



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Studies

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta
Katedra radiologie, toxikologie a ochrany obyvatelstva

Bakalářská práce

**Využití ozařovacích technik IGRT a IMRT u pacientů
s karcinomem prostaty a jejich vedlejší účinky**

Vypracoval: Klára Křivská
Vedoucí práce: Mgr. Lubomír Francl
České Budějovice 2015

Abstrakt

Karcinom prostaty je onemocnění s celosvětově stále se zvyšujícím počtem nově zjištěných případů. Podle běžně dostupných statistických údajů je nejčastějším nádorovým onemocněním mužů. V příčinách úmrtí z onkologických důvodů je na místě druhém, za karcinomem plic. Situace v České republice je stejná. Za poslední dvě dekády se výskyt v republice téměř ztrojnásobil. Na druhou stranu, úmrtí na karcinom prostaty ubývá, je jich přibližně o třetinu méně. Tento velmi výrazný rozdíl je dán zejména možností vyšetření prostatického specifického antigenu (PSA) v rámci preventivních prohlídek u praktického lékaře, případně jiných specialistů.

Nezpochybnitelný vliv má moderní léčba nádorů prostaty, ať už se jedná o léčbu radikální (kurativní) nebo podpůrnou (paliativní). Podle údajů ze statistiky vedené Národním onkologickým registrem z roku 2009 činil počet nových zachycených karcinomů prostaty v České republice 119,3 případů na 100 000 mužů. Úmrtnost byla 28,5 případů na 100 000 mužů. V přepočtu na absolutní čísla z roku 2009 to znamená, že bylo odhaleno 6154 mužů s nádorem prostaty a 1472 mužů na něj zemřelo. O velkých úspěších moderní léčby svědčí i procentuální vyjádření přežití pacientů po ukončení léčby. V časovém období posledních třiceti let se celkové pětileté přežití u mužů s karcinomem prostaty zvýšilo z 68 % na současných téměř 100 %. Znamená to, že valná většina pacientů po pěti letech od diagnózy svého onemocnění stále žije.

Karcinomu prostaty bylo v Mezinárodní klasifikaci nemocí přiděleno písmeno C a číslo 61. Označení je celosvětově známé a jednotné a dodnes se používá. Pro srovnání v krátkosti uvádím statistiku Národního onkologického registru. Porovnáním let 1980, 1990, 2000 a 2011 zjistíme, že druhé nejčastější mužské nádorové onemocnění, karcinom plic (označení diagnózy C33) mělo od roku 1990 sestupnou tendenci a z 78 případů na 100 000 mužů se v roce 2011 snížilo na 50. Bohužel, oproti tomu výskyt karcinom prostaty (C61) se od roku 1980 stále a rychleji zvyšuje. V roce 2000 bylo nádorové onemocnění prostaty diagnostikováno asi 36 pacientům ze sta tisíc. Rapidní zvýšení bylo zjištěno v roce 2011, kdy se diagnóza C61 projevila u 74 z jednoho sta tisíc onkologických pacientů.

K léčbě karcinomu prostaty se využívá konformní radioterapie od doby jejího vzniku. Jejími průkopníky jsou japonští vědci Umegaki a Takahashi, kteří v 60. letech minulého století vynalezli první rotační konformní techniku ozařování. Více bývá spojena se zavedením počítačové tomografie (CT) do běžné klinické praxe. Až v roce 1983 byl představen 3D plánovací systém, jež ještě více umožnil rozvoj konformní radioterapie.

Bylo zjištěno, že dávky z konvenčních technik (např. box) nejsou pro pacienty s karcinomem prostaty dostačující, nevedou k vyléčení a naopak ještě zvyšují riziko vzniku a většího rozvoje vedlejších účinků.

Pokročilá metoda radioterapie s modulovanou intenzitou (IMRT), jež se začala v praxi aplikovat v 90. letech 20. století, dosahovala mnohem lepších výsledků. Kromě změny tvaru paprsku umožňuje i změnu jeho intenzity. Toho lze dosáhnout ve spolupráci s multi leaf kolimátorem (MLC), který dynamicky mění tvar svých lamel a tím upravuje a přesouvá paprsek. Metoda IMRT lépe a přesněji tvaruje paprsek a tím více šetří okolní zdravé tkáně. Jako nedílná součást techniky IMRT se vždy provádí portálové zobrazování ozařované oblasti.

Ještě mladší je technika řízená obrazem (IGRT), při které se využívá možnosti zobrazení ozařované oblasti formou snímků. Ty se provádějí pokaždé před samotným ozářením a dopomáhají k případné úpravě pozice pacienta. Kromě klasického souřadnicového systému a laserových zaměřovačů se tedy navíc uplatňuje kontrola pomocí 3D portálových snímků. 3D snímky vznikají při použití Cone Beam CT přístroje. Korigováním odchylek ještě před spuštěním ozařování lze docílit ozáření pouze vytyčeného cílového objemu a šetřit okolní tkáně.

Klíčová slova:

- karcinom prostaty
- IMRT
- IGRT
- vedlejší účinky
- portálové snímkování

Abstract

Prostatic carcinoma is a disease with a continuously increasing number of newly diagnosed cases all over the world. According to the commonly available statistic data it is the most frequent tumour disease of men. As far as oncological causes of death are concerned, it occupies the second place, after lung cancer. The situation in the Czech Republic corresponds to this trend. The incidence in this country has almost tripled in the last two decades. On the other hand, the number of deaths due to prostatic carcinoma decreases and it is approximately one third lower now. This very significant difference is given especially by the possibility of examination for the prostate-specific antigen (PSA) within the framework of preventive medical check-ups at general practitioners or at other specialists. The modern treatment of prostatic carcinoma, whether it concerns radical (curative) treatment or support (palliative) treatment, also has had an indisputable positive effect.

According to the data obtained from the statistics managed by the National Cancer Registry from 2009, the number of newly diagnosed prostatic carcinomas in the Czech Republic reached 119.3 cases per 100,000 men. The death rate was 28.5 cases per 100,000 men. In conversion to absolute numbers from 2009 it means that 6154 men were diagnosed with a prostatic carcinoma and 1472 men died of it. Great success of modern treatment is confirmed also by a percentage expression of survival of patients after the end of treatment. In the time period of the last thirty years, the overall five-year survival for men with a prostatic carcinoma has increased from 68% to the current almost 100%. This means that an overwhelming majority of patients still live after five years from the diagnosis of their disease.

Prostatic carcinoma was assigned the letter “C” and the number “61” in the International Classification of Diseases. This identification is well-known and uniform on a world-wide basis and it is still used today. For comparison purposes, I am briefly stating the statistics from the National Cancer Registry. By comparing the data from 1980, 1990, 2000 and 2011 it is possible to find out that the second most frequent male’s tumour disease, i.e. lung cancer (diagnostic identification C33), has

demonstrated a decreasing trend since 1990: from 78 cases per 100,000 men the figures dropped to 50 in 2011. Unfortunately, the incidence of prostatic carcinoma (C61) has been rising since 1980 in a continuously increasing rate. In 2000, prostatic carcinoma was diagnosed for about 36 patients out of one hundred thousand. A rapid increase was reported in 2011, when the C61 diagnosis was registered for 74 out of one hundred thousand oncological patients.

Treatment of prostatic carcinoma has included the conform radiotherapy since the time of its introduction. The pioneers of this therapy are Japanese scientists Umegaki and Takahashi, who invented, in the 1960s, the first rotational conform radiation technology. It is more often associated with introduction of computer tomography (CT) into ordinary clinical practice. It was only in 1983 when a 3D planning system was presented, which then facilitated further development of tumour-conform radiotherapy.

It was established that the doses from conventional techniques (e.g. a box) are not sufficient for the patients, do not lead to recovery and, quite on the contrary, they even increase the risk and major development of side effects.

The advanced method of intensity-modulated radiation therapy (IMRT), which started to be applied in practice in the 1990s, achieved much better results. Besides a change in the beam shape it enables a change in the beam intensity as well. This can be achieved in cooperation with a multi-leaf collimator (MLC) which changes the shape of its lamellas dynamically and thus it modifies and transfers its beam. Method IMRT better and more accurately shaped beam and thereby more saving to surrounding healthy tissue. As an integral part of IMRT is always carried portal imaging irradiated area.

The latest treatment method is the image-guided radiation therapy (IGRT), which uses the imaging of the radiated area by means of scans. They are carried each time before the actual radiation and help with possible modifications of the patient's position. In addition to the classical coordinate system and laser pointers thus also argues inspection using 3D gantry frame. 3D images are formed using Cone Beam CT device. By correcting possible deviations before starting the radiation process it is

possible to achieve radiation of only the pre-specified volume and to save surrounding tissues.

Key words:

- prostatic carcinoma
- IMRT
- IGRT
- side effects
- portal imaging

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich 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 kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 12. 8 2015

.....
(Klára Křivská)

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala panu Mgr. Lubomíru Franclovi a paní Mgr. Evě Stýblové za pomoc při psaní mé bakalářské práce, za jejich cenné rady, postřehy a připomínky, bez nichž by tato práce nevznikla.

Obsah

Úvod.....	11
1 Současný stav.....	12
1.1 Anatomie.....	12
1.1.1 Stavba prostaty.....	12
1.2 Etiologie.....	13
1.3 Patologie.....	13
1.3.1 Gleson skóre.....	14
1.4 Diagnostika a klinický obraz.....	14
1.5 TNM klasifikace a rozdělení do stádií.....	16
1.6 Léčba.....	18
1.7 Ionizující záření v radioterapii.....	20
1.7.1 Vývoj radioterapie v Čechách.....	20
1.7.2 Ionizující záření.....	21
1.7.3 Účinek záření na nádory.....	21
1.7.4 Účinek záření na okolní zdravé tkáně.....	22
1.8 Přístroje v radioterapii karcinomu prostaty.....	23
1.8.1 Simulátor.....	23
1.8.2 Lineární urychlovač.....	24
1.8.3 Cyberknife.....	25
1.8.4 Protonová léčba.....	26
1.9 Ozařovací techny v léčbě karcinomu prostaty.....	27
1.9.1 IMRT.....	27

1.9.2	IGRT	28
1.10	Portálové snímkování	29
1.10.1	Elektronický portálový zobrazovací systém (EPID)	29
1.10.2	Cone Beam CT.....	30
1.11	Vedlejší účinky	30
1.11.1	Lokální systémové nežádoucí účinky	31
1.11.2	Akutní vedlejší účinky	31
1.11.3	Pozdní vedlejší účinky	31
1.11.4	Chronické následky.....	32
1.11.5	Léčba komplikací.....	32
2	Cíl práce	33
3	Výzkumná otázka	34
4	Metodika	35
4.1	Postup při vyhodnocování portálových snímků u IMRT karcinomu prostaty.	36
5	Výsledky	40
6	Diskuse.....	72
7	Závěr	74
8	Literatura.....	76
9	Přílohy.....	79

Úvod

Radioterapie patří k nejmladším oborům v medicíně. Její historie začala v roce 1895, kdy fyzik Wilhelm C. Röntgen poprvé popsal paprsky, jež začal nazývat X. Za 120 let své existence radioterapie prodělala obrovský pokrok a přes těžké začátky se stala nedílnou součástí v léčbě onkologických onemocnění.

Karcinom prostaty je nejčastějším mužským nádorem v České republice. Ročně ho lékaři indikují u více než 5 tisíc pacientů. Přestože výskyt karcinomu rok od roku narůstá, úmrtnost je poměrně neměnná. Velký rozestup mezi vysokou křivkou incidence a nízkou křivkou mortality způsobila stále se zvyšující kvalita, dostupnost a vývoj radioterapie samotné. Počátky vývoje radioterapie se datují do první poloviny 20. století. Tehdy se začala rozvíjet rentgenoterapie. Dále se zaváděly či zlepšovaly vlastní technické parametry ozařování, jako je například filtrace záření, zvětšování ozařovací vzdálenosti nebo zvyšování energie. Ve druhé polovině 20. století došlo k vývoji vysokoenergetických zdrojů záření a přístrojů. Těmito přístroji byly kobaltové ozařovače, lineární urychlovače či cyklotrony. V současné době je lineární urychlovač považován za standardní vybavení radioterapeutického pracoviště.

Téma pro svou bakalářskou práci jsem si vybrala sama, především proto, že se jedná o vysoce diskutovanou problematiku. Samotná otázka léčby nádorového onemocnění prostaty zářením je v současnosti velmi aktuálním tématem.

Teoretickou část mé bakalářské práce jsem zaměřila na anatomický popis prostaty a nádorového onemocnění, její diagnostiku a léčbu a v neposlední řadě na ozařovací techniky, které se v dnešní době v léčbě karcinomu prostaty využívají.

V praktické části pracuji s vytvořeným souborem pacientů, u kterých sleduji získané odchylky v zaměřování cílového objemu při radioterapii a to před vlastním ozářením. Tato data následně porovnávám s povoleným maximem odchylek v nastavení a se stanovenou výzkumnou otázkou. (5, 9, 17, 23)

1 Současný stav

1.1 Anatomie

Prostata je přídatná žláza v pohlavním ústrojí každého muže. Žláza vzniká přeměnou buněk ze stěny močové trubice. Její základ se začíná objevovat v 9. týdnu vývoje v děloze matky a konečné velikosti nabývá v pubertě. Rozměry jsou přibližně 4x3x3 cm a váha asi 20 gramů. Její tvar je prstencovitý, zespodu těsně přiléhá k močovému měchýři a skrz ni prochází horní část močové trubice. Celá prostata je krytá vazivovým obalem, na něm se nachází žilní zásobenění. Poslední obal z fascie celou prostatu fixuje k okolí, a to přední plochu k symfýze, zadní k rektu přes vazivovou ploténku. (1, 2, 3)

Obrázek 1: Anatomické umístění prostaty



Na obrázku vidíme anatomické umístění předstojné žlázy u mužů. Shora těsně naléhá na močový měchýř, zadní plocha se dotýká rekta. (24)

1.1.1 Stavba prostaty

Prostata je tvořena tuboalveolárními žlázami, hladkou svalovinou a vazivovým stromatem. Ve žlázách se tvoří prostatický sekret, který tvoří 15 - 30 % z objemu ejakulátu při ejakulaci. Sekret má kyselé pH a nemá žádné zabarvení. Hladká svalovina a vazivové stroma společně prostupují celou prostatou a kryjí jednotlivé žlázy. Prostatu

lze dělit na pět laloků, které postupně srůstají a v dospělosti již tvoří jeden celek. Užívá se dělení částí na tři zóny prostaty dle Mc Neala. Zónu centrální neboli vnitřní, zónu periferní a zónu přechodní. Centrální zóna tvoří asi 25 % objemu celé prostaty a nachází se kolem ejakulačních vývodů. Tvoří se v ní asi 25 % všech karcinomů.

Přechodná zóna je nejmenší, zaujímá asi 5 % žlázy. Před touto částí najdeme část prostaty, která je tvořená z vaziva a hladké svaloviny, je tedy nežlázová. Zóna periferní je největší a žlázy, které obsahuje, zabírají 70 % celého objemu a produkují největší množství sekretu. Ze žláz zóny periferní nejčastěji vznikají karcinomy. (1, 2, 3)

1.2 Etiologie

Příčina vzniku karcinomu není známa, ale předpokládá se, že se na něm podílí více faktorů. Jednu z nejvýznamnějších úloh mají mužské pohlavní hormony androgeny, které udržují aktivitu buněk epitelu prostaty, z nichž mohou vznikat buňky maligní. Prvotním jevem bývá zvýšená hladina kyselých fosfatasy v krvi. Určitou roli má i strava. Strava s vysokým obsahem živočišných tuků podporuje vznik a vývin rakoviny prostaty. V neposlední řadě se projevují i genetické faktory, pokud rakovinu prostaty měl nejbližší příbuzný, pravděpodobnost onemocnění se dvojnásobně zvyšuje. (1, 4)

1.3 Patologie

Akutní zánět prostaty je poměrně vzácný, vzniká přenesením infekce z močových cest.

Chronický zánět prostaty bývá buď bakteriální nebo nebakteriální. Bakteriální zánět je součástí infekce v močových cestách, nebakteriální vzniká u sexuálně činných mužů.

Benigní hyperplazie prostaty - tvoří se z buněk přechodného epitelu a při operačním zákroku se odstraňuje jen zvětšená část, okolní část se ponechá.

Nejčastějším zhoubným nádorem prostaty je adenokarcinom, a to ve více jak 95 % případů. (4, 5, 6)

1.3.1 Gleason skóre

Dříve se grading tumorů stanovoval na stupnici G1-4, dnes se dává přednost Gleasonovu skórovacímu systému. Označení G se stále využívá při popisu stádia jednotlivých nálezů.

„Podle stupně diferenciacie nádorů se stanovuje stupeň 1-5. Gleasonovo skóre je potom součtem dvou nejvíce zastoupených stupňů a nabývá hodnot 2-10.“ (9)

Číslem 1 se označují buňky, jejichž struktura se dá velmi dobře rozlišit. Naopak nejvyšší číslo 5 se přiřazuje nádorovým buňkám, které nejsou dobře rozlišitelné. Při určování Gleasonova skóre se hodnotí 2 po sobě odebrané vzorky. Následně se jejich ohodnocení sečte a tím se získá výsledek. Současně platí, že výsledné skóre 2-4 znamená dobře diferencovaný karcinom, 5-7 středně diferencovaný karcinom a 8-10 špatně diferencovaný karcinom. Lepší a příznivější prognózu obecně mají nádory dobře diferencované.

Gleason skóre patří mezi ukazatele přežití pacienta v dalších letech po léčbě. (4, 5, 7, 9)

1.4 Diagnostika a klinický obraz

Klinický obraz v počátečních stádiích karcinomu prostaty bývá asymptomatický. Je to dáno tím, že nádor se vyvíjí v okrajových částech prostaty a roste pomalu. Lokalizací místa problému odlišujeme karcinom od benigní hyperplazie prostaty (BHP). A to zejména při náhodném zjištění zbytnění prostaty při digitálním rektálním vyšetření (DRE), které se provádí u mužů nad 40 let. Toto vyšetření bývá součástí preventivních prohlídek u praktického lékaře. Lékař pomocí zpravidla jednoho prstu přes rektum žlázu pohmatem vyšetří. (Viz obrázek č. 2) Větší a centrálněji umístěné karcinomy se již mohou projevovat problémy s močením, které vyústí až v akutní retenci moči. Dalšími příznaky jsou hematurie či urémie. V ojedinělých případech jsou prvním indikátorem objevené kostní metastázy, které se projevují bolestmi, únavou a větší náchylností k lámání kostí. Pokud dojde k prorůstání nádoru do močového měchýře či močovodů, dochází k obstrukci horních cest močových a urémii.

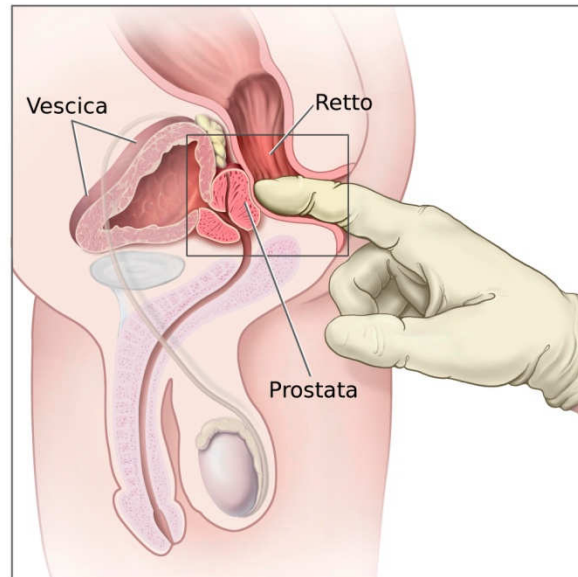
Dalším ukazatelem při diagnostice karcinomu prostaty je prostatický specifický antigen (PSA), konkrétně jeho hladina v krevním séru. Je důležitý pouze v brzké diagnostice, protože je vázaný na samotnou prostatickou žlázu a nikoli na karcinom. Za normální hodnotu se považuje 4 ng/ml. Rozmezí hodnot od 4 do 10 ng/ml se označuje jako tzv. šedá zóna. Tím se rozumí, že pokud hladina PSA u muže dosáhne těchto hodnot, nejedná se nutně o projev rakovinného bujení. Pro zlepšení detekce karcinomu se zavedly čtyři objekty zájmu. PSA denzita, PSA velocita, referenční hodnoty PSA a podíl volného (FPSA) a vázaného PSA.

PSA denzita vyjadřuje poměr mezi hladinou PSA a celkovým objemem prostaty, který získáme pomocí transrektální sonografie (TRUS).

PSA velocita je pojem, jež zahrnuje rychlost zvýšení hodnoty PSA v čase. Jestliže dojde ke zvýšení o 0,75 ng/ml za jeden rok, dá se předpokládat vzniklý nádor.

Referenční hodnoty PSA se odvíjejí od věku muže. Sérová hladina PSA pro věkovou kategorii 40-49 let nabývá hodnot 0-2,5 ng/ml. S každými dalšími deseti lety věku jeho hodnota stoupá o 1 ng/ml. Podíl volného (FPSA) a vázaného PSA určuje, zda se jedná o karcinom. Pokud jejich poměr přesahuje 20 %, vše nasvědčuje spíše benigní hyperplazii prostaty. Avšak je-li poměr menší než 20 %, dá se usuzovat, že vznikl karcinom. Při podezření na karcinom prostaty se dále provádí biopsie při transrektální ultrasonografii a následná histologie pro potvrzení či vyvrácení diagnózy. Dříve se při biopsii odebíralo 6 vzorků tkáně, dnes je to 8 až 14, případně i více. K určení rozsahu onemocnění se využívají další diagnostické metody – CT malé pánve, ultrazvuk a ke zjištění přítomnosti metastáz celotělová scintigrafie kostí, ultrazvukové vyšetření jater, rentgen plic. (4, 5, 6, 8, 9, 18, 29)

Obrázek 2: Digitální rektální vyšetření



Digitální rektální vyšetření prostaty provádí lékař přes konečník. Pomocí jednoho prstu nahmatá povrch prostaty, z jehož povrchu lze usuzovat její stav. Při nádorovém postižení bývá povrch prostaty nerovnoměrný a žláza tuhá. (16)

1.5 TNM klasifikace a rozdělení do stádií

Hodnocení se nejčastěji provádí dle CT snímků a histologického vyšetření odebraného vzorku.

TNM klasifikace

T = prvotní nádor

N = regionální uzliny

M = vzdálené metastázy

- TX primární nádor nejde hodnotit
- T0 nenalezeny známky primárního nádoru
- T1 nádor klinicky neprůkazný, nezobrazuje se, nelze nahmatat
- T1a histologicky náhodně zjištěný nález v méně nebo 5 % odebrané tkáně
- T1b histologicky náhodně zjištěný nález ve více než 5 % odebrané tkáně
- T1c nehmatný nádor zjištěný při biopsii
-
- T2 tumor pouze v prostatické tkáni
- T2a tumor postihuje méně nebo polovinu jednoho laloku
- T2b tumor postihuje více než jednu polovinu jednoho laloku
- T2c nádor postihující oba laloky
-
- T3 tumor se šíří mimo pouzdro prostaty
- T3a extrakapsulární šíření jednostranné či oboustranné
- T3b nádor rozšířený do semenných váčků
-
- T4 nádor je fixován nebo se šíří do okolních tkání (vyjma semenných váčků) – hrdlo močového měchýře, zevní svěrač, stěna pánve, rektum, mm. levatores

Regionální mízní uzliny jsou u karcinomu prostaty uzliny pánevní, hypogastrické, obturatorní, ilické a sakrální. Nacházejí se v oblasti pánve pod bifurkací společných ilických tepen.

- NX regionální mízní nejdou hodnotit
- N0 nenalezeny žádné metastázy v uzlinách
- N1 metastázy v regionálních uzlinách byly nalezeny
-
- MX vzdálené metastázy nejdou hodnotit
- M0 vzdálené metastázy nejsou přítomny

M1 nalezeny vzdálené metastázy

Dělení stadií

Stadium I T1a N0 M0, G1

Stadium II T1a N0 M0, G2 – 4
T1b – T2 N0 M0

Stadium III T3 N0 M0

Stadium IV T4 a/nebo N1 a/nebo M1 (5, 10)

1.6 Léčba

Zvolení přesné léčebné strategie závisí na různých faktorech. Zejména na rozsahu onemocnění, Gleason skóre, hodnotách PSA, symptomatologii, předpokládané době života a samozřejmě na celkovém stavu pacienta. Shrneme-li si klinické stadium T, hodnoty PSA a Gleason skóre, dostaneme prognostické skupiny, které jsou důležité při rozhodování o způsobu léčby.

Nízké riziko: T1 – 2b, PSA < 10 a G < 7

Střední riziko: T1 – 2b, PSA 10 – 20 a/nebo G = 7
T2c a/nebo PSA < 20 a/nebo G ≤ 7

Vysoké riziko: T3 – 4 nebo PSA ≥ 20 nebo G ≥ 8

Velmi vysoké riziko: T3 – 4 a PSA 20 a více nebo G 8 a více.

Obecně se léčba nádorů dělí na kurativní a paliativní. Kurativní léčba zahrnuje radiochirurgii, teleterapii a brachyterapii. Jednotlivými druhy léčby se v práci budu dále zabývat.

U lokalizovaných nádorů uplatňujeme kurativní léčbu zahrnující radikální prostatektomii a radioterapii.

Prostatektomie je volbou u pacientů s nízkým rizikem relapsu u nichž se předpokládá doba života více než 10 let. Individuálně ji lze uplatnit i u pacientů s pokročilejším stadiem. Jedná se o operaci, při níž je odstraněn celý nádor.

Radioterapii dělíme na zevní a brachyradioterapii. Zevní radioterapii indikujeme u pacientů, u kterých nelze volit prostatektomii nebo kteří mají pokročilejší stádium nemoci, například u tumoru s označením T3, při vysokých hodnotách PSA či u špatně diferenciovaných nádorů. V těchto případech je vhodné radioterapii aplikovat ještě v kombinaci s hormonální terapií. Dávky, které se pacientům aplikují jsou v rozmezí 70–80 Gy, navýšit je lze pouze při použití konformních 3D radioterapií IMRT a IGRT. Těmi se budu zabývat v dalších podkapitolách práce.

Brachyradioterapie funguje na principu dodání vysoké dávky do cílového objemu se šetřením zdravých okolních tkání při současném rychlém spádu dávky v okolních tkáních. Je vhodná pro pacienty s nízkým a individuálně středním rizikem u lokalizovaného karcinomu. U horších stádií bývá kombinována se zevní radioterapií.

Při vyšším riziku vzniku recidivy se může provést ještě ozáření lůžka prostaty po operaci, tzv. adjuvantní ozáření. Indikací k tomuto ozáření bývají stavy, kdy došlo k penetraci mimo pouzdro, infiltraci semenných váčků nebo v případech, kdy má pacient stále nenulové hodnoty PSA.

Hormonální terapie se aplikuje pacientům s velmi vysokým, vysokým nebo někdy i středním rizikem. Hormonoterapie se začíná podávat před kurativním ozařováním, během něj a u některých pacientů ještě až 2 – 3 roky po skončení radioterapie.

Radioterapeutické ozařování doprovázejí i nežádoucí účinky. Základní rozdělení nežádoucích účinků je na akutní a pozdní. Zatímco akutní se mohou projevit ihned po ozáření a zpravidla do 3 měsíců odeznívají, pozdní chronické nastávají po 90 a více dnech od ukončení léčby. Podrobněji se jimi budu zabývat v dalších podkapitolách. (9, 15, 22, 25, 26)

1.7 Ionizující záření v radioterapii

1.7.1 Vývoj radioterapie v Čechách

Léčebná aplikace rádia se v Čechách datuje do roku 1902, kdy jej poprvé použil profesor Jedlička. Později patřilo Československo vždy k předním vývojářům léčebných metod. V Praze a v Brně vznikla ve třicátých letech 20. století první oddělení pro léčbu zářením. Zpočátku byla otevírána pod rentgenologickými pracovišti, dnes jsou samostatnou a důležitou součástí zdravotnické infrastruktury.

První polovina minulého století naskýkala stále nové a nové možnosti ve výzkumu záření a léčby. Docházelo k novým objevům a poznatkům jak v klinické oblasti, tak i experimentální. Postupem času a získáním více poznatků v jednotlivých oblastech, docházelo k dalšímu rozvoji odvětví radiologické fyziky, radiační ochrany, plánování a vlastní léčby zářením a v neposlední řadě také radiobiologie. Zakladatel radiobiologie v Československu byl profesor Herčík, jež se zasloužil především o rozvoj kvantové biologie.

K významnému rozvoji došlo v Čechách v 70. letech 20. století současně s pokrokem ve výpočetní technice a plánování radioterapie. Zlepšila se lokalizace ložiska nádoru a zobrazování okolních zdravých tkání. Dále se od manuálního počítání s izodózami přešlo ke 2D plánování. Počítačový program spočetl dávku v rovině CT řezů.

Trojrozměrné prostorové plánování (3D) se dostalo do praxe v 90. letech minulého století. 3D plánování zahrnovalo možnosti sledování homogenity dávky v cílovém objemu a velikosti dávky v kritických orgánech. Nadále se rozvíjely konformní techniky IMRT (radioterapie s modulovanou intenzitou svazku záření a možností optimalizace distribuce dávky v těle pacienta), stereotaktické radiochirurgie a radioterapie. V 21. století umožnil vývoj zobrazovacích technologií vznik čtvrtého rozměru u konformní terapie. 4D terapie začlenila do ozařovacího procesu čas a tím dala vzniknout technice IGRT (radioterapie řízená obrazem). Metoda IGRT se hojně využívá zejména u pacientů s karcinomem prostaty, u kterých se před ozařováním

pomocí zobrazovacích metod zkontroluje poloha cílového objemu. Případná odchylka se ihned zkoriguje s cílem dosažení přesného ozáření. Pro úpravu tvaru svazku záření se využívá vícelamelový kolimátor.

Neustále se rozvíjejí verifikační systémy. Ty slouží ke kontrolám definovaných parametrů průběhu ozařování, monitorují dávku na jednotlivou frakci, celkovou dávku a správnost nastavení ozařovacích parametrů. (5, 9)

1.7.2 Ionizující záření

Ionizace je děj, při kterém dochází k přeměně elektricky neutrálního atomu na atom s nábojem. Záření se dá dělit z několika hledisek, pro radioterapii je nejdůležitější dělení na přímo a nepřímo ionizující. Přímě ionizují jsou částice α , protony, elektrony či ionty. Tyto částice jsou nabitě, mají vlastní elektrický náboj a dostatečnou kinetickou energii, kterou potřebují k vyvolání ionizace. Nepřímě ionizují jsou neutrony a elektromagnetické či fotonové záření. Jsou nenabitě a samy nedokáží ionizovat. Při interakcích s prostředím se z nich uvolňují sekundární (přímě ionizující) částice, které způsobí ionizaci.

V radioterapii se využívají svazky elektronů nebo elektromagnetického záření.

Samotné ionizující elektromagnetické záření se rozděluje podle mechanismu vzniku.

Brzděním urychlených elektronů v prostředí vzniká vysokoenergetické rentgenové záření, jinak označované jako záření X. Druhé záření γ se objeví převedením vzbuzeného atomu do základního stavu (tzv. deexcitací) při rozpadu jader radionuklidů. Obě záření (X a γ) jsou nepřímě ionizující. (5, 16, 27, 30)

1.7.3 Účinek záření na nádory

Každá kategorie nádorů je na záření jinak citlivá. Nejvíce citlivé jsou lymfomy, nádory ze zárodečných buněk nebo leukémie. Do kategorie středně citlivých patří karcinomy a nejméně citlivé jsou sarkomy a gliomy. Předpoklad vyléčení je závislý na velikosti dodané dávky, neboť určitá dávka záření zabíjí stanovené množství buněk.

Logicky vyplývá, že větší nádory vyžadují vyšší dávky záření k úspěšné léčbě. Tento princip využívá technika postupného zmenšování polí (shrinking field technika). Pro snižování nežádoucích komplikací je tato technika zmenšování ozařovaného objemu velmi důležitá. Bylo prokázáno, že mezi velikostí ozařovaného objemu, dodanou dávkou a komplikacemi existuje závislost. (5)

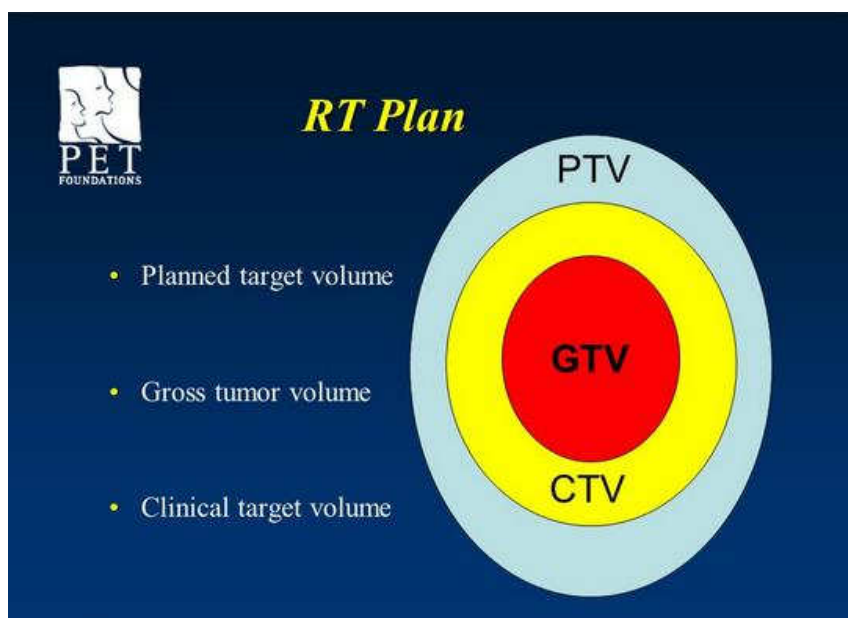
1.7.4 Účinek záření na okolní zdravé tkáně

Při aplikaci záření v léčbě nádorových onemocnění vždy dochází k ozáření okolních zdravých tkání a orgánů. To bývá často limitující v plánování radioterapie. Ani moderní přístroje a pokrok nedokáží zajistit ozáření pouze nádorových buněk.

Aby nedošlo k dalšímu šíření nádoru z mikroskopických buněk, které nebyly vyoperovány či zničeny zářením, ozařují se navíc bezpečnostní lemy. Uložení jednotlivých ozařovaných oblastí je vidět na obrázku č. 3, jako GTV (gross tumor volume) se označuje samotný tumor nebo nádorové lůžko. CTV (clinical tumor volume) zahrnuje navíc bezpečnostní lemy o různých šířích, záleží na velikosti nádoru a možnosti šíření roztroušených nádorových buněk. Největší oblast PTV (planning target volume) zahrnuje jak GTV a CTV, tak navíc malé nepřesnosti v nastavení. V návaznosti na ozařovanou oblast jimi nejčastěji bývají dýchací pochyby, peristaltika střev a podobně. PTV v největším poměru zahrnuje zdravé okolní tkáně.

K ozáření zdravých tkání dochází i mimo tuto oblast, ihned při vstupu svazku záření do těla pacienta a část záření prochází i cílovým objemem do vzdálenějších tkání. Orgány, skrze které záření prochází, označujeme jako rizikové či kritické. Na jejich toleranci záleží při volbě ozařovací techniky a plánování ozařovacího protokolu. Ozáření kritických orgánů příliš vysokou dávkou může svou toxicitou a vzniklým trvalým poškozením pacienta významně převýšit benefit vlastní léčby zhoubného nádoru a taková situace je pro indikující radioterapeuty nepřijatelná. (5, 9)

Obrázek 3: Schéma ozařované oblasti



Červeně vyznačený střed nese označení GTV a zahrnuje nejmenší objem. Žlutý okruh CTV musí pojmut celý GTV a bezpečnostní lemy. Modrá oblast PTV je největší a zabírá GTV, CTV plus bezpečnostní lem pro drobné odchylky a nepřesnosti v nastavení. (24)

1.8 Přístroje v radioterapii karcinomu prostaty

1.8.1 Simulátor

Prvním přístrojem, se kterým se pacient setká na oddělení radioterapie, je simulátor. (Viz obrázek č. 4) Simulátor je rentgenový přístroj, na kterém se provádí lokalizace cílového objemu a simulace ozařovaných polí. Díky své konstrukci a funkci napodobuje ozařovací podmínky. Umožňuje nastavit stejné ozařovací podmínky jako na lineárním urychlovači. Zhotovují se na něm simulační (rentgenové) snímky, na kterých se kontroluje přesnost aktuálního nastavení pacienta a předem stanovených parametrů.

Tyto snímky nejsou totožné s těmi z klasického rentgenového přístroje. Nemají tak vysoké rozlišení, ale pro simulační účely schváleného ozařovacího plánu jsou postačující. (5, 9, 11, 31)

Obrázek 4: Simulátor



(37)

1.8.2 Lineární urychlovač

Na lineárním urychlovači probíhá samotné ozařování. Urychlují se v něm elementární částice pomocí elektrického pole. Součástí lineárního urychlovače je zdroj záření, který je uložen přímo v ozařovací hlavici. Na těle přístroje je digitální displej s aktuálními údaji o pozici hlavičky a stolu. Další součástí je ozařovací stůl, který musí splňovat řadu technických požadavků. Stůl například musí být dobře pohyblivý, rozebíratelný, musí umožňovat snadné hygienické čištění a rovněž musí mít vysokou nosnost. (Viz obrázek č. 5) Dále ozařovač obsahuje zaměřovací a kolimační zařízení. Zaměřovací zařízení zajišťuje správnost nastavení pozice stolu a pacienta. Často se lze setkat s laserovými paprsky, které ve třech na sebe kolmých rovinách ukazují střed rotace. Kolimací se rozumí ohraničení svazku záření. K tomu se využívají primární

clony nebo tubusy. A poslední důležitou částí lineárního urychlovače je ovládací zařízení. Jsou dva typy, v ozařovně se nachází ruční ovladač. Ten slouží k ovládání urychlovače a stolu. Druhý je stolní ovladač, ten je umístěn v jiné místnosti a tvoří ho počítač se speciálním softwarem. U některých přístrojů je ještě součástí vybavení antikolizní systém, který zabraňuje střetu urychlovače s pacientem. (9, 30, 31, 32)

Obrázek 5: Lineární urychlovač



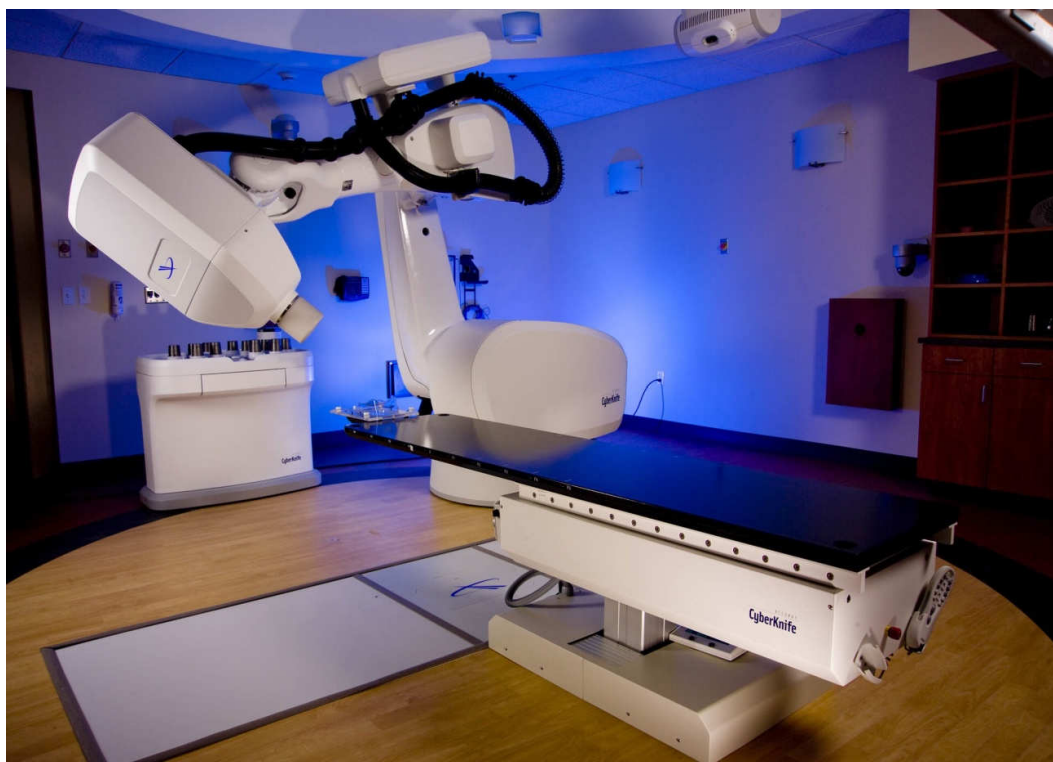
(35)

1.8.3 Cyberknife

Cyberknife, speciální kybernetický ozařovací přístroj, je tvořen lineárním urychlovačem, který se nachází v robotickém rameni. Díky tomuto robotickému rameni je přístroj schopen vysílat svazek velmi tenkých paprsků z téměř každé pozice a ozařované místo i robotické rameno jsou během záření neustále monitorovány a kontrolovány počítačem. Svazek se tvaruje buď výměnným nebo automatickým

kolimátorem. Stůl pro pacienty je rovněž robotický. (Viz obrázek č. 6) Snímkování cílového objemu se provádí v krátkých intervalech. Počítačový software porovná aktuální polohu pacienta s 3D snímky z plánovacího CT a pokud se výrazněji změní poloha nádoru nebo pacienta, tak se záření přeruší a poloha se musí upravit. Dále Cyberknife zahrnuje systém, který sleduje dýchací pohyby. Tento systém hlídá přesnost dodání dávky do ložiska, které mění polohu podle dýchání. Cyberknife se používá jak v intrakraniální, tak i v extrakraniální radiochirurgii. (9)

Obrázek 6: CyberKnife



(36)

1.8.4 Protonová léčba

Protonová terapie využívá těžkých částic - protonů. Velkou předností je specifické chování protonů, které si při průchodu prostředím zachovají téměř všechnu energii a tu předají až těsně před koncem své dráhy. Díky tomuto principu lze dodat do nádorového ložiska vyšší dávku a současně chránit okolní zdravé tkáně. Tím zároveň roste šance

na vyléčení tumoru. Pro výhodné vlastnosti protonové terapie se využívá zejména pro léčbu nádorů ležících blízko kritických orgánů a struktur, např. nádorů mozku, krku či prostaty.

Většina ozařovacích přístrojů se skládá ze tří částí. Zdrojem protonové terapie je cyklotron. To je kruhový urychlovač jehož produktem je protonový svazek o vysoké energii. Poté následuje systém určený k transportu a modulaci energie částic. Poslední částí, která vyúsťuje na jednotlivé ozařovny, jsou trysky. (Viz obrázek č. 7) (33, 34)

Obrázek 7: Ozařovna v Protonovém centru v Praze



(33)

1.9 Ozařovací techniky v léčbě karcinomu prostaty

1.9.1 IMRT

Radioterapie s modulovanou intenzitou (IMRT) patří mezi 3D konformní terapie (3D-CRT). Tato technika přizpůsobuje intenzitu svazku a tvar svazku cílovému objemu. Díky tomu dodává přesné dávky záření na zhoubný nádor nebo do specifických oblastí

v rámci nádoru. K tomu se nejčastěji využívá vícelamelový kolimátor (MLC), který se nachází v hlavici přístroje, a speciální software. Existují dva typy modulace svazku záření. V praxi je využívanější dynamická metoda (tzv. sliding window), při které jednotlivé lamely MLC průběžně mění svou polohu a tím se pomalu kontinuálně mění i tvar ozařovaného pole. Během pohybu MLC lamel nedojde k přerušení ozařování.

U druhé metody staticky segmentovaných polí (step and shoot) je svazek záření vypínán vždy, když dochází k pohybu lamel a po přesunu na požadovanou polohu je svazek opět zapnut. Při použití IMRT techniky dosáhneme lepšího rozložení dávky v geometricky nepravidelném či složitým cílovém objemu. Tím se více šetří okolní zdravé tkáně, například oblast míchy nebo rekta. Pokud snížíme dávku v okolních zdravých strukturách, můžeme následně dodat vyšší dávku na oblast cílového objemu. To je největší přednost techniky IMRT.

Ke kontrole správné pozice pacienta a zacílení centrálního paprsku se provádí portálové snímkování (portal imaging - PI). Při PI se zhotovují dva megavoltové snímky, jež jsou na sebe kolmé. Více se této kontrole věnuji v další kapitole.

Složitější je i plánování ozařování. Stanovuje se inverzní ozařovací plán. Lékař určí dávku pro plánovaný cílový objem a kritické orgány a stanoví jejich důležitost, prioritu v jejich dodržení. Vysokou prioritu má oblast nádoru a některé kritické struktury, kupříkladu mícha. Plánovací systém pak vypočítá zvlášť pro každý svazek rozložení intenzity záření. Prostorová distribuce dávky by měla plně vyhovovat nebo se co nejvíce blížit k požadované distribuci. (8, 9, 12, 13, 28)

1.9.2 IGRT

Při radioterapii řízené obrazem se využívají 3D, tedy trojrozměrné, zobrazovací metody, v průběhu konformních technik ozařování. Tím se zvyšuje přesnost ozáření, což je cílem techniky IGRT. Mezi frakcemi či během frakce mohou vznikat odchylky v nastavení pacienta. Urychlovač, na kterém se provádí technika IGRT, je vybaven speciálním zobrazovacím systémem. Takový zobrazovací systém umožní v aktuálním čase odchylku zjistit a informace o nové anatomické struktuře ihned využít

pro zpřesnění ozáření. Klasickou metodou při nastavování pozice pacienta jsou laserové paprsky a vyznačený souřadnicový systém. U techniky IGRT se srovnávají vnitřní struktury pomocí portálových snímků nebo CT snímků. Hlavním rozdílem oproti technice IMRT je verifikační trojrozměrné zobrazení. Metody IGRT jsou využívány k vyhodnocování chyb vzniklých při nastavení pacienta do ozařovací polohy nebo z pohybů, které mohou být systémové či náhodné. Vyhodnocením těchto chyb lze dosáhnout optimalizace bezpečnostních lemů a dosáhnout lepšího šetření okolních zdravých tkání. (9, 11, 12, 13)

1.10 Portálové snímkování

Zobrazovací verifikační metody jsou nedílnou součástí konformních ozařovacích technik. Pro techniku IMRT a ostatní speciální techniky je zobrazování pomocí diagnostických metod přímo nezbytné k jejich správnému technickému provedení a správně cílenému ozáření. Jako jejich společný cíl označujeme snížení geometrických nepřesností v nastavení pacienta a tím přesné zacílení radioterapeutické léčby. (9, 12, 13)

1.10.1 Elektronický portálový zobrazovací systém (EPID)

EPID je jedním z možností portálového snímkování. Naproti svazku fotonového záření ukrytého v hlavici je umístěn flat panel detektor, který se vysune vždy po nastavení pacienta do ozařovací polohy a provede 2D snímek ze dvou kolmých projekcí. Poté se provede srovnání s digitálním rekonstruovaným rentgenogramem (DRR), jež byl získán z CT řezů v plánovacím systému. Snímky lze porovnat ručně nebo automaticky. Případné rozdíly jsou vypočteny a jako číslo zadány v osách. Korekce pozice pacienta se provede manuálním nebo automatickým posunem stolu o požadovaný počet mm v každé ose. Předozadní projekce (AP, v úhlu 0°) ukáže odchylku laterální a longitudinální, to znamená do stran a do výšky pacienta. Laterální projekce (LAT, v úhlu 90°) koriguje odchylku vertikální, tj. posun nahoru a dolů.

Přesné shody dvou obrazů docílíme srovnáním stejných pevných bodů, nejčastěji kostěných struktur, které jsou nejlépe viditelné. Případnou další variantou jsou implantované kovové markery, např. zlatá zrna, která jsou na snímcích též velmi dobře vidět. (9, 12, 13)

1.10.2 Cone Beam CT

Druhým způsobem portálového snímkování je Cone Beam CT. Může být buď kilovoltážní (kV CBCT) nebo megavoltážní (MV CBCT). V praxi je častější kV CBCT. Využívaný rentgenový paprsek má kónický tvar a během jedné rotace gantry vytvoří velké množství snímků. Z těch se poté zrekonstruuje trojrozměrný CT obraz. Hlavním přínosem je zobrazení i měkkých tkání, neboť na klasické rentgenovém snímku jsou vidět jen kostěné struktury. Tyto snímky se porovnávají se snímky z plánovacího CT. Možnosti vyhodnocení zobrazených odchylek jsou dvě - manuální a automatická. Při automatickém vyhodnocování se uplatňuje software, který snímky porovná. Manuální vyhodnocení je prováděno personálem na stejném principu. (9, 11)

1.11 Vedlejší účinky

Vedlejšími účinky se rozumí stav způsobený radioterapií, který pacientovi ještě více snižuje kvalitu života. Dělí se na lokální a systémové a na akutní a pozdní a řadí se sem i chronické následky. Při překročení předepsaných dávek na cílový objem jsou nejcitlivějšími oblastmi kritické orgány. U karcinomu prostaty je kritickou strukturou močový měchýř a rektum, dále kličky tenkého střeva nebo hlavice stehenních kostí.

Limitem u konvenční radioterapie je dávka kolem 70 Gy, přičemž při jejím překročení se velmi rychle zvyšuje riziko závažné toxicity okolních orgánů. U konformní techniky radioterapie lze dávku bezpečně navýšit nad 70 Gy a tím docílit lepších léčebných výsledků bez nutnosti zhoršování vedlejších účinků. Přesto pro kritické orgány zůstává hraniční dávkou 75 Gy, kterou by nemělo obdržet více než

5 % rekta, případně 70 Gy u 25 % objemu. U močového měchýře je maximální dávkou 70 Gy ve 20 % oblasti, eventuelně 60 Gy u 35 % z objemu měchýře. (11, 14)

1.11.1 Lokální systémové nežádoucí účinky

Lokální nežádoucí účinky jsou jasně vymezeny na ozařovanou oblast. Nejčastěji se jedná o kožní projevy v místě vstupu paprsku ionizujícího záření. Systémové reakce bývají naopak nespecifické. Projevují se subjektivně, jako například únava, nechutenství, nevolnost. Bolest se objevuje v místě ozařovaného objemu, nejčastěji oblast hlavy či břicha. Lze sem zařadit i hematologické problémy, vznikající ozářením většího množství kostní dřeně. (5)

1.11.2 Akutní vedlejší účinky

Jedná se o reakce, které vznikají již během samotné terapie či bezprostředně po jejím ukončení. Odeznívají nejdéle do 3 měsíců po skončení ozařování. Z celkových příznaků se jedná o únavu organismu a slabost pacienta. Specifické obtíže jsou kožní změny, gastrointesticiální toxicita a urologické problémy. Kožní změny zahrnují suchou kůži, svědění, odlupování, případně tvorbu puchýřů. Místo vstupu paprsku do těla může být načervenalé až zarudlé, podrážděné nebo oteklé. Do gastrointersticiálních negativ patří průjemy, tenezmy (časté nucení na stolicí), enteroragie (čerstvá krev ve stolici, způsobená krvácením z dolní části tlustého střeva). K obtížím vznikajících z ozáření uropoetického traktu se řadí pálení až řezavá bolest při močení, časté nucení na močení a to i v noci, inkontinence, příznaky močové obstrukce. (11, 12, 14)

1.11.3 Pozdní vedlejší účinky

Jako pozdní účinky označujeme související problémy, které nastaly po 5 a více letech po ukončení radioterapie. Jedná se například o osteoporózu, fibrózu (namnožení vaziva ve tkáních, které může postihnout dýchací nebo trávicí systém), případně odumírání kostí po ozáření, tzv. osteoradionekrózu. V ojedinělých případech to mohou

být nově vzniklé nádory z radiačního ozařování v blízkých tkáních (rektum, močový měchýř), výjimkou avšak nejsou ani tumorózní změny ve vzdálených oblastech. (12,14)

1.11.4 Chronické následky

Jsou nevratné a vyvíjejí se v období 3 - 18ti měsíců po ukončení radioterapie. Bývají limitujícím faktorem při zvyšování dávky záření. Zahrnují akutní i pozdní vedlejší účinky a nejznámější a nejčastější je poradiační proktitida, což je zánět sliznice konečníku po ozáření. Projevy jsou nucení na stolici a krvácení z rekta. Lze říci, že čím vyšší a rozsáhlejší je akutní reakce, tím se více zvyšuje riziko trvalé pozdní reakce.

U druhého kritického orgánu je chronickou komplikací poradiační chronická cystitida. Zánět močového měchýře není tak častým jevem. Projevuje se krví v moči, tzv. hematurií a snížením kapacity močového měchýře.

Vzácně se může objevit zúžení močové trubice. Poruchy erekce po léčbě karcinomu prostaty souvisí s celkovým zdravotním stavem pacienta před léčbou, věkem a rozsahem nádoru. (14)

1.11.5 Léčba komplikací

Léčba lehkých akutních reakcí bývá symptomatická, většinou pomocí medikamentů a režimových či dietních opatření. Běžnými léky jsou analgetika na bolest, spazmolytika na uvolnění křečí, antidiaroeika proti průjmům a nebo antibiotika proti bakteriálním onemocněním. Ošetření závažných forem komplikací je v kompetencích gastroenterologa či urologa. (14)

2 Cíl práce

Cílem praktické části mé práce bylo vyhodnocení odchylek v zaměřování cílového objemu při ozařování karcinomu prostaty technikou IMRT s využitím portálového snímkování.

3 Výzkumná otázka

Během klinické praxe na oddělení Radioterapie v Nemocnici České Budějovice, a.s. jsem byla svědkem situace, kdy došlo k poruše EPID (electronic portal imaging detector), zařízení, jež se používá k portálovému zobrazování. Jak známo, portálové snímkování je nedílnou součástí konformních ozařovacích technik a je cenným pomocníkem pro zajištění kvality léčby. Výzkumná otázka mojí bakalářské práce vyplynula z popsané situace.

Kolik pacientů s karcinomem prostaty by bylo správně ozářených technikou IMRT, pokud by nebylo provedeno portálové snímkování, ale nastavení cílového objemu by proběhlo jen s pomocí laserových zaměřovačů na zakreslené lokalizační značky na těle pacienta? Je na místě rozhodnutí, kdy v popsaném případě platí pravidlo, že pokud nebyly provedeny portálové snímky, pacient s karcinomem prostaty se technikou IMRT neozáří?

4 Metodika

Metodika mé bakalářské práce spočívala ve sběru dat z plánovacího systému na Radioterapeutickém oddělení v Nemocnici České Budějovice, a.s. a ve spolupráci s praktikujícími radiologickými asistenty. Vytvořila jsem soubor 30 pacientů, kteří se léčili s karcinomem prostaty na oddělení radioterapie, jejichž údaje o ozařování jsem se dále podrobněji zabývala.

U jednotlivých pacientů jsem pod vedením radiologických asistentů porovnávala zhotovené portálové snímky, vždy v předozadní projekci a v bočné projekci, v rámci každé frakce ozařování. Postup při vyhodnocování portálových snímků je popsán níže a je vztažen k metodikám používaným na zmíněném oddělení.

Odchytky od požadované polohy zaměřeného cílového objemu jsem zapisovala a poté jsem každému pacientovi vypracovala jednu tabulku se všemi nasbíranými odchylkami z polohy při jeho ozařování. Z údajů jsem pro každého pacienta vypočítala průměrnou odchylku v nastavení v každé ose posunu.

Hodnoty, které byly vyšší, než je tolerovaná hranice 0,3 cm, jsem v každé tabulce vyznačila červenou barvou pro lepší orientaci. Ve zpracovaných tabulkách jsem sledovala jednotlivé odchylky v zaměření cílového objemu u ozařovaných pacientů.

Technika IMRT s využitím portálového zobrazování umožnila zpřesnit zaměření ozařování a zmenšit bezpečnostní lemy. Tím zároveň dochází ke snižování nežádoucích účinků radioterapie. Provádění verifikačních snímků je nedílnou součástí techniky IMRT a portálové zobrazování je nutné pro její správné provedení. Dávka potřebná pro pořízení portálového snímku je započítávána do celkové dávky, kterou pacient obdrží, je však jen zanedbatelnou částí terapeutické dávky.

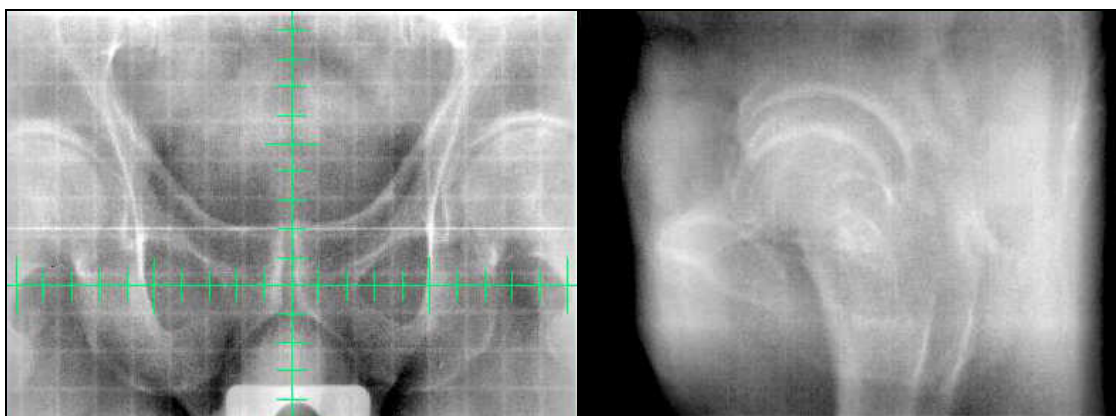
Technika IGRT se v českobudějovické nemocnici v současné době neprovádí. Její teoretická podstata byla popsána jen na základě dostupné literatury.

4.1 Postup při vyhodnocování portálových snímků u IMRT karcinomu prostaty

Snímky jsou prováděny pomocí zařízení EPID (electronic portal imaging detector), plochého detektoru, který je integrovanou součástí lineárního urychlovače. Nedílnou součástí IMRT techniky pro ozáření karcinomu prostaty jsou 2 snímky, prováděny jsou ve dvou zvolených na sebe kolmých rovinách, z úhlu gantry 0° a 90° (nebo 270°).

Viz obrázek č. 8

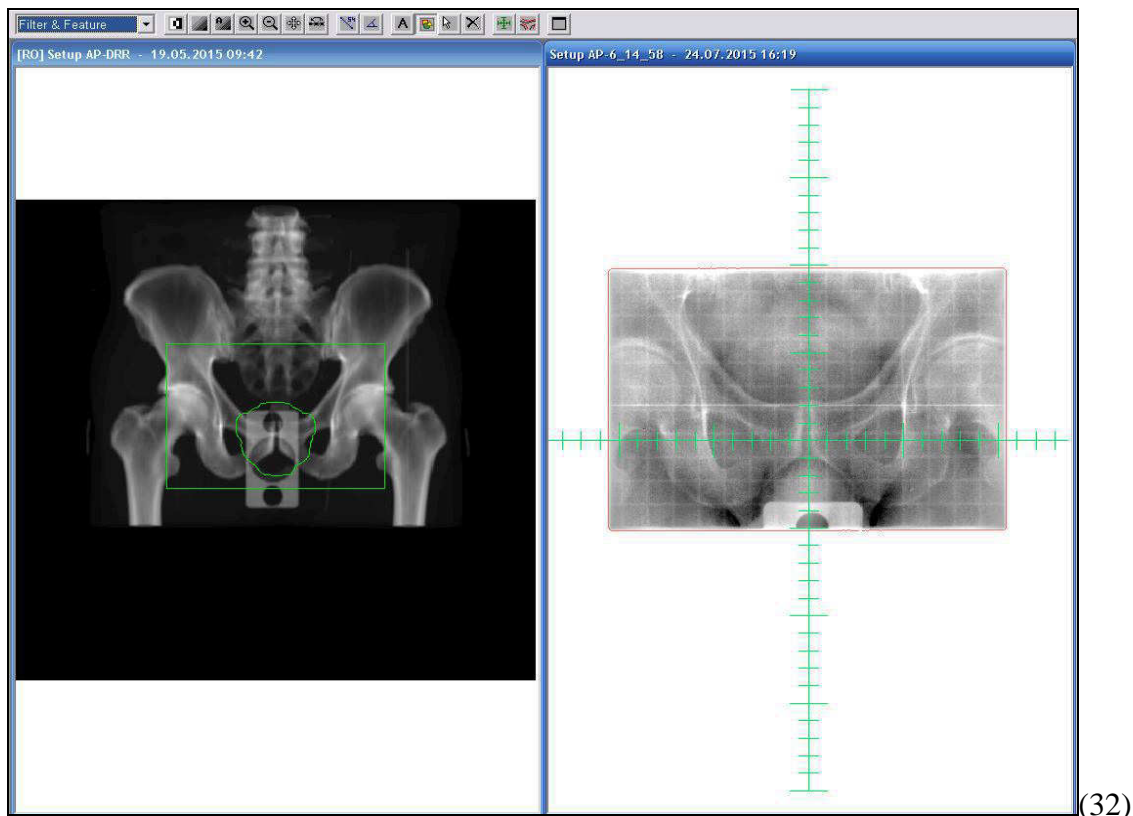
Obrázek 8: Snímky získané z EPID



(32)

Před jejich vyhodnocením jsou snímky nejprve v rychlém on-line režimu upraveny pro snadnější vyhodnocení, jedná se například o změnu filtru, úpravu jasu, kontrastu apod. Viz obrázek č. 9

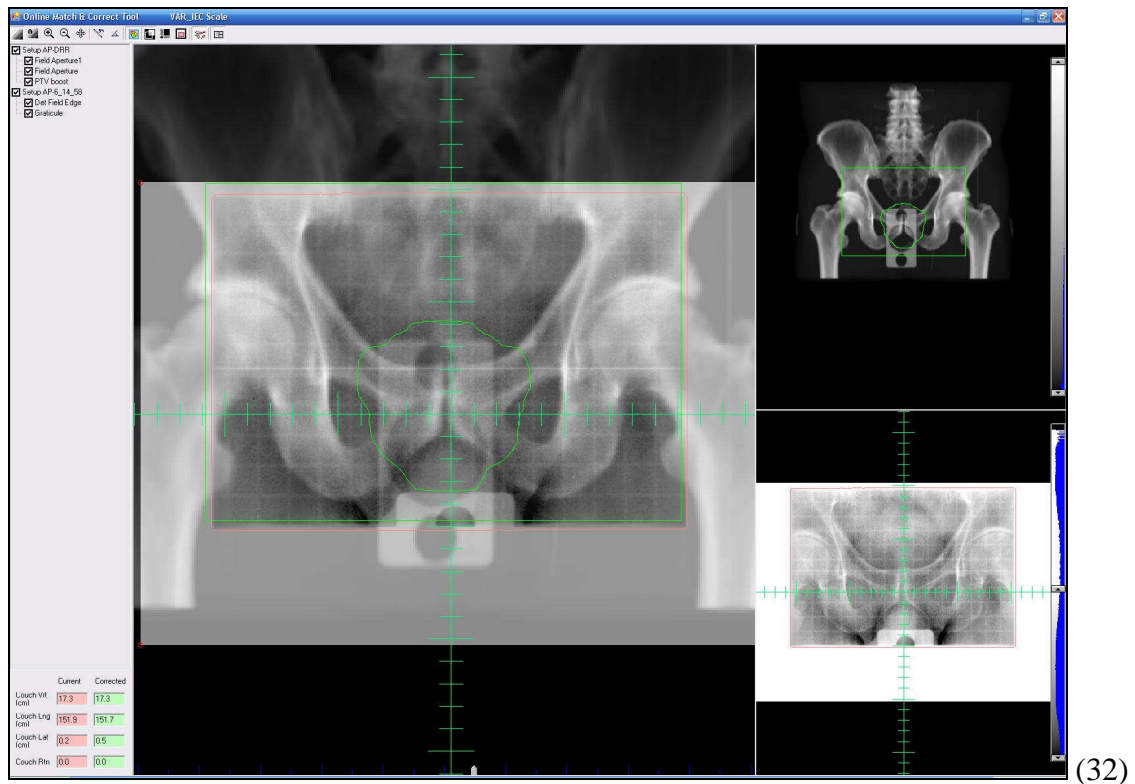
Obrázek 9: Zpracování snímku před vlastním vyhodnocením



Následně je každému snímku přiřazeno správné měřítko, je zobrazen osový kříž a je sumován s DRR (digitálně rekonstruovaný rentgenogram) snímkem z plánovacího CT. To je rovněž demonstrováno na obrázku č. 9.

Pomocí několika jednoduchých aplikačních nástrojů (Manual Match) radiologický asistent vyhodnotí na obou snímcích shodu kostních struktur či případně jiných dobře viditelných struktur - zlatých zrn, značek z chirurgického materiálu apod. Na radioterapeutickém oddělení v českobudějovické nemocnici se zatím vyhodnocují portálové snímky výhradně podle shody kostních struktur, u pacientů léčených s karcinomem prostaty se tedy sleduje pozice symfýzy, stydkých kostí, kostí křížové a kyčlí. Viz obrázek č. 10

Obrázek 10: Snímek z EPID překrytý s DRR snímkem



Pokud se kostní struktury z portálového snímku neshodují s DRR obrázkem, je třeba provést posuny - změnit polohu ozařovacího stolu, a korigovat tím vzniklou odchylku od správného zaměření cílového objemu. Odchytky se zobrazují v malé tabulce přímo v režimu vyhodnocování snímků. Viz obrázek č. 11

Obrázek 11: Pozice ozařovacího stolu po vyhodnocení snímku

	Current	Corrected
Couch Vrt [cm]	14.5	14.5
Couch Lng [cm]	154.9	155.0
Couch Lat [cm]	0.5	0.7
Couch Rtn	0.0	0.0

(32)

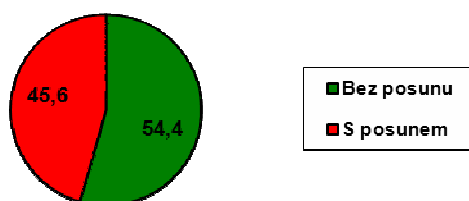
Jestliže je odchylka v nastavení ozařovaného cílového objemu menší než 0,3 cm, posuny se neprovádějí. Poté je teprve pacient ozářen.

5 Výsledky

Soubor, se kterým jsem pracovala, zahrnoval odchylky v zaměření cílového objemu při kurativním ozařování prostaty u 30 pacientů, kteří se léčili na Radioterapeutickém oddělení v českobudějovické nemocnici. U každého pacienta jsem získané odchylky v pozici cílových struktur zapsala do tabulky, které jsou v přílohách mé bakalářské práce. Každá tabulka zahrnuje sloupec s uvedeným počtem absolvovaných frakcí daným pacientem a dále 3 sloupce s odchylkami ve směru vertikálním (nahoru a dolů), longitudinálním (ve směru za hlavou či za nohama) a laterálním (do strany). Hodnoty, jež přesahují stanovenou toleranci 0,3 cm, jsem označila červenou barvou pro snadnější orientaci. Pro každého pacienta jsem dále zpracovala menší tabulky s průměrnými hodnotami provedených odchylek, rovněž ve všech třech směrech.

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 1 obsahuje 114 číselných údajů. Z toho bylo 52 odchylek větších než je maximální povolená odchylka. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 45,6 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. Pouhých 5 frakcí z celkového počtu 38 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. Pouze 13 % frakcí by bylo i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeno správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 1 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 1. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

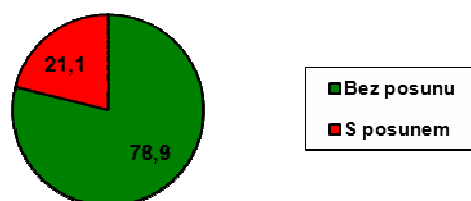


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. Nejvyšší rozdíl od tolerance je ve vertikálním směru, zbylé směry jsou v normě.

Pacient č. 1	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0.6	0.2	0.2

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 2 obsahuje 114 číselných údajů. Z toho bylo 24 odchylek větších než povolené maximum. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 21,1 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 16 frakcí z celkového počtu 38 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 42 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 2 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 2. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

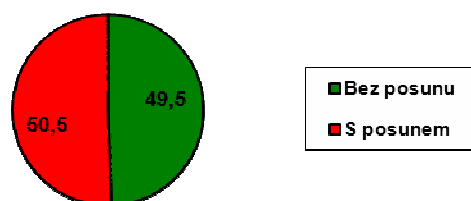


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. Pacient č. 2 se v průměru vždy vešel do tolerance.

Pacient č. 2	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0.2	-0.2	0.2

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 3 obsahuje 105 číselných údajů. Z toho bylo 53 odchylek větších než povolená maximální odchylka. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 50,5 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 5 frakcí z celkového počtu 35 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. Pouhých 14 % frakcí by bylo i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeno správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 3 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 3. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

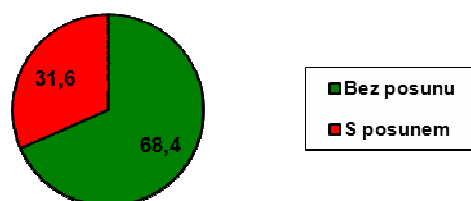


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozářením v průměrnou odchylku. Ve směru longitudinálním odchylka u pacienta č. 3 přesáhla povolené maximum, ve směru laterálním byla přesně na hraně.

Pacient č. 3	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0	0.4	0.3

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 4 obsahuje 114 číselných údajů. Z toho bylo 36 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 31,6 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 7 frakcí z celkového počtu 38 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 18 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby byly ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 4 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 4. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

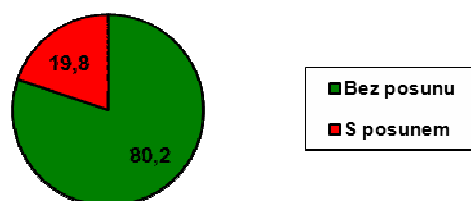


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. Pacient č. 4 se v průměru nedostal před maximální povolenou odchylku.

Pacient č. 4	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0.2	-0.2	0.1

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 5 obsahuje 96 číselných údajů. Z toho bylo 19 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 19,8 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 15 frakcí z celkového počtu 32 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 47 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby byly ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 5 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 5. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

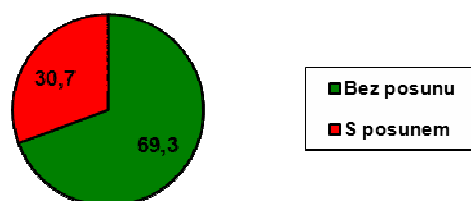


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. Pacient č. 5 se v průměru vždy vešel do tolerančního limitu.

Pacient č. 5	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0	-0.2	0

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 6 obsahuje 114 číselných údajů. Z toho bylo 35 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 30,7 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 12 frakcí z celkového počtu 38 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 32 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 6 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 6. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

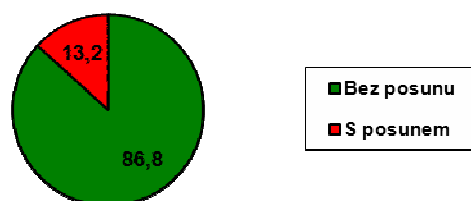


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozářením v průměrnou odchylku. Ve směru laterálním byl pacient č. 6 na hraně tolerance, ve zbylých dvou směrech byly odchylky nižší.

Pacient č. 6	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	-0.2	-0.1	0.3

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 7 obsahuje 114 číselných údajů. Z toho bylo 15 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 13,2 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 27 frakcí z celkového počtu 38 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 71 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 7 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 7. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

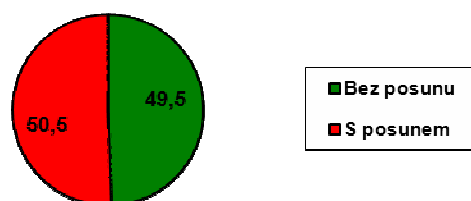


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. Pacient č. 7 v průměru nepřesáhl stanovenou maximální odchylku.

Pacient č. 7	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	-0.2	0.1	-0.1

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 8 obsahuje 111 číselných údajů. Z toho bylo 56 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 50,5 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. Pouze 4 frakce z celkového počtu 38 frakcí byly zaměřeny a ozářeny kompletně správně. To je 11 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 8 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 8. Zelená výšeč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výšeč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

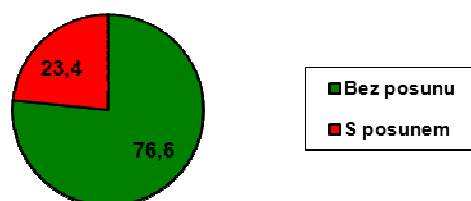


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. V longitudinálním směru byl pacient č. 8 přesně na hodnotě tolerované maximální odchylky.

Pacient č. 8	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	-0.2	-0.3	0

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 9 obsahuje 111 číselných údajů. Z toho bylo 26 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 23,4 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 17 frakcí z celkového počtu 37 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 46 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 9 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 9. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

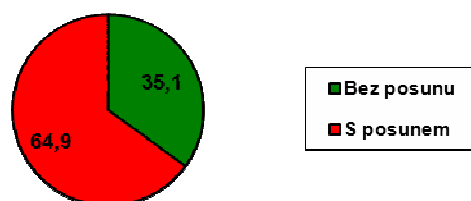


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. Pacient č. 9 v žádném směru nepřesáhl maximální odchylku.

Pacient č. 9	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0	0.2	0.2

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 10 obsahuje 111 číselných údajů. Z toho bylo 72 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 64,9 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. Pouhé 3 frakce z celkového počtu 37 frakcí byly zaměřeny a ozářeny kompletně správně. To je 8 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 10 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 10. Zelená výšeč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výšeč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

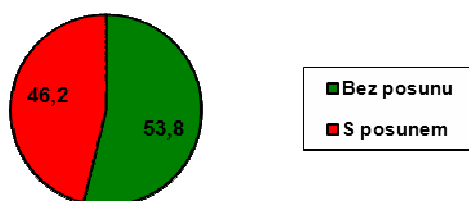


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. U pacienta č. 10 došlo ve všech třech směrech k přesáhnutí maximální povolené odchylky.

Pacient č. 10	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0.4	0.4	0.4

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 11 obsahuje 117 číselných údajů. Z toho bylo 54 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 46,2 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 7 frakcí z celkového počtu 39 frakcí by bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 18 % frakcí, které byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 11 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 11. Zelená výšeč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výšeč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

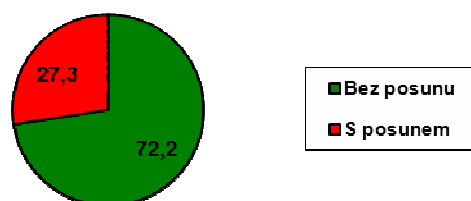


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozářením v průměrnou odchylku. Pacient č. 11 byl vždy pod hranicí maximální odchylky.

Pacient č. 11	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0.1	-0.2	0.2

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 12 obsahuje 99 číselných údajů. Z toho bylo 27 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 27,3 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 10 frakcí z celkového počtu 33 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 30 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 12 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 12. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

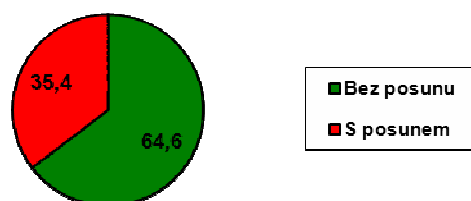


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. V laterálním směru byl pacient č. 12 na hodnotě tolerované maximální odchylky, ve zbylých dvou směrech limit nepřesáhl.

Pacient č. 12	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0	-0.1	0.3

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 13 obsahuje 99 číselných údajů. Z toho bylo 35 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 35,4 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 9 frakcí z celkového počtu 33 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 27 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 13 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 13. Zelená výšeč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výšeč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

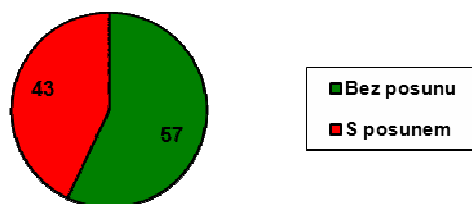


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. V laterálním směru pacient č. 13 průměrně dosáhl tolerované hranice, ve zbylých dvou směrech byl těsně pod touto hranicí.

Pacient č. 13	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0.2	0.2	0.3

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 14 obsahuje 93 číselných údajů. Z toho bylo 40 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 43 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 8 frakcí z celkového počtu 38 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 26 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 14 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 14. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

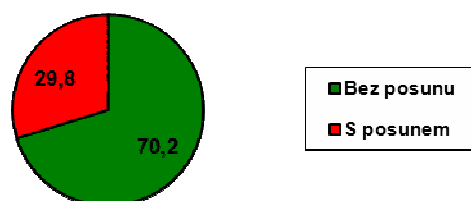


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. Ve vertikálním směru pacient č. 14 v průměru přesáhl maximální odchylku, ve zbylých dvou směrech byla průměrná odchylka pod limitem.

Pacient č. 14	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0.4	0.2	0.1

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 15 obsahuje 114 číselných údajů. Z toho bylo 34 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 29,8 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 14 frakcí z celkového počtu 38 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 37 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 15 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 15. Zelená výšeč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výšeč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

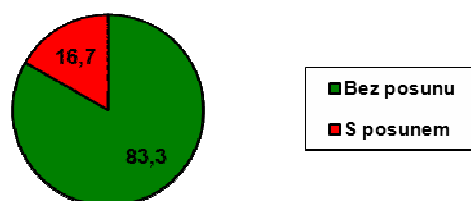


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. V longitudinálním směru je hodnota rovna maximální odchylce, ve zbylých dvou směrech je nižší.

Pacient č. 15	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	-0.1	0.3	0.1

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 16 obsahuje 114 číselných údajů. Z toho bylo 19 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 16,7 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 22 frakcí z celkového počtu 38 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 58 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 16 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 16. Zelená výšeč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výšeč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

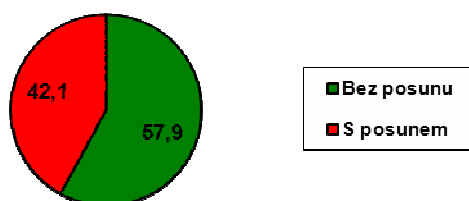


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. že pacient č. 16 v žádném směru nepřesáhl maximální tolerovanou odchylku.

Pacient č. 16	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0.1	-0.2	0.1

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 17 obsahuje 114 číselných údajů. Z toho bylo 48 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 42,1 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. Pouhé 3 frakce z celkového počtu 38 frakcí byly zaměřeny a ozářeny kompletně správně. To je 8 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 17 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 17. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

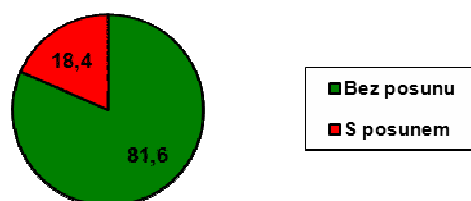


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. V laterálním směru průměrná odchylka pacienta č. 17 překročila toleranční limit. Ve zbylých dvou směrech byly odchylky pod limitem.

Pacient č. 17	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	-0.1	0.2	0.6

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 18 obsahuje 114 číselných údajů. Z toho bylo 21 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 18,4 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 19 frakcí z celkového počtu 38 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 50 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 18 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 18. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

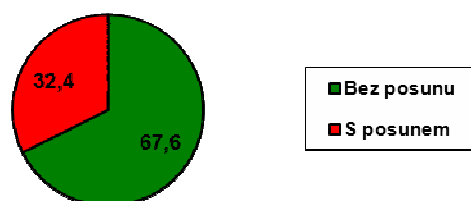


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozářením v průměrnou odchylku. Ve vertikálním směru je průměrná odchylka rovna maximální odchylce, zbylé směry jsou v normě.

Pacient č. 18	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0.3	0	0

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 19 obsahuje 111 číselných údajů. Z toho bylo 36 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 32,4 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 13 frakcí z celkového počtu 37 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 35 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 19 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 19. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

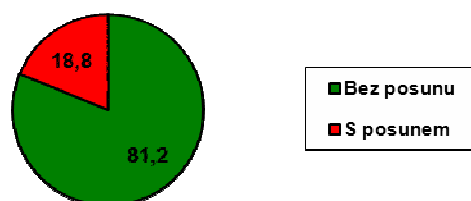


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. V laterálním směru průměrná odchylka přesáhla tolerované maximum, ve zbylých směrech k překročení nedošlo.

Pacient č. 19	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	-0.2	0	-0.4

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 20 obsahuje 96 číselných údajů. Z toho bylo 18 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 18,8 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 14 frakcí z celkového počtu 32 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 44 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 20 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 20. Zelená výšeč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výšeč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

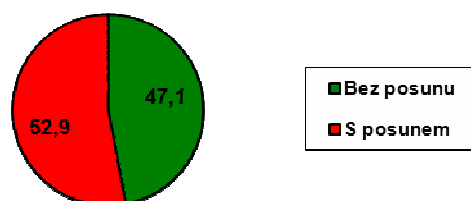


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozářením v průměrnou odchylku. U pacienta č. 20 průměrné odchylky nepřesáhly maximální tolerovanou odchylku.

Pacient č. 20	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0	0.1	-0.2

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 21 obsahuje 102 číselných údajů. Z toho bylo 54 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 52,9 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. Pouze 2 frakce z celkového počtu 34 frakcí byly zaměřeny a ozářeny kompletně správně. To je 6 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 21 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 21. Zelená výšeč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výšeč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

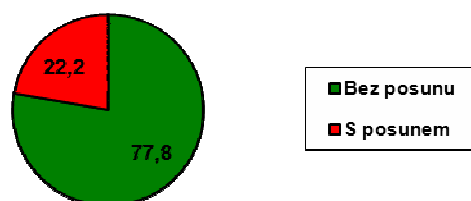


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. Ve směru longitudinálním i laterálním byla překročena tolerovaná odchylka, jen ve směru vertikálním byla průměrná odchylka nižší.

Pacient č. 21	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0.2	0.5	0.4

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 22 obsahuje 99 číselných údajů. Z toho bylo 22 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 22,2 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 15 frakcí z celkového počtu 33 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 45 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 22 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 22. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

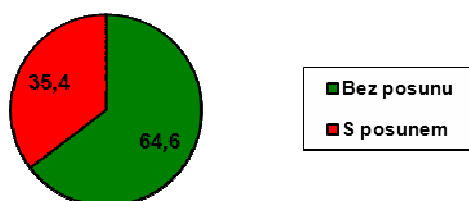


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. V longitudinálním směru je průměrná odchylka rovna maximální tolerované odchylce, ve zbylých dvou směrech je nižší.

Pacient č. 22	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0.1	0.3	0.2

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 23 obsahuje 96 číselných údajů. Z toho bylo 34 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 35,4 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 5 frakcí z celkového počtu 32 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 16 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 23 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 23. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

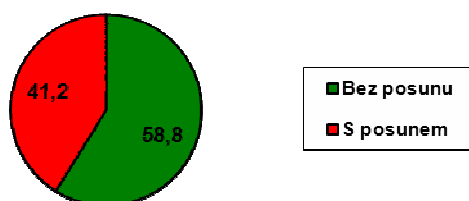


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozářením v průměrnou odchylku. V laterálním směru překročila průměrná odchylka tolerované maximum, ve zbylých dvou směrech je v normě.

Pacient č. 23	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0.1	-0.2	0.5

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 24 obsahuje 114 číselných údajů. Z toho bylo 47 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 41,2 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 7 frakcí z celkového počtu 38 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 18 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 24 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 24. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

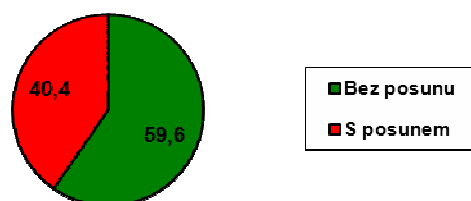


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. Ve vertikálním směru je průměrná odchylka rovna maximální tolerované odchylce, ve směru laterálním ji přesáhla a ve směru longitudinálním je pod limitem.

Pacient č. 24	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	-0.3	0.1	0.4

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 25 obsahuje 114 číselných údajů. Z toho bylo 46 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 40,4 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 9 frakcí z celkového počtu 38 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 24 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 25 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 25. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

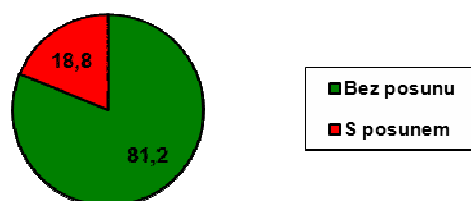


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozářením v průměrnou odchylku. Ve směru vertikálním je průměrná odchylka rovna maximální odchylce, ve zbylých dvou směrech je nižší.

Pacient č. 25	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	-0.3	0.1	0.2

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 26 obsahuje 96 číselných údajů. Z toho bylo 18 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 18,8 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 18 frakcí z celkového počtu 32 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 56 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 26 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 26. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

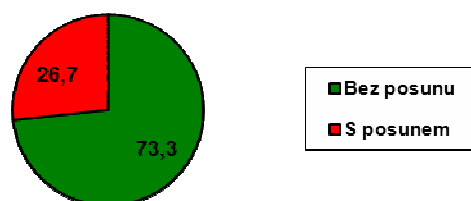


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozáření v průměrnou odchylku. V žádném směru průměrná odchylka nepřekročila stanovené tolerované maximum.

Pacient č. 26	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	-0.2	0	0.2

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 27 obsahuje 105 číselných údajů. Z toho bylo 28 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 26,7 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 14 frakcí z celkového počtu 35 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 40 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 27 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 27. Zelená výšeč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výšeč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

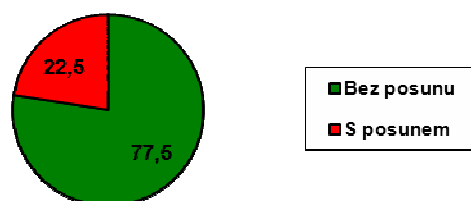


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozářením v průměrnou odchylku. Maximální odchylka byla v průměru překročena jen ve směru laterálním, zbylé dva směry jsou po limitem.

Pacient č. 27	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0.1	0	0.4

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 28 obsahuje 102 číselných údajů. Z toho bylo 23 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 22,5 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 17 frakcí z celkového počtu 34 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 50 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 28 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 28. Zelená výšeč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výšeč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

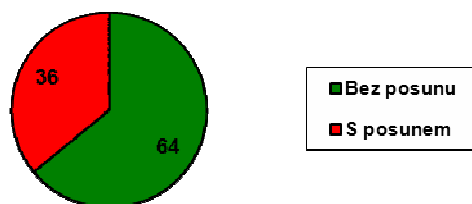


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozářením v průměrnou odchylku. Ve směru longitudinálním dosáhla průměrná odchylka stejné hodnoty jako tolerovaná maximální odchylka. Ve zbylých dvou směrech byly průměrné odchylky nižší.

Pacient č. 28	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	-0.1	0.3	0

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 29 obsahuje 111 číselných údajů. Z toho bylo 40 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 36 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 9 frakcí z celkového počtu 37 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 24 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 29 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 29. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

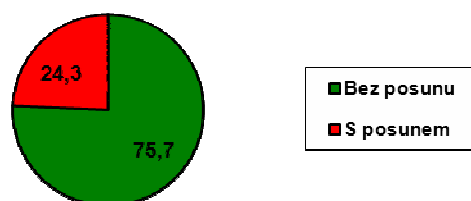


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozářením v průměrnou odchylku. Průměrná odchylka v laterálním směru je rovna maximální tolerované odchylce. Ve zbylých dvou směrech je nižší.

Pacient č. 29	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0	0.2	0.3

Tabulka s hodnotami odchylek u pacienta č. 30 obsahuje 111 číselných údajů. Z toho bylo 27 odchylek. To znamená, že pokud by nebyla standardně prováděna kontrola zaměření cílového objemu pomocí EPID, u tohoto pacienta by nastala chyba v nastavení u 24,3 % parametrů v pozici ozařovacího stolu. 19 frakcí z celkového počtu 37 frakcí bylo zaměřeno a ozářeno kompletně správně. To je 51 % frakcí, které by byly i bez provedení portálové verifikace zaměření léčby ozářeny správně dle zásad platných pro IMRT techniky.

Graf č. 30 Vyjádření poměru upravovaných a neupravovaných parametrů ozařovacího stolu v rámci radioterapeutické série u pacienta č. 30. Zelená výseč ukazuje zastoupení odchylek bez nutnosti posunu, červená výseč znázorňuje četnost odchylek s nutností posunu.

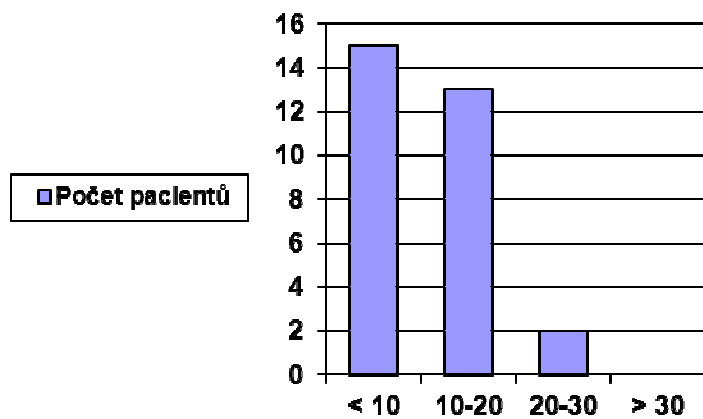


Následující malá tabulka shrnuje všechny odchylky v zaměřené pozici cílového objemu v dané ose před ozářením v průměrnou odchylku. Ve všech směrech jsou průměrné odchylky pod limitem.

Pacient č. 30	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
Prům. odchyl.	0.2	0	-0.2

Krátké zhodnocení jednotlivých frakcí každého pacienta prokázalo, že u 15 pacientů by bez využití portálového zobrazování bylo správně ozářených frakcí méně než 10, u pacienta č. 21 dokonce jen 2 frakce. 13 pacientů by mělo správně ozářeno více jak 10, ale méně než 20 frakcí. Jen 2 pacienti by měli bez portálové verifikace zaměření cílového objemu ozářeny správně více než 20 frakcí, a to nejvíce 27 u pacienta č. 7. Přes hodnotu 30 správně ozářených frakcí by se nedostal žádný pacient z hodnoceného souboru. Pro ukázkou přikládám následující graf.

Graf č. 31 Grafické vyjádření zastoupení počtu hypoteticky správně ozářených jednotlivých frakcí u pacientů z mého souboru bez využití portálového snímkování



6 Diskuse

Vytvořila jsem soubor 30 pacientů, kteří se léčili s karcinomem prostaty v nemocnici v Českých Budějovicích. Z verifikačních snímků zhotovených před každou plánovanou frakcí jsem s pomocí příslušného softwaru a ve spolupráci s radiologickými asistenty daného oddělení vyhodnotila odchylky v zaměření cílového objemu. A to ve směru vertikálním, longitudinálním a laterálním. Tyto hodnoty jsou zapsány v tabulkách 1 až 30 a jsou uvedeny v centimetrech. Pro každý sloupec jsem vypočetla průměrnou odchylku, a tu zapsala do samostatné tabulky. Tyto menší tabulky jsou přímou součástí kapitoly Výsledky.

V českobudějovické nemocnici je pro IMRT techniky tolerována odchylka do 0,3 cm. Při odchylce v nastavení menší než jsou popsané 3 mm není nutné korigovat polohu pacienta (čili stolu) a posuny se neprovádí. Při větší odchylce je nutné upravit pozici stolu tak, aby došlo k jejímu co největšímu snížení a v optimálním případě aby byla odchylka nulová. Ke zjišťování míry této odchylky v zaměření cílového objemu slouží EPID - Electronic portal imaging detector. Pomocí portálového zobrazování se kontroluje pozice ozařovaného objemu před každým ozářením. Portálové zobrazování je nedílnou součástí techniky IMRT při ozařování karcinomu prostaty.

Jak vyplynulo z tabulek 1 - 30 s odchylkami z jednotlivých frakcí ozařování, u některých pacientů se objevovaly odchylky v zaměření cílových struktur častěji než u jiných pacientů. To může být dáno např. fyziologickými změnami (náplň močového měchýře, míra vyprázdnění rekta, větší váhový úbytek), ale do značné míry i horší spoluprací s konkrétním pacientem.

U 100 % pacientů ze sledovaného souboru se potvrdilo, že bez portálové kontroly zaměření cílového objemu by nebylo možné zajistit správné ozáření. Tento fakt v konečném důsledku znamená, že by došlo k horší lokální kontrole onemocnění, k poddávkování cílového objemu a hlavně by se podstatným způsobem zhoršila distribuce dávky v cílovém objemu.

Proto je portálové zobrazení tak důležitou složkou v rámci ozařovacího procesu. Pokud by nebylo provedeno, existuje vysoké riziko ozáření pacienta s velkou odchylkou v zaměření cílového objemu, v některých případech i s centimetrovým rozdílem. Pokud je naplánována léčba ozařováním pro malé objemy, tam, kde je původní nález menších rozměrů a dobře ohraničený, je případný centimetrový rozdíl v zacílení svazku záření velkou a při současných technických možnostech až neodpustitelnou chybou.

Pokud by obrazová verifikace zaměření radioterapie při technikách IMRT nebyla prováděna denně, mohlo by to znamenat i znehodnocení celé možné kvality léčby. Navíc pokud by lůžko tumoru v plánovaném cílovém objemu neobdrželo předepsanou dávku, která má vést k jeho zničení, nejenže by nedošlo s velkou pravděpodobností ke kýženému terapeutickému efektu, ale rovněž by se tím zvýšilo riziko vzniku recidivy onemocnění.

Pro každého pacienta ve sledované skupině mužů jsem vytvořila koláčový graf, který znázorňuje, kolik odchylek v nastavení zaměření cílového objemu se vešlo do limitu 0,3 cm a kolik už jich bylo nad touto hranicí. U každého pacienta jsem procenty vyjádřila, kolika procentní chyba v nastavení by mohla vzniknout, pokud by se neprovedla verifikace pozice cílového objemu pomocí portálového snímkování.

Jedná se čistě o hypotetické tvrzení, protože tato kontrola se provádí při IMRT karcinomu prostaty pokaždé a je nedílnou součástí této ozařovací techniky. Z vytvořených grafů ovšem vyplynulo, že riziko chyby v zaměření léčby bez portálové verifikace je dle výsledků mého šetření např. u čtyř ze třiceti sledovaných pacientů vyšší než 50 %, dále u 14 pacientů ze souboru třiceti sledovaných pacientů vyšší než 30 % a takové vysoké riziko chybování v zacílení léčby je pro radioterapeuty nepřijatelné.

Dále jsem pro každého pacienta vytvořila menší tabulku s průměrnými hodnotami odchylek v jednotlivých směrech posunu. Pokud bychom chtěli zhodnotit tyto údaje komplexněji, musíme si všimnout, že nejčastěji průměrná odchylka přesáhla stanovené maximum v laterálním směru a to u 7 ze 30 sledovaných případů. Ve směru vertikálním a longitudinálním byla průměrná odchylka v nastavení cílového objemu vyšší shodně třikrát.

7 Závěr

Kurativní léčba karcinomu prostaty se v současné době na radioterapeutickém oddělení v českobudějovické nemocnici provádí výhradně technikou IMRT - technikou ozáření svazkem o modulované intenzitě a denní portálovou kontrolou zaměření cílového objemu. Tato technika je vyspělejší metodou 3D konformní radioterapie, vyžaduje kvalitnější zacílení ozařovaného objemu, v plánování dovolila radioterapeutům do jisté míry zmenšit tradiční lemy pro PTV (plánovaný cílový objem) a tím i snížit dávku na kritické orgány, kterými jsou v uvedené lokalitě močový měchýř a konečník. To v konečném důsledku znamená i snížení incidence vzniku významných nežádoucích účinků.

Při ozařování pacientů s karcinomem prostaty technikou IMRT je obecně tolerována odchylka v nastavení ozařovaného objemu do 0,3 cm. Pokud je případná odchylka v zaměření cílového objemu menší nebo rovna této hodnotě, není nutná korekce polohy stolu s pacientem. V případě odchylky v zaměření větší než 0,3 cm je povinností radiologického asistenta upravit pozici stolu dle výsledků vyhodnocení snímků z EPID.

EPID (Electronic portal imaging detector) umožňuje portálové snímkování a je integrovanou součástí lineárních urychlovačů. Součástí IMRT ozařování prostaty jsou 2 na sebe navzájem kolmé snímky, jejichž vyhodnocení je podrobněji popsáno v kapitole Metodika.

Z výsledků šetření u 30 ozařovaných pacientů provedeného v rámci praktické části mé práce vyplynulo, že portálové snímkování jako nedílná součást ozařovacího procesu je nezbytně nutné. Potvrdilo se, že postup zavedený na oddělení v případě poruchy snímkovacího zařízení, je oprávněný a správný.

Z mého vyhodnocení odchylek v rámci ozařovací série vyplynulo, že za hypotetické situace, kdy portálové snímkování by nebylo standardně prováděno, u žádného sledovaného pacienta by nedošlo k bezchybnému zacílení ozáření ve všech plánovaných frakcích, dokonce ani v jejich většině. Jen 2 pacienti ze 30 by měli bez portálové verifikace zaměření cílového objemu ozářeny správně více než 20 z

plánovaných 36-39 frakcí. S takovým přístupem by se významným způsobem znehodnotila požadovaná kvalita radioterapie a pacient by byl vystaven vyššímu riziku neúspěchu léčby.

8 Literatura

- 1) ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. 2., upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2002, 470 s. ISBN 978-80-247-0143-1.
- 2) PETROVICKÝ, Pavel. *Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi*. Martin: Osveta, c2001, 560 s. ISBN 80-8063-045-3.
- 3) NAŇKA, Ondřej, Miloslava ELIŠKOVÁ a Oldřich ELIŠKA. *Přehled anatomie*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, c2009, xi, 416 s. ISBN 978-80-7262-612-0.
- 4) JURGA, Ľudovít. *Klinická onkológia a rádioterapia*. Bratislava: Slovak Academic Press, 2000, 1030 s. ISBN 80-88908-71-x.
- 5) ŠLAMPA, Pavel a Jiří PETERA. *Radiační onkologie*. 1. vyd. Praha: Galén, c2007, xviii s., 457 s. ISBN 978-80-7262-469-0.
- 6) FAKAN, František. *Přehled patologie pro bakalářské zdravotnické obory*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2005, 112 s. ISBN 80-246-1054-x.
- 7) Lékařské slovníky. *Lékařské slovníky* [online]. 2008 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: www.lekarske.slovníky.cz
- 8) SPURNÝ, Vladimír a Pavel ŠLAMPA. *Moderní radioterapeutické metody*. Vyd. 1. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1999, 118 s. ISBN 80-7013-267-1.
- 9) HYNKOVÁ, Ludmila a Pavel ŠLAMPA. *Základy radiační onkologie*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2012, 247 s. ISBN 978-80-210-6061-6.
- 10) VOMÁČKA, Jaroslav, Josef NEKULA a Jiří KOZÁK. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 1. vyd. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2012, 153 s. ISBN 978-80-244-3126-0.
- 11) Zdravotnictví + medicína. *Zdravotnictví + medicína* [online]. 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: www.zdravi.e15.cz
- 12) RadiologyInfo. *RadiologyInfo* [online]. 2014 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: www.radiologyinfo.org
- 13) Varian. *Varian* [online]. 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: www.varian.com

- 14) Urologie pro praxi. *Urologie pro praxi* [online]. 2011 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: www.urologiepropraxi.cz
- 15) Onkologiecs. *Onkologiecs* [online]. 2014 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: www.onkologiecs.cz
- 16) Wikipedia. *Wikipedia* [online]. 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: www.wikipedia.cz
- 17) Epidemiologie zhoubných nádorů v České republice. *Epidemiologie zhoubných nádorů v České republice* [online]. 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: www.svod.cz
- 18) Komplexní onkologické centrum Nový Jičín. Komplexní onkologické centrum Nový Jičín [online]. 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: www.onkologickecentrum.cz
- 19) Česká urologická společnost. *Česká urologická společnost* [online]. 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: www.cus.cz
- 21) Ústav zdravotnických informací a statistiky. *Ústav zdravotnických informací a statistiky* [online]. 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: www.uzis.cz
- 22) Linkos. *Linkos* [online]. 2014 [cit. 2015-04-27]. Dostupné z: www.linkos.cz
- 23) *Novotvary*. 2011. vyd. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2011
- 24) Bezva Lékárna. *Bezva Lékárna* [online]. 2014 [cit. 2015-04-27]. Dostupné z: www.bezva-lekarna.cz
- 25) ADAM, Zdeněk, Jiří VANÍČEK a Jiří VORLÍČEK. *Diagnostické a léčebné postupy u maligních chorob*. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2004, 684 s., [4] s. obr. příl. ISBN 80-247-0896-5.
- 26) ADAM, Zdeněk, Marta KREJČÍ a Jiří VORLÍČEK. *Speciální onkologie: příznaky, diagnostika a léčba maligních chorob*. 1. vyd. Praha: Galén, c2010, xxi, 417 s. ISBN 978-80-7262-648-9.
- 27) HÁLA, Jiří. *Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie*. 1. vyd. Brno: Konvoj, 1998, 310 s. ISBN 80-85615-56-8.
- 28) Kniha Abstrakt online. *Radioterapie karcinomu prostaty v současnosti* [online]. 2015 [cit. 2015-04-27]. Dostupné z: www.registracni-system.cz
- 29) Moje prostata. *Moje prostata* [online]. 2015 [cit. 2015-07-12]. Dostupné z: www.mojeprostaty.cz

- 30) Radiobiologie. Radiobiologie [online]. 2015 [cit. 2015-07-12]. Dostupné z: www.fbmi.sirdik.org
- 31) Fakultní nemocnice Hradec Králové. Fakultní nemocnice Hradec Králové [online]. 2015 [cit. 2015-07-12]. Dostupné z: www.fnhk.cz
- 32) Vlastní poznámky
- 33) Proton therapy center. *Proton therapy center* [online]. 2015 [cit. 2015-08-07]. Dostupné z: www.ptc.cz
- 34) Wikiskripta. *Wikiskripta* [online]. 2015 [cit. 2015-08-07]. Dostupné z: www.wikiskripta.eu
- 35) Krajská zdravotní, a.s. *Krajská zdravotní, a.s.* [online]. 2015 [cit. 2015-08-07]. Dostupné z: www.kzcr.eu
- 36) Oklahoma CyberKnife. *Oklahoma CyberKnife* [online]. 2015 [cit. 2015-08-07]. Dostupné z: www.oklahomack.com
- 37) Nemocnice Nový Jičín. *Nemocnice Nový Jičín* [online]. 2015 [cit. 2015-08-07]. Dostupné z: www.radioterapie.cz

9 Přílohy

Pacient č. 1

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0.1	0.3	0.3
2	0.1	-0.2	0.2
3	0.5	0.4	0.3
4	0.4	0	0.6
5	0.4	0.1	0.3
6	1	0.3	0.3
7	1	0.3	0.8
8	0.6	0.4	0.4
9	0.5	0.2	0.5
10	0.1	0.2	0.2
11	0.6	0.2	-0.2
12	0.5	0.3	0
13	0.6	0.4	0.3
14	0.8	0.4	0.6
15	-0.1	0.2	0
16	0.4	0.3	0.6
17	0.6	0.3	0.2
18	0.1	-0.1	0.6
19	0.7	0.2	0.4
20	0.5	0.2	0.2
21	0.5	0.4	0.1
22	0.4	0.3	-0.4
23	0.3	0.2	0.1
24	0.5	0.2	-0.2
25	0.4	0.2	0.3
26	0.5	0.3	0
27	0.9	0.6	0.2
28	0.6	0.2	0.2
29	0.8	0	0.2
30	0.7	-0.1	0
31	1	0.4	0.2
32	0.8	-0.3	0
33	1	0	-0.1
34	1.2	0.4	0.1
35	0.9	0.3	0.5
36	1.1	-0.1	0.4
37	0.8	0.2	0.2

38	0.9	-0.1	0
----	-----	------	---

Pacient č. 2

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0.2	-0.2	0.2
2	0	-0.6	-0.3
3	0.1	-0.2	0.2
4	0.2	-0.4	0.2
5	0.2	-0.4	0.1
6	0	-0.2	0.2
7	-0.2	-0.6	0.4
8	0.1	-0.3	0.2
9	0	-0.3	0.2
10	0.3	-0.4	0.3
11	0.2	-0.1	0.2
12	-0.2	-0.7	0.1
13	-0.2	-0.2	0.3
14	-0.2	-0.8	0
15	-0.2	-0.3	0.3
16	0.2	-0.3	0.6
17	-0.1	-0.5	0.1
18	0	-0.2	0.1
19	0.1	-0.3	0
20	0	-0.2	-0.1
21	0.5	-0.1	0.3
22	0	-0.2	0
23	0.2	-0.3	0.2
24	0.2	-0.1	0.4
25	0.3	0	0.5
26	0.2	-0.6	0.3
27	0.6	0.2	0.1
28	0.6	0.3	0.1
29	0.6	0.1	0.1
30	0.4	0	0.5
31	0.5	-0.1	0
32	0.1	-0.1	0.3
33	0.5	0	0.1
34	0.1	-0.1	0.1
35	0.6	0	0.2
36	0.1	-0.2	0
37	0.3	0	0.6
38	0.2	-0.2	0.4

Pacient č. 3

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.6	0.8	1
2	-0.2	0.3	0
3	0	0.3	-0.4
4	-0.1	0.6	-0.9
5	-1	0	-0.1
6	-0.4	0.1	-0.1
7	0	0	0.2
8	0	0.4	0.8
9	0.1	0.2	0
10	0	0.2	-0.3
11	0.1	0.6	1.9
12	-0.1	-0.1	2.6
13	-0.3	0.2	2.8
14	0.2	0.5	1.5
15	-0.1	0.9	0.8
16	-0.1	0.3	0.1
17	0.1	0.6	-0.9
18	0.6	-0.4	1.8
19	0.8	0.8	0.4
20	0.5	0.5	-0.3
21	-0.2	0.6	2.3
22	-0.3	0.5	-0.1
23	-0.6	0	0.8
24	-0.2	0.9	0
25	-0.5	0	0
26	0.4	1.1	0
27	0.5	0.4	0.7
28	0.2	1	-0.8
29	0.1	1	0
30	-0.4	0.3	-1.3
31	-0.3	0.3	-2.1
32	0.6	0.6	0.1
33	0.1	0.6	-0.3
34	0.3	0.6	-1.3
35	-0.5	1	0.2

Pacient č. 4

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0.3	-0.2	0.4
2	0.6	-0.3	0.3
3	0	-0.1	0.3
4	0.4	-0.3	-0.2
5	0.3	-0.7	0.3
6	0.9	-0.1	0.2
7	0.4	-0.4	0.3
8	0.2	-0.7	0
9	0.2	-0.2	-0.2
10	0.3	-0.3	0.3
11	-0.1	-0.4	0
12	0.5	-0.6	0.1
13	0.1	-0.4	-0.2
14	0.2	0	-0.1
15	0.7	-0.1	0.1
16	-0.4	-0.1	0
17	0.1	-0.5	-0.4
18	-0.3	-0.3	0
19	-0.4	0.1	0.2
20	0.3	-0.5	-0.2
21	0.4	-0.2	-0.2
22	0.4	-0.3	-0.1
23	0.4	-0.3	-0.1
24	-0.3	0.2	-0.4
25	0.4	-0.1	0.1
26	0.2	-0.3	0.3
27	0	-0.3	-0.5
28	0.5	0	0
29	0.3	-0.2	0.4
30	0.4	0.1	0.1
31	0.2	0.1	0.6
32	0.1	-0.3	0.4
33	0.1	-0.5	-0.2
34	-0.4	-0.5	0.9
35	0.2	0.1	0
36	0	-0.4	0.3
37	-0.3	-0.1	0.4
38	0.5	-0.3	0

Pacient č. 5

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.1	-0.3	-0.1
2	0.6	0.1	-0.1
3	0.1	-0.2	0.3
4	0.5	0	0.2
5	0.7	-0.1	0.5
6	0	-0.2	0.3
7	0	0	0
8	-0.4	-0.3	0.3
9	-0.9	-0.5	-0.2
10	-0.5	-0.2	-0.1
11	-0.5	-0.4	0
12	0.1	-0.2	0
13	0	-0.2	-0.1
14	-0.5	-0.3	-0.3
15	-0.2	-0.3	0.5
16	0.3	-0.1	-0.5
17	-0.1	-0.4	0.1
18	-0.2	-0.3	-0.4
19	-0.1	-0.9	-0.4
20	-0.4	0	-0.1
21	0.3	-0.3	-0.3
22	0.3	-0.1	-0.2
23	-0.3	-0.1	0
24	-0.3	-0.3	0.1
25	0.3	0	0.2
26	-0.3	-0.1	0
27	-0.3	0.1	0
28	0	-0.1	0.3
29	-0.3	-0.5	0.2
30	-0.2	-0.2	0.1
31	0.4	0	0
32	-0.4	-0.1	-0.2

Pacient č. 6

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.3	-0.1	0.1
2	-0.1	-0.3	0.3
3	-0.1	0.1	0.2
4	-0.2	-0.2	0.4
5	-0.1	0.1	0.5
6	-0.3	0.1	-0.1
7	0	0.2	0.1
8	-0.6	0.2	0.4
9	-0.3	0.1	0.5
10	-0.1	0.6	0.8
11	-0.7	0.2	0.6
12	-0.1	0	0.8
13	-0.4	-0.1	0.4
14	-0.2	0.3	0.5
15	-0.5	-0.1	0.5
16	-0.2	-0.2	0.2
17	0.2	-0.1	0.1
18	-0.4	-0.2	0.1
19	-0.7	-0.3	0.5
20	-0.6	0	0.3
21	-0.2	-0.2	0.3
22	-0.1	-0.4	0.2
23	-0.3	0.1	0.2
24	-0.1	-0.4	0
25	0	-0.2	0.5
26	-0.3	-0.2	0.5
27	0	-0.3	0.2
28	0.1	-0.1	0.2
29	-0.2	-0.6	0.2
30	-0.4	-0.5	-0.3
31	-0.2	-0.2	0.3
32	-0.2	-0.2	0.4
33	0	0.3	0.3
34	-0.3	-0.5	0.4
35	-0.2	-0.4	0.7
36	-0.2	-0.7	0.1
37	-0.5	-0.2	0
38	-0.4	-0.5	-0.2

Pacient č. 7

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.3	0	0
2	0.2	0.4	-0.1
3	-0.1	0.2	0.3
4	-0.4	0.1	-0.1
5	-0.6	0.2	-0.5
6	-0.3	0	-0.3
7	-0.2	-0.1	-0.1
8	0.1	0.3	-0.2
9	-0.6	0	-0.5
10	-0.1	0	0
11	-0.5	0.2	-0.3
12	-0.2	0.3	0
13	-0.1	0.5	-0.1
14	0.1	0.4	0.6
15	-0.1	0.1	-0.1
16	-0.2	0.1	-0.1
17	0	0	-0.1
18	-0.2	0	-0.2
19	-0.2	0.1	0
20	-0.4	0.6	-0.3
21	-0.2	0	-0.1
22	-0.3	0.3	0
23	-0.3	0	-0.3
24	-0.1	0.1	0.1
25	-0.2	0.3	-0.4
26	-0.3	0.3	-0.1
27	0	-0.3	-0.2
28	-0.2	-0.1	0.1
29	0.2	0.1	-0.2
30	0	0.2	0
31	0.1	0.2	-0.2
32	0	0.2	0.3
33	0.2	0.2	-0.1
34	-0.6	-0.1	0.2
35	-0.2	-0.1	-0.2
36	-0.2	0.2	0.2
37	0	0.2	0
38	0.1	0.4	-0.1

Pacient č. 8

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.1	0.1	0.6
2	0.4	0.1	0.4
3	0	-0.6	-0.2
4	-0.9	0.3	-0.1
5	-0.7	0.1	-0.3
6	-0.7	-0.2	-0.4
7	-0.5	-0.2	0.5
8	-0.5	0.6	-0.3
9	-0.1	-0.6	0.1
10	0	0.2	-0.4
11	-0.5	-0.7	-0.4
12	-0.1	-0.3	-0.1
13	0.3	-0.5	-0.3
14	0	-0.3	0.1
15	-0.1	-0.1	0.6
16	0.4	-0.6	0.2
17	-0.1	0.4	0.5
18	-0.9	0.7	-0.4
19	-0.5	-0.4	0
20	-0.4	-0.3	0.2
21	-0.2	-0.2	0.3
22	-0.1	0	0.4
23	-0.4	-0.7	-0.2
24	-0.5	-0.3	0.3
25	-0.3	-0.3	-0.1
26	0.6	-0.6	-0.6
27	0.2	-0.3	-1
28	-0.7	-0.9	-0.3
29	0	-0.2	-0.7
30	0.3	-0.5	0
31	0.4	-0.5	0.7
32	-0.5	-1	0.4
33	-1.2	-0.8	0.1
34	-0.5	-0.4	0.4
35	0.4	-0.3	0
36	0.5	-0.2	0.3
37	0.7	-0.7	0.1

Pacient č. 9

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.1	0.1	0.3
2	0.2	0.6	0.8
3	0.1	0.2	0.4
4	0	-0.1	0
5	0.1	0	0.1
6	0	-0.1	0.4
7	0.3	0.3	0
8	-0.1	0.3	-0.2
9	-0.1	0.1	-0.1
10	-0.5	0	0.2
11	0.4	0.2	0.4
12	-0.2	0	0.4
13	-0.3	0.8	0.2
14	0.2	0.7	0.1
15	0.1	0.2	0
16	0.5	0	-0.5
17	0	0.1	0.3
18	0.3	0	-0.3
19	0	0.1	-0.8
20	0.2	0.1	-0.6
21	0.3	0.4	0.1
22	0	0.2	0.4
23	0	0.2	-0.2
24	-0.2	-0.1	0.2
25	-0.2	0.1	0.6
26	0.2	0.1	0.2
27	0.3	0.1	0.4
28	0.4	-0.1	0.7
29	0.2	0.4	0.1
30	0.3	0.2	0.2
31	0.2	0.2	-0.1
32	-0.2	0.2	0.5
33	0.1	0.4	0.7
34	0.2	0	0.3
35	0.1	-0.2	0.3
36	-0.1	-0.2	0.3
37	0.4	0.1	0.4

Pacient č. 10

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.3	0.2	0.1
2	0.2	0.4	0.2
3	-0.1	0.3	0.2
4	0.3	0	-0.1
5	0.7	0.5	0.4
6	0.7	0	0.5
7	0.7	0.4	0.5
8	-0.4	-0.2	0.5
9	0.5	0.3	0.1
10	0.9	0.5	0.4
11	0.9	0.3	0.2
12	0.8	0.2	0.4
13	1	0.5	0.5
14	1	0.6	0.3
15	0.8	0.2	0.5
16	0	0.4	0.7
17	0.5	0.7	0.4
18	-0.3	0.4	0.3
19	0.6	0.5	0.5
20	0	0.4	0.3
21	0.3	0.5	0.5
22	0.1	0.4	0.6
23	0.3	0.6	0.3
24	0.6	0.3	0.5
25	0.5	0.4	0.1
26	0.1	0.3	0.4
27	0.4	0.4	0.7
28	0.2	0.4	0.7
29	0.4	-0.6	0
30	0.1	0.4	0.4
31	0.4	0.5	0.5
32	0.8	0.9	0.8
33	0.9	0.9	1.2
34	0.7	0.8	0.9
35	1.1	0.5	0.4
36	0.3	0.5	0.6
37	0.4	0.8	0.5

Pacient č. 11

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.1	-0.5	0.5
2	-0.6	-0.6	0.5
3	-0.9	-0.4	0.3
4	-0.8	-0.2	-0.8
5	-0.2	-0.6	0.7
6	-0.1	-0.4	0.5
7	-0.2	-0.3	-0.2
8	-0.4	-0.2	0.8
9	-0.5	-0.2	0.5
10	0.1	-0.2	0.6
11	-0.8	-0.2	-0.2
12	0.2	-0.1	-0.3
13	0	-0.2	-0.5
14	-0.4	-0.2	-0.4
15	0.1	-0.1	-0.5
16	0.3	0	-0.2
17	0.1	-0.5	-0.3
18	0.3	-0.3	-0.1
19	0.1	-0.1	-0.3
20	0.5	-0.2	-0.5
21	0.7	0	-0.4
22	0.5	-0.2	0.5
23	0.8	0	-0.5
24	0.7	-0.1	-0.3
25	0.2	-0.1	-0.2
26	-0.4	0.2	0.4
27	0.3	-0.2	0.6
28	-0.5	-0.3	0.8
29	0.2	-0.2	0.7
30	0.3	-0.2	0.1
31	0.6	-0.1	0.5
32	0	0.3	0
33	0.9	0.1	0.4
34	1.2	-0.1	0.8
35	0.4	0.1	0.9
36	1.2	-0.1	0.6
37	0.5	-0.3	0.9
38	0.2	0.2	0.8
39	1	-0.2	0.8

Pacient č. 12

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0.1	0.1	0.7
2	0.4	-0.2	0.7
3	-0.1	-0.3	0.3
4	0	-0.1	0.1
5	-0.2	-0.2	0.6
6	0.2	0.4	0.2
7	0.2	-0.2	-0.4
8	-0.2	-0.2	0.4
9	-0.2	-0.2	0.1
10	-0.1	-0.2	0.3
11	0.2	0	0.4
12	0.2	0.1	0.7
13	-0.3	0	0.7
14	0.2	-0.1	0.3
15	-0.4	-0.1	0
16	-0.1	-0.4	0.6
17	-0.4	-0.1	0.4
18	-0.3	-0.5	0
19	-0.3	-0.1	-0.5
20	-0.3	0	0.2
21	0.2	0	0.3
22	0.5	0.1	0.3
23	0.3	0.1	0.6
24	-0.3	0	0.2
25	0.2	0	0.6
26	0	-0.1	0.4
27	-0.1	-0.1	-0.4
28	0.2	0	0.5
29	0.1	0.1	-0.1
30	-0.8	-1	0.1
31	0.3	-0.1	0
32	0.4	0.2	0.2
33	0.2	-0.1	0.6

Pacient č. 13

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.1	0	0.2
2	0.1	0	0.4
3	-0.2	0	0.5
4	0.3	0.2	0.5
5	-0.2	0.2	0.3
6	0.3	0.2	0.2
7	0	0.1	-0.1
8	0	0	0.3
9	0.4	0.2	0.4
10	0.5	0.3	0.6
11	0.4	0.4	0.5
12	0.5	0.4	0.1
13	0.4	0.6	0.4
14	0	0.3	0.4
15	0.2	0.3	0.3
16	0	0.4	0.4
17	0.3	0.4	0.3
18	0.1	0.4	0
19	-0.4	0.2	0.4
20	-0.2	0.4	0.2
21	0	0.2	0.5
22	0.4	-0.1	-0.2
23	0.5	0.4	0
24	0.1	0.1	0.5
25	-0.4	-0.1	0.3
26	0.3	0.2	0.2
27	0.3	0.3	0.3
28	0.6	0.2	0.5
29	0.4	0	0.3
30	-0.1	0.1	0.4
31	0.1	0.1	0.3
32	0.5	0.3	0.1
33	-0.1	0.1	0.8

Pacient č. 14

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0.1	0.3	-0.1
2	0.7	0.6	-0.2
3	0.4	0	0.3
4	0.4	0.1	0.3
5	0.3	0.1	-0.3
6	-0.6	0.6	0
7	0.7	0.7	-0.4
8	0.4	0.4	-0.3
9	0.4	0.8	-0.1
10	0.4	0.9	-0.6
11	0.9	0.4	0.1
12	0.6	0.3	0.2
13	0.7	0.4	0.4
14	0	0	0.3
15	0.3	0	0.1
16	0.2	-0.2	0
17	0.9	0.3	1
18	0.3	0	0
19	0	0.2	0.1
20	0.5	0	-0.1
21	0.3	0.5	0.8
22	0.6	0.3	0.7
23	0.4	-0.1	0.3
24	0.5	-0.3	0.1
25	0.2	-0.4	0.2
26	0.3	-0.1	0.3
27	0.1	-0.4	0.5
28	0.6	0.3	0
29	0.6	0.2	-0.3
30	0.6	0.5	0.2
31	0.6	0.4	0.3

Pacient č. 15

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0	0	0
2	-0.4	0.3	-0.1
3	-0.4	0	0.3
4	0	0.3	0.2
5	-0.1	0.2	0
6	-0.5	-0.1	0.1
7	0.1	0.3	0
8	0.2	0.5	0.4
9	0	0.3	0
10	0	0.4	0.2
11	0.1	0.5	-0.1
12	0.1	0.5	0
13	-0.3	0.4	-0.1
14	0	0.3	-0.2
15	-0.5	0.5	-0.2
16	0.1	0.8	0.1
17	-0.2	0.1	0.1
18	-0.4	0.2	0.1
19	0	0.3	0.4
20	0.1	0.3	0.7
21	-0.2	-0.1	0.1
22	0.5	0.4	0.1
23	-0.1	0.4	0.3
24	-0.1	0.1	-0.1
25	-0.5	0	-0.7
26	-0.1	0.3	0.1
27	0.1	0.3	0
28	-0.3	0.2	0
29	-0.3	0.4	0.5
30	-0.2	0.3	0.2
31	0.1	0.4	0.4
32	-0.3	-0.4	0.7
33	-0.5	0.5	0.5
34	-0.1	0.3	0.4
35	-0.2	0.3	0.4
36	0	0.5	0.2
37	-0.1	0.3	0.1
38	-0.1	0.6	0.4

Pacient č. 16

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0.3	0.1	0
2	0.3	-0.2	-0.1
3	-0.1	-0.2	0.1
4	0.2	-0.2	0
5	0.4	0	0.3
6	0.1	-0.2	-0.2
7	-0.2	-0.1	0
8	-0.4	-0.4	0.1
9	0.1	-0.2	0.1
10	0.1	-0.4	0.1
11	-0.2	-0.4	0.1
12	0	-0.5	0
13	0	-0.3	-0.3
14	0.1	-0.4	-0.1
15	-0.3	-0.5	0.1
16	0.1	-0.3	0
17	0.2	-0.6	-0.1
18	0.3	-0.1	0.1
19	0.3	-0.3	0.1
20	0.3	-0.2	0
21	0.4	0	-0.1
22	-0.1	-0.3	0.1
23	0.4	0.1	0.2
24	0.5	-0.5	0.1
25	-0.2	0	0
26	0.2	-0.3	-0.4
27	0	-0.4	0
28	-0.1	0	0.4
29	0.2	0	0.3
30	0.2	-0.1	0
31	0.5	0.2	0.4
32	0.3	0.2	0.3
33	-0.2	-0.1	0.1
34	0.4	-0.1	0.2
35	0.2	0	0.2
36	0.1	0	0
37	0.1	-0.1	0
38	0	-0.3	-0.1

Pacient č. 17

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.3	-0.1	0.3
2	-0.2	0.3	0.6
3	-0.5	0.4	1.2
4	-0.1	0	0.9
5	-0.4	0	1
6	0.2	-0.1	0.2
7	0	-0.2	0.5
8	0.1	0.1	0.7
9	0.3	0.3	0.5
10	0	0.1	0.3
11	-0.4	0.3	0.2
12	0.1	0	0.7
13	-0.2	0.1	0.6
14	-0.2	0.6	0.6
15	-0.3	0.4	0.3
16	-0.2	0.6	0.7
17	-0.1	0.6	0.5
18	-0.2	0.3	0.4
19	-0.2	0.7	0.6
20	-0.1	0.7	0.3
21	0	-0.2	0.9
22	0	1	1.1
23	-0.2	0.6	0.2
24	-0.2	0.2	1.5
25	-0.4	-0.1	0.7
26	-0.3	0	1.5
27	0	0.2	0.7
28	-0.4	-0.4	0.5
29	-0.3	-0.1	0.7
30	0	0.2	0.9
31	0.2	0.7	1.1
32	0.2	0.3	1.2
33	0	0.3	1.2
34	-0.3	0.2	1
35	-0.4	-0.4	-0.1
36	0.2	-0.1	0.5
37	-0.1	0	1.2
38	0.3	-0.2	0.9

Pacient č. 18

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0.4	0.1	-0.1
2	0.3	-0.1	0
3	0	-0.1	-0.3
4	0.5	-0.1	0.4
5	0.5	-0.1	-0.1
6	0.3	0.1	0.4
7	0.4	0.1	0.4
8	0.1	0	-0.2
9	0.5	0	0.1
10	0	0	0
11	0.6	0.2	-0.1
12	0.4	0.1	-0.2
13	0.6	0.1	0
14	0.8	0.2	-0.3
15	0.4	0	-0.1
16	0.7	0.2	-0.1
17	0.4	0	-0.2
18	0.3	-0.2	0
19	0.2	-0.2	0
20	-0.1	-0.1	-0.1
21	0.3	0	-0.1
22	0.3	-0.1	0.3
23	0.4	0	-0.1
24	0.3	-0.1	0.2
25	-0.1	-0.2	-0.3
26	0.4	0.1	-0.2
27	0.4	0.1	-0.1
28	0.8	0.1	-0.2
29	0.2	-0.2	-0.2
30	0.2	0	-0.2
31	0.2	-0.1	0.2
32	0.6	0	-0.1
33	0.5	0.1	-0.1
34	0.1	-0.2	0.1
35	0.1	-0.1	-0.1
36	0.1	-0.2	0.1
37	-0.3	-0.2	0
38	0	-0.3	0.2

Pacient č. 19

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.4	-0.3	-0.7
2	-0.2	-0.3	-0.4
3	-0.1	0.1	-0.3
4	0.4	0.1	-0.3
5	-0.1	0.1	-0.3
6	-0.3	0.3	-0.2
7	-0.4	-0.1	-0.3
8	-0.6	-0.2	-0.4
9	-0.4	-0.2	-0.4
10	-0.4	-0.1	-0.5
11	-0.3	0	-0.7
12	-0.3	0.1	-0.4
13	-0.2	0	0
14	-0.3	0.1	-0.3
15	-0.2	-0.1	-0.5
16	-0.6	-0.2	-0.6
17	-0.5	-0.1	-0.5
18	-0.4	0	-0.3
19	-0.7	-0.1	-0.2
20	-0.3	0.2	-0.5
21	-0.9	-0.2	-0.4
22	-0.6	-0.2	-0.4
23	-0.6	0	-0.7
24	-0.3	0	-0.5
25	0.1	0.4	-0.4
26	-0.1	0.4	-0.5
27	0	0.3	-0.4
28	0	0.1	-0.3
29	0.3	0.1	-0.3
30	0.4	0.6	-0.2
31	0.1	0.1	0
32	-0.2	0.1	-0.3
33	0	0	-0.2
34	-0.4	0.1	0
35	-0.2	-0.1	-0.3
36	0.1	-0.1	-0.3
37	-0.2	0.1	-0.2

Pacient č. 20

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0.1	-0.2	-0.2
2	0.2	0.3	-0.5
3	0.2	0.2	-0.3
4	-0.3	0	-0.4
5	-0.3	0.2	-0.6
6	0.1	0.2	-0.2
7	0.1	0.3	-0.4
8	0	-0.2	-0.4
9	-0.2	0.1	-0.4
10	0	-0.1	0
11	-0.2	0.1	-0.8
12	0.3	0.3	-0.3
13	0.2	0.1	-0.5
14	0.5	0.2	-0.3
15	-0.2	0.1	-0.5
16	0.4	0	-0.3
17	0.1	-0.2	-0.2
18	-0.2	-0.4	-0.3
19	-0.1	-0.1	-0.1
20	0.2	0.1	-0.2
21	0.1	-0.1	0.2
22	0.2	0	-0.4
23	0.1	0.2	0.1
24	0.1	0.2	-0.1
25	0	0.5	-0.2
26	0.3	0.2	0
27	0.3	0.6	0.2
28	-0.3	0.2	-0.2
29	0.2	0.5	0
30	-0.1	0.3	-0.1
31	-0.2	0.4	0.3
32	-0.4	0.2	-0.1

Pacient č. 21

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.6	0.2	0.4
2	-0.1	0.3	0.5
3	0.2	0.3	0.6
4	-0.1	0.4	0.4
5	0.2	0.5	0.5
6	0.3	0.6	0.3
7	-0.1	0.4	0.3
8	0.1	0.5	0.4
9	0.2	0.5	0.6
10	0	0.3	0.3
11	0.3	0.5	0.4
12	0	0.4	0.7
13	0.1	0.4	0.4
14	0.2	0.9	0.3
15	0.1	0.2	0.3
16	0.2	0.8	0.5
17	0.1	0.7	0.3
18	0.3	1	0.4
19	0.5	0.9	0.5
20	0	0.4	0.5
21	0	0.2	0.4
22	0.3	0.7	0.5
23	0.1	0.6	0.1
24	0.2	0.5	0.3
25	0.4	0.6	0.1
26	0.5	1	0.1
27	0.3	0.5	0.2
28	0.4	0.2	0.4
29	0.1	0.5	0.6
30	0.3	0.6	0.7
31	0.7	0.6	-0.1
32	0.4	0.8	-0.1
33	0	0.8	0.6
34	0.4	0.3	0.2

Pacient č. 22

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0.1	0.3	0
2	0	-0.2	0
3	0.1	-0.1	0.1
4	0.2	0.2	-0.1
5	0.1	0.2	0.1
6	0.2	0.2	0.1
7	0.3	0.4	0.3
8	0.1	0.2	0.1
9	0	0.1	0.4
10	0.4	0.6	0.1
11	0.3	0.4	0.1
12	0	0.3	0.1
13	0.3	0.3	0.2
14	0.4	0.5	0.4
15	0	0.2	0.3
16	-0.2	0.2	0.1
17	-0.1	0.1	0.2
18	0.2	0.3	0.4
19	0.1	0.3	0.2
20	0	0.4	0.3
21	-0.1	0.3	-0.1
22	0	0.5	0
23	0.2	0.5	0.1
24	0.2	0.4	0.3
25	0.1	0.5	0.3
26	0	0.4	0
27	0.2	0.5	0.2
28	0.1	0.4	0.3
29	0.1	0.4	0.3
30	0.1	0.5	0.2
31	-0.1	0.3	0.1
32	-0.1	0.5	0.2
33	0	0.4	0.4

Pacient č. 23

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0.3	-0.4	-0.6
2	-0.3	-0.2	0.6
3	0.1	0.1	0.6
4	-0.1	0.1	0.5
5	0.3	-0.3	0.8
6	0.2	0	0.7
7	0.1	-0.1	0.3
8	0.1	0.2	0.3
9	0	-0.3	0.5
10	-0.1	-0.1	0.5
11	-0.1	-0.1	0.5
12	-0.1	-0.3	0.6
13	-0.2	0.1	0.4
14	-0.1	-0.2	0.3
15	0.5	0	0.2
16	0.4	0	0.5
17	0.3	0.2	0.4
18	0.3	-0.3	0.4
19	0.4	-0.2	0.6
20	0.5	-0.2	0.6
21	0.2	0	0.5
22	-0.1	-0.3	0.7
23	0.3	-0.3	0.8
24	0	-0.2	0.3
25	-0.3	-0.3	0.4
26	-0.1	-0.2	0.7
27	0.3	0.1	0.9
28	-0.3	-0.6	0
29	-0.3	-0.5	0.4
30	0	-0.2	0.1
31	-0.4	-0.4	0.8
32	-0.1	-0.1	0.4

Pacient č. 24

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.5	0.5	0.3
2	-0.6	0.4	0.4
3	-0.3	0.5	0
4	-0.1	0.1	0
5	-0.6	0.5	0.6
6	-0.1	0.3	0.5
7	-0.2	-0.2	0.4
8	-0.1	0.3	0
9	-0.7	0.2	0.2
10	-0.3	0.3	0.5
11	-0.6	-0.3	0
12	-0.4	0.3	0.6
13	-0.8	-0.5	0.1
14	-0.3	0.6	0.8
15	-0.1	0.3	0.6
16	-0.1	0.6	0
17	-0.2	0	0.2
18	-0.4	0.1	0.6
19	-0.2	-0.1	0.2
20	-0.5	0.2	0.8
21	-0.6	0.3	0.7
22	-0.3	0.6	0.4
23	-0.5	0.6	-0.2
24	0.3	0.3	0.6
25	-0.1	-0.4	0.6
26	0	0.1	0
27	-0.2	-0.2	0.6
28	-0.1	-0.1	0.6
29	-0.4	-0.1	0.2
30	-0.2	-0.2	0.1
31	0	-0.1	0.4
32	-0.2	-0.1	0.3
33	-0.4	-0.1	0.5
34	0.1	-0.1	0.5
35	-0.3	0	0.8
36	-0.4	0.2	0.5
37	-0.1	-0.1	0.5
38	-0.1	0.4	0.2

Pacient č. 25

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.2	0.1	-0.3
2	-0.5	0.7	1.2
3	-0.2	0.7	0.5
4	-0.4	0.4	0.1
5	-0.3	0	-0.2
6	0.2	0.4	-0.1
7	-0.5	0.4	-0.3
8	-0.3	0.4	-0.8
9	-0.4	0.5	0.4
10	-0.7	0.6	0.5
11	-0.3	-0.3	0.1
12	-0.2	0.2	0.9
13	0.4	0.1	-0.2
14	-0.3	-0.6	0.2
15	-0.6	0.1	-0.4
16	-0.1	0	0
17	0.4	0.2	1.2
18	-0.1	0.3	0.6
19	-0.3	0.2	-0.7
20	0.2	0.2	0.3
21	0	-0.2	-1.6
22	0.2	0	0.8
23	-0.2	0	0.5
24	-0.3	0.3	0.2
25	-0.8	-0.2	0.4
26	-0.7	0	0.3
27	-0.6	0.5	0.2
28	-0.3	-0.1	0.5
29	-0.7	-0.1	0.4
30	-0.3	-0.4	0.1
31	-0.3	-0.3	0.2
32	-0.2	-0.4	0.2
33	-0.3	0.1	-0.1
34	0.1	-0.1	-0.3
35	-0.6	0	0.3
36	0	0.4	0.4
37	-0.2	0.6	0.3
38	-0.4	-0.1	0.4

Pacient č. 26

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	-0.7	-0.3	0.2
2	-0.1	-0.5	0.2
3	0	-0.3	0.2
4	0.1	-0.1	0.2
5	0	0.1	0.3
6	0	0.2	0.5
7	0.2	0.5	0.4
8	-0.4	-0.4	0.3
9	-0.2	-0.1	0.3
10	-0.2	0	0.5
11	0	0.1	0.3
12	0	-0.1	-0.2
13	0	0.3	0.1
14	-0.3	0.1	0
15	-0.2	0.5	0.4
16	-0.3	0.2	0.3
17	0	0.3	0.4
18	0	0.2	0.3
19	-0.4	-0.2	-0.4
20	-0.3	-0.2	0.4
21	-0.3	0.1	0.7
22	0	0.5	0.1
23	-0.2	0.1	-0.2
24	-0.4	0	0.2
25	-0.3	0.1	-0.1
26	-0.3	0.1	-0.1
27	-0.3	0	0.1
28	-0.1	-0.1	0.3
29	-0.3	0.1	0.2
30	-0.2	0.1	0
31	-0.4	0.1	-0.1
32	0	0	-0.1

Pacient č. 27

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0.3	-0.1	0.4
2	0.4	0.2	0.3
3	0	-0.3	0.5
4	0.1	0	0.5
5	0	-0.3	-0.1
6	0	-0.1	0.2
7	0.2	0.1	0.6
8	0.4	-0.1	0.7
9	0.5	0	0.3
10	0.3	0.4	0.6
11	0.2	0.3	0.4
12	0.4	-0.2	0.8
13	0.4	0.1	0.5
14	-0.2	0.6	0.3
15	0.1	0.1	0.2
16	0.3	-0.1	0.3
17	-0.2	0	0.1
18	0.2	0.1	0.9
19	0	-0.2	0.2
20	0.4	0	0.3
21	0.1	0	0.6
22	0.4	0.4	0.4
23	-0.2	0.2	0.6
24	-0.2	0.1	0.6
25	0.3	0.1	0.6
26	0.3	0	0.3
27	-0.1	0	0.3
28	0	0.5	0.7
29	0.1	0.2	-0.1
30	0	-0.1	0.1
31	-0.1	-0.2	0.2
32	0	0	0.3
33	0.1	0.3	0.6
34	0.1	0.2	0.2
35	0.3	0	0.3

Pacient č. 28

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0.1	0.5	-0.1
2	-0.2	0.8	0
3	0	0.1	-0.2
4	-0.3	0.5	0.1
5	-0.2	0.2	-0.3
6	-0.2	0.3	0.1
7	-0.5	0.1	-0.1
8	-0.7	0.2	0
9	-0.3	-0.3	-0.2
10	-0.2	0.5	0.1
11	0	0.2	0
12	-0.4	0.5	0.4
13	0.1	0.1	-0.1
14	-0.2	0.4	0.1
15	-0.5	0.6	-0.1
16	0.3	0.4	-0.3
17	-0.4	0.6	0
18	0	0.6	-0.1
19	-1.1	0.5	0
20	0.1	0.2	-0.2
21	0.1	-0.1	0.1
22	0.4	0.2	-0.5
23	-0.1	0	0
24	-0.1	-0.1	0.2
25	-0.1	0.1	0
26	-0.3	0.2	-0.1
27	-0.1	0.1	-0.1
28	0	0	-0.6
29	0.1	0.3	0
30	0.1	0.1	0.1
31	-0.1	0.2	-0.2
32	0.1	0.3	-0.4
33	0.1	0.2	-0.4
34	0	0.2	-0.1

Pacient č. 29

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0	0.3	0
2	-0.2	-0.3	0.7
3	0.5	-0.3	0
4	-0.2	-0.2	0.8
5	0.1	-0.1	0.9
6	-0.4	-0.1	0.2
7	0.1	0.2	0
8	0.2	-0.8	-0.4
9	-0.4	0.2	0.2
10	0.4	0.2	0.1
11	0.1	0	0.3
12	-0.2	0.4	0.2
13	0.5	0.5	0.4
14	-0.2	0.2	0.4
15	0.4	0.2	0.7
16	0.1	0.2	0.1
17	0.2	0.1	0.3
18	-0.1	-0.1	0.8
19	0	0.1	0.8
20	0.3	-0.2	0.7
21	-0.2	0.4	0.2
22	0.6	0.7	0.5
23	-0.3	0.6	-0.1
24	-0.3	0.5	0
25	0.3	1.1	-0.1
26	0.2	0.3	0
27	0.1	0.3	0.6
28	-0.1	0.2	0.7
29	0	1.1	0.7
30	0.3	0.2	0.4
31	0.5	0.4	0.6
32	0.3	0.4	0.4
33	0.6	0.2	0.4
34	-0.1	0.6	0.5
35	0	0.1	0
36	-0.2	0.3	0
37	-0.2	-0.3	0.1

Pacient č. 30

Počet frakcí	Vrt[cm]	Lng[cm]	Lat[cm]
1	0.2	0.2	-0.2
2	0.1	0.2	0.3
3	0.2	0.1	0.2
4	0.5	0.1	-0.5
5	0.5	0	-0.1
6	0	-0.2	-0.1
7	0.2	-0.1	0
8	0	0.5	0
9	0.1	0.2	0
10	0.1	0.2	-0.1
11	0	0	-0.1
12	0.6	0.4	-0.3
13	0.1	-0.1	-0.2
14	0	-0.3	0.2
15	0.2	0.2	-0.2
16	0.9	0.2	-0.1
17	-0.1	0	-0.2
18	0.4	0.2	0.2
19	-0.2	0.2	-0.3
20	0.4	0.4	-0.4
21	0.1	0	-0.3
22	0.4	0.5	-0.4
23	0.3	0.1	0
24	0.3	-0.4	-0.1
25	-0.2	-0.3	-0.4
26	0.7	0.2	-0.4
27	0.4	-0.3	-0.4
28	0.3	0.1	-0.3
29	0.2	-0.5	-0.3
30	0.2	0	-0.7
31	0.3	0	-0.4
32	0.3	-0.1	-0.3
33	0.2	-0.2	-0.3
34	0	0	-0.5
35	0.6	0.2	-0.3
36	0.6	0.3	-0.7
37	0.3	0.1	-0.2