Zdravotně sociální fakulta
Faculty of Health and Social Sciences

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice

Radioterapie terapeutickým RTG přístrojem

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní program: SPECIALIZACE VE ZDRAVOTNICTVÍ

Autor: Karolína Šlajsová

Vedoucí práce: Mgr. Eva Stýblová

České Budějovice 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že bakalářskou/diplomovou práci s názvem *Radioterapie terapeutickým RTG přístrojem* jsem vypracoval/a samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské/diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby bakalářské/diplomové práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé bakalářské/diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 1. června 2020 ……

Karolína Šlajsová

Poděkování

Mé poděkování patří Mgr. Evě Stýblové za odborné vedení práce, cenné rady, vstřícnost při konzultacích a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnovala.

Radioterapie terapeutickým RTG přístrojem

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá využitím terapeutického RTG přístroje v radioterapii a to především v nádorových i nenádorových indikacích.

Teoretická část bakalářské práce se věnuje naplnění prvního cíle, kterým je shrnutí současného využití terapeutického RTG přístroje. Rovněž je přehledem poznatků z odborné literatury, informuje o problematice RTG terapie, fyzikálních a taktéž radiobiologických aspektech léčby pomocí záření.

V druhé části práce, tedy v praktické části je provedena analýza dat získaných z dokumentací pacientů s vybranými kožními malignitami, kteří byli léčeni pomocí terapeutického RTG přístroje v Nemocnici České Budějovice a.s. v letech 2016 – 2019. Cílem praktické části bakalářské práce bylo zhodnotit efekt léčby zářením terapeutickým RTG přístrojem u zmíněných pacientů za stanovené čtyřleté období, přičemž stanovený časový úsek byl zvolen na základě obrazové dokumentace vedené radioterapeutickým oddělením Nemocnice České Budějovice a.s.. Dále získané výsledky z praktické části poukazují na to, že počet léčených pacientů pomocí terapeutického RTG přístroje na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. se výrazně nemění. Zhodnocení počtu ozářených pacientů za rok 2016 – 2019 bylo stanoveno jako výchozí hypotéza, která byla na základě analýzy získaných výsledků následně zamítnuta.

Celkový koncept této bakalářské práce může sloužit studentům oboru radiologický asistent jako výukový materiál nebo může představovat informační text pro laickou veřejnost.

Klíčová slova

terapeutický RTG; RTG terapie; nenádorová terapie; nádorová terapie; bazaliom; spinaliom; rakovina kůže

Radiotherapy with the rapeutic x – ray device

Abstract

This bachelor's thesis is focused on the use of therapeutic X – ray device in radiotherapy, mainly in tumor and non-tumor indications.

The theoretical part of this thesis is dedicated to the completion of the first objective, which is the summary of the current uses of therapeutic X – ray devices. It is also an overview of obtain knowledge from scientific literature, it informs about the obstacles of X – ray therapy and also summarizes physical and radiobiological aspects of treatment through radiation.

In the second part of the bachelor's thesis, ie. the practical part, there is an analysis carried out from data obtained from patients' documentation - patients with specific skin malignancies, which were treated with a therapeutic X – ray device in hospital of Czech Budweis, in between 2016 – 2019. The objective of this practical part of the thesis is to evaluate the effects of treatment with therapeutic X – ray devices in the previously mentioned patients over a 4 year period, where the time period was chosen on the premise of visual documentation kept by the radiotherapeutical department of the hospital of Czech Budweis.

Further obtained results from the practical part of my thesis highlight the fact that the number of patients treated with therapeutic X – ray device in the radiotherapy department at the hospital of Czech Budweis does not change significantly.

Evaluation of number of irradiated patients in 2016 – 2019 was determined to be the initial hypothesis, which was rejected based on the analysis of the obtained results.

The entire concept of this bachelor thesis may be utilized by students of Radiology Assistant programme as an educational material, or it can be used as an informational text for the general public.

Keywords

therapeuthic X – ray; X – raytherapy; non tumor therapy; cancertherapy; basalioma; spinalioma; skin cancer

Obsah

Úvod ……8
1 1 TEORETICKÁ ČÁST 9
1.1 Vývoj radioterapie 9
1.2 Úvod do RTG terapie 10
1.2.1 Současný stav 10
1.3 Přístrojová technika 11
1.3.1 Schéma propojení částí terapeutického RTG přístroje 12
1.4 Dělení RTG terapie 13
1.4.1 Povrchová RTG terapie 13
1.4.2 Buckyho terapie 13
1.4.3 Kontaktní terapie 14
1.4.4 Polohloubková terapie 14
1.4.5 Hloubková terapie 14
1.5 Radiobiologie 15
1.5.1 Teorie radiobiologického účinku při RTG terapii 16
1.6 Výhody a nevýhody RTG radioterapie 17
1.6.1 Výhody 17
1.6.2 Nevýhody 17
1.7 Nežádoucí účinky radioterapie 18
1.8 Indikace a kontraindikace RTG terapie 19
1.8.1 Indikace ozáření z klinického hlediska 19
1.8.2 Indikace léčby zářením z hlediska účelu 20
1.8.3 Kontraindikace ozáření 21
1.8.4 Relativní kontraindikace ozáření 21
1.9 Indikace RTG terapie 22
1.9.1 Zhoubné nádory kůže 22
1.9.2 Bazocelulární karcinom 22
1.9.3 Spinocelulární karcinom 24
1.9.4 Maligní melanom 25
1.9.5 Kaposiho sarkom 28
1.10 Nenádorová radioterapie 29
1.11 Nenádorové indikace RTG terapie 30
1.11.1 Artróza 30
1.11.2 Keloidní jizvy 31
1.11.3 Calcar calcanei 32
2 PRAKTICKÁ ČÁST 33
2.1 Formulace cílů výzkumu práce 33
2.2 Výzkumné hypotézy 33
3 Popis zvoleného metodologického rámce a metod 34
3.1.1 Typ výzkumu 34
3.1.2 Průběh získávání dat a jeho metody 34
3.1.3 Výzkumný vzorek 34
3.1.4 Metody zpracování a analýza dat 35
4 Výsledky 36

4.1.1 Počet ozářených pacientů ... 36
4.1.2 Pohlaví pacientů ... 37
4.1.3 Věk pacientů ... 38
4.1.4 Typ onemocnění ... 42
4.1.5 Oblasti výskytu tumorů ... 44
4.1.6 Léčebný záměr ... 47
4.1.7 Nežádoucí reakce po ozařování ... 48
4.1.8 Efekt léčby ... 49
5 Diskuze ... 52
6 Závěr ... 55
7 Seznam použitých zdrojů ... 57
8 Seznam obrázků ... 60
9 Přílohy ... 61
10 Seznam použitých zkratek ... 64

Úvod

Rakovina kůže, maligní melanom, basaliom, spinaliom, kožní T-lymfom,… To vše jsou termíny, které souvisejí se zhoubným nádorovým onemocněním kůže, jenž se s nadcházejícími letními měsíci oprávněně stává častým tématem pro diskuzi.

RTG terapeutický přístroj představuje jednu z možností léčby těchto onemocnění, tedy neinvazivní radioterapeutickou metodu, kdy je k léčbě využíváno svazku ionizujícího fotonového záření.

Jakožto student oboru radiologický asistent shledávám problematiku incidence těchto onemocnění a jejich léčbu jako téma, se kterým se mohu v budoucnu setkat jak v profesní, tak i v osobní rovině. Považuji tedy za přínosné vědět více o nechirurgické léčbě kožních malignit, a proto jsem tuto myšlenku promítla do volby tématu bakalářské práce.

V teoretické části bakalářské práce jsem si stanovila za cíl shrnout možnosti využití terapeutického RTG ozařovacího přístroje v nádorových i nenádorových indikacích a také základní poznatky o léčbě terapeutickým RTG svazkem.

Cílem praktické části bude mimo jiné vyhodnotit efektivitu rentgenové terapie u vybraného souboru pacientů. Dalším zkoumaným jevem a zároveň stanovenou hypotézou je potvrdit či vyvrátit platnost tvrzení, že dochází ke každoročnímu významnému poklesu počtu pacientů s kožními malignitami, kteří jsou léčeni na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. pomocí terapeutického RTG přístroje.

Výsledky šetření v praktické části by mohly poskytnout jednoduchou zpětnou vazbu pracovníkům oddělení, tedy praktikujícím radiologickým asistentům, kteří by tak získali alespoň částečnou představu o výsledcích jejich práce.

1 1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Vývoj radioterapie

Radioterapie je samostatným lékařským oborem. Zabývá se využitím biologických účinků ionizujícího záření v léčbě zhoubných i nezhoubných nádorových onemocnění. Léčba ionizujícím zářením patří mezi mladší lékařské obory. Její počátky jsou datovány k začátku 19. století, kdy v roce 1895 došlo k objevení paprsků X Wilhelmem Conradem Röntgenem. Při svých pokusech s katodovou trubicí zjistil, že při zakrytí trubice černým papírem dochází ke světélkování luminiscenčního světélka a teprve když vložil kovový předmět, objevil se stín na stínítku. Následně první snímek, který zhotovil, byl snímek ruky jeho ženy. Svůj objev a poznatky prezentoval v roce 1896 na schůzi vědecké společnosti ve Würzburku. V roce 1901 pak získal Nobelovu cenu za fyziku (Kubecová & et al, 2011).

V následujících letech radioterapie prošla velkým vývojem díky poznatkům a rozvoji radiologické fyziky a zdravotnické techniky. Vlivem nesoučasného vývoje na různých pracovištích v odlišných zemích lze rozdělit rozvoj léčby ionizujícím zářením na období rádia a rentgenových paprsků, a na období vysokoenergetického záření a radioaktivních izotopů (Zámečník, 1990).

V období rádia a rentgenových paprsků bylo pohlíženo na léčbu ionizujícím zářením především jako na paliativní metodu, která řešila pokročilá stádia nádorového onemocnění, kdy již nebylo možné operativní řešení. Další využití radioterapie přinesla kontaktní rentgenová terapie (Zámečník, 1990).

V období vysokoenergetického záření a radioaktivních izotopů vedl pozvolný přechod k využití vysokoenergetického záření přes super rentgenovou terapii, která se pohybuje v oblasti dávek okolo 1MV. Megavoltážní radioterapie umožnila dosažení dostatečně vysoké dávky i u hluboko uložených tumorů (Zámečník, 1990).

1.2 Úvod do RTG terapie

Po zjištění biologického účinku rentgenového záření i na nádorovou tkáň byly hledány různé možnosti, jak léčit zhoubné nádory. K prvnímu úspěšnému vyléčení nádorového onemocnění došlo pomocí léčby rádiem. Po prokázání léčebných účinků ionizujícího záření byl hledán způsob, jak využít paprsky X tak, aby došlo k napodobení kontaktní terapie rádiem. Výsledkem byla kontaktní rentgenová terapie. Problém však představovaly nálezy uložené v hloubce, proto pro další využití radioterapie došlo k navýšení energie, filtrace a vzdálenosti ohniska – kůže, aby byla navýšena procentuální hloubková dávka. Hlavním kritériem pro léčebné využití rentgenové terapie je uložení tumoru, jeho rozsah a výše potřebné ložiskové dávky (Zámečník, 1990).

1.2.1 Současný stav

V případě nádorových onemocnění je nejčastěji metodou první volby chirurgické řešení, které může být případně doplněno jinými modalitami včetně léčby zářením. V současné době je více možností řešení nádorových i nenádorových onemocnění pomocí radioterapeutických technik, avšak v posledních letech se spíše snižuje využití terapeutického RTG přístroje. Jsou upřednostňovány jiné metody, mezi které patří například lineární urychlovač nebo brachyterapie.

Současné využití terapeutického RTG přístroje představují především nenádorové indikace, jako například ozařování patních ostruh a artróz, ale nádorová onemocnění jakožto kožní nádory jsou stále aktuální, avšak v menším zastoupení. Primární léčba zářením je volena především u starších pacientů, kdy chirurgická terapie představuje významné riziko a zátěž vzhledem k věku nebo komorbiditám. Radioterapie také může být využívána v oblasti málo pohyblivé kůže, v oblasti očí, nosu, ucha nebo při mnohočetných a hlubokých ložiscích.

1.3 Přístrojová technika

Zdrojem brzdného záření je skleněná trubice s vakuem, kdy jeden konec tvoří záporná elektroda (wolframová katoda) a druhý konec kladná elektroda (hutná anoda s brzdným terčíkem) (Spurný & Šlampa, 1999).

Katoda je jednovláknová, rotace anody zde není potřeba, protože na rozdíl od diagnostické rentgenky není vyžadována malá velikost ohniska (Dorotík, 2006).

Na elektrody je připojeno vysoké napětí. K termoemisi elektronů dochází na katodě, která je tvořena žhaveným vláknem. (Spurný & Šlampa, 1999).

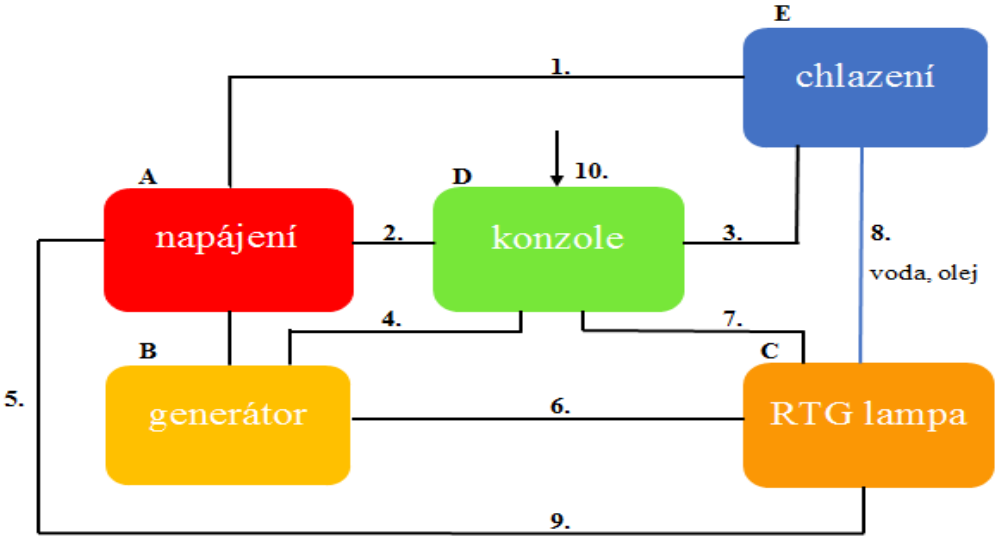
Aby došlo k pohybu elektronů od žhavené katody směrem k anodě, je potřeba dostatečné napětí v rozmezí desítek až stovek kV. Prudký proud urychlených elektronů následně narazí na anodu, kde při prudkém zbrzdění dochází k přeměně kinetické energie elektronů na záření X. Při dopadu na anodu nastává vznik brzdného a charakteristického záření. Pro ozařování je využíváno záření brzdné, které vzniká při interakci elektronu a jádra atomů anody (Chudáček, 1995).

Tepelné zatížení elektronky se odvíjí od napájecího napětí, procházejícího proudu a ozařovací doby. Ke snížení tepelného zatížení je nutné využít chlazení olejem nebo vodou (Dorotík, 2006).

Terapeutické rentgenové ozařovače jsou schopny vytvořit záření s energií od 5 – 10 kV do 400 kV nebo i více. V dřívějších dobách byly vyráběny zdroje, které byly zaměřeny na určitý druh terapie dle energie, v současné době jsou již vyráběny univerzální přístroje s energií ionizujícího záření 10 – 300 kV. Vlivem kombinace volitelného vrcholového napětí a filtrů, které vedou k filtraci záření měděnnými nebo aluminiovými filtry, je možné odstranění dlouhovlnné složky pestrého rentgenového záření. Dostaneme tak různou kvalitu záření s rozmanitým stupněm homogenity. Terapeutické RTG přístroje jsou v současné době využívány k léčbě kožních nádorů a k nenádorové terapii (Šlampa & Petera, 2007). (Fotografie viz. příloha 1, příloha 2, příloha 3.)

Dnes vlivem požadavku na navýšení urychlovacího napětí a rozvoji lineárních urychlovačů zůstaly terapeutické RTG přístroje využitelné do napětí 300 kV (Dorotík, 2006).

1.3.1 *Schéma propojení částí terapeutického RTG přístroje*



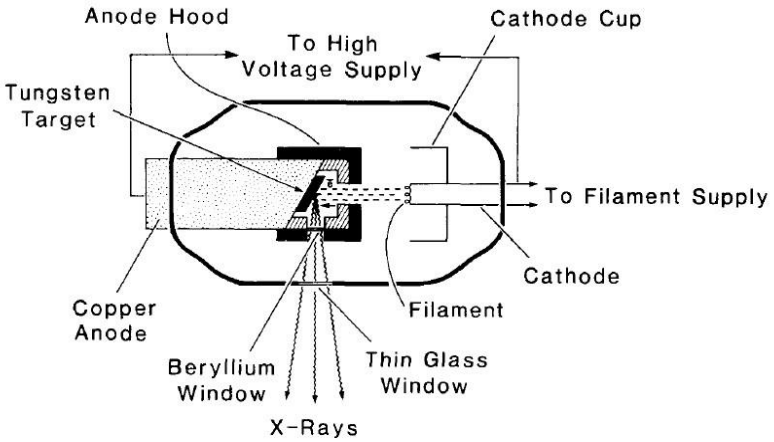
Obrázek 1 Schéma propojení částí terapeutického RTG, zdroj: vlastní

Propojení

1. Napájení čerpadla, dochlazování
2. Napájení konzole
3. Detekce průtoku a teploty
4. Řízení generátoru
5. Napájení generátoru
6. Napájení RTG lampy
7. Detekce filtrů a aplikátorů, řízení
8. Chladící medium (voda, olej)
9. Napájení pohonů

Funkce bloků

A. Jištění, ochrana, rozvodnice
B. Vysoké napětí pro RTG lampu
C. Hlavice – RTG lampa, filtry, aplikátory
D. Řízení, dokumentace, blokáda
E. Oběhové čerpadlo, detektory průtoku a hladiny teploty



Obrázek 2 Schéma RTG lampy, zdroj: Berkovský Nemocnice České Budějovice a.s.

1.4 Dělení RTG terapie

I v RTG terapii platí, že potřebujeme dostatečnou dávku v nádorovém ložisku a současně maximálně šetřit zdravou tkáň v okolí tumoru. U nádorové terapie bývá nejčastěji celková dávka v desítkách Gy, u nenádorové aplikace jsou celkové dávky 10x i vícekrát nižší. Podle hloubky ložiska je předepsána rentgenová terapie její parametry. Volba vzdálenosti mezi ohniskem a kůží se odvíjí od hloubky ozařovaného ložiska a od případných orgánů ležících ve směru svazku. Podle zákona o ubývání intenzity záření se čtvercem vzdálenosti lze říci, že poměr mezi povrchovou a ložiskovou dávkou bude tím lepší, čím větší bude vzdálenost OK (Zámečník, 1990).

1.4.1 Povrchová RTG terapie

Povrchová rentgenová terapie slouží k ozáření nádorového ložiska na povrchu nebo těsně pod povrchem, zhruba do hloubky 2 cm. Tento typ RTG terapie je charakterizován prudkým poklesem dávky vzhledem k hloubce. Povrchovou terapii lze rozdělit na Buckyho terapii, kontaktní terapii a povrchovou terapii (Šiffnerová, 2007).

Pokles dávky do hloubky je docílen vlivem několika možností, jako jsou například krátká vzdálenost OK i při vysoké energii, nízkým vrcholovým napětím na rentgence, měkkou filtrací nebo kombinací uvedených možností (Zámečník, 1990).

1.4.2 Buckyho terapie

Při tomto typu ozařování byly využívány nejměkčí rentgenové paprsky, které jsou na hranici UV záření. Někdy tyto paprsky bývají nazývány hraničními paprsky. Vlnová délka paprsků se nachází v rozmezí 2,0 – 1,6 10^{-10} m a k jejich vzniku dochází přibližně při napětí 10 kV a anodovém proudu 15 – 25 mA. Pronikavost záření je tak nízká, že výstupní okénko na rentgence musí být ze speciálního skla, aby paprsky nepohltilo. Ohnisková vzdálenost při Buckyho terapii byla 10 – 15 cm a velikost pole byla vymezena tenkou lamelovou clonou. Filtry při této terapii nebyly využívány. Hraničními paprsky lze ozařovat afekce na epidermis bez poškození hlubších struktur. Využití bylo především v kožním lékařství u chronických ekzémů, lupus vulgaris, psoriázy, nebo v nenádorové terapii (Zámečník, 1990).

1.4.3 Kontaktní terapie

Při kontaktní radioterapii je vzdálenost mezi zdrojem a pacientem minimální. Jedná se tedy o ozařování z krátké vzdálenosti s nízkým napětím (Zámečník, 1990).

Pro terapii se využívají tubusy s velmi malou vzdáleností OK, přibližně 1,5 – 5 cm. Svazek záření je téměř kompletně absorbován dvěma centimetry měkké tkáně (Dorotík, 2006).

Při ozařování je potřeba nastavit pole s velkou přesností, neboť u kontaktní terapie se mění dávkový příkon s velikostí pole. Při volbě velikosti pole je potřeba zahrnout i ochranný lem okolo nádoru, který činní 0,5 – 1cm. Využití kontaktní terapie je nejčastěji u některých nenádorových onemocnění, karcinomů kůže a přístupných sliznic (Zámečník, 1990).

1.4.4 Polohloubková terapie

Tento druh terapie je zaměřen na nádorová ložiska, která jsou lokalizována v hloubce přibližně 5 cm pod povrchem nebo zasahují z povrchu do dané hloubky. Nejčastěji se jedná o nádory kožní, které hluboce penetrují nebo. Pro polohloubkovou terapii nádorů, které se šíří z povrchu do hloubky se využívá malá filtrace a velká vzdálenost mezi ohniskem a kůží. Naopak pro nádory, které jsou v podkoží, je využita tvrdá filtrace a malé OK. Rozsah energie záření je 120 – 160 kV. Indikace polohloubkové RTG terapie jsou nádory kostí, kožní nádory, které penetrují do hloubky, paliativní ozařování metastáz nebo také nenádorová terapie (Zámečník, 1990).

1.4.5 Hloubková terapie

Hloubková terapie je ortovoltážní ozařování svazkem fotonů vznikajícím na rentgence při napětí o hodnotách 150 – 400 kV. Tento typ terapie slouží k ozáření ložisek v hloubce větší než 5 cm pod povrchem, kdy vzdálenost OK je 40 – 50 cm (Zámečník, 1990).

Velikost pole je určena tubusy, které jsou v kontaktu s ozařovanou oblastí. Nejčastěji dochází k aplikaci záření z více polí (Spurný & Šlampa, 1999).

Vlivem kombinace vrcholového napětí a filtrace získáme různou kvalitu záření s různým stupněm homogenity. Indikací hloubkové terapie po vzniku lineárních

urychlovačů ubylo. Dnes se hloubková terapie využívá spíše u kostních metastáz, paliativního ozařování nebo u nenádorových indikací (Zámečník, 1990).

1.5 Radiobiologie

Citlivost buňky na ozáření je ovlivněna tím, v jaké fázi buněčného cyklu se buňka nachází. Buněčný cyklus se skládá ze čtyř fází. V G_1 fázi dochází k syntéze RNA kyselin a bílkovin. V S fázi nastává zdvojení množství DNA. Následuje G_2 fáze, ve které je buňka v premitotickém klidovém stavu. Poslední částí buněčného cyklu je M fáze, která představuje mitózu, tedy čas, kdy z mateřské buňky vznikají dvě dceřiné. Buňka je nejcitlivější v pozdní fázi G_1 a na konci G_2, kde jsou kontrolní body (Spurný & Šlampa, 1999).

Biologický účinek ionizujícího záření vede v průběhu času ke změnám, kdy podle časového průběhu můžeme tyto změny rozdělit na fyzikální, fyzikálně chemické, chemické a biologické. Fyzikální stádium je spojené s přímými účinky záření, kdy dochází k interakci kvanta energie a hmoty. Vlivem interakce nastává předání energie elektronům, které se nachází uvnitř atomu a dojde k excitaci a ionizaci (Kuna & Navrátil, 2005).

Fyzikálně chemické stádium zahrnuje interakci iontů s molekulami, kdy následuje rozštěpení molekul a vznik volných radikály. V chemické fázi vzniklé ionty, radikály, excitované atomy a další produkty působí na molekuly DNA, RNA a proteiny. Vlivem působení záření dochází ke změnám na molekulách, které vedou ke vzniku zlomů, poškození bází, vzniku atypických můstků nebo k lokálnímu znehodnocení molekul denaturací (Kuna & Navrátil, 2005).

V biologické fázi mohou změny na molekulární úrovni vést k funkčním a morfologickým změnám v buňkách, orgánech nebo v organismu. Při poškození buňky může nastat signalizace a rozpoznání poškození DNA. Následně může dojít k její opravě, ztrátě reprodukční schopnosti nebo případně k apoptóze, která vede k buněčné sebevraždě. Účinky záření jsou dané dávkou, kdy při vysokých hodnotách jsou změny znatelné v minutách, při středních hodnotách se projeví během několika následujících dnů a při nízkých dávkách až za několik let (Kuna & Navrátil, 2005).

Výsledek účinku ionizujícího záření je ovlivněn stavem ozařovaného organismu, stářím, zdravotním stavem a pohlavím. Stupeň radiosenzitivity organismu se mění v průběhu života. Nejvíce radiorezistentní jsou dospělí jedinci, mladý organismus naopak disponuje buňkami s nízkou diferenciací tkáně a velkou mitotickou aktivitou, tudíž mladí jedinci jsou senzitivní k ozáření. I pohlaví ovlivňuje radiosenzitivitu jedince, ženy jsou lehce odolnější než muži. Odolnost ženského pohlaví je nejspíše dána biologickým určením a neurohormonálně. Celkový zdravotní stav v době expozice hraje významnou roli. Nemocný a vyčerpaný pacient je citlivější vůči ionizujícímu záření, než jedinec zdravý, kterému by byla aplikována stejná dávka (Kuna & Navrátil, 2005).

1.5.1 Teorie radiobiologického účinku při RTG terapii

Mezi tři základní hypotézy radioiologického účinku paprsků X u nezhoubných onemocnění se zahrnují celulárně fermentativní, neuroregulační a elektrochemická teorie (Zámečník, 1990).

Celulárně fermentativní teorie považuje za zásadní faktor rozrušení buněk v zánětlivém výpotku. Dochází k rychlému rozpadu leukocytů, uvolnění rozpadových produktů bílkovin a také proteolytických fermentů. Na základě tohoto mechanismu byla léčba zářením zánětlivých onemocnění nazývána také jako popudové ozařování (Zámečník, 1990).

Neuroregulační teorie se zabývá vysvětlením účinku ionizujícího záření na nervový systém cév, především pak na nervové pleteně, nervová zakončení a neuroendokrinní systém. Podle této teorie má klíčový význam histamin (Zámečník, 1990).

Dle elektrochemické teorie je hlavní posun H – OH iontové koncentrace. Pokusem byla prokázána dvoufázovost reakce po ozáření. Nejprve nastupuje acidóza, jejíž intenzita a trvání se odvíjí od výše absorbované energie. Po acidóze pomalu nastupuje alkalóza, která zůstává více dní. Alkalóza, jejíž trvání se může vlivem opakovaného ozáření prodloužit, umožňuje působit proti zánětlivé acidóze a odstraňuje bolest, která je právě acidózou způsobena. Alkalóza také napravuje porušenou elektrolytickou rovnováhu, působí normalizačně na permeabilitu buněčné membrány a na osmotickou hypertonii. Experimentálně byla objevena prahová dávka, která alkalózu způsobí. Rozmezí této dávky leží mezi 0,2 Gy – 0,3 Gy. V 90. letech došlo ke snižování dávek u nenádorové léčby především kvůli možnému genetickému a somatickému poškození (Zámečník, 1990).

Dávky se snižují k nízkým hodnotám v rozmezí 0,01 Gy – 0,05 Gy. V praxi se zavedly hodnoty u akutních zánětů 0,05 Gy – 0,5 Gy, kdy by nemělo dojít k překročení 1 Gy – 1,5 Gy pro jednotlivé aplikace, u chronických zánětů 0,5 Gy – 1 Gy, kdy pro jednotlivé aplikace by neměla být překročena dávka vyšší než 2 Gy – 2,5 Gy (Zámečník, 1990).

1.6 Výhody a nevýhody RTG radioterapie

1.6.1 Výhody

Dle požadavků na homogenitu a odstranění měkkého záření lze snadno změnit volitelný filtr. Výhodou je také snadná změna urychlovacího napětí (kV), které určuje energii výsledného svazku. Dále pak snadná změna vzdálenosti mezi ohniskem a kůží. Volbou těchto parametrů lze docílit změny kvality záření a dávky v hloubce. Dalšími výhodami jsou například snadné vykrytí okolní zdravé tkáně pomocí olovnaté gumy nebo plátů olova, nízké náklady na terapii z hlediska přístroje a vybavení ozařovny nebo prudký pokles dávky do hloubky vedoucí k minimální zátěži organismu (Zámečník, 1990).

Při RTG terapii není zdrojem záření izotop, proto nedochází k ovlivnění (prodloužení) ozařovací doby vlivem rozpadu izotopu. Výhodou je také vysoká biologická účinnost, která může být vyšší až o 15% než u vysokoenergetických fotonů. Příznivá je také vysoká absorpce v kostech, nebo fakt, že nedochází ke vzniku pozdních fibróz. Pozitivem je i snadná likvidace ozařovacího přístroje a z pohledu radiační ochrany i skutečnost, že přístroj bez napájení neemituje záření (Binarová, 2010).

1.6.2 Nevýhody

Kvůli kvalitě svazku a nízké dosažitelné energii nelze získat dostatečnou hloubkovou dávku, proto se u ložisek v hloubce využívají složité ozařovací techniky. Čím je složitější ozařovací technika, tím více narůstá riziko případné chyby, jakožto mylné zaměření ložiska, chybná reprodukce, nebo špatné rozložení hloubkové dávky. Mezi nevýhody se taktéž řadí výpočet rozložení ložiskové dávky, neboť je zatížen korekčními faktory vlivem odlišné absorpce v rozdílných tkáních, proto je výpočet ložiskové dávky nepřesný (Zámečník, 1990).

Při RTG terapii také dochází k poškození drobných cévek v kostech a perichondriu. Negativem je také chybějící verifikační systém k ověření správnosti pacienta a nastavených parametrů. V porovnání s izotopovými ozařovači jsou u RTG vyšší provozní náklady (Stýblová, 2018).

1.7 Nežádoucí účinky radioterapie

Při terapii ionizujícím zářením dochází i k ozáření zdravé tkáně, které má za následek nežádoucí účinky. Tyto účinky nastávají i přes optimalizaci léčby pacientovi na míru a využití nejnovějších technik a postupů. Nežádoucí účinky dle jejich rozsahu lze rozdělit na systémové a lokální (Hynková , et al., 2016).

Systémové příznaky jsou spojené s ozařováním větších objemů (například u ozařování břicha), projevují se nejčastěji jako únava, nechutenství, nevolnost, zvracení, ale i jako psychické změny. Systémové příznaky mohou dále zahrnovat hematologickou toxicitu, která nastává při ozáření velkého objemu kostní dřeně a projevuje se nejčastěji jako leukopenie, trombocytopenie nebo anémie. Lokální příznaky jsou vázané na ozářenou oblast. Místní příznaky lze rozdělit na akutní, pozdní a velmi pozdní (Hynková , et al., 2016).

Časné účinky jsou znatelné do tří měsíců od ukončení ozařování. Významné jsou u tkání, které se rychle dělí. Jedná se například o kožní epitel, sliznice nebo hematopoetický systém. Závažnost časných změn je dána dobou radioterapie a celkovou dávkou (Hynková , et al., 2016).

Pozdní nežádoucí účinky se objevují v rozmezí několika týdnů, měsíců až let (1 – 3 roky). Nežádoucí účinky jsou převážně v pojivových tkáních, cévách, plicích, srdci, ledvinách, játrech, svalech nebo nervové tkáni. Pozdní účinky jsou nezvratné. Jde především o fibrotické změny kůže a podkoží, atrofie pokožky, poškození drobných cév, které vede k lymfedémům, kataraktě, myelopatii, fibróze močového měchýře atd. (Hynková , et al., 2016).

Velmi pozdní změny se objevují v rozmezí 5 – 15 let po skončení ozařování. Velmi pozdní změny vznikají na podkladě mutací, které jsou způsobeny ozařováním. Mezi tyto změny jsou zahrnuty především sekundární malignity nebo gametické mutace (Hynková , et al., 2016).

Nežádoucím účinkům ozařování lze předejít nebo je minimalizovat pomocí dodržování pravidel. Jedná se například o využití technik, které minimalizují ozáření zdravé tkáně, dodržování limitních dávek kritických orgánů a využití efektů frakcionace (Novotný , et al., 2016).

V rentgenové terapii se nejačastěji objevují reakce kožní a to především při ozařování kožních nádorových onemocnění. Důležitá je také péče o nežádoucí následky dle jejich povahy. Může se jednat například o ošetřování kožních změn, poučení pacienta o opatřeních apod. (Nebude nadále rozebíráno, neboť problematika není předmětem bakalářské práce.)

1.8 Indikace a kontraindikace RTG terapie

1.8.1 Indikace ozáření z klinického hlediska

Léčba zářením může být metodou volby. V takovém případě může být ozáření jedinou léčebnou metodou, nebo jsou léčebný efekt či rychlost účinku nadřazeny jiným léčebným modalitám. Příkladem metody volby je terapie furunklu, který se nachází v nepříznivé oblasti jako je oblast nosu, uší nebo úst (Zámečník, 1990).

Léčba zářením může také doplňovat jinou léčbu, tedy léčba ionizujícím zářením bude kombinována s jiným typem terapie daného onemocnění. Tato terapie může být aplikována například u tromboflebitidy, kdy RTG terapie potencuje ostatní konzervativní léčbu (Zámečník, 1990).

Dále může být léčba indikována až jako poslední možnost po vyčerpání všech ostatních. Využití je například u ekzému, jelikož po ozáření se při recidivě stává onemocnění rezistentní na jinou léčbu (Zámečník, 1990).

Terapie zářením může být také srovnatelná s jinou léčbou. Nejčastěji je upřednostňována jiná léčba vzhledem k vedlejším nežádoucím účinkům záření. Ozáření indikujeme až v případech, kdy je jiná terapie kontraindikována nebo by využití záření bylo rychlejší a pro pacienta méně zatěžující. Dříve byla terapie využívána ke sterilizaci při rakovině prsu nebo myomu (Zámečník, 1990).

1.8.2 Indikace léčby zářením z hlediska účelu

Léčebné a analgetické účinky paprsků X byly zjištěny již 2 roky po jejich objevení, kdy roku 1897 L. Freud využil paprsky X k epilaci a současně došlo k ozáření furunklu na hranici vlasaté části krku. Vlivem toho se furunkl velice rychle zahojil. V roce 1896 Coyle využil paprsky k ozáření karbunklu. Roku 1987 Gocht zveřejnil výborný analgetický účinek u pacienta s neuralgií trigeminu. Téhož roku pak popsal Sokolov odstranění bolestí u kloubního revmatismu. Tento druh léčby může být také nazýván jako analgetický, protizánětlivý, symptomatický, popudový nebo stimulační (Zámečník, 1990).

Protizánětlivý účinek léčby lze využít u akutních zánětů v pokročilém stádiu, kdy ozáření vede ke zmírnění bolesti (po krátkodobém zvýšení bolesti vlivem prohloubení acidózy) a ústupu otoku. V roce 1898 H. Rieger prokázal, že ionizující záření má slabý baktericidní účinek. Zánět tedy lze zmírnit pomocí ozáření, avšak jeho původci nejsou na záření příliš senzitivní. Protizánětlivého účinku terapie lze využít u paronychia, kdy dochází k zánětu nehtového lůžka (Zámečník, 1990).

Analgetický účinek byl pozorován při zánětech, degenerativních stavech a při neuralgiích. K poznatku došlo při ozáření patologicky změněného nervového systému, který je na ozáření velmi senzibilní. Zároveň s potlačením bolesti lze taktéž zpomalit či úplně zastavit degenerativní procesy u kloubních onemocnění. Nejčastěji je analgetický účinek využíván u epicondylitis humeri, při kterém prudká bolest postihuje zevní epikondyl pažní kosti. Analgetický vliv záření je možné také využít při degenerativním procesu u deformující osteoartrózy kloubů (Zámečník, 1990).

Další indikací může být snaha o potlačení patologické funkce postiženého orgánu. Příkladem takového ozáření může být terapie nezhoubných nádorů hypofýzy (Zámečník, 1990).

S pomocí RTG terapie dále lze dosáhnout vymizení benigního nádoru působením ionizujícího záření. Používá se k odstranění hemangiomů, které jsou ozařovány z důvodů kosmetických, funkčních, nebo také kvůli nebezpečí zvředovatění a krvácení (Zámečník, 1990).

1.8.3 Kontraindikace ozáření

Kontraindikací je rozuměn stav nebo faktor, který je příčinou k vyloučení terapie. Takovým faktorem je například nejasná nebo neověřená diagnóza, která by mohla vést ke špatně zvolené terapii.

Léčba zářením také není možná pro pacienty mladší 30 let, pro ženy v období gravidity nebo v případě podezření na graviditu. Nelze ozářit pacienta po bezprostřední místní aplikaci dráždivých léků, v průběhu jejich aplikace, nebo po krátké době po místní aplikaci kortikoidů (4 – 6 týdnů). Kontraindikací je také dřívější léčba zářením, o které nelze zjistit spolehlivé informace, jelikož například léčba probíhala na jiném pracovišti apod. Dále nelze ozářit imobilního pacienta v predilekčních místech pro vznik dekubitů, pacienta s poškozenou kůží v důsledku poleptání, omrznutí nebo popálení. Dalšími faktory zabraňujícími v terapii jsou nedostatek bílých krvinek, ozařování žen v oblasti pánve až do období klimaktéria a ozařování nadměrného ochlupení za kosmetickým účelem (Šiffnerová, 2007).

1.8.4 Relativní kontraindikace ozáření

Za relativní kontraindikaci je považován stav nebo faktor, který může způsobit, že pacient bude více ohrožen komplikacemi, avšak tato rizika mohou být převážena přínosem terapie. Není vhodné ozařování dětských pacientů v oblasti růstových zón nebo v blízkosti orgánů, které mohou být v budoucnu hypoplastické (Zámečník, 1990).

Možnou relativní kontraindikací je i ozařování osob pracujících s ionizujícím zářením, především kvůli navyšování jejich osobní dávky. Taktéž ozáření pacientů po předchozí nenádorové terapii na jiném pracovišti nebo terapie pacientů s hematologickým onemocněním může být relativní kontraindikací (Šlampa & Petera, 2007).

1.9 Indikace RTG terapie

1.9.1 Zhoubné nádory kůže

Výskyt kožních nádorů je velice odlišný vlivem regionálních a rasových rozdílů (Šlampa & Petera, 2007).

Například zhoubný melanom je u nás sedmým nejčastějším nádorovým onemocněním. V roce 2014 bylo zjištěno více než 2400 případů onemocnění. Incidience nádorů pravděpodobně souvisí se zvýšenou expozicí slunečním paprskům (Ministerstvo zdravotnictví České Republiky, 2016).

Z pohledu etiologie je kůže největším orgánem lidského těla a je nejvíce vystavena fyzikálním a chemickým kancerogenům vnějšího prostředí. U pacientů s bílou kůží je nejvýznamnější etiologický faktor. U nemelanomových nádorů je riziková dlouhá doba vystavení UV záření. Další významným faktorem pro vznik kožních nádorů je typ kůže. Lidé, kteří mají světlou kůži a světlé vlasy, mají snížený obsah melanocytů a jejich kůže reaguje na UV záření časným erytémem. Populace se snědou pokožkou, tmavými vlasy a vysokým obsahem melanocytů je vůči slunečním paprskům více chráněna díky charakteru pokožky. U populace černochů je výskyt nemelanomů vyjímečný (Šlampa & Petera, 2007).

Existuje velké množství rizikových faktorů spojených s kožním nádorovým onemocněním. V dřívějších dobách se jednalo například o arzén. Osoby, které mu byly vystavovány následně trpěly superficiánimi bazaliomy. Osoby s kožními změnami, jako jsou jizvy po popáleninách, chronické kožní vředy nebo chronické píštěle jsou ohrožené spinocelulárním karcinomem kůže. Dalším rizikovým faktorem jsou také prekancerózy jako solární keratom, RTG keratom atp. Akutním rizikovým faktorem je imunosuprese, která je spojena především s transplantací, pacienti následně trpí mnohočetnými spinaliomy (Šlampa & Petera, 2007).

1.9.2 Bazocelulární karcinom

Dříve byl bazocelulární karcinom považován za onemocnění starých lidí, avšak dnes se vyskytuje v maximální míře především mezi 45. a 65. rokem. Bazaliom je zhoubný nádor z nezralých pluripotentních buněk epidermis nebo také z pochev vlasových folikulů. Růstové charakteristiky jsou dány podpůrnou vazivovou tkání orgánu. Bazaliom

může diferencovat k mazové, apokrinní nebo endokrinní tkáni, ale může zůstat i nediferencovaný. U všech typů bazaliomů je histologickou podstatou velké množství kompaktně řazených bazaloidních buněk, které připomínají bazální vrstvu epidermis, jež se šíří z epidermis do dermis. Metastázování je u bazaliomu velice vzácné, pokud se ovšem vyyskytuje, tak nejčastěji u recidivujících tumorů. V případě metastázování dochází nejčastěji k postižení lymfatických uzlin (Šlampa & Petera, 2007).

Z klinického a histologického hlediska můžeme bazaliomy podrobněji rozdělit. Základní formy jsou nodulární, superficiální, sklerodermiformní bazaliom a zvláštní formy jsou Pinksův fibroepitelom a bazoskvamózní tumor. Nejvíce se však vyskytuje nodulární forma a to ve více než polovině případů, nejčastěji v oblasti hlavy a krku. Většinou se manifestuje jako lesklý, tuhý, narůžovělý nebo bezbarvý tuber, kdy telengangiektázie zasahují do perieferie. Bazaliom může mít hladký nebo nerovný povrch, případně se může v centrální oblasti objevit vkleslina s krustou nebo vředem. Okrajové části bývají navalité a mají perličkový lem. Jako druhý nejčastější typ bazaliomu se vyskytuje superficiální bazocelulární karcinom, který často bývá na trupu mladších pacientů. Projevuje se jako růžové nebo až červenohnědé zlehka infiltrované a ostře ohraničené ložisko, na kterém se šupí povrch. Sklerodermiformní typ se vyskytuje nejméně často, lze ho nalézt na hlavě a krku a to spíše u starších pacientů. Tato forma bazaliomu vypadá jako mírně vyvýšené a neostře ohraničené ložisko žluté a bělavé barvy, často připomínající jizvu (Arenberger & Ettler, 2016).

Bazocelulární karcinomy také mohou obsahovat pigment melanin, který může tumor zbarvit. V takových případech lze bazaliom od melanomu odlišit pomocí dermatoskopického přístroje. Méně častá forma Pinksův fibroepitelový tumor bývá lokalizován v oblasti končetin, trupu, chodidel, v tříslech nebo genitálu. Projevuje se jako přisedlá nebo pohyblivá hladká papula až hrbol. Další vzácnější formou je také bazoskvamózní bazaliom, který se klinicky i místem výskytu podobá nodulárnímu bazaliomu, avšak na rozdíl od něj je jeho růst rychlejší a agresivnější (Arenberger & Ettler, 2016).

O volbě léčby rozhoduje anatomická lokalizace, rozsah léze, vzdálenost od chrupavky a kosti, grading, předchozí léčba a samozřejmě i stav pacienta. Jako terapie se využívá kontaktní RTG terapie, dávka a frakcionace se odvíjí od velikosti, lokalizace a stavu pacienta. Nejčastěji se aplikuje 10krát 5 Gy, 12krát 4 Gy denně, nebo 6 – 7krát

6 Gy ob den. Další možností terapie může být také elektronový svazek lineárního urychlovače, nebo chirurgická excize (Šlampa & Petera, 2007).

Výhodou terapie zářením je především lepší kosmetický výsledek, než při chirurgické léčbě. Dále je aplikace záření jednoduchá, bezbolestná a mizí riziko rozsevu tumoru. Výsledky terapie zářením jsou velice příznivé. Nevýhodou léčby zářením je trvalé poškození okolní tkáně, které kvůli jasně snížené schopnosti hojení redukuje šanci na budoucí chirurgické zásahy (Arenberger & Ettler, 2016) (Obrázek 3).

Obrázek 3 Ozařování bazocelulárního karcinomu, zdroj: (Šlampa & Petera, 2007)

1.9.3 Spinocelulární karcinom

Výskyt spinocelulárního karcinomu je méně častý než již zmiňovaný bazaliom (Hynková, et al., 2012).

Spinaliom je z histologického hlediska epitelový tumor s intraepitálním růstem (Divišová, et al., 2010). Klinický obraz spinaliomu je rozmanitý, na začátku obvykle vypadá jako superficiální šupinatá léze, která je obtížně rozeznatelná od aktinické keratózy (prekancerózy), nebo také od Bowenovy dermatózy. Rychlost růstu léze je různá, přirozený vývoj karcinomu trvá několik let, ale v některých případech může být rozvoj rychlý. Agresivní forma se vyskytuje především v jizvách po popáleninách a to v oblastech rtu nebo penisu. Dochází ke vzniku nádoru, který se následně rozpadá a napadá ostatní tkáně jako je kost nebo chrupavka. K metastazování dochází nejčastěji lymfogenní cestou, hematogenní cesta je spíše výjimečná (Šlampa & Petera, 2007).

Léčebná strategie je volena na základě histologického nálezu. U spinaliomů je potřeba vždy radikální přístup, u starších osob a osob polymorbidních se superificiálními lézemi je možné indikovat kryoterapii. U ostatních pacientů je možnost radikální

chirurgické léčby nebo radikální radioterapie. Pooperační radioterapie je indikována tehdy, pokud byly pozitivní okraje chirurgického vzorku, při perineurálním šíření a při šíření do kosti, chrupavky, svalů nebo při pozitivních lymfatických uzlinách. Při metastázujícím procesu v lymfatických uzlinách, plicích, skeletu, játrech a mozku je doporučena paliativní terapie. Pokud se jedná o postižení kosti, je indikována paliativní radioterapie dané oblasti (Šlampa & Petera, 2007) (Obrázek 4.).

Obrázek 4 Spinocelulární karcinom, zdroj: (Šlampa & Petera, 2007)

1.9.4 Maligní melanom

Maligní melanom je velice časté nádorové onemocnění (Fikrle & Pizinger, 2010).

Incidience maligního melanomu stále stoupá, jedná se o běžný nádor, jehož průběh může být letální. Výskyt melanomu se během posledních let ustálil především u ženského pohlaví, avšak u mužů incidence nadále stoupá (Pizinger, 2003).

Melanom se vyskytuje převážně u lidí s bílou barvou kůže, ostatní typy jsou postiženy onemocnením méně často. Tumor bývá především u pacientů ve středním a vyšším věku, před pubertou je jeho výskyt ojedinělý. Mortalita onemocnění je na vysoké úrovni (Balch & et al, 2001).

Riziko vzniku melanomu souvisí s genotypem, fenotypem a rizikovými faktory (Krajsová, 2006).

Za rizikový faktor z vnějšího prostředí je považováno UV záření, které vede ke spálení kůže. Intenzivně spálená kůže je riziková hlavně u osob bílé rasy, nebezpečná je také opakovaně spálená kůže v dětském věku (Langley & Sober, 2009).

Z histologického hlediska se jedná o neuroektodermální tumor, který vychází z pigmentových buněk melanocytů. Nejčastěji se vyskytuje v kůži, v oku nebo vyjímečně na sliznicích (Šlampa & Petera, 2007). Z klinického hlediska lze rozdělit melanomy na melanoma in situ, lentigo melanoma, povrchově se šířící melanom, nodulární melanom a akrolentiginózní melanom (Fikrle & Pizinger, 2010).

Melanoma in situ ještě není samotný tumor, avšak se jedná o vývojové stádium onemocnění. Nádorové melanocyty jsou situovány v epidermis. Tumor se vodorovně šíří nad bazální membránu a léze nemá přesné klinické znaky, nedochází k vyvyšování nad povrch. Odlišení počínajícího melanomu od běžných melanocytových névů bývá tedy složité (Fikrle & Pizinger, 2010).

Lentigno maligna melanoma je nejčastěji pomalu rostoucí tumor, který se vyskytuje téměř vždy v oblasti obličeje nebo na jiných místech, které jsou vystaveny slunci. Nejčastěji ho lze nalézt u osob vyššího věku. Vzniká nejčastěji na podkladě melanoma in situ, kdy docházelo k expozici slunečnímu záření. Vývoj z melanoma in situ na lentigo maligna melanoma může trvat i několik desítek let. Během vývoje se léze stává nestejnobarevnou a po předochu do stadia lentigo maligna může dojít k pozorovatelnému vyvýšení nad povrch kůže. Podle velikosti nálezu se odvíjí léčba, může se jednat o chirurgickou terapii, radioterapii nebo kryoterapii (Fikrle & Pizinger, 2010).

Nejčastější typ tumoru je povrchově šířící se melanom. Postupně dochází k vývoji ložiska, které je nestejně zbarvené a má hladký povrch. Na lézi se můžou vyskytovat různé barvy jako je hnědá, černá, nebo šedomodrá a bílá, které značí regresi. Velikost může být od několika milimetrů až po několik centimetrů v průměru. Růst léze je nejdříve horizontální, pak přechází do růstu vertikálního a dochází k vyvýšení léze (Fikrle & Pizinger, 2010).

Jako druhý se nejčastěji vyskytuje nodulární melanom, který roste rychle a již od počátku vertikálně. Nodulární melanom vzniká vždy nově, nevzniká tedy z pigmentových névů jako předchozí typy. Na kůži je znatelný rychle rostoucí hrbol, který většinou bývá hladký a široce přisedlý, postupně dochází k zvředovatění s krvácením. Barevné spektrum tumoru je rozmanité, může být hnědý, černý, šedomodrý nebo také růžovočervený (Fikrle & Pizinger, 2010).

Poslední formou je akrolentigiózní melanom, který se od ostatních druhů liší lokalizací výskytu. Vyskytuje se pouze na dlaních, ploskách nohou a pod nehty. Často bývá k nalezení u černochů nebo asiatů, u nás je jeho výskyt v malé míře, kolem 3%.

Klinicky se projevuje různě dle oblasti výskytu, pod nehtem se jeví jako krvácivá změna, na plosce nohy se často považuje za melanocytový névy, bradavici, otlak nebo za diabetický vřed (Fikrle & Pizinger, 2010).

Jako prvotní léčebná metoda melanomů je radikální chirurgická excize. Radioterapie nebývá indikována jako kurativní léčba, jelikož se jedná o poměrně radiorezistentní onemocnění. Kurativní ozařování není indikováno často, výjimkou jsou drobné plošné léze, které jsou v oblasti obličeje a to pouze v případě, že je chirurgický zákrok nevhodný (Šlampa & Petera, 2007).

Kontaktní RTG terapie se využívá při terapii lentigo maligna a pouze v případě u pacientů vyššího věku, kdy by chirugický zákrok představoval riziko. V minulosti probíhala léčba lentiga jednorázovým ozářením dávkou 40 Gy – 45 Gy s využitím Buckyho lampy. Dnes je radioterapie spíše indikována jako paliativní, kdy je cílem zmírnit symptomy u pacientů s mnohočetnými mozkovými, kostními, inoperabilními uzlinovými metastázami, nebo pokud dochází ke kompresi míchy. Vzhledem k radiorezistenci onemocnění jsou používány vysoké jednotlivé dávky, avšak nejefektivnější frakcionace je nejasná. Adjuvativní radioterapie je indikována individuálně podle nálezu na lymfatických uzlinách. Parametry ozařování jako je dávka a frakcionace jsou dány umístěním ložiska a celkovým stavem (Šlampa & Petera, 2007).

Příklad terapie kožních metastáz u lentigo maligna, s využitím terapeutického kontaktního RTG přístroje: 3 série 5krát 6 Gy/denně, celková dávka 90 Gy s desetidenními pauzami mezi sériemi, případně 10 – 12krát 5 Gy, 2 krát týdně, kdy celková dávka je 50 Gy – 60 Gy, nebo 5 – 6krát 8 Gy, 1krát týdně a celková dávka 40 – 48 Gy, nebo jednorázově 20 Gy – 25 Gy u lézí do průměru 1 cm (Šlampa & Petera, 2007).

Analgetická a paliativní terapie s využitím elektronového svazku nebo kontaktní RTG terapie dle velikosti a lokalizace tumoru: 30 Gy/ 10 frakcí – denní frakcionace, nebo 20 Gy/ 5 frakcí – denní frakcionace, nebo jednorázově 8 Gy – 10 Gy (Šlampa & Petera, 2007).

U inoperabilních uzlinových metastáz jsou dávky a frakcionace určeny empiricky dle velikosti cílového objemu, dle lokalizace a stavu pacienta. Jedná se o předpis 25 – 30krát 2 Gy, 5krát týdně, nebo 10 – 17krát 3 Gy, 5krát týdně (Šlampa & Petera, 2007) (Obrázek 5).

Obrázek 5 Maligní melanom, zdroj: (Šlampa & Petera, 2007)

1.9.5 Kaposiho sarkom

Původ toho onemocnění není zcela znám. Kaposiho sarkom se projevuje mnohočetnými cévními uzly v kůži a orgánech (Curtiss, 2016).

Kaposiho sarkom lze rozdělit na dva typy, typ klasický a epidemický. Klasická forma se manifestuje poškozením kůže dolních končetin, na kterých vytváří tmavě fialové léze. Jedná se o utlumené onemocnění, ale jsou popsány případy progrese i s metastazováním do gastrointestinálního traktu nebo do plic (Šlampa & Petera, 2007).

Epidemická forma je typická pro imunosuprimované pacienty po transplantaci, nebo u pacientů s AIDS. Léčba je dána indikací. Radioterapie je volena především u kožních symptomů onemocnění, využívá se u klasické formy u pacientů v pokročilém věku. Klasická forma je velice radiosenzitivní a je doporučena radikální terapie s dávkou 30 Gy – 40 Gy, 10 – 20 frakcí. U lézí menšího rozměru dochází k ozáření kontaktním RTG jednorázově dávkou 18 Gy. Při kožní generalizaci lze použít velkoobjemovou radioterapii, nebo elektronový svazek ve formě elektronové sprchy. Paliativní ozařování je možné u uzlinového postižení nebo při léčbě ložisek. Paliace je efektivní u Kaposiho sarkomu při rozvinutém AIDS (Šlampa & Petera, 2007) (Obrázek 6.).

Obrázek 6 Kaposiho sarkom, zdroj: (Šlampa & Petera, 2007)

1.10 Nenádorová radioterapie

Nenádorová terapie se řadí mezi lékařské ozáření, které je prováděno u pacientů s vybranným nezhoubným onemocněním. Ozáření je indikováno tehdy, jsou-li vyčerpány všechny ostatní standartní léčebné metody. Cílem terapie je přinést pacientovi úlevu od potíží souvisejících s benigním nádorovým onemocněním, nebo zamezit zhoršení funkce postiženého orgánu. Při indikaci radioterapie u nezhoubného onemocnění je nutné stanovit možná radiační rizika, zhodnotit kvalitu terapie, celkovou dávku, čas léčby, riziko poškození orgánu vlivem záření a ostatní onemocnění, které mohou vést k prohloubení nežádoucích účinků (Šlampa & Petera, 2007).

Základní pravidlo nenádorové terapie se opírá o princip ALARA, kdy cílem je aplikovat co nejmenší dávku a zároveň nejefektivnější jednotlivou a celkovou dávku, která je nezbytná pro daný objem. Mezi další zásady patří orientace svazku směrem od horní poloviny těla a od orgánů, které jsou senzitivní na ozáření, využití úpravy tvaru ozařovacích polí, využití jednoduchých technik a použití ochranných pomůcek (Šlampa & Petera, 2007).

Nenádorová terapie je plně hrazena z veřejného zdravotního pojištění v případě, že byl pacient na ozařování doporučen praktickým lékařem, ortopedem, chirurgem, neurologem, revmatologem nebo rehabilitačním lékařem. Pacient může být odeslán na nenádorovou radioterapii tehdy, pokud jsou pro něj jiné metody nevhodné, nebo neúčinné (Dvonč, 2017).

1.11 Nenádorové indikace RTG terapie

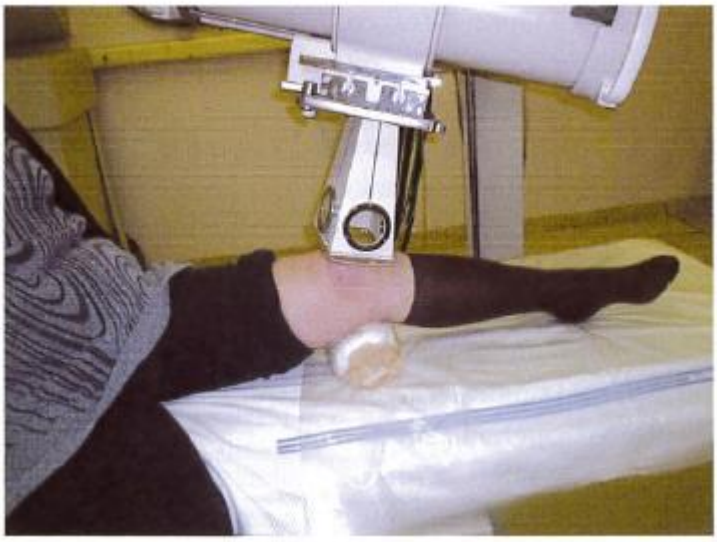
1.11.1 Artróza

Artróza je degenerativní onemocnění kloubů, při kterém dochází k degeneraci kloubní chrupavky, které vede k jejímu opotřebení. Vlivem onemocnění jsou postiženy i okolní anatomické struktury jako je kloubní pouzdro nebo vazivový aparát. Následně dochází k omezení funkce kloubu, bolesti nebo narušení normální osy končetiny (Pokorný, 2000).

Onemocnění začíná ztrátou normální pružnosti chrupavky vlivem poruchy metabolizmu chondrocytů, které jsou odpovědné za stavbu buněčné tkáně. Na rozvlákněném povrchu chrupavky vznikají mikrotrhliny a dochází ke snížení její výšky. Na akrálních částech kloubních ploch dochází ke vzniku osteofytů a postupně dochází k destrukci chrupavčité tkáně (Pokorný, 2000).

Z hlediska příčiny lze rozlišit artrózu na primární a sekundární. Primární vzniká bez zjevné příčiny, sekundární pak vzniká nejčastěji na podkladě předchozího úrazu kloubu, porušení vazivového aparátu, vrozeného postižení kloubu, zánětu nebo vlivem nadměrné a nesymetrické zátěže. Mezi postižené klouby z dolní končetiny patří nejčastěji kolenní (gonartróza), kyčelní (coxartróza), z horní končetiny to bývá ramenní kloub (omartróza) (Pokorný, 2000).

Terapie se provádí pomocí ortovoltážního RTG nebo lineárního urychlovače, využívají se přímá pole nebo kombinace 2 – 3 polí. Dávkování je různé, 4 – 6krát 0,5 Gy – 1 Gy denně nebo 2krát týdně 1,5 Gy (celkem 4krát), nebo 1krát týdně 2,5 Gy (celkem 3krát) u odolných stavů. Pokud potíže přetrvávají, lze po třech měsících terapii opakovat ve stejném režimu (Šlampa & Petera, 2007) (Obrázek 7.).



Obrázek 7 Analgetické ozařování kolene, zdroj: (Šlampa & Petera, 2007)

1.11.2 Keloidní jizvy

Keloidní jizvy patří mezi benigní vazivové nádory, které vznikají na základě poškození kůže, po chirurgickém výkonu nebo v souvislosti s jinými kožními lézemi jako je například akné (Litvik, et al., 2010).

Často se vyskytují u mladších osob a tmavších fototypů, výjimečný není ani familiární výskyt. Keloidy vznikají při odlišném průběhu hojení rány, nebo mohou vznikat i bez traumatizace kůže, tento typ se potom nazývá spontánní. Vývoj keloidu může být i několik let, k regresi spíše nedochází (Urbánek, 2015).

Keloidy jsou tuhé, na povrchu hladké uzlíky, nebo pruhovité léze, které přesahují hranici původního poškození (Ogawa, 2019).

Nové keloidy bývají sytě červené a postupem času vybledávají. Pacient může pociťovat bolest nebo svědění. Predilekčním místem pro vznik keloidů jsou ušní lalůčky, ramena nebo presternální oblast (Urbánek, 2015).

Terapií může být ozařování, kdy je cílem zmírnění tvorby keloidů u predisponovaných pacientů při excizi keloidů. Ozařování musí být zpravidla zahájeno do 24 hodin po chirurgickém zákroku, případně ihned. Ozařovacím přístrojem je kontaktní RTG, jednotlivá dávka je 2 Gy – 3 Gy, celková dávka 10 Gy – 15 Gy (Spurný & Šlampa, 1999).

Při ozařování je do terapie zahrnuta také oblast z okolí jizvy o rozsahu lemu 1 – 2 cm zdravé tkáně. Další možností ošetření keloidních jizev je také HDR brachyterapie, nebo elektronový svazek lineárního urychlovače (Šlampa & Petera, 2007).

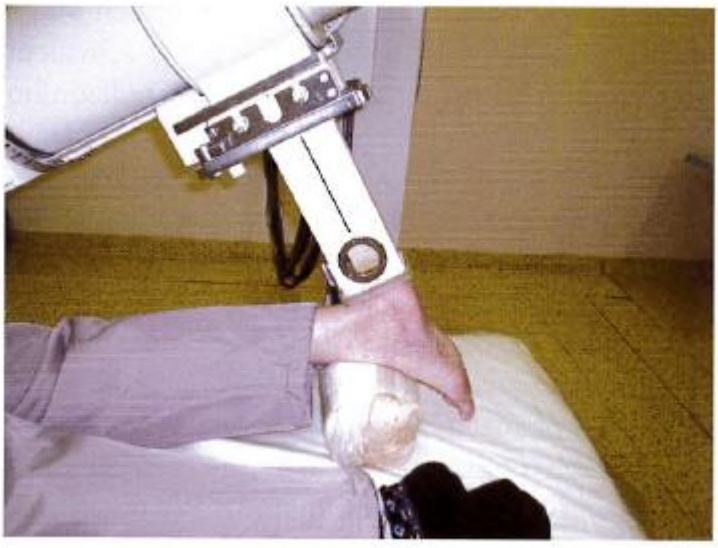
1.11.3 Calcar calcanei

Calcar calcanei je výrůstek plantární části patní kosti v oblasti úponů krátkých svalů nohy a plantární aponeurózy (Kirkpatrick, et al., 2017).

Nejprve nastává otok a bolestivost, poté dochází k ukládání vápníku, které se na RTG jeví jako výrůstek, tedy patní ostruha (Pilný, 2011).

Bolestivost na plosce patní kosti vzniká chronickým drážděním úponu svalů při přetěžování nebo chůzi v nevhodné obuvi. Bolest bývá nejprve jen po zátěži, následně při každém došlapu a u těžkých stádií i v klidovém stavu. Prvotní terapií je volba správné obuvi. Dále je možná rehabilitační, ultrazvuková nebo magnetická léčba bolestivosti. U těžších stádií se aplikují kortikoidové obstřiky. Pokud se nedostavuje účinek léčby, je možná terapie pomocí rázové vlny nebo ozařování (Pilný, 2011).

Ozařování je prováděno RTG přístrojem, při denní ložiskové dávce 1 Gy a četnosti 2x týdně do celkové dávky 5 Gy, tedy 5 frakcí (Stýblová, 2018) (Obrázek 8.).



Obrázek 8 Ozařování calcar calcanei, zdroj: (Šlampa & Petera, 2007)

2 PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Formulace cílů výzkumu práce

Cíle bakalářské práce:

- Popsání současného využití terapeutického RTG přístroje v radioterapii.

- Zhodnocení efektu ozařování nádorových kožních lézí u pacientů z radioterapeutického oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. v letech 2016 – 2019.

2.2 Výzkumné hypotézy

Daná hypotéza vznikla na základě analýzy současných trendů léčby kožních nádorových onemocnění.

H1: Počet pacientů s nádorovým onemocněním ošetřených terapeutickým RTG přístrojem na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. každoročně významně klesá.

3 Popis zvoleného metodologického rámce a metod

3.1.1 Typ výzkumu

Pro naplnění potřeb této práce byl zvolen kvantitativní typ výzkumného šetření (Záškodný & Záškodná , 2014).

Výzkum byl systematický, přičemž data byla použita ze zdravotnických dokumentací pacientů léčených na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. v období 2016 až 2019. Pro výběrový soubor byli zvoleni pacienti s diagnostikovaným kožním nádorovým onemocněním, kteří byli léčeni pomocí terapeutického RTG přístroje. Pro praktickou část byly shromažďovány informace o roce, kdy byli pacienti léčeni zářením, jejich diagnóza, terapeutická dávka, účel ozařování a případné nežádoucí reakce na léčbu. Získaná data byla následně zpracována pomocí grafického vyjádření.

3.1.2 Průběh získávání dat a jeho metody

Výzkumná data byla shromažďována na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. v letech 2016 – 2019. Výzkum byl realizován v prostorech radioterapeutického oddělení Nemocnice České Budějovice a.s, přičemž pro potřeby této práce byla data získána v únoru 2020.

3.1.3 Výzkumný vzorek

Výběrovým souborem se stali pacienti s diagnostikovaným kožním nádorovým onemocněním, kteří byli léčeni na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. pomocí terapeutického RTG přístroje v období 2016 – 2019.

Výzkumný vzorek se skládal z celkem 26 pacientů s diagnostikovaným kožním nádorovým onemocněním, jejichž diagnóza, terapeutická dávka, účel ozařování a případné nežádoucí reakce na léčbu byly zahrnuty v jejich dokumentaci. Pro potřeby práce byly rovněž evidovány záznamy z následujících dispenzárních kontrol po léčbě zářením. Tyto informace byly použity pro zhodnocení efektu. Období 2016 – 2019 bylo zvoleno především na základě obrazové dokumentace, která byla vedena od roku 2016 na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s.. Tato dokumentace

vyselektovaných pacientů obsahovala všechna potřebná kritéria pro vypracování této bakalářské práce. Mezi hlavní kritéria byly zahrnuty informace ohledně věku, pohlaví, diagnózy, terapeutické dávky, léčebném záměru, efektu léčby a případných nežádoucích reakcí na léčbu terapeutickým RTG přístrojem.

3.1.3.1 Vyřazení respondentů

Z původně získaného vzorku dat 95 pacientů, kteří absolvovali vyšetření v kožním onkologickém týmu, bylo vybráno 26 dokumentací pacientů na základě stanovených kritérií, jakožto diagnózy nádorového kožního onemocnění, které bylo léčeno terapeutickým RTG přístrojem.

3.1.4 Metody zpracování a analýza dat

Ze získané zdravotní dokumentace vybraných pacientů byla vyselektována následující data: pohlaví, věk, diagnóza, terapeutická dávka, nežádoucí účinky, účel léčby a vyhodnocení léčebného efektu daných lékařů působících na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s.. Analýza dat proběhla prostřednictvím nástroje Microsoft office Excel 2019, za použití grafického zobrazení, tabulek a funkcí k vyhodnocování statistiky.

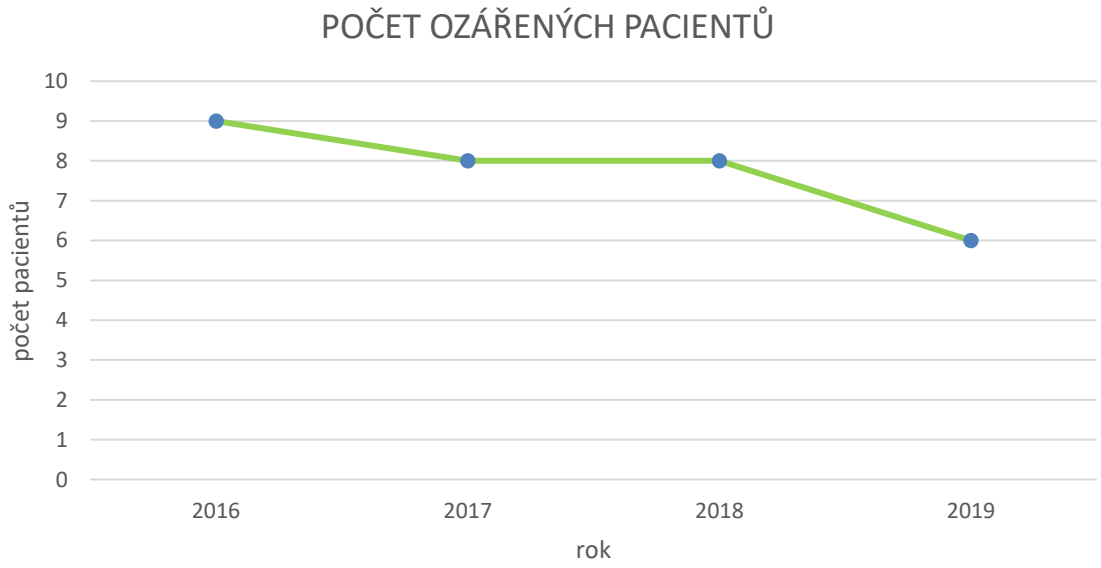
4 Výsledky

V daném výzkumu byla stanovena jedna hypotéza, která si klade za cíl zjistit, zda se počet pacientů s nádorovým onemocněním ošetřených terapeutickým RTG přístrojem na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. každoročně snižuje.

4.1.1 Počet ozářených pacientů

V níže uvedeném spojnicovém grafu je možné zpozorovat, že z původního počtu pacientů v roce 2016 se trend léčených pacientů na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. s následujícími lety mírně snižuje, načež v roce 2019 jich bylo 6 (obrázek 9).

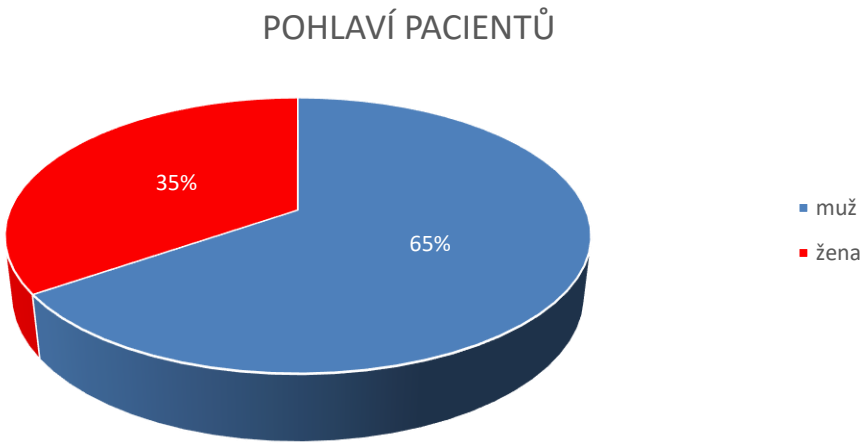
Možný podíl na poklesu ošetřených pacientů v roce 2019 však mohla mít také výměna terapeutického RTG přístroje na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s., která probíhala v posledním čtvrtletí roku 2019, klinický provoz na novém přístroji byl zahájen 13.1.2020.



Obrázek 9 Počet ozářených pacientů, zdroj: vlastní

4.1.2 Pohlaví pacientů

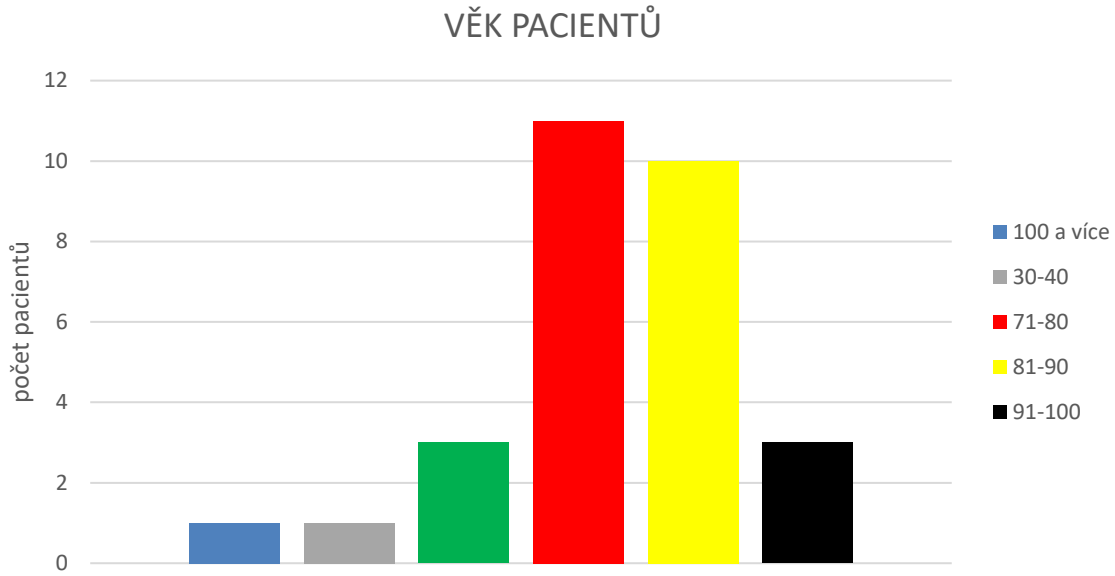
Pohlaví pacientů je přehledně zobrazeno v koláčovém grafu, na jehož základě lze posoudit zastoupení pohlaví ve sledovaném vzorku pacientů. Mužské pohlaví tvoří z celkového počtu celých 65 %, ženské pohlaví pak zbylých 35% z vybraného souboru (obrázek 10).



Obrázek 10 Pohlaví pacientů, zdroj: vlastní

4.1.3 Věk pacientů

Níže uvedený sloupcový graf vyjadřuje věkové zastoupení pacientů, kteří byli zahrnuti do výzkumu. Největší četnost zahrnovala pacienty ve věku 71 – 80 let a reprezentovalo ji 11 pacientů, 10 pacientů se v době léčby nacházelo ve věkové škále 81 – 90 let. Rozmezí ve věku 91 – 100 poukazuje na 3 pacienty, stejně tak jakožto interval ve věku 61 – 70 let. Ve věkovém rozmezí 30 – 40 let se nacházel 1 pacient a v kategorii 100 a více let byl také pouze jeden pacient (obrázek 11).



Obrázek 11 Věk pacientů, zdroj: vlastní

Tabulka číslo 1 zobrazuje výskyt jednotlivých diagnóz ve věkovém rozmezí, přičemž zohledňuje obě pohlaví dohromady. Nejstaršímu pacientovi, který onemocněl spinocelulárním karcinomem, bylo 105 let, nejmladšímu 66 let, průměrný věk z hlediska výskytu spinocelulárního karcinomu je 77 let. Nejstarší pacient s diagnostikovaným bazocelulárním karcinomem byl ve věku 92 let, nejmladší ve věku 68 let, věkový průměr výskytu onemocnění je 91 let. Nejstaršímu pacientovi s lymfomem bylo 77 let, nejmladšímu 30 let, průměrný věk pro toto onemocnění je tedy 54 let. Maligní melanom se vyskytl pouze u jednoho pacienta, tudíž nejvyšším věkem, nejnižším a průměrným věkem je 64 let. Taktéž karcinom z Merkelových buněk a spinobazocelulární karcinom se vyskytly pouze jedenkrát. U karcinomu z Merkelových buněk byl nejvyšší věk 77 let, stejně tak nejnižší i průměrný. U spinocelulárního karcinomu byl nejvyšší věk 88 let, nejnižší a průměrný rovněž 88 let (tabulka 1).

Tabulka 1 Věk pacientů

Diagnóza	Nejvyšší věk	Nejnižší věk	Průměrný věk
spinocelulární ca	105	66	77
bazocelulární ca	92	68	91
lymfom	77	30	54
maligní melanom	64	64	64
ca z Merkelových buněk	77	77	77
spinobazocelulární ca	88	88	88

Zdroj: vlastní

Následující tabulka zobrazuje výskyt daného onemocnění ve věkovém rozmezí pouze u mužů. Spinocelulární karcinom se vyskytl u nejstaršího pacienta v 93 letech, u nejmladšího v 66 letech, průměrný věk výskytu onemocnění je tedy 88 let. Nejstaršímu pacientovi s bazocelulárním karcinomem bylo 85 let, nejmladšímu 68 let, průměrný věk pro toto onemocnění je tedy 77 let. U mužů se vyskytl lymfom pouze u jednoho pacienta, proto je nejvyšší, nejnižší a průměrný věk 30 let. Maligní melanom se taktéž vyskytl pouze jednou, proto je nejvyšší, nejnižší a průměrný věk 64 let (tabulka 2).

Tabulka 2 Věk u mužů

Diagnóza	Nejvyšší věk	Nejnižší věk	Průměrný věk
spinocelulární ca	93	66	88
bazocelulární ca	85	68	77
lymfom	30	30	30
maligní melanom	64	64	64

Zdroj: vlastní

Tabulka číslo 3 zobrazuje naopak výskyt jednotlivých diagnóz v nejvyšším, nejnižším a průměrném věku u ženského pohlaví. Nejvyšším věkem, kdy se vyskytl u sledovaných pacientů spinocelulární karcinom, bylo 105 let, nejnižší 86 let a průměrný věk je tedy 96 let. Nejvyšším věkem, kdy se vyskytl bazocelulární karcinom, bylo 92 let, nejnižším věkem 72 let a průměrný věk tohoto onemocnění je 84 let. Lymfom se vyskytl pouze u jedné pacientky ve sledovaném souboru, tudíž nejvyšší, nejnižší a průměrný věk je 77 let. Ve stejné míře jako lymfom se vyskytl i karcinom z Merkelových buněk, kde nejvyšší, nejnižší a průměrné hodnoty jsou shodné jako u lymfomu, tedy 77 let. Spinobazocelulární karcinom se vyskytl pouze u jedné pacientky, proto věk 88 let je věkem nejvyšším, nejnižším a zároveň i průměrným (tabulka 3).

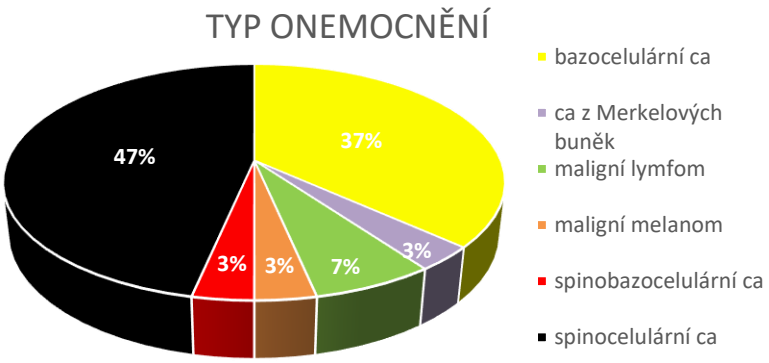
Tabulka 3 Věk u žen

Diagnóza	Nejvyšší věk	Nejnižší věk	Průměrný věk
spinocelulární ca	105	86	96
bazocelulární ca	92	72	84
lymfom	77	77	77
ca z Merkelových buněk	77	77	77
spinobazocelulární ca	88	88	88

Zdroj: vlastní

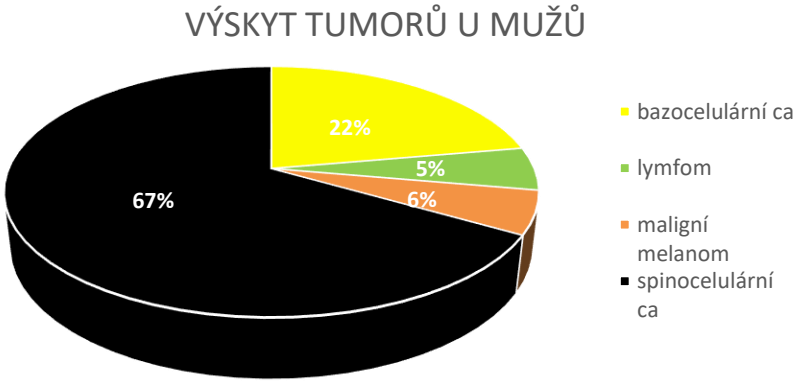
4.1.4 Typ onemocnění

Koláčový graf zobrazuje zastoupení jednotlivých typů onemocnění ve zkoumaném vzorku. V nejvyšší míře a to ve 47 % se vyskytoval spinocelulární karcinom, ve 37 % se vyskytoval bazocelulární karcinom, 7 % zastupuje maligní lymfom. Shodné zastoupení 3 % představuje karcinom z Merkelových buněk, maligní melanom a spinobazocelulární karcinom (obrázek 12).



Obrázek 12 Typ onemocnění, zdroj: vlastní

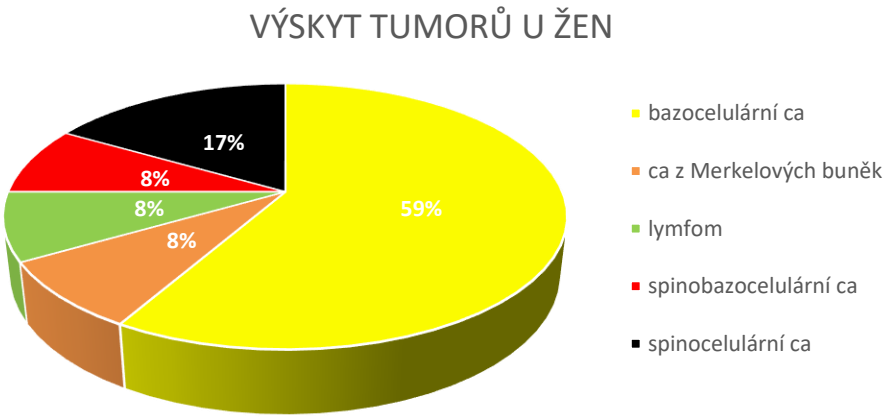
Zastoupení jednotlivých diagnóz z hlediska pohlaví klasifikuje obrázek č. 13, který je zaměřen na pohlaví mužské. U mužů se z 67 % vyskytoval spinocelulární karcinom, ve 22 % se jednalo o bazocelulární karcinom. 6 % výskytu zastupuje maligní melanom a zbylých 5 % lymfom (obrázek 13).



Obrázek 13 Výskyt tumorů u mužů, zdroj: vlastní

Koláčový graf popisuje výskyt jednotlivých diagnóz u ženského pohlaví, kdy se v 59 % jednalo o bazocelulární karcinom. V 17 % se vyskytoval spinocelulární karcinom, po 8 % zastupují výskyt tumorů spinobazocelulární karcinom, lymfom a také karcinom z Merkelových buněk.

Při porovnání výskytu jednotlivých diagnóz z hlediska pohlaví lze zpozorovat, že u mužů se vyskytuje převážně spinocelulární karcinom, u žen se naopak jedná o převahu bazocelulárního karcinomu (obrázek 14).

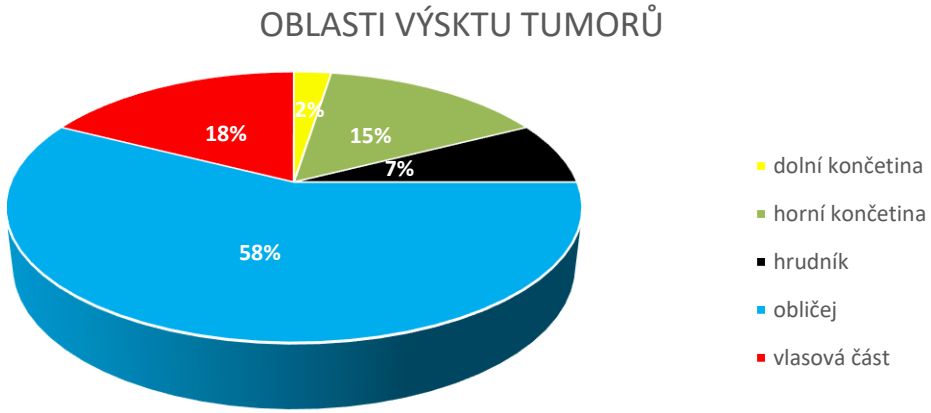


Obrázek 14 Výskyt tumorů u žen, zdroj: vlastní

4.1.5 Oblasti výskytu tumorů

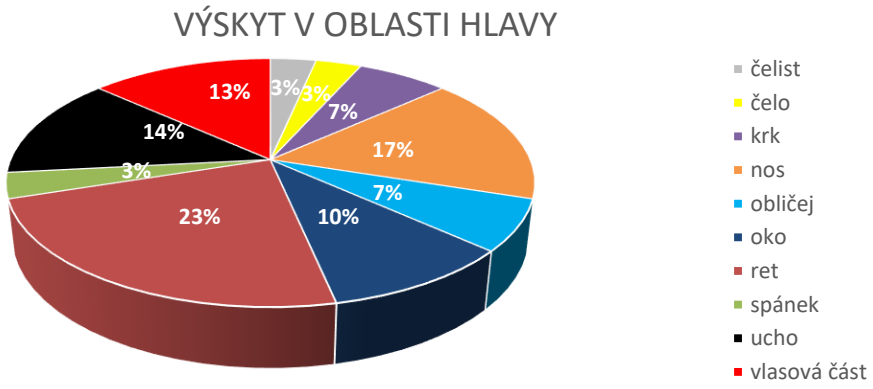
Obrázek číslo 15 zobrazuje nejčastější oblasti výskytu kožních nádorů, které se zahrnoval vybraný zkoumaný soubor pacientů. Nejčastěji se tumory objevovaly v oblasti obličeje a to v 58 %. Druhou nejčastěji postiženou oblastí s 18 % výskytu je vlasová část, 15 % se nalézalo na horní končetině, 7 % se vyskytovalo na hrudníku a nejméně tumorů se nacházelo na dolní končetině, která představuje 2 % z celkového výskytu.

Z grafu lze usoudit, že nejvyšší četnost kožních tumorů je v oblastech těla, která jsou exponována slunečnímu záření. Význam slunečního záření v etiologii kožních tumorů rovněž potvrzuje tento graf (obrázek 15).



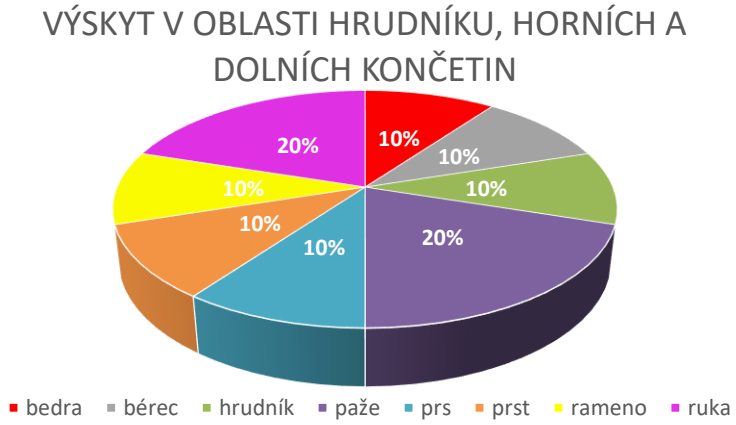
Obrázek 15 Oblasti výskytu tumorů, zdroj: vlastní

Výskyt v jednotlivých oblastech hlavy popisuje níže uvedený graf. Ve zkoumaném souboru se tumor v oblasti obličeje nacházel v 86 %. Konkrétněji pak ve 23 % se vyskytoval na rtu, v 17 % byla postižena oblast nosu, ve 14 % se tumor nacházel na uchu, 13 % představuje vlasová část hlavy (vlasová část, temeno,…), 10 % výskytu představuje oblast očí. Po 7 % se tumor nacházel na ostatních částech obličeje (jařmový oblouk, tvář, krk,…), ve 3 % se také nalézal na čele a čelisti (obrázek 16).



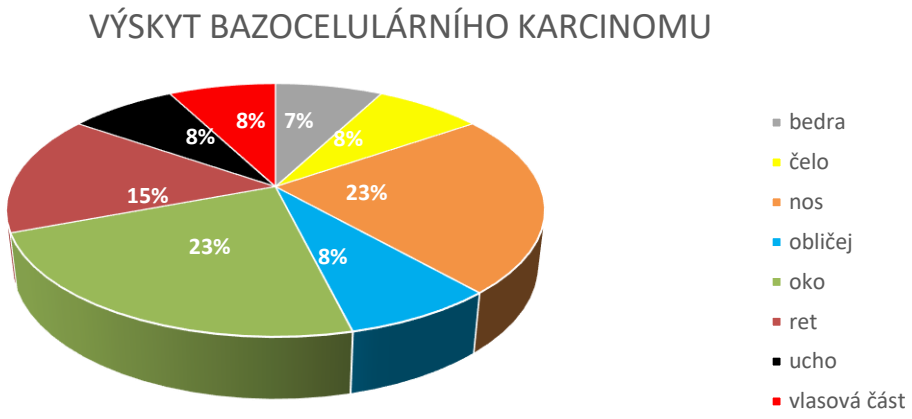
Obrázek 16 Výskyt v oblasti hlavy, zdroj: vlastní

Na obrázku číslo 17 lze zhodnotit oblasti výskytu na hrudníku, horních a dolních končetinách. Ve 20 % se tumor vyskytoval na paži a ruce, po 10 % se poté shodně objevoval na rameni, prstu, hrudníku, prsu, bedrech a bérci (obrázek 17).



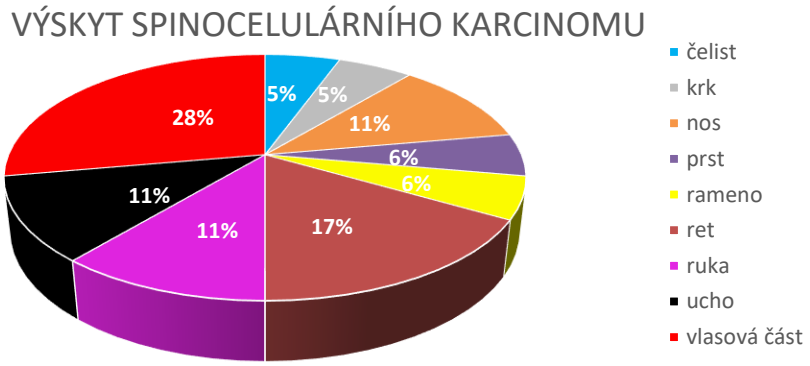
Obrázek 17 Výskyt v oblasti hrudníku, horních a dolních končetin, zdroj: vlastní

Lokality výskytu bazocelulárního karcinomu znázorňuje obrázek číslo 18. Bazocelulární karcinom se vyskytoval ve stejné míře zastoupení ve 23 % v oblasti očí a nosu. 15 % zastupovala oblast rtu a po 8 % se shodně vyskytoval ve vlasové části, na čele, uchu a obličeji. Zbylých 7 % představovala oblast beder (obrázek 18).



Obrázek 18 Výskyt bazocelulárního karcinomu, zdroj: vlastní

Na obrázku číslo 19 lze zhodnotit oblasti výskytu spinocelulárního karcinomu. Ve 28 % se vyskytoval ve vlasové části (temeno, vlasová část, ...), v 17 % na rtu. Shodných 11 % výskytu představují nos, ruka a oblast ucha. V 6 % se nacházel v oblasti ramen a prstů. Na čelisti a krku se spinocelulární karcinom nalézal shodně v 5 % (obrázek 19).

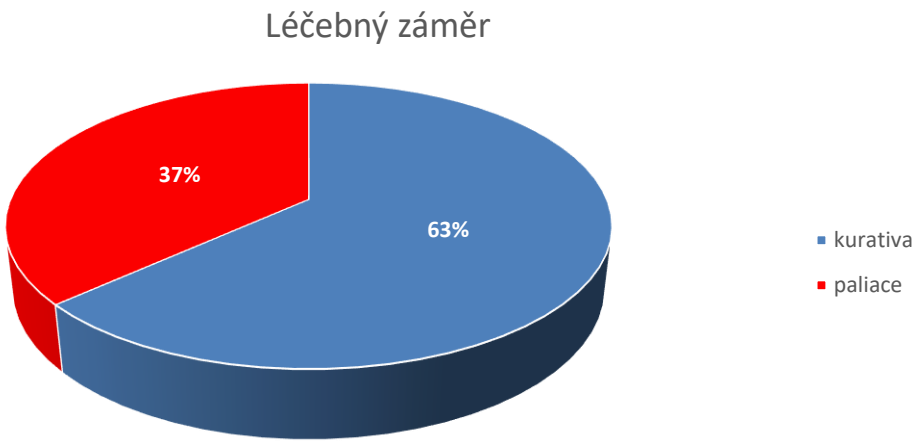


Obrázek 19 Výskyt spinocelulárního karcinomu, zdroj: vlastní

4.1.6 Léčebný záměr

Obrázek číslo 20 znázorňuje poměr kurativní a paliativní léčby. Léčebný záměr je volen na základě diagnózy, stádia onemocnění, nebo také stavu pacienta. Ve zkoumaném souboru se jednalo v 63 % o kurativní záměr, tedy bylo kladeno za cíl pacienta vyléčit. Ve zbylých 37 % se jednalo o paliativní ozařování, kdy cílem je především ulevit pacientovi od potíží spojených s přítomností onemocnění (obrázek 20).

Příkladem paliativního ozařování ve zkoumaném vzorku může být diagnóza maligního melanomu. Pokud se jednalo o kurativní ozařování, týkalo se to především spinocelulárního a bazocelulárního karcinomu. Při kurativním ozařování byly voleny standardní dávky normofrakcionace, které vyplývají z ozařovacích předpisů. Nejčastěji byl indikován předpis ve formě jednotlivé dávky 2 Gy a 30 frakcí. V případě paliace se dávky lišily dle indikací a stavu pacienta. U zmíněné paliace maligního melanomu se jednalo o jednotlivou dávku 4 Gy a 5 frakcí.

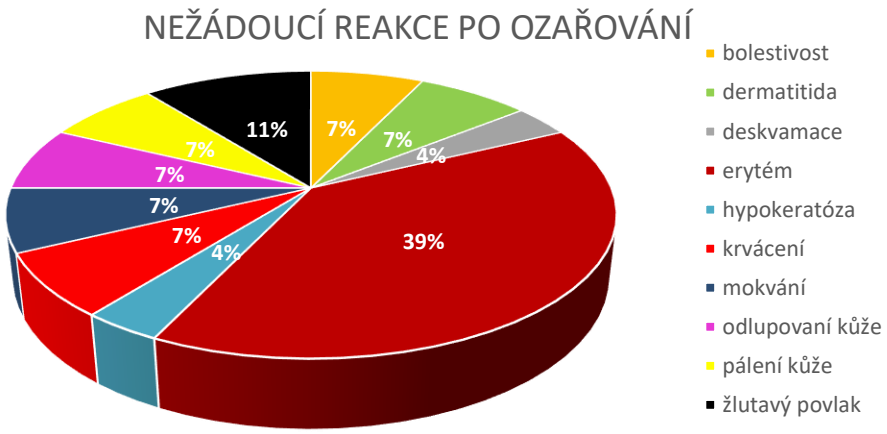


Obrázek 20 Léčebný záměr, zdroj: vlastní

4.1.7 Nežádoucí reakce po ozařování

Koláčový graf vyobrazuje zastoupení jednotlivých typů nežádoucích reakcí na léčbu ozařováním pomocí terapeutického RTG přístroje. Nejvyšší četnost v podobě 39 % vykazuje reakce v podobě erytému, 11 % zastoupení představuje žlutavý povlak. Ve shodném množství 7 % se ve zkoumaném souboru vyskytly také radiační dermatitida, bolestivost, pálení kůže, odlupování kůže, mokvání a krvácení. Hypokeratóza a deskvamace se objevily ve 4 % (obrázek 21).

Žlutavý povlak svědčí o přítomnosti sekundární infekce a není vlastním nežádoucím účinkem léčby zářením. Bohužel se však u pacientů objevoval a byl popisován opakovaně, proto je v grafu jeho zastoupení ponecháno. Ostatní projevy vzniklé po ozařování jsou také do jisté míry projevem hojení léze (odlupování kůže, hypokeratóza).

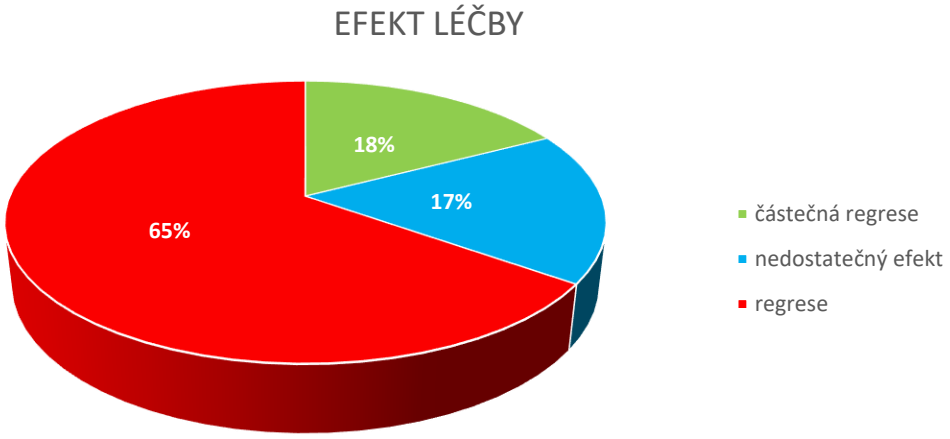


Obrázek 21 Nežádoucí reakce po ozařování, zdroj: vlastní

4.1.8 Efekt léčby

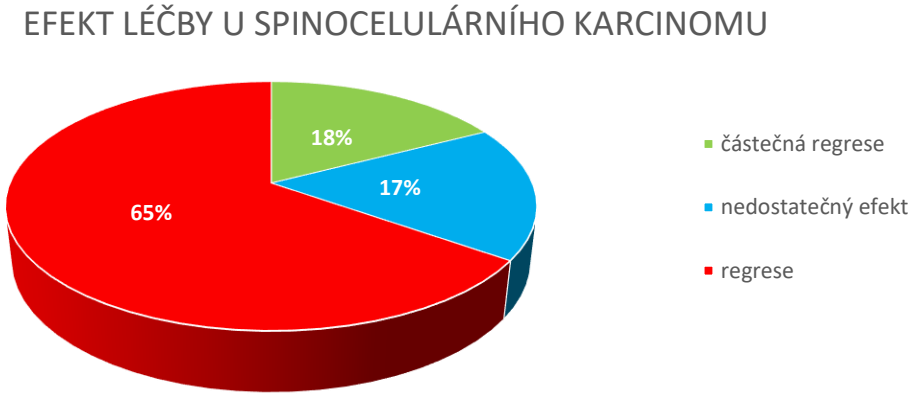
Efekt léčby byl v rámci výzkumu hodnocen na základě záznamů o kontrolách dostupných v dokumentacích pacientů, se zaměřením především na kontroly provedené po ukončení léčby zářením a případné nadcházející kontroly. Efekt léčby byl rozdělen do tří kategorií. Jako regrese nádorového onemocnění byl zhodnocen stav, kdy nastalo vymizení infiltrátu, nález byl nadále bez progrese a bylo pomocí ozařování dosaženo kompletní remise onemocnění. Jako efekt částečné regrese byl zhodnocen stav, kdy došlo ke zmenšení nálezu nebo snížení obtíží vyskytujících se v souvislosti s přítomností tumoru. Jako nedostatečný efekt byl zhodnocen stav, kdy přetrvával infiltrát beze změn nebo nedošlo k ovlivnění krvácení a bolestivosti.

Níže uvedený graf prezentuje výsledky efektu ozařování terapeutickým RTG přístrojem. Nejvyšší četnost 65 % představuje pozitivní výsledek léčby, tedy regrese nádorových ložisek. V 18 % bylo dosaženo částečné regrese, kdy například došlo ke snížení potíží spojených s tumorem, avšak nedošlo k úplnému odstranění ložiska. Nedostatečný efekt se vyskytl v 17 %, tudíž nebylo dosaženo odstranění tumoru ani snížení potíží spojených s onemocněním (obrázek 22).



Obrázek 22 Efekt léčby, zdroj: vlastní

Následující graf vyobrazuje efekt léčby RTG terapií u pacientů se spinocelulárním karcinomem. U 65 % pacientů z vybraného souboru došlo k dosažení pozitivního výsledku léčby, tedy k regresi. K částečné regresi došlo u 18 % případů. Jako nedostatečný efekt léčby byl hodnocen u zbývajících 17 % pacientů (obrázek 23).



Obrázek 23 Efekt léčby u spinocelulárního karcinomu, zdroj: vlastní

Hodnocení léčebného efektu u bazocelulárního karcinomu prezentuje níže uvedený koláčový graf. Pozitivního efektu ve formě regrese bylo dosaženo u 78 % pacientů. Shodné četnosti 11 % dosáhl efekt částečné regrese a nedostatečný efekt (obrázek 24).

Obrázek 24 Efekt léčby u bazocelulárního karcinomu, zdroj: vlastní

V daném výzkumu byla stanovena jedna hypotéza, která si klade za cíl zjistit, zda počet pacientů s nádorovým onemocněním ošetřených terapeutickým RTG přístrojem na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. každoročně významně klesá. K ověření hypotézy H1 slouží výše zmíněný přehled grafů, tabulek, komentářů a především podkapitola počet ozářených pacientů. Hypotéza byla na základě analýzy dat následně zamítnuta, jelikož k poklesu počtu ozářených pacientů dochází, avšak pokles není nijak významný.

5 Diskuze

Hlavním cílem bakalářské práce bylo popsání současného využití terapeutického RTG přístroje v radioterapii a zhodnocení efektu ozařování nádorových kožních lézí u pacientů z radioterapeutického oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. v letech 2016 – 2019. Pacienti byli do souboru zařazeni bez ohledu na věk či pohlaví. Základním společným znakem bylo tedy prosté absolvování léčby zářením terapeutickým RTG přístrojem na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. v letech 2016 – 2019.

Zkoumaný vzorek obsahoval více mužů než žen, konkrétně 65 % mužů a 35 % žen. Autorka práce se domnívá, že převažuje mužské pohlaví z důvodu nedostatečné pozornosti věnované prevenci a ochraně před etiologickými činiteli kožních nádorů, jakým je například UV záření. Autorka předpokládá, že ženy se více soustředí na zdravý životní styl a včasnou prevenci kožních onemocnění. Ta bývá realizována například formou návštěvy dermatologa a následného vyšetření dermatoskopem, načež je možné případné včasné chirurgické ošetření kožních lézí. Obecně má autorka také zato, že ženy důsledněji využívají ochranu solárními protektivními přípravky. Naopak muži se častěji vystavují UV záření bez ochranných prvků, například při zahradních činnostech, při stavebních pracích apod., kdy jsou často obnaženi do půli těla a bez hlavové pokrývky. S nechráněnými částmi těla tedy signifikantně souvisí oblasti výskytu kožních lézí.

Ačkoliv zaměření autorky nebylo primárně vztaženo na věk pacientů, nelze opomenout i tuto skutečnost. Dle článku od Divišové a dalších z roku 2010 se bazaliom vyskytuje v průměrném věku mezi 45 a 65 rokem (Divišová, et al., 2010), avšak průměrný věk pacientů zahrnutých do výzkumu autorky činil 91 let. Je však otázkou, zda se tato věková hranice liší kvůli nižší četnosti vzorku, či se již pacienti v Jihočeském kraji začali více zaměřovat na prevenci kožních nádorových onemocnění, ale spíše bude důvodem prostá častější chirurgická excize u mladších ročníků namísto indikace léčby radioterapií.

Co se týče počtu ozářených pacientů, je vzorek signifikantně nižší, nežli tomu bývá u jiných onemocnění, jako jsou například nenádorové indikace, které tvoří významnou část onemocnění léčených na terapeutickém RTG přístroji. K nižší četnosti výzkumného

vzorku také přispěly nekompletní informace všech pacientů, které byly autorce poskytnuty, a po následné analýze byla autorkou tato data vyřazena.

Dokumentace u jednotlivých subjektů nebyla bohužel vedena jednotným způsobem a formulace dané problematiky byly rozlišné dle zvyklostí jednotlivých lékařů. V dokumentacích pak nebyly jednotně vedeny záznamy o dispenzárních kontrolách. Pacienti bez poradiačních komplikací bývali často odesíláni na další kontroly k obvodním lékařům, či kožním specialistům. Vlivem toho následně chybí zpětná vazba radioterapeutickým pracovníkům, kteří by tak mohli pozorovat a hodnotit léčebný efekt ozařování kožních lézí u většího vzorku pacientů.

Do souboru nebyla zahrnuta diagnóza mycosisfungoides, jelikož u ní tvoří terapie RTG ozařovačem jen minoritní část léčby. Pokles ozářených pacientů nastává také proto, že terapeutický RTG přístroj není jediným způsobem léčby kožních nádorových onemocnění. Tudíž další pacienti s diagnózou kožního karcinomu mohou být léčeni jinými modalitami, například chirurgická excize, laser nebo kryoterapie.

Autorka se domnívá, že nejnižší četnost zaznamenaná v roce 2019 může být výrazně ovlivněna výměnou terapeutického RTG přístroje na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. Výměna probíhala od října roku 2019, pročež mohly být počty ozářených pacientů nižší, aniž by tento fakt signifikantně podpořil hypotetické tvrzení o poklesu pacientů indikovaných k RTG nádorové terapii kožních tumorů.

Výsledky analýzy výskytu bazaliomu a spinaliomu podporuje taktéž odborná literatura, která uvádí, že tyto dvě diagnózy jsou jedny z nejčastějších onemocnění v kategorii kožních karcinomů (Divišová, et al., 2010). Ve zkoumaném vzorku bylo zastoupení diagnózy spinaliomu četnější u mužského pohlaví. Dle Šlampy se spinaliom vyskytuje ve větší míře u mužů, nežli u žen (Šlampa & Petera, 2007), čemuž se přiklání i výsledky autorky této práce. Odborná literatura a autorka bakalářské práce se však rozcházejí v poměru pohlaví na výskyt bazaliomu, přičemž autorčina analýza poukazuje na výskyt bazocelulárního karcinomu ve vyšší četnosti u žen, avšak dle Furdové a dalších je vyšší zastoupení této diagnózy u mužů (Furdová , et al., 2013). Oblasti výskytu bazocelulárního karcinomu jsou dle jiných autorů převážně v oblasti hlavy, krku a trupu (Šlampa & Petera, 2007), načež ve zkoumaném souboru se potvrdily převážně oblasti vlasové a obličejové části. Co se týče výskytu spinaliomu, tak Šlampa uvádí především oblast rtu, přičemž autorka se s tímto shoduje a přidává ještě hlavu a obličej.

Zastoupení nežádoucích reakcí ve zkoumaném souboru odpovídalo očekávání autorky, kdy nastal výskyt pouze lokálních reakcí, které byly předvídatelné v souvislosti s léčbou terapeutickým RTG přístrojem. Zjištěny byly četné kožní reakce především ve formě erytému. Překvapivým výsledkem pak naopak byl nízký výskyt deskvamace kůže, který autorka očekávala významnější.

Ve zkoumaném vzorku se jednalo v 63 % o kurativní ozařování. Vysoké procento kurativního záměru poukazuje na uplatnění terapeutického RTG přístroje v léčbě kožních lézí jako na dostupnou a účinnou formu terapie. Paliativní záměr byl zvolen v 37 %. O úspešnosti léčebných záměrů pak svědčí efekt léčby, kdy v nadpoloviční většině případů bylo dosaženo regrese tumoru. Volba terapeutického RTG přístroje pro léčbu kožních lézí taktéž vychází z neinvazivity této modality, proto je ozařování vhodné i pro starší pacienty, kteří nejsou zatěžováni chirurgickou léčbou. U některých pacientů se vyskytovaly mnohočetné léze, které byly taktéž léčeny terapeutickým RTG přístrojem. A proto na základě příznivých výsledků jim byla indikována léčba zářením opakovaně.

Vyhodnocený léčebný efekt odpovídal očekávání autorky na základě teoretických znalostí a podpory odborné literatury.

6 Závěr

Hlavními cíli této bakalářské práce bylo popsání současného využití terapeutického RTG přístroje v radioterapii a zhodnocení efektu ozařování nádorových kožních lézí u pacientů z radioterapeutického oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. v letech 2016 – 2019.

Prvním cílem bylo stanoveno popsání současného využití terapeutického RTG přístroje v radioterapii a byl naplněn v teoretické části bakalářské práce. Teoretická část bakalářské práce zahrnuje témata věnující se vývoji radioterapie, úvodu do RTG terapie, přístrojové technice, radiobiologii a fyzikálním aspektům léčby RTG terapií, jejím výhodám a nevýhodám, nežádoucím účinkům, nádorovým a nenádorovým indikacím a rovněž kontraindikacím léčby.

Následná praktická část zohledňuje druhý cíl, kterým je zhodnocení efektu ozařování nádorových kožních lézí u pacientů z radioterapeutického oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. v letech 2016 – 2019. Pro potřeby naplnění druhého cíle práce byla provedena analýza dokumentace spojené s léčbou zářením vybraného vzorku pacientů z radioterapeutického oddělení Nemocnice České Budějovice, a.s. v zadaném období 2016 – 2019.

Při podrobném studiu dokumentace práci komplikovala různorodost interpretace aktuálního stavu pacientů. Pro zhodnocení efektu léčby zářením byly využity především informace ze zápisu z prvních dvou dispenzárních kontrol po dokončeném ozařování.

Pro potřeby zpracování bakalářské práce by bylo ideální, pokud by měli onkologičtí lékaři – radioterapeuti dlouhodobější kontrolní období pacientů. Pacienti jsou často předáváni do péče spádových specialistů nebo praktických lékařů již po první kontrole od ozařování, objednané zpravidla v období 1 – 2 měsíců od ukončení ozařování.

Praktická část práce pracovala s ověřením tvrzení, že počet pacientů s kožním nádorovým onemocněním ošetřených na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. každoročně významně klesá. Uvedená hypotéza H1 byla zamítnuta na základě analýzy souboru.

Z teoretických podkladů k metodě ozařování terapeutickým RTG svazkem a současně i z praktické části práce vyplynulo, že tato léčebná metoda má svou pevnou pozici v nechirurgické léčbě nádorových kožních onemocnění a jistě své uplatnění

v budoucnu neztratí. Tato terapie je nejen neinvazivní, ale současně i velmi efektivní a snadno aplikovatelná, což z ní dělá přínosnou a praktickou metodu onkologické léčby.

7 Seznam použitých zdrojů

1. ARENBERGER, P. & ETTLER, J., 2016. Bazaliom. *Onkologie*. říjen, Olomouc: Solen, pp. 62-65. ISSN 1803-5345

2. BALCH, C. M. & et al, 2001. Prognostic factors analysis of 17,600 melanoma patients: validation of the American Joint Comite on Cancer melanoma staging system.. *Journal of clinical onkology*, srpen, pp. 3622-3634, ISSN 1527-775

3. BINAROVÁ, A., 2010. *Radioterapie.* Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, fakulta zdravotnických studií. ISBN 978-80-7368-701-4

4. CURTISS, P., STRAZZULLA, L.C. & FRIEDMAN - KIEN, A.E. 2016, An Update on Kaposi's Sarcoma: Epidemiology, Pathogenesis and Treatment. *Dermatologic and Therapy,* prosinec, Issue 4, pp. 465–470. ISSN 2190-9172

5. DIVIŠOVÁ, B., CETKOVSKÁ, P. & PIZINGER, K., 2010. Nejčastější maligní epitelové kožní nádory. *Onkologie*, duben, Olomouc: Solen, pp. 230-232. ISSN 1803-5345

6. DOROTÍK, J., 2006. *Radioterapeutické přístroje.* Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Fakulta zdravotnických studií. ISBN 978-80-7368-220-0

7. DVONČ, E., 2017. Možnosti a limity nenádorové radioterapie. *Practicus*, červen, Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, Issue 5., pp. 10-11. ISSN 1213-8711

8. FIKRLE, T. & PIZINGER, K., 2010. Maligní melanom. *Onkologie*, duben, Olomouc: Solen, pp. 225-228. ISSN 1803-5345

9. FURDOVÁ, A., LUKAČKO, P. & LEDERLEITNER, D., 2013. HDR 192Ir brachyterapia v liečba bazocelulárneho karcinómu dolnej mihalnice a vnútorného kútika oka – naše skúsenosti.. *Česká a slovenská oftalmologie*, Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, Issue 2, pp. 75 - 79. ISSN 1805-4447

10. HYNKOVÁ, L., ŠLAPMA, P., & DOLEŽALOVÁ, H., 2016. *Radioterapie - učební texty pro studenty 5. roč. LF MU Brno.* Brno: Klinika radiační onkologie, LF MU.

11. HYNKOVÁ, L., ŠLAMPA, P. & kolektiv. 2012. *Základy radiační onkologie*. 1.vydání. Brno: Klinika radiační onkologie LF Masarykovy univerzity, Masarykův onkologický ústav Brno. ISBN 978-80-210-6061-6

12. CHUDÁČEK, Z., 1995. *Radiodiagnostika I. část.* Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví BRNO. ISBN 80-7013-114-4

13. KIRKPATRICK, J., YASSAIE, O., SEYED, A. M., 2017 The plantar calcaneal spur: a review of anatomy, histology, etiology and key associations. *Journal of anatomy,* květen, John wihley and sons, pp. 743 - 751. ISSN 1469-7580

14. KRAJSOVÁ, I., 2006. *Melanom.* Praha: Maxdorf. ISBN 80-7345-096-8

15. KUBECOVÁ, M. & et al, 2011. *Onkologie.* Praha: Univerzita Karlova v Praze. ISBN 978-80-254-9742-5

16. KUNA, P. & NAVRÁTIL, L., 2005. *Klinická radiobiologie.* Praha: Manus. ISBN 80-86571-09-2

17. LANGLEY, R. G. & SOBER, A. J., 2009. A Clinical Review of the Evidence for the Role of Ultraviolet Radiation in the Etiology of Cutaneous Melanoma. *Cancer Investigation*, červen, pp. 561-567. ISSN 1532-4192

18. LITVIK, R., PACIOREK, M. & VANTUCHOVÁ, Y., 2010. Hypertrofické a keloidní jizvy. *Dermatologie pro praxi,* Olomouc: Solen, Issue 2, pp. 90 - 95. ISSN 1803-5337

19. Ministerstvo zdravotnictví České Republiky, 2016. *Melanom je sedmý nejčastější nádor u nás, počet postižených stále roste.* [Online]
Available at: https://www.mzcr.cz/dokumenty/melanom-je-7nejcastejsi-nador-u-naspocet-postizenych-stale-roste_12462_1.html
[Přístup získán 10 říjen 2019].

20. NOVOTNÝ, J., VÍTEK, P., KLEIB, Z. & et al, 2016. *Onkologie v klinické praxi.* Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-3944-4

21. OGAWA, R., AKITA, S., AKAISHI, S. et al., 2019. Diagnosis and Treatment of Keloids and Hypertrophic Scars—Japan Scar Workshop Consensus Document 2018. *Burns & Trauma,* prosinec, BioMed Central, pp. 2 - 40. ISSN: 2321-3876

22. PILNÝ, J., 2011 *Calcar calcanei (ostruha patní kosti).* [Online]
Available at: http://www.ortopedie-traumatologie.cz/Calcar-calcanei-(ostruha-patni-kosti)
[Přístup získán 9 říjen 2019].

23. PIZINGER, K., 2003. *Kožní pigmentové projevy.* Praha: Grada. ISBN 80-247-0616-4

24. POKORNÝ, D., 2000. *Artróza.* Praha: Jan Vašut. ISBN 80-7236-184-8

25. SPURNÝ, V. & ŠLAMPA, P., 1999. *Moderní radioterapeutické metody, základy radioterapie.* Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně. ISBN 80-7013-267-1

26. STÝBLOVÁ, E., 2018. *Radioterapie 2 přednášky.* České Budějovice : ZSF JČU.

27. ŠIFFNEROVÁ, H., 2007. *Radioterapie 1.*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, zdravotně sociální fakulta.

28. ŠLAPMA, P. & PETERA, J., 2007. *Radiační onkologie.* Praha: Galén. ISBN 80-7262469-0

29. URBÁNEK, J., 2015. Keloidní jizvy. *Dermatologie pro praxi*. Září, Olomouc: Solen, pp. 84 - 85. ISSN 1803-5337

30. ZÁMEČNÍK, J., 1990. *Radioterapie.* Praha: Avicenum. ISBN 80-201-0051-2

31. ZÁŠKODNÝ, P. & ZÁŠKODNÁ, H., 2014. *Metodologie vědeckého výzkumu.* 1. edice, Praha: Curriculum. ISBN 978-80-87894-03-3

8 Seznam obrázků

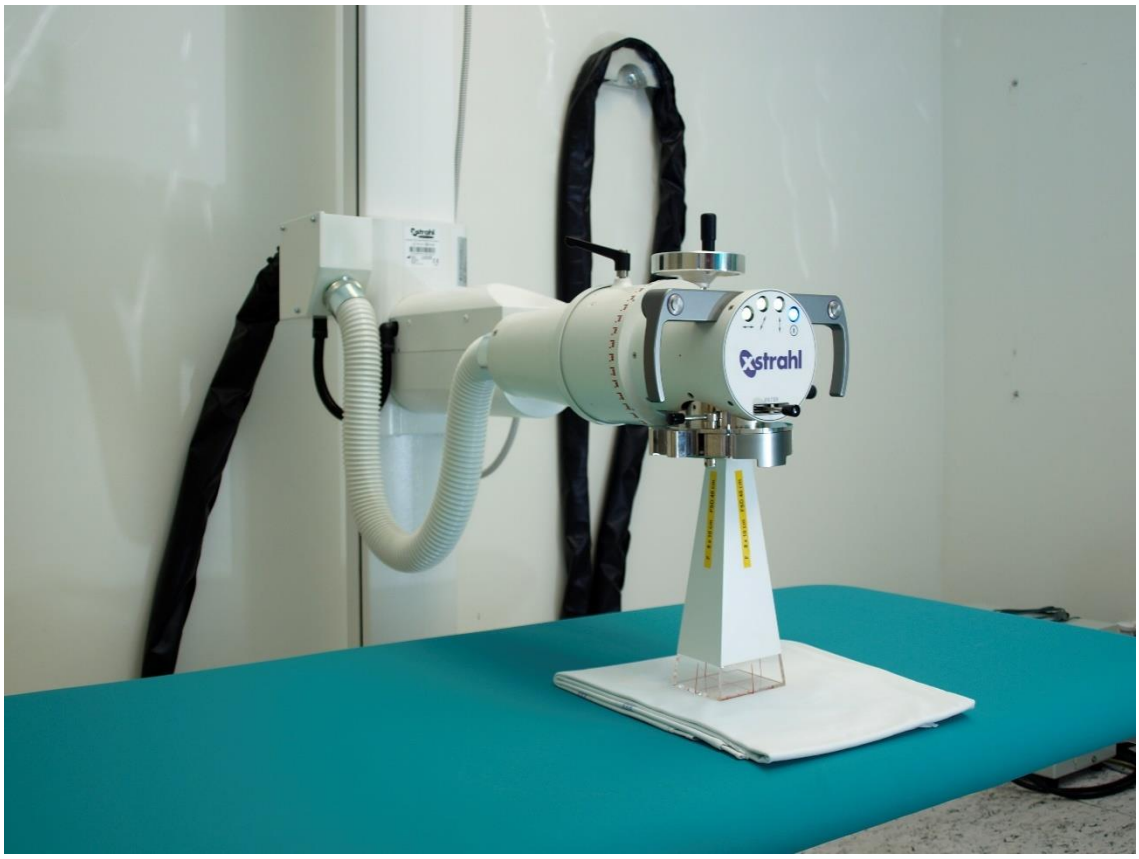
Obrázek 1 Schéma propojení částí terapeutického RTG, zdroj: vlastní 12
Obrázek 2 Schéma RTG lampy, zdroj: Berkovský 12
Obrázek 3 Ozařování bazocelulárního karcinomu, zdroj: (Šlampa & Petera, 2007) 24
Obrázek 4 Spinocelulární karcinom, zdroj: (Šlampa & Petera, 2007) 25
Obrázek 5 Maligní melanom, zdroj: (Šlampa & Petera, 2007) 28
Obrázek 6 Kaposiho sarkom, zdroj: (Šlampa & Petera, 2007) 29
Obrázek 7 Analgetické ozařování kolene, zdroj: (Šlampa & Petera, 2007) 31
Obrázek 8 Ozařování calcar calcanei, zdroj: (Šlampa & Petera, 2007) 32
Obrázek 9 Počet ozářených pacientů, zdroj: vlastní 36
Obrázek 10 Pohlaví pacientů, zdroj: vlastní 37
Obrázek 11 Věk pacientů, zdroj: vlastní 38
Obrázek 12 Typ onemocnění, zdroj: vlastní 42
Obrázek 13 Výskyt tumorů u mužů, zdroj: vlastní 42
Obrázek 14 Výskyt tumorů u žen, zdroj: vlastní 43
Obrázek 15 Oblasti výskytu tumorů, zdroj: vlastní 44
Obrázek 16 Výskyt v oblasti hlavy, zdroj: vlastní 45
Obrázek 17 Výskyt v oblasti hrudníku, horních a dolních končetin, zdroj: vlastní 45
Obrázek 18 Výskyt bazocelulárního karcinomu, zdroj: vlastní 46
Obrázek 19 Výskyt spinocelulárního karcinomu, zdroj: vlastní 46
Obrázek 20 Léčebný záměr, zdroj: vlastní 47
Obrázek 21 Nežádoucí reakce po ozařování, zdroj: vlastní 48
Obrázek 22 Efekt léčby, zdroj: vlastní 49
Obrázek 23 Efekt léčby u spinocelulárního karcinomu, zdroj: vlastní 50
Obrázek 24 Efekt léčby u bazocelulárního karcinomu, zdroj: vlastní 50

9 Přílohy

Příloha 1 – Foto terapeutického RTG přístroje na radioterapeutickém oddělení nemocnice České Budějovice

Zdroj: Berkovský, radioterapeutické oddělení Nemocnice České Budějovice a.s.

Příloha 2 – Foto terapeutického RTG přístroje na radioterapeutickém oddělení Nemocnice České Budějovice – lampa s filtrem



Zdroj: Berkovský, radioterapeutické oddělení Nemocnice České Budějovice a.s.

Příloha 3 – Foto sady filtrů k terapeutickému RTG přístroji

Zdroj: Berkovský, radioterapeutické oddělení Nemocnice České Budějovice a.s.

10 Seznam použitých zkratek

AIDS	syndrom získaného selhání imunity
cm	jednotka délky v metrickém systému
DNA	deoxyribonukleová kyselina, nositelka genetické informace
Gy	jednotka absorbované dávky záření v soustavě SI
kV	jednotka SI soustavy pro napětí
mA	jednotka SI soustavy pro elektrický proud
MV	jednotka SI soustavy pro napětí
OK	vzdálenost ohnisko – kůže
RNA	ribonukleová kyselina
RTG	rentgenové záření, zdroj RTG záření (přístroj)