výzkumu v ordinaci ortodontie

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ TUL



PROTOKOL K REALIZACI VÝZKUMU

Jméno a příjmení studenta:	Aneta Nevrlá
Osobní číslo studenta:	D20000030
Univerzitní e-mail studenta:	aneta.nevrla@tul.cz
Studijní program:	B0914P360009 – Radiologická asistence
Ročník:	3.
Prohlášení studenta	
Prohlašuji, že v kvalifikační práci ani v publikacích souvisejících s kvalifikační prací nebudu uvádět osobní údaje o respondentech nebo institucích, kde byl výzkum realizován, pokud k tomu není získán souhlas v tomto protokolu. Dále prohlašuji, že budu dodržovat povinnou mlčenlivost o skutečnostech, o kterých jsem se dozvěděl při realizaci výzkumu v rámci osobní ochrany zúčastněných osob.	
Podpis studenta:	
Kvalifikační práce	
Téma kvalifikační práce:	Ortopantomogram v ortodontické terapii
Kvalifikační práce:	<input checked="" type="checkbox"/> bakalářská <input type="checkbox"/> diplomová
Jméno vedoucího kvalifikační práce:	MUDr. Ladislav Dzan, Ph.D.
Metoda a technika výzkumu:	Kvantitativní metoda. Sběr, zpracování a analýza dat.
Soubor respondentů:	50
Název pracoviště pro realizaci výzkumu:	Ordinace ortodontie MUDr. Irena Chudobová
Datum zahájení výzkumu:	Srpen 2022
Datum ukončení výzkumu:	Září 2022
Finanční zatížení pracoviště při realizaci výzkumu:	<input type="checkbox"/> ANO <input checked="" type="checkbox"/> NE
Souhlas vedoucího kvalifikační práce:	<input checked="" type="checkbox"/> souhlasím <input type="checkbox"/> nesouhlasím
Podpis vedoucího kvalifikační práce:	
Spolupracující instituce	
Souhlas odpovědného pracovníka instituce s realizací výzkumu:	<input checked="" type="checkbox"/> souhlasím <input type="checkbox"/> nesouhlasím
Souhlas s případným zveřejněním názvu instituce v kvalifikační práci a publikacích:	<input checked="" type="checkbox"/> souhlasím <input type="checkbox"/> nesouhlasím
Podpis odpovědného pracovníka a razítko instituce:	

Příloha B: Protokol k realizaci výzkumu EUC Klinika Liberec

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ TUL



PROTOKOL K REALIZACI VÝZKUMU

Jméno a příjmení studenta:	Aneta Nevrlá
Osobní číslo studenta:	D20000030
Univerzitní e-mail studenta:	aneta.nevrla@tul.cz
Studijní program:	B0914P380009 – Radiologická asistence
Ročník:	3.
Prohlášení studenta	
Prohlašuji, že v kvalifikační práci ani v publikacích souvisejících s kvalifikační prací nebudu uvádět osobní údaje o respondentech nebo institucích, kde byl výzkum realizován, pokud k tomu není získán souhlas v tomto protokolu. Dále prohlašuji, že budu dodržovat povinnou mlčenlivost o skutečnostech, o kterých jsem se dozvěděl při realizaci výzkumu v rámci osobní ochrany zúčastněných osob.	
Podpis studenta:	
Kvalifikační práce	
Téma kvalifikační práce:	Ortopantomogram v ortodontické terapii
Kvalifikační práce:	<input checked="" type="checkbox"/> bakalářská <input type="checkbox"/> diplomová
Jméno vedoucího kvalifikační práce:	MUDr. Ladislav Dzan, Ph.D.
Metoda a technika výzkumu:	Kvantitativní metoda. Sběr, zpracování a analýza dat.
Soubor respondentů:	50
Název pracoviště pro realizaci výzkumu:	EUC Klinika Liberec – Radiodiagnostika
Datum zahájení výzkumu:	Srpen 2022
Datum ukončení výzkumu:	Září 2022
Finanční zatížení pracoviště při realizaci výzkumu:	<input type="checkbox"/> ANO <input checked="" type="checkbox"/> NE
Souhlas vedoucího kvalifikační práce:	<input checked="" type="checkbox"/> souhlasím <input type="checkbox"/> nesouhlasím
Podpis vedoucího kvalifikační práce:	
Spolupracující instituce	
Souhlas odpovědného pracovníka instituce s realizací výzkumu:	<input checked="" type="checkbox"/> souhlasím <input type="checkbox"/> nesouhlasím
Souhlas s případným zveřejněním názvu instituce v kvalifikační práci a publikacích:	<input checked="" type="checkbox"/> souhlasím <input type="checkbox"/> nesouhlasím
Podpis odpovědného pracovníka a razítko instituce:	