



Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Zdravotně sociální fakulta

**Význam verifikačních snímků při IMRT v oblasti hlavy a krku**

Bakalářská práce

Autor: Petra Myslíková  
Vedoucí práce: Mgr. Lubomír Franci

2.5.2011

## **Abstract**

### **The Importance of Verification Images during IMRT in the Area of Head and Neck**

Tumours of the head and neck are the fifth most common cancers in the Czech Republic. Despite easily available medical examination and observable symptoms most patients come for treatment with various types of tumours in advanced phases which lowers their chance of being cured. The technique of IMRT has recently become the most often used curative method for the tumours of the head and neck, enabling better treatment of healthy tissues and critical organs in this area.

The thesis is divided into the theoretical and practical part. In the first part, the areas of head and neck and the types of cancers found in these areas are analysed. The chapters concern symptoms, aetiology, diagnostics, prognosis and, of course, their treatment. Further, the common course of planning has been included and at the end of this part the history and presence of verification images is mentioned.

The second part of this thesis includes objectives and a hypothesis. The objective of the thesis is to explore and evaluate portal verification images of target volume in tumours of the head and neck and compare these images with referential verification images as well as to state deviations in irradiation position and to prove the significance of verification images in the area of head and neck. This part also includes chapters describing methodology (with resources), and the course planning process in a patient using IMRT technology. Further, it includes the research result of the a collection of 50 patients with the tumours of the head and neck who were irradiated by IMRT technology and whose verification images of target volume were evaluated.

The predicted objectives were fulfilled and the hypothesis was disproved.

Verification portal images are made in oncology department once a week. I would suggest making verification portal images with a fixation mask at least twice a week in order to achieve better accuracy and control of the irradiation position.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma „Význam verifikačních snímků při IMRT v oblasti hlavy a krku“ jsem vypracovala 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 elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby 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, 2. 5. 2011

Petra Myslíková

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu práce, panu Mgr. Lubomíru Franclovi, za jeho názory, rady a za poskytnutí informací a údajů potřebných k sepsání této práce. Dále bych chtěla poděkovat zaměstnancům radioterapie Onkologického oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. za jejich trpělivost, ochotu a připomínky, které mi byly velkým přínosem.

## Obsah

Obsah .....	6
Úvod.....	8
1 Současný stav dané problematiky.....	10
1.1 Oblasti lokalizace nádorů – anatomie, typy nádorů a příznaky .....	11
1.1.1 Dutina nosní a vedlejší dutiny nosní .....	11
1.1.2 Dutina ústní oropharynx .....	12
1.1.3 Nosohltan.....	13
1.1.4 Hrtan.....	14
1.1.5 Slinné žlázy .....	15
1.1.6 Ucho .....	15
1.1.7 Štítná žláza .....	16
1.2 Etiologie .....	16
1.3 Diagnostika .....	17
1.4 Prognóza.....	18
1.5 TNM klasifikace.....	18
1.6 Prevence .....	21
1.7 Léčba.....	21
1.7.1 Chirurgie.....	21
1.7.2 Chemoterapie.....	22
1.7.2.1 Paliativní chemoterapie .....	23
1.7.2.2 Adjuvantní chemoterapie.....	24
1.7.2.3 Neoadjuvantní (indukční) chemoterapie .....	24
1.7.2.4 Konkomitantní chemoradioterapie .....	24
1.7.3 Brachyradioterapie .....	25
1.7.4 Regionální chemoterapie.....	25
1.7.5 Imunomodulační léčba a genová terapie .....	25
1.7.6 Radioterapie.....	25
1.7.6.1 IMRT .....	28
1.7.6.1.1 Princip metody .....	28
1.7.6.1.2 Klinické použití IMRT.....	30
1.8 Proces plánování zevní radioterapie obecně .....	31
1.8.1 Lokalizace cílové objemu.....	31
1.8.2 Plánovací vyšetření pomocí CT .....	32
1.8.3 Stanovení cílových objemů v radioterapii .....	32
1.8.4 Simulace .....	34
1.8.5 První nastavení pacienta .....	34
1.9 Verifikační snímky.....	35
2 Cíl práce a hypotézy .....	37
2.1 Cíl práce .....	37
2.2 Hypotéza .....	37
3 Metodika .....	38
3.1 Sběr dat .....	38
3.1.1 Onkologické oddělení Nemocnice České Budějovice a.s. ....	38

3.1.2 Popis onkologického oddělení.....	38
3.1.3 Sběr literatury .....	39
3.2 Průběh procesu plánování u pacienta s IMRT technikou .....	40
3.2.1 Lokalizace cílového objemu.....	40
3.2.2 Plánovací vyšetření pomocí CT .....	40
3.2.3 Ověřování IMRT plánu .....	41
3.2.4 Simulace .....	42
3.2.5 První nastavení pacienta.....	43
4 Výsledky .....	44
4.1 Zkoumaný soubor .....	44
4.2 Výsledky .....	48
5 Diskuze .....	65
6 Závěr .....	67
7 Seznam použitých zdrojů.....	68
8 Klíčová slova .....	70
9 Přílohy.....	71

## Úvod

Nádorová onemocnění se postupně stávají největším problémem pro zdravotnické systémy v celém světě a lze očekávat, že zhoubné nádory budou ještě více ohrožovat lidskou populaci i v třetím tisíciletí její existence. Odhaduje se, že v roce 2030 může dojít až ke ztrojnásobení celkového počtu nemocných s nádorovým onemocněním. Počet úmrtí v souvislosti s nádorovým onemocněním bude pravděpodobně vyšší než doposud převažující úmrtí na kardiovaskulární onemocnění. Příčinou je hlavně stárnutí populace. [10]

Zhoubné nádory hlavy a krku tvoří pátou nejčastější skupinu maligních nádorů člověka. Jejich biologické chování je typické agresivním lokoregionálním šířením, vysokou tendencí k recidivám a častým výskytem mnohočetných nádorů. Celosvětově se incidence dlaždicobuněčných karcinomů hlavy a krku pohybuje okolo 500 000, v České Republice je zjištěno zhruba 3000 nových případů za rok, přičemž pětileté přežití pacientů se pohybuje mezi 50 a 60 %. Léčebné výsledky této skupiny nádorů se výrazně nezlepšují, a to navzdory značným pokrokům, kterých bylo v posledních desetiletích dosaženo v chirurgii a onkologii. Muži onemocní nádory hlavy a krku asi 2 – 8krát častěji než ženy.

Mezi nádory hlavy a krku řadíme nádory dutiny ústní, nosu a paranazálních dutin, hrtanu, hltanu a štítné žlázy. Velká část nemocných přichází k léčbě ve III. a IV. stadiu choroby, přestože je většina nádorů hlavy a krku poměrně velmi dobře klinicky vyšetřitelná. Většina nemocných jsou kuřáci se zvýšenou spotřebou alkoholických nápojů, lidé z nižších sociálně ekonomických skupin s nedostatečnou hygienou dutiny ústní a s celou řadou přidružených chorob. Všechny tyto faktory přispívají ke skutečnosti, že navzdory intenzivnímu klinickému výzkumu je prognóza špatná. Při hledání optimálního standardního způsobu léčby je nutná velmi úzká spolupráce chirurga, chemoterapeuta a radioterapeuta.

Léčba nádorů oblasti hlavy a krku je komplexní. Optimální chirurgický přístup, radiační pole, dávky a frakcionace, indikace pro chemoterapii a výběr cytostatik jsou dány specifickou lokalizací nádorového onemocnění, rozsahem onemocnění



a patologickým nálezem. Asi u 40 % nemocných vystačíme se samotnou chirurgií nebo radioterapií s kurativním záměrem – ve stadiu I. a II. U zbylých 60 % nemocných je třeba kombinace léčebných modalit.

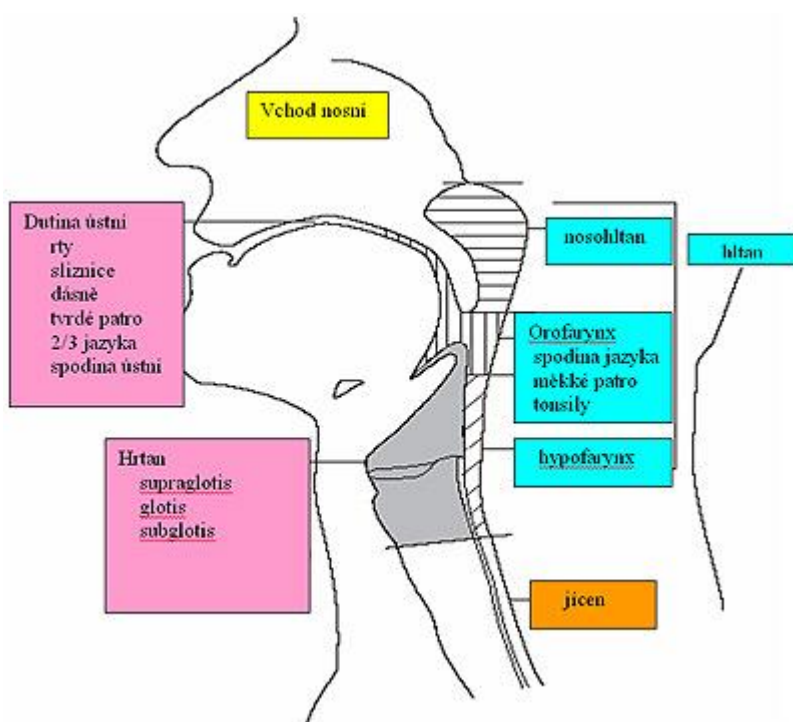
Rozvoj počítačových technologií se výrazně promítl do technických možností oboru radiační onkologie. Umožnil lepší zobrazování cílového objemu, přesnější konturování i plánování léčby.

V posledních letech se na onkologická oddělení dostala nová technika zvaná IMRT (Intensity Modulated Radiotherapy, dále pouze IMRT). Jedná se o radioterapii s modulovanou intenzitou, která nabízí konformní ozáření cílového objemu při současném šetření četných rizikových orgánů v okolí i v oblastech konkavit cílového objemu. S rozvojem této techniky přišla také nezbytnost zhotovovat verifikační portálové snímky vedoucí k ověřování ozařovací polohy pacienta.

Bakalářskou práci s názvem „Význam verifikačních snímků při IMRT v oblasti hlavy a krku“ jsem si vybrala, jelikož dané téma bylo pro mě, jakožto radiologického asistenta na oddělení onkologie Nemocnice České Budějovice a.s. (dále jen ČB) velice zajímavé a pro onkologické oddělení přínosné. Při zpracování mé práce jsem se dostala do zákulisí, kam mám sice jako zaměstnanec přístup, ale kam se kvůli své jiné pracovní náplni nedostanu. Jedná se o úsek plánování léčby a jeho následného ověřování.

## 1 Současný stav dané problematiky

Skupinu nádorů, kterou nyní popisují, spojuje topografická blízkost, ale na druhé straně je značně heterogenní. Touto skupinou myslím nádory hlavy a krku, mezi kterou řadíme nádory dutiny ústní a jazyka, dutiny nosní a vedlejších dutin nosních, dále nádory epipharyngu<sup>1</sup>, oropharyngu<sup>2</sup>, hypopharyngu<sup>3</sup>, laryngu<sup>4</sup>, nádory slinných žláz a nesmíme opomenout ani nádory štítné žlázy. [3]



Obr. č. 1 ORL oblasti lokalizace nádorů.

V této oblasti je možný vznik jak nádorů benigních (nejčastěji nádory mezenchymové – fibromy, lipiny, papilomy, hemangiomy, chondromy, myomy), tak nádorů maligních (ty jsou nejčastěji původu epitelového, které se nazývají karcinomy).

<sup>1</sup> Epipharynx – nosní část hltanu

<sup>2</sup> Oropharynx – ústní část hltanu

<sup>3</sup> Hypopharynx – hrtanová část hltanu

<sup>4</sup> Larynx – hrtan

Z 90 % se jedná o karcinomy spinocelulární (epidermoidní), vycházející z epitelu horních dýchacích a polykacích cest. [3]

Na tomto místě bych ráda popsala každou oblast zvlášť, tedy anatomii dané oblasti, typy tumorů a jejich příznaky.

## **1.1 Oblasti lokalizace nádorů – anatomie, typy nádorů a příznaky**

### **1.1.1 Dutina nosní a vedlejší dutiny nosní**

Dutina nosní je spojená dutina zevního nosu a kostěné dutiny nosní, úplně rozdělená přepážkou nosní na pravou a levou část.

Vedlejší dutiny nosní vznikají za vývoje z laterální stěny nosní jako výchlípky sliznice, která proniká do okolních kostí, tam před nimi ustupuje spongiosa<sup>5</sup> a vytvářejí se pneumatizované dutiny. Patří k nim sinus maxilaris<sup>6</sup>, sinus frontalis<sup>7</sup>, sinus ethmoidales anteriores, medii et posteriores<sup>8</sup> a poslední sinus sphenoidales<sup>9</sup>. [1]

Nádory v této oblasti jsou poměrně vzácné. Celkově představují 0,5 % všech maligních onemocnění a 3 % všech nádorů hlavy a krku. Nejčastěji se v této lokalizaci můžeme setkat s dlaždicobuněčným karcinomem, vyrůstajícím z maxilární dutiny nebo z etmoidálních sklípků. Dalšími typy nádorů je adenokarcinom nebo adenoidně cystický karcinom, maligní melanom, nediferencovaný karcinom, lymfom, či metastáza tumoru jiné lokalizace. U pacientů s nádorem v této oblasti je velký problém se včasnou diagnózou, jelikož se symptomy nádorového onemocnění nijak neliší od symptomů benigních zánětlivých sinonazálních onemocnění. Varovnými příznaky jsou nosní obstrukce, rinorea<sup>10</sup>, slizniční kongesce<sup>11</sup>, sekrece (zejména s příměsí krve), bolest v obličeji (díky růstu tumorózní masy), epistaxe<sup>12</sup>. Dalšími symptomy souvisejícími s invazí tumoru do orbity jsou diplopie<sup>13</sup>, exoftalmus<sup>14</sup>, poruchy visu, ptóza<sup>15</sup> nebo

---

<sup>5</sup> Spongiosa – druh kostní tkáně, skládající se z kostních trámečků, tvořící vnitřek některých kostí

<sup>6</sup> Sinus maxilaris – dutina horní čelisti

<sup>7</sup> Sinus frontalis – dutina kosti čelní

<sup>8</sup> Sinus ethmoidales anteriores, medii et posteriores – přední, střední a zadní čichové sklípky

<sup>9</sup> Sinus sphenoidales – dutina kosti klínové

<sup>10</sup> Rinorea – silný výtok z nosu

<sup>11</sup> Slizniční kongesce – slizniční překrvení

<sup>12</sup> Epistaxe – krvácení z nosu

<sup>13</sup> Diplopie – dvojité vidění

edém víček. K bolestem hlavy, neuropatiím<sup>16</sup> hlavových nervů I – VI může vést progresse tumoru skrz bazi lebni do přední jámy. [11]

### 1.1.2 Dutina ústní a oropharynx

Dutina ústní sahá od štěrby ústní až k zúžení na přechodu do hltanu, která se nazývá úžina hltanová. Dutina ústní je vpředu a zevně ohraničena rty a tvářemi. Strop dutiny tvoří patro. Uprostřed spodiny úst je jazyk. Zuby a dásněmi je vpředu a zevně oddělena předsní dutina ústní, za kterou vzadu a navnitř je vlastní dutina ústní.

Oropharynx pokračuje kaudálně z nosohltanu a komunikuje s dutinou ústní v isthmus faucium<sup>17</sup>. Zadní stěna této části je ve výši 2. – 4. krčního obratle. [1]

V oblasti dutiny ústní se můžeme setkat s nádory rtu, předních 2/3 jazyka, bukální<sup>18</sup> sliznice, spodiny ústní, tvrdého patra, dolní a horní dásně. Incidence těchto nádorů stoupá s věkem, muži jsou postiženi 2 – 4krát častěji než ženy. V oblasti oropharyngu se setkáváme s tumory kořene jazyka, patrových mandlí, měkkého patra, zadní a laterální stěny pharyngu. Nejčastěji se zde vyskytuje dlaždicobuněčný karcinom, dále pak i lymfom. Ze symptomů v dutině ústní můžeme jmenovat krvácení z dutiny ústní, bělavé nebo zarudlé skvrny na bukální či lingvální sliznici, nehojící se ulcerace. Tumory oropharyngu, hlavně v počátečních stádiích, nemají specifickou symptomatologii. Imitují převážně příznaky chronického zánětu v dané oblasti. Patří mezi ně škrábání či bolest v krku, pocit cizího tělesa, dysfagie<sup>19</sup>, odynofagie<sup>20</sup>, bolesti uší. [11]

---

<sup>14</sup> Exoftalmus – vystoupení oka z očníce

<sup>15</sup> Ptóza – pokles horního očního víčka

<sup>16</sup> Neuropatie – nezánětlivé onemocnění nervu

<sup>17</sup> Isthmus gaudium – lat. hltanová zúženina, komunikace mezi dutinou ústní a hltanem ohraničená patrovými oblouky a kořenem jazyka

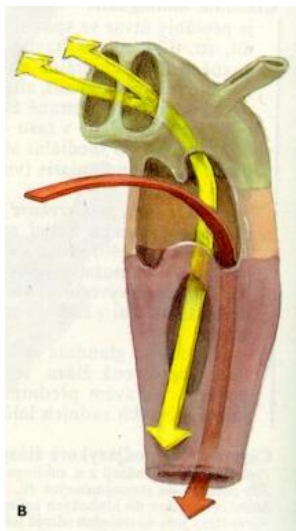
<sup>18</sup> Bukální – týkající se tváře, tvářový

<sup>19</sup> Dysfagie – porucha polykání, ztížené polykání

<sup>20</sup> Odynofagie – bolestivé polykání

### 1.1.3 Nosohltan

Nasopharynx neboli česky nosohltan je nejkraniálnější část hltanu. Sahá od baze lebeční po přední straně musculus (dále pouze m.) pontus capitis a m. rectus capitis anterior před atlas a axis. Pro lepší pochopení je vložen obr. č. 2 [1]



Obr. č. 2 Úseky hltanu: zeleně – nosohltan, růžově – ústní část hltanu, fialově – hrtanová část hltanu

V Evropě se s touto problematikou můžeme setkat jen vzácně. Největší výskyt je v jihovýchodní Asii (u mužů se jedná o třetí nejčastější malignitu vůbec). Z histologického hlediska se jedná o 3 typy karcinomů: dlaždicobuněčný karcinom s rohověním, málo diferencovaný dlaždicobuněčný karcinom bez rohovění a nediferencovaný karcinom. Dále pak jsou to lymfoepiteliom, lymfom, sarkom, adenoidně cystický karcinom, plasmocytom, melanom nebo rhabdomyosarkom<sup>21</sup>. Léčebný postup se u tumorů nosohltanu liší od většiny nádorů horních cest dýchacích a polykacích. Mezi základní modalitu patří radioterapie, u pokročilejších lokálních nálezů nebo přítomnosti krčních uzlinových metastáz se užívá neoadjuvantní<sup>22</sup> či konkomitantní chemoterapie. Časnými symptomy jsou většinou jednostranná nosní obstrukce, epistaxe, příznaky obstrukce z Eustachovy trubice (zalehnutí ucha, tinitus<sup>23</sup>,

<sup>21</sup> Rhabdomyosarkom – vzácný zhoubný nádor kosterního svalu

<sup>22</sup> Neoadjuvantní léčba – podává se před plánovanou chirurgickou léčbou a někdy i před radioterapií

<sup>23</sup> Tinitus – ušní šelest

chronická středoušní sekrece, poruchy sluchu). V pozdějších stádiích jsou to příznaky jako cervikální lymfadenopatie, paréza hlavových nervů (především n. VI.). [11]

#### 1.1.4 Hrtan

Hrtan je nepárový dutý orgán, navazující vpředu na pars laryngea pharyngis<sup>24</sup>. Slouží k dýchání a tvorbě zvuku. Podkladem je soubor chrupavek, pohyblivě spojených klouby, vazy a svaly tak, že vzniká charakteristicky utvořená trubice se slizniční výstelkou. Hrtan je dorsálně spojen s hltanem a je zavěšen vazivovou membránou na jazylce a prostřednictvím jazylky – pomocí ligamentum stylohyoideum na bazi lebeční. [1]

Tato skupina tumorů tvoří asi 1 % všech malignit a jejich incidence kolísá se zeměpisnou šířkou. V Evropě nalezneme nejvyšší výskyt malignit kolem Středomořího moře a nejnižší naopak ve Skandinávských zemích. V naší republice onemocní touto chorobou až 1000 pacientů ročně, přičemž muži jsou postiženi 7krát častěji než ženy. Z histologického hlediska se jedná v převážné většině o dlaždicobuněčné karcinomy (95 %), dále se zde mohou vyskytovat lymfomy, chordrosarkom, raritně neuroendokrinní tumory nebo maligní melanom.

Z hlediska klinických symptomů je nutné posuzovat nádory hrtanu podle anatomické lokalizace. Jinak se chovají a manifestují tumory supraglottis<sup>25</sup>, glottis<sup>26</sup> a subglottis<sup>27</sup>. Pacienti s glottickým nádorem přicházejí v časnějším stadiu nemoci (jelikož jen nepatrné změny v kontuře nebo tloušťce sliznice hlasivek působí změnu barvy hlasu typu dysfonie). Oproti tomu pacienti s nádory supraglottis jsou diagnostikováni až v pokročilejším stadiu, protože tyto malignity nepůsobí dlouhou dobu výraznější potíže. Nádory subglottis jsou poměrně vzácné (představují 5 % nádorů hrtanu), i jejich včasná diagnostika je poměrně obtížná, projevují se až v pozdějším stadiu dušností a dysfonií.

---

<sup>24</sup> Pars laryngea pharyngis – hrtanová část hltanu

<sup>25</sup> Supraglottis – nad hlasivkou

<sup>26</sup> Glottis – lat. hlasivka

<sup>27</sup> Subglottis – pod hlasivkou

Mezi symptomy z rostoucí masy tumoru jsou polykací obtíže, částečná obstrukce dýchacích cest, stridor<sup>28</sup>, dušnost, aspirace<sup>29</sup>. [11]

### 1.1.5 Slinné žlázy

Slinné žlázy jsou četné žlázy s vývody do dutiny ústní, produktem je slina. Stavebně se odlišují dvojí slinné žlázy – drobné a velké. Drobné jsou roztroušeny v dutině ústní a podle polohy se označují jako glandulae labiales<sup>30</sup>, buccales, morales<sup>31</sup>, palatine<sup>32</sup> a linguales<sup>33</sup>. Mezi ty velké patří glandula parotis<sup>34</sup>, glandula submandibularis<sup>35</sup> a glandula sublingualis<sup>36</sup>. [1]

Tyto tumory představují 3 - 4 % nádorů hlavy a krku. Z morfologického hlediska se v příušní žláze nejčastěji jedná o mukoepidermoidní karcinom, v submandibulární žláze o adenoidně cystický karcinom a v malých slinných žlázách o adenoidně cystický karcinom či acinocelulární karcinom. Prvním příznakem je zjištěná rezistence v parenchymu žlázy, bolestivost, rychlá růstová progres, fixace, paréza lícního nervu, infiltrace kožního krytu. [11]

### 1.1.6 Ucho

Ucho patří mezi složitý smyslový orgán se dvěma recepčními systémy, rovnovážným a sluchovým. Je složeno ze tří částí. Zevní ucho se skládá z ušního boltce, zevního zvukovodu, jehož zakončením je bubínek. Ke střednímu uchu patří středoušní bubínková dutina, ve které jsou tři sluchové kůstky a ze které vede sluchová Eustachova trubice do nosohltanu. Vnitřní ucho zahrnuje kostěný labyrint a v něm blanitý labyrint v pyramidě spánkové kosti. [1]

---

<sup>28</sup> Stridor – hvízdavý zvuk při nádechu

<sup>29</sup> Aspirace – vdechnutí tuhého útvaru nejčastěji sousta nebo kapaliny

<sup>30</sup> Glandulae labiales – drobné slinné žlázy v podslizničním vazivu rtu

<sup>31</sup> Glandulae buccales, morales – drobné tvářové slinné žlázy v oblasti stoliček

<sup>32</sup> Glandulae palatinae – drobné slinné žlázy v podslizničním vazivu patra

<sup>33</sup> Glandulae linguae – drobné slinné žlázy na jazyku

<sup>34</sup> Glandula parotis – příušní slinná žláza

<sup>35</sup> Glandula submandibularis – podčelistní slinná žláza

<sup>36</sup> Glandula – sublingualis – podjazyková slinná žláza

Malignita v této oblasti je velmi vzácná. Můžeme se zde setkat s dlaždicobuněčným karcinomem s příznaky jako je obrna lícního nervu, kruté otalgie<sup>37</sup>, dále pak s papilárním adenokarcinomem, který se projevuje agresivním růstem, časnou poruchou sluchu, pulsatorním tinitem a obrnou lícního nervu a u dětí se nejvíce vyskytuje rhabdomyosarkom. [11]

### 1.1.7 Štítná žláza

Štítná žláza má tvar písmene H, její části jsou dva laloky, pravý a levý, uložené při bocích hrtanu a horní části průdušnice. Tyroxin a trijodthyronin jsou hormony produkované folikulárními buňkami štítné žlázy. Součástí molekul těchto hormonů je jód, který buňky aktivně vylučují z krve a k produkci hormonů je bezpodmínečně nutný. [1]

Tato skupina zhoubných novotvarů má celosvětově stoupající tendenci. Tvoří asi 1,5 % všech zhoubných onemocnění a 92 % endokrinních malignit. Nádory vznikají většinou mezi 40. a 50. rokem, ale nejsou výjimkou ani u mladých jedinců. Ženy onemocní touto chorobou 2 - 3krát častěji než muži. Mezi karcinomy štítné žlázy, vyskytující se v několika histologických variantách lišících se incidencí, modalitou léčby a především prognózou, patří dobře diferencované karcinomy (papilární a folikulární karcinom, onkocytární karcinom z Hürtleových buněk), medulární karcinom, prognosticky závažný anaplastický karcinom, lymfom či metastáza nádoru jiné lokalizace. Prvním a zároveň na dlouhou dobu jediným příznakem je palpačně tuhý uzel ve štítnici, popřípadě celkově zvětšení štítné žlázy. Méně často je prvním příznakem dysfagie, dušnost způsobená útlakem průdušnice nebo chrapot. [11]

## 1.2 Etiologie

Etiologické faktory, podílející se na vzniku nádorů v oblasti hlavy a krku.

- kouření (nejen cigaret, ale i kouření doutníků a dýmky)
- kouření marihuany
- chronické dráždění částicemi tabáku

---

<sup>37</sup> Otalgie – bolest ucha



- další formy konzumace tabáku (žvýkání, šňupání)
- alkohol (silně potencuje kancerogenní účinky tabáků)
- změna pH sliznice
- UV záření (karcinom rtu)
- ionizující záření (karcinomy slinných žláz)
- dopravní a průmyslové exhaláty (dřevozpracující a kožedělný průmysl)
- systémová a nutriční vyčerpanost
- imunodeficience (HIV, imunosuprese)
- onkogenní viry (papilomaviry – HSV<sup>38</sup> - 1 , HPV<sup>39</sup> - 16, - 18 , EBV<sup>40</sup>)
- špatná ústní hygiena a mechanické iritace – ty se podílejí na vzniku malignit hlavně v oblasti dutiny ústní
- Plummer – Vinsonův syndrom<sup>41</sup>
- radiační expozice
- pravděpodobnost deficitu vitamínu A [4, 8, 3]

### 1.3 Diagnostika

Ačkoli je v této oblasti snadná dostupnost k fyzikálnímu vyšetření, diagnostikují se ve značném procentu nádory hlavy a krku pozdě. Určitou příčinou může být bagatelizování potíží samotným nemocným. Různorodost nádorů ORL oblasti vyžaduje multidisciplinární tým, který se skládá z otolaryngologa – chirurga, radiačního onkologa, klinického onkologa, patologa, orofaciálního a plastického chirurga a radiodiagnostika. Rovněž je vhodná i účast neurochirurga a ophthalmologa. [3]

Základem pro stanovení diagnózy je pečlivá anamnéza a zevrubné fyzikální vyšetření. Začíná se aspekci, která zahrnuje stav pacientova chrupu, souměrnost patrových oblouků a stavu sliznice. Pokračuje se palpací všech spádových uzlinových oblastí. Poté následuje ORL vyšetření (zadní a přední rhinoskopie, nepřímá i přímá

---

<sup>38</sup> HSV – herpes simplex virus

<sup>39</sup> HPV – human papillomavirus

<sup>40</sup> EBV – Epstein- Barrové virus

<sup>41</sup> Plummer – Vinsonův syndrom – syndrom objevující se při těžkém nedostatku železa, charakterizující se anémií, dysfagií, atrofií sliznice v oblasti horní části trávicího ústrojí

laryngoskopie) doplněná vyšetřením počítačové tomografie (Computer Tomography, dále pouze CT) a magnetickou rezonancí (Nuclear Magnetic Resonance, dále pouze NMR) pro upřesnění rozsahu a vztahu nádoru. Mezi další vyšetření mohou dle potřeby patřit endoskopické a zobrazovací metody (ezofagoskopie, rentgen hrudníku, polykací akt). Rozhodně nesmíme zapomenout na bioptické vyšetření (punkční, nebo chirurgickou excizí) které nám určí histopatologický typ nádoru, stupeň diferenciacce (grading) a stupeň vaskularizace. [3]

#### **1.4 Prognóza**

Prognóza závisí na lokalizaci primárního nádoru, stupni postižení regionálního uzlinového systému, přítomnosti vzdálených metastáz a celkovém stavu výkonnosti. Další faktory, které mají prognostický význam, jsou stupeň diferenciacce – grading a stupeň proliferační aktivity. Prognóza se zhoršuje od rtů do hypopharyngu (nádory kořene jazyka mají mnohem horší prognózu než ostatní nádory dutiny ústní, u nádorů tonsil je to naopak, mají prognózu lepší než jiné tumory vyrůstající z oropharyngu a subglottické nádory mají horší prognózu než nádory glottis). Pro prognózu je však významnější rozsah primárního nádoru v době diagnózy. 5leté přežití u pacientů bez postižení regionálních uzlin je 50 %, u pacientů, kteří mají postiženy uzliny, klesá na 30 % a proniká – li infiltrát přes pouzdro uzliny, klesá pětileté přežití pod 20 %. [4]

#### **1.5 TNM klasifikace**

Nejzávažnějším faktorem predikace přežití je v době diagnózy stadium onemocnění. Klasifikace popisuje velikosti nádoru T (nádor), postižení uzlin N (noduli) a přítomnosti metastáz M. Pomocí těchto tří písmen jsou definována obvykle čtyři klinická stadia. Prvním klinickým stadiem obvykle indikujeme lokalizovaný nádor, čtvrtým pak generalizovaný nádor. [4]

Tab 1.1: Třídění TNM stadií u karcinomu oropharyngu a hypopharyngu

Stadium	Primární nádor	Regionální uzliny	Vzdálené metastázy
Stadium 0	Tis	N0	M0
Stadium I	T1	N0	M0
Stadium II	T2	N0	M0
Stadium III	T1	N1	M0
	T2	N1	M0
	T3	N0, N1	M0
Stadium IV A	T4	N0, N1	M0
	Jakékoliv T	N2	M0
Stadium IV B	Jakékoliv T	N3	M0
Stadium IV C	Jakékoliv T	Jakékoliv N	M1

Zdroj: Současná komplexní léčba nádorů hlavy a krku

Tab 1.2 : Třídění TNM stadií u karcinomu nazopharyngu

Stadium	Primární nádor	Regionální uzliny	mízní	Vzdálené metastázy
Stadium 0	Tis	N0		M0
Stadium I	T1	N0		M0
Stadium II A	T2a	N0		M0
Stadium II B	T1	N1		M0
	T2a	N1		M0
	T2b	N0, N1		M0
Stadium III	T1	N2		M0
	T2a, T2b	N2		M0
	T3	N0, N1, N2		M0
Stadium IV A	T4	N0, N1, N2		M0
	Jakékoliv T	N2		M0
Stadium IV B	Jakékoliv T	N3		M0
Stadium IV C	Jakékoliv T	Jakékoliv N		M1

Zdroj: Současná komplexní léčba nádorů hlavy a krku

Tab 1.3 : Třídění TNM stadií u karcinomu laryngu

Stadium	Primární nádor	Regionální uzliny	Vzdálené metastázy
Stadium 0	Tis	N0	M0
Stadium I	T1	N0	M0
Stadium II	T2	N0	M0
Stadium III	T1	N1	M0
	T2	N1	M0
	T3	N0, N1	M0
Stadium IV A	T4	N0	M0
	T4	N1	M0
	Jakékoliv T	N2	M0
Stadium IV B	Jakékoliv T	N3	M0
Stadium IV C	Jakékoliv T	Jakékoliv N	M1

Zdroj: Současná komplexní léčba nádorů hlavy a krku

Tab 1.4: Vysvětlivky k daným tabulkám – Stádia nemoci

Stadium I	Představuje pouze lokální růst, bez jakékoliv diseminace <sup>42</sup>
Stadium II	Představuje buď rozsáhlý lokální růst, bez diseminace, nebo minimální růst s počínající regionální diseminací
Stadium III	Představuje rozsáhlé lokální a regionální postižení bez vzdálené diseminace
Stadium IV	Představuje buď lokální přerůstání na jiné okolní tkáně, nebo i při malém místním postižení tvorbu vzdálených metastáz

Tab 1.5: Klasifikace TNM pro nádory ORL oblasti

Tis	Carcinoma in situ, jde o počáteční stadium karcinomu, kdy nádorové buňky nepřestoupily přes bazální membránu
T1	Nádor nepřesahující v největším rozměru 2 cm
T2	Nádor větší než 2 cm, ne však více než 4 cm v největším rozsahu
T3	Nádor větší než 4 cm v největším rozsahu
T4	Nádor porušující okolní struktury
N0	Regionální uzliny nepostiženy
N1	Metastáza v jedné stejnostranné uzlině o průměru 3 cm nebo méně v největším rozsahu
N2	Metastáza (y) v jedné stejnostranné uzlině větší než 3 cm, ale méně než 6 cm v největším rozměru, nebo ve více stejnostranných uzlinách, z nichž žádná není větší než 6 cm, nebo v oboustranných či druhostranných mízních uzlinách, z nichž žádná není větší než 6 cm v největším rozměru
N3	Metastáza (y) v mízní uzlině větší než 6 cm v největším rozměru
M0	Žádné vzdálené metastázy
M1	Vzdálené metastázy přítomné

<sup>42</sup> Diseminace - rozsev

## 1.6 Prevence

Mezi nejdůležitější doporučení pro prevenci tumorů v oblasti hlavy a krku řadíme především omezení kouření a konzumace alkoholu. Pro pacienty již léčenými pro nádory hlavy a krku a pacienty s premaligními lézemi byla intenzivně studována chemoprevence. Nejnadějnějšími v prevenci orálních malignit se ukázaly být retinoidy, tzv. isotretinoin (13 – cis – retinová kyselina), která je účinná v reverzi premaligních lézí, ovšem po vysazení léčby její účinek rychle mizí. [4]

## 1.7 Léčba

Karcinomy hlavy a krku nemají stejně jako u ostatních oblastí jen jeden druh léčby. Vždy existuje celá řada jiných léčebných modalit, kterými se nemocného snažíme vyléčit, nebo mu alespoň zpříjemnit jeho život. Volbu té nevhodnější ovlivňuje řada faktorů, ke kterým řadíme rozsah onemocnění, biologický stav pacienta, včetně nutričního stavu, věk, přidružené nemoci, pacientova preference léčebné alternativy. Mezi nejvyužívanější zahrnujeme chirurgickou léčbu, radioterapii, chemoterapii (paliativní chemoterapie, adjuvantní chemoterapie, neoadjuvantní chemoterapie), konkomitantní chemoradioterapii, brachyradioterapii, regionální chemoterapii, imunomodulační léčbu a genovou terapii. Cílem těchto jednotlivých modalit je kurativní účinek nebo oddálení lokální recidivy a prodloužení přežití při zachování orgánů a dobré kvalitě života. Splnění těchto cílů však není jednoduché. [3]

### 1.7.1 Chirurgie

Klíčovým postavením a prvotní léčebnou modalitou v léčbě tumorů hlavy a krku v počátečním stadiu je léčba chirurgická. U malých nádorů zaručuje vyléčení nebo dlouhodobou remisi<sup>43</sup> exstirpace<sup>44</sup> primárního ložiska nebo jeho excize<sup>45</sup> s bezpečnostním lemem. U tumorů v pokročilejším stádiu je úspěch chirurgického

---

<sup>43</sup> Remise – vymizení příznaků a projevů onemocnění, nikoliv nemoci samé

<sup>44</sup> Exstirpace – úplné chirurgické vynětí orgánu nebo tkáně nádoru

<sup>45</sup> Excize – odběr vzorku tkáně vyříznutím části podezřelého ložiska

výkonu podmíněn širokou excizí do zdravé tkáně nebo subtotální<sup>46</sup> resekci<sup>47</sup>, což se neobejde bez nepříjemných následků (estetické znehodnocení části obličeje, polykací poruchy, poruchy fonace). Proto se výkony, mající zachovat postižený orgán, kombinují s jinými druhy léčby. Mezi další chirurgické ošetření patří exstirpace solitární<sup>48</sup> uzliny nebo exenterace<sup>49</sup> skupiny uzlin, popřípadě jednostranná nebo oboustranná disekce<sup>50</sup> krčních uzlin. Disekce je technicky náročným výkonem, proto se zpravidla doplňuje následnou radioterapií. Chirurgie se uplatňuje i v léčbě pokročilých tumorů při progresi<sup>51</sup> onemocnění po selhání jiných léčebných metod. Rekonstrukční výkony po předchozích operacích s defigurací obličeje přinášejí nemocnému naději na kosmetickou úpravu a jeho další společenské uplatnění. [3]

### 1.7.2 Chemoterapie

Chemoterapie v léčbě nádorů hlavy a krku má na rozdíl od jiných solidních nádorů poněkud zvláštní postavení a její optimální zařazení do komplexní léčby je stále předmětem zkoumání kvůli omezené citlivosti epidermoidních karcinomů k cytostatické léčbě. Odpověď jen na samotnou léčbu zřídka přesáhne 30 %, a to i u látek, které považujeme za nejúčinnější. Přehled daných cytostatik a odpovědí na ně jsou uvedeny v tabulce 1. 6. [3]

Tab 1.6: Účinnost cytostatik podávaných v monoterapii u nádorů hlavy a krku

Cytostatikum	Odpověď (v %)
Methotrexát	25 – 30
Bleomycin	18 – 20
Cisplatina	25 – 27
Karboplatina	15 – 19
Cyklofosfamid	30 – 35
Ifosfamid	30 – 34

<sup>46</sup> Subtotální – označení chirurgických výkonů při nichž se odstraňuje většina orgánů s ponecháním malé části

<sup>47</sup> Resekce – chirurgické odstranění části orgánu

<sup>48</sup> Solitární – samotný, osamocení

<sup>49</sup> Exenterace – operační odstranění či vynětí orgánů a obsahu tělní dutiny

<sup>50</sup> Disekce – oddělování části těla či tkáně podle jejich přirozených ohraničení

<sup>51</sup> Progrese – postup onemocnění, jeho zhoršování

5 – fluorouracil	15 – 18
Hydroxyurea	32 – 38
Doxorubicin	15 – 20
Paklitaxel	25 – 40
Vinorelbin	10 – 15
Gemcitabin	10 – 15
Topotecan	15 - 20
Docetaxel	25 - 40

Zdroj : Klinická onkologie str. 366

### 1.7.2.1 Paliativní chemoterapie

V paliativní chemoterapii u lokálně recidivujících nebo diseminovaných forem onemocnění považují někteří autoři podávání jednoho z cytostatik v monoterapii za výhodnější než použití kombinované chemoterapie díky menšímu výskytu nežádoucích účinků. Z velkého počtu klinických studií lze však doložit, že kombinovaná chemoterapie může významně prodloužit bezpříznakové období, i když její vliv na celkovou dobu přežití je méně významný. Pro volbu kombinované chemoterapie se musí vzít v úvahu věk nemocného, celkový stav a možné důsledky nežádoucích účinků na kvalitu života. Možnosti režimů kombinované chemoterapie jsou uvedeny v tabulce 1. 7. [3]

Tab 1.7: Některé kombinace vhodné k léčbě nádorů ORL oblasti

Cytostatikum	Dávka mg/m <sup>2</sup>	Aplikační cesta	Dny podání	Interval
Cisplatina (karboplatina)	100 400	i.v.	1.	1krát za 3 – 4 týdny
5 - fluorouracil	1000	inf./24 hod.	1. – 5.	
Methotrexát	120	i.v.	1.	1krát za 3 týdny
Cisplatina	100	i.v.	2.	
5 – fluorouracil	1000	i.v.	2. – 6.	

Cisplatina	80	i.v.	1.	1krát za 3 týdny
5 – fluorouracil	500	inf./24 hod.	1. – 5.	
leukovorin	20	i.v.(před 5 – FU)	1. – 5.	
Paklitaxel	135	i.v. inf./3 hod.	1.	1krát za 3 týdny
Cisplatina	75	i.v.	2.	
5 – fluorouracil	800	i.v.	2. – 5.	
Docetaxel	75	i.v.	1.	1krát za 3 týdny
Cisplatina	75	inf./30 min.	1.	

Zdroj : Klinická onkologie str. 366

#### 1.7.2.2 Adjuvantní chemoterapie

Adjuvantní chemoterapie jako standardní postup po operaci a po radioterapii není jednoznačně akceptována, jelikož bývá doprovázena neúnosnou toxicitou. [3]

#### 1.7.2.3 Neoadjuvantní (indukční) chemoterapie

Neoadjuvantní (indukční) chemoterapie spolu s radioterapií může mít terapeutický účinek natolik příznivý, že lze upustit od chirurgického výkonu. Stačí podání 2 – 3 cyklů chemoterapie, díky které dosáhneme zmenšení tumoru, eventuelně zvýšení jeho diferenciaci. [3]

#### 1.7.2.4 Konkomitantní chemoradioterapie

Konkomitantní chemoradioterapie je další léčebnou modalitou, která směřuje ke zlepšení prognózy nemocných s pokročilými tumory hlavy a krku. Výhodu simultánní aplikace cytostatik a záření spatřujeme jednak v jejich synergním antiproliferačním účinku a jednak v potenciaci účinku záření zvýšením citlivosti nádorových buněk k ozáření. Shledáváme pouze jednu nevýhodu, a tou je sumace nežádoucích účinků obou modalit projevující se zejména na sliznicích (těžké mukozitidy), méně často pak v kostní dřeni (útlum krvetvorby). Cílem je tedy vybrat vhodné cytostatikum a vhodnou volbu dávky. Je celá řada vhodných cytostatik, ale nejčastěji se používá cisplatina. Při



tomto režimu se radioterapie provádí standardní frakcionací 1,8 – 2,0 Gy, 5krát týdně, cisplatinu se podává vždy 1krát týdně v dávce 50/60 mg/m<sup>2</sup>. [3]

### **1.7.3 Brachyradioterapie**

Brachyradioterapie je další z mnoha léčebných modalit v oblasti hlavy a krku. Hraje zde významnou roli, jelikož jsme díky ní schopni aplikovat vysoké dávky při relativním šetření okolních zdravých tkání. V budoucnu budou její indikace jistě ovlivněny rozvíjející se technikou radioterapie s modulovanou intenzitou. Určitě se na ní nadále nebude zapomínat u recidiv, sekundárních malignit či v adjuvantní léčbě po chirurgickém výkonu s pozitivními resekcními okraji. [3]

### **1.7.4 Regionální chemoterapie**

Regionální chemoterapie zůstává experimentálním přístupem a musí být vyhrazena jen specializovaným pracovištím. Význam může mít jen ve vybraných případech. Při této metodě se aplikuje cytostatikum intraarteriálně. Při vysoké koncentraci cytostatika v tepnách zásobujících nádor je efektivita chemoterapie vyšší a její celková toxicita nižší, přesto může být tato aplikační cesta provázena jinými nežádoucími účinky jako je arteriální trombóza, oslepnutí, krvácení z arteriální punkce. [3]

### **1.7.5 Imunomodulační léčba a genová terapie**

Imunomodulační léčba a genová terapie patří mezi metody experimentální. Přínos bude znám až po zhodnocení výsledků léčby na početnějších souborech nemocných. [3]

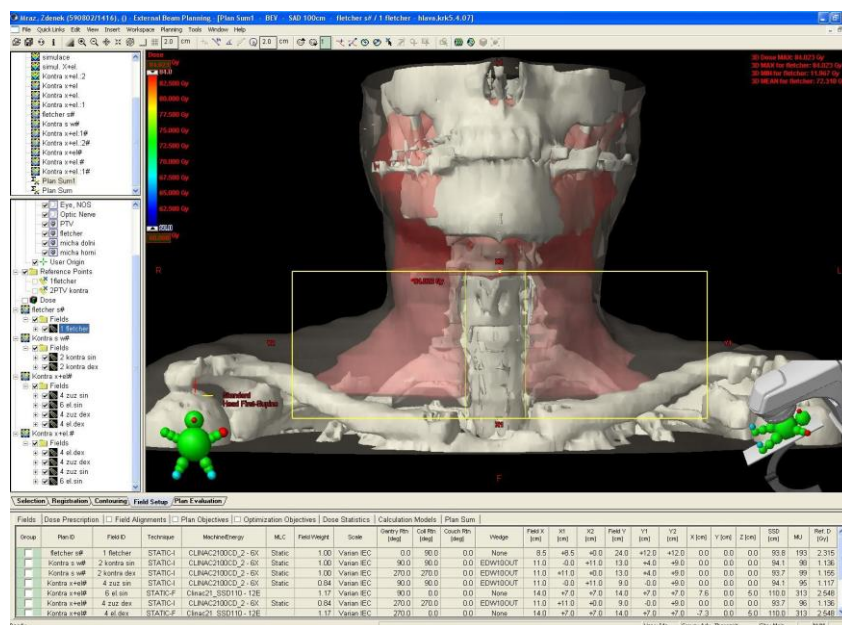
### **1.7.6 Radioterapie**

Radioterapie je při léčbě nádorů hlavy a krku základní metodou léčebné strategie. I tato léčba se používá v kombinaci s dalšími modalitami. Na Onkologickém oddělení v ČB a.s. se dříve ozařovali pacienti s nádory hlavy a krku na kobaltovém a betatronovém ozařovači. Kobaltový ozařovač z čistě fyzikálního hlediska může

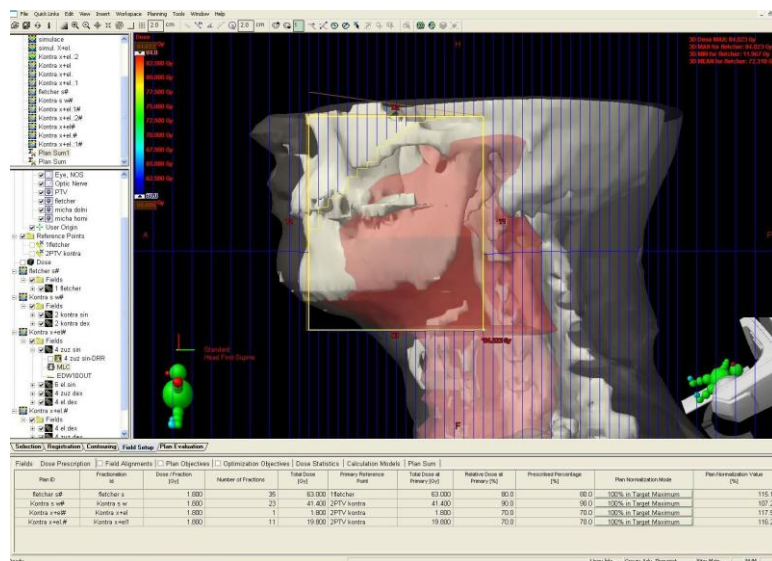
v určitých případech splňovat podmínky kurativní radioterapie, obvykle však nejsou vybaveny vhodnými verifikačními systémy a rovněž použití vykrývacích bloků se jeví jako méně praktické ve srovnání s vícelamelovým kolimátorem (dále jen MLC). Postupem času se pracoviště po celé České republice zmodernizovaly natolik, že je pro budoucí pacienty připravená mnohem pečlivější a přesnější léčba. Na Onkologickém oddělení v ČB slouží pro pacienty s onemocněním hlavy a krku dva lineární urychlovače typu Clinac 2100 C/D, produkující brzdné záření o energiích 6 – 18 MV. Před samotnou léčbou zářením existuje celá řada důležitých povinností, bez kterých by pacient nemohl být ozářen. Ty budou popsány v samostatné kapitole *1.8 Proces plánování zevní radioterapie obecně*.

V dnešní době, vlivem používání konformní techniky zvané IMRT, ustupují běžné konvenční techniky, které ještě donedávna vytvářely základ pro léčbu nádorů hlavy a krku. Technika, která se dříve využívala na oblast krku, se nazývala technika asymetrických polí. Léčba spočívala v rozdělení na dva ozařované objemy. První objem se ozařoval z boku dvěma na sebe kolmými poli (hlavice gantry byla v 90°, 270°) od středu izocentra směrem nahoru, tzv. horní krk. Vodorovná čára osy ležela v takovém místě, aby primární nádor a postižená/é uzlina/y byly v objemu nad ní a aby byla umístěna nad rameny. Druhá svislá čára se dávala asi jeden centimetr před míšni kanál. Druhý ozařovaný objem se ozařoval jedním AP polem (0°), od středu izocentra směrem dolů až pod klíček, tzv. dolní krk. Svislá čára vedla vždy středem páteře. Bohužel se v těchto objemech muselo počítat i s ozářením míchy, která se řadí mezi kritické orgány. Při ozařování předozadního pole se oblast míchy vykrývala dříve vykrývacími bloky, nyní MLC. U karcinomu hrtanu jsme ji vykrýt nemohli, jelikož primární tumor ležel v oblasti míchy. Ozařovalo se denní ložiskovou dávkou 1,8 až 2,0 Gy 5krát v týdnu do celkové dávky 50 až 60 Gy. Při ozařování dvěma kontralaterálními poli se aplikovala denní ložisková dávka 1,8 až 2,0 Gy do celkové dávky 60 Gy. Aby nedošlo k překročení toleranční dávky na míchu, která činí 40 až 45 Gy, bylo nutno po dodání dávky 36 až 40 Gy clonu stáhnout a dozářit oblast zadních krčních uzlin elektronovým polem. Jelikož u elektronů je tvar izodózy cibulovitě vyklenutý, musel se elektronový rámeček z poloviny vyplnit stínícím materiálem, aby nedocházelo k přezáření, ale i tato

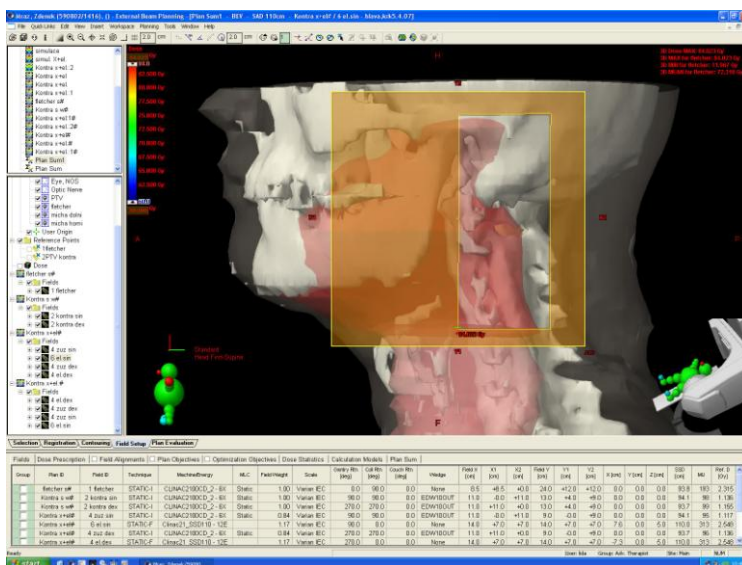
metoda měla svá úskalí v důsledku obtížného napojování polí a značné nejistotě týkající se dávky.



Obr. č. 3 Předozadni pole s blokem pro vykrytí mychy



Obr. č. 4 Kontralaterální pole X zářením



Obr. č. 5: Elektronové kontraletarální pole

Tuto konvenční techniku vystřídala, jak jsem se již zmiňovala výše, technika IMRT. O IMRT se ví již od druhé poloviny 90 let, do ČB se dostala v roce 2007 a od té doby se na oblast hlavy a krku využívá jako standardní metoda, kromě některých případů (paliativní ozařování, nebo při malém rozsahu onemocnění), jen tato technika.

### 1.7.6.1 IMRT

V léčbě nádorů hlavy a krku je IMRT novou speciální radioterapeutickou metodou, která umožňuje dokonalejší šetření zdravých tkání a rizikových orgánů (krční mícha, mozkový kmen, mozek, oční nervy a chiasma optimum, oční čočky, sítnice oka a dalších) právě v této lokalitě. Nově nám tato metoda umožňuje šetřit příušní slinné žlázy a pacientovi zlepšit kvalitu života díky redukci pozdní xerostomie<sup>52</sup>. [8]

#### 1.7.6.1.1 Princip metody

Konvenční radioterapie využívá při ozařování konstantní intenzitu v celé ploše svazku. Výjimkou jsou standardizované klínové filtry, které zeslabují intenzitu směrem k silnějšímu konci klínového filtru. Naproti tomu IMRT využívá plánované individuální kolísání intenzity v jednotlivých ozařovacích svazcích a rozdílné intenzity v jednotlivých pixelech (podjednotkách svazku) jsou výsledkem naprogramovaného

<sup>52</sup> Xerostomie – snížené množství slin v ústech

pohybu listů MLC během ozařování. Využíváme ji hojně tam, kde se potřebujeme vyhnout kritickým orgánům a nezpůsobit výrazné vedlejší účinky. [16]

IMRT je aplikována na lineárním urychlovači ve formě dvou základních modulací svazku. Základem pro použití IMRT techniky je MLC (obr. č. 6 na str. 28), bez kterého bychom tuto techniku vůbec nemohli praktikovat. Jednou ze základních technik IMRT je technika „klouzajících polí“, tzv. „sliding windows“. Je to dynamická technika, při které se lamely MLC pohybují kontinuálně napříč svazkem záření a mohou se v jedné části pole pohybovat rychleji, nebo se můžou v jedné části pole otevřít více, v té druhé části méně. Tento systém se využívá na přístroji Clinac na Onkologickém oddělení v ČB. Na druhé straně pak existuje systém statický, neboli metoda mnoha statických segmentů tzv. „step and shoot“. Při vlastním ozáření je při přesunu lamel kolimátoru mezi jednotlivými segmenty svazek záření vždy vypnut a po dosažení plánované polohy je záření znovu spuštěno. Tato metoda je využívána přístrojem Electa nebo dříve Philips. Díky oběma metodám dosáhneme stanoveného modelování svazku záření přesně tak, jak potřebujeme v cílovém objemu, který jsme si naplánovali. [17]



Obr. č. 6 Ukázka vícelamelového kolimátoru

I tato metoda má své výhody a nevýhody, které jsou popsány v tabulkách 1.8 a 1.9

Tab 1.8: Výhody IMRT techniky

Výhody IMRT:
- větší míra šetření zdravých orgánů a tkání;
- nižší dávka v rizikových orgánech umožňuje navýšení dávky v cílovém objemu – předpokládá se zvýšení lokální kontroly nádoru;
- možnost navýšení dávky v subobjemu s nejvyšším rizikem recidivy (například GTV) – plánovaná nehomogenita distribuce dávky v cílovém objemu.

Zdroj: radiační onkologie str. 91

Tab 1.9: Nevýhody IMRT techniky

Nevýhody IMRT:
- technické požadavky – lineární urychlovač s vícelistovým kolimátorem umožňující IMRT;
- softwarové požadavky – plánovací systém umožňující inverzní plánování;
- problematičtější zajištění quality assurance (dozimetrie, verifikace);
- nutnost přesné definice jednotlivých objemů v CT snímcích, využívání dalších zobrazovacích metod – MR, SPECT, <sup>18</sup> FDG – PET a programů umožňující jejich fúzi v plánovacích systémech;
- fixační pomůcky zajišťující přesnou reprodukovatelnost ozařovací polohy;
- časová náročnost – definice objemů – contouring, proces inverzního plánování, dozimetrie, verifikace atd.;
- odborné požadavky na radioterapeuta, fyzika i radiologického asistenta, kvalifikace, zkušenost;
- finanční požadavky – cena technického a softwarového vybavení, časová náročnost plánovacího procesu u každého pacienta, cena fixačních pomůcek a dozimetrie.

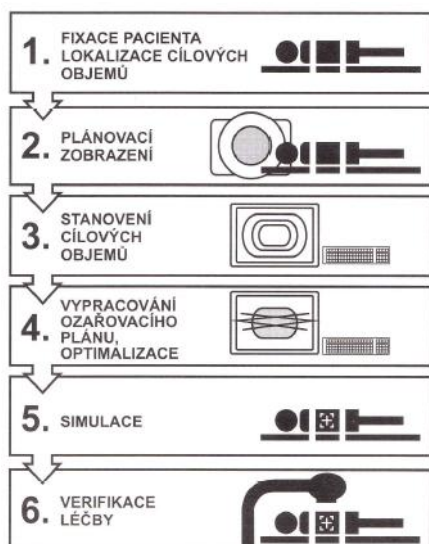
Zdroj: Radiační onkologie, str. 91

#### 1.7.6.1.2 Klinické použití IMRT

V klinické praxi se tato technika uplatňuje především u tumorů hlavy a krku, prostaty a dalších orgánů (tumory mozku, prsu nebo nádory lokalizované v pánvi), kde možnosti konvenční radioterapie neumožňují tak efektivně šetřit kritické orgány. [8]

## 1.8 Proces plánování zevní radioterapie obecně

Základním cílem celého plánování léčby v radioterapii je zajistit rovnoměrné rozložení vysoké dávky do přesně určeného objemu s cílem zničit nádor při minimálním poškození okolních zdravých tkání. Předpokladem pro bezpečné a účinné naplánování léčebné strategie je důležité technické vybavení pracoviště (ať už se jedná o simulátorový přístroj, plánovací CT přístroj, plánovací systém, dozimetrii, verifikaci, ozařovací přístroj), dále pak vybavenost ozařoven dostatečným množstvím fixačních pomůcek a v neposlední řadě nesmíme zapomenout ani na potřebnou kvalifikaci všech pracovníků, kteří pracují na oddělení (od lékařů, fyziků až po radiologické asistenty). Přesný postup lze shrnout do jednotlivých za sebou jdoucích kroků, viz obr. č. 7



Obr. č. 7 Schematické znázornění jednotlivých kroků plánování zevní radioterapie [7]

### 1.8.1 Lokalizace cílového objemu

Lokalizace se provádí na přístroji zvaném simulátor. Simulátor díky svým technickým parametrům umožňuje lokalizovat, simulovat a verifikovat ozařované parametry. Je to diagnostický přístroj pracující na principu skiaskopie. Skládá se z ozařovacího stolu, který je schopný stejných pohybů jako stůl lineárního urychlovače, izocentrického laserového systému, gantry s možností rotace v rozsahu 360 stupňů, řídicího a ovládacího systému, antikolizního systému, který zabraňuje kolizi pacienta s jakoukoliv částí přístroje (rameno, zesilovač). [6] Po uložení pacienta na stůl do

ozařovací polohy s fixačními pomůckami následuje orientační lokalizace cílového objemu podle anatomických struktur se zakreslením křížků či linií, tzv. značek, které definují souřadnicový systém, umožňující přenést ozařovací plán vypočítaný plánovacím systémem na tělo či fixační pomůcku pacienta. [7]

### 1.8.2 Plánovací vyšetření pomocí CT

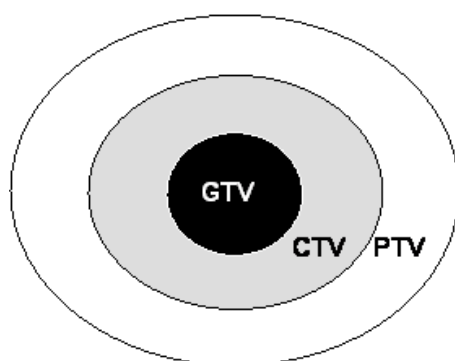
Plánovací CT zobrazení poskytuje kvalitní geometrické zobrazení anatomie pacienta. Na CT se zhotovují transverzální řezy opět v ozařovací poloze s fixačními pomůckami v rozmezí od 2 – 20 mm, eventuelně i s použitím kontrastní látky, podle záměru léčby a lokality. [7]

### 1.8.3 Stanovení cílových objemů v radioterapii

Vyhotovené plánovací snímky jsou on – line přeneseny do plánovacího systému a je vytvořena 3D rekonstrukce. Je zde zakreslen obrys pacienta, dále objemy a obrysy kostěných struktur, cílových objemů a kritických orgánů. Zakreslení cílových objemů vychází z doporučení ICRU (Mezinárodní komise pro jednotky a měření). K dosažení ještě většího zpřesnění lze v plánovacím systému provádět fúzi s dalšími anatomickými vyšetřeními (NMR) či funkčními vyšetřeními (PET<sup>53</sup>). [7]

V jednotlivých transverzálních řezech plánující lékař vyznačí následující objemy:

*3 základní objemy:*



Obr. č. 8 Definice cílového objemu podle ICRU 50 Report [18]

<sup>53</sup> PET – Pozitronová emisní tomografie



- objem nádoru - GTV – Gross tumor volume = nádor
- klinický cílový objem – CTV – clinical target volume = GTV + lem zahrnující potencionální mikroskopické šíření nádoru
- plánovací cílový objem – PTV – planning target volume = CTV + lem zahrnující fyziologické změny pozice CTV v organismu a chyby při nastavení pacienta [18]

Dále se zhotovují izodózní plány s volbou ozařovacích podmínek a ozařovací techniky. Ozařovací plány se optimalizují pomocí klínových filtrů, stínících bloků, MLC, kompenzátorů, bolusů s využitím funkcí plánovací konzole ( BEV<sup>54</sup>, DVH<sup>55</sup>). Nakonec se vybírá optimální ozařovací plán a definitivní frakcionační režim se zhodnocením homogenity a dávky v cílovém objemu (minimální, maximální podle ICRU) a dávky v kritickém orgánu pomocí DVH, které znázorňuje dávku obdrženou v určitém procentu objemu.[2, 7]

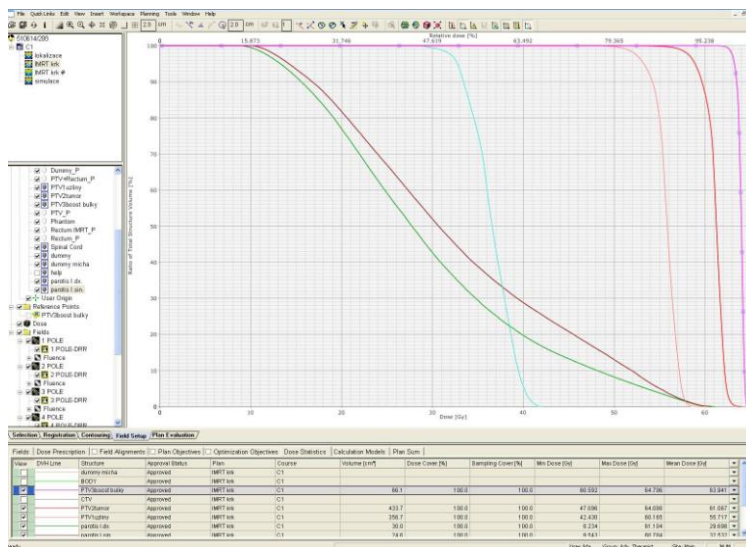
Výstupem plánování je ozařovací plán s danými parametry nastavení ozařovače pro každé pole (poloha stolu, sklon ramene, klíny, bloky, počet monitorovacích jednotek).

Po schválení ozařovacího plánu lékařem se plán vytiskne a data jsou odeslána k simulaci.

---

<sup>54</sup> BEV – Beam 's Eye View – z pohledu svazku záření

<sup>55</sup> DVH – Dose Volume Histogram



Obr. č. 9 DVH u IMRT

### 1.8.4 Simulace

Při simulaci na radioterapeutickém simulátoru jsou přeneseny a zakresleny vypočtené souřadnice izocentra (X, Y, Z) na tělo pacienta nebo na fixační pomůcky vypočteným posunem z původních značek souřadnicového systému. Každé ozařovací pole se porovnává s digitálně rekonstruovaným rentgenogramem (dále jen DRR), vygenerovaným z plánovacího systému z CT řezů ze směru daného svazku. Poté se zakreslí vstup a hranice pole na tělo pacienta barvivem, které obsahuje diamantfuchsin a argenticum nitricum, anebo na fixační masku pomocí fixy. Simulační snímky se ukládají do systému a mohou sloužit jako referenční snímky při kontrole nastavení na ozařovači. [7]

### 1.8.5 První nastavení pacienta

Při prvním nastavení pacienta na lineárním urychlovači se v ovladovně za pomoci lékaře na monitoru kontrolují typ energie, monitorovací jednotky, přítomnost klínu, velikost pole, úhel gantry, úhel kolimátoru. Po schválení jde lékař do ozařovny zkontrolovat polohu pacienta a u každého pole zvlášť kontroluje SSD<sup>56</sup>. Pokud souhlasí i toto, lékař podepíše ozařovací předpis a pacient je ozářen.

<sup>56</sup> SSD – Skin Source Distance – pevná vzdálenost mezi zdrojem a kůží

## 1.9 Verifikační snímky

V průběhu léčby se provádějí verifikační snímky, aby byla zachována přesnost nastavení pacienta v celé sérii ozařování. Zhotovování těchto snímků je nutností, jelikož nám zaručují minimální chyby správného ozáření pacienta.

Od počátku vzniku radioterapie se lékaři spolu s fyziky snažili nalézt způsob, jak ověřit správnou pozici plánované ozařované lokality ve vztahu k pacientovi. Pro kobaltové ozařovače nám k verifikaci sloužil snímek vytvořený pomocí gama záření, tzv. kobaltogram. Pod pacienta na ozařovně asistent umístil kazetu s filmem, poté se velmi malou dávkou v řádu cGy ozářilo pole. Velikost dávky byla závislá na velikosti pole, ale i předozadním rozměru pacienta. Kazeta se vyvolávala stejným způsobem jako klasické rentgenové snímky. Po vyvolání snímku následovala kontrola polohy pacienta pomocí kostěných struktur. Tato verifikace byla časově i personálně dosti náročná. Vyvolaný obraz byl pouze v dvojrozměrné rovině a výsledek verifikace nebyl vždy zaručen – snímek mohl být přexponován, tedy byl nehodnotitelný.

Dalším posunem a krokem vpřed nastal s rozvojem lineárních urychlovačů. Díky vysokým dávkám bylo před každým ozářením pacienta zapotřebí zhotovit verifikační snímky za použití speciálních filmů a kazet pro zobrazování, umožňujících provádět verifikační snímky i pro velkoobjemové ozařovací metody. Tento systém se lišil od předchozího tím, že místo zesilovacích folií, obsahovaly kazety hliněné plechy a filmy specializované na vysoké energie. Verifikační snímky se zhotovovaly pomocí dvojí expozice, kdy část expozice byla provedena skutečnou velikostí ozařovacího pole a část otevřeným polem. Výsledný obraz dával informace o nastavení pacienta i o poloze vykrývacích bloků, čímž bylo snadnější hodnocení případných odchylek.

V nedávné minulosti pronikly do zobrazování v radiační onkologii zobrazovací metody s využitím digitalizace obrazu. Radiografická metoda, tzv. elektronický portálový zobrazovací systém (EPID, Electronic Portal Image Device), je založen na principu velkoplošných integrovaných obvodů či amorfního selenia. Pomocí plošného detektoru zhotovujeme dva na sebe kolmé snímky (tedy předozadní a boční). Pomocí předozadního snímku je možné korigovat longitudinální, laterální a rotační odchylku, pomocí bočního, neboli laterálního snímku je možnost korigovat odchylku vertikální

a také longitudinální. K pořízení snímku stačí jen velmi malé dávky. Tyto megavoltové (dále pouze MV) snímky se následně porovnávají s DRR, což je numericky vypočtený snímek ze série CT snímků (3D modelu pacienta) odpovídající dané projekci. Přesto jsou na MV snímku viditelné kostní struktury, které umožňují korigovat pozici stolu tak, aby odpovídala kostním strukturám na odpovídající DRR. Výhodou této metody je získání obrazu ihned (on – line). Obraz lze poté postprocesingově zpracovat. Další výhodou je rovněž menší časová náročnost. V neposlední řadě umožňuje propojení elektronického zobrazovacího systému s verifikačním systémem rovněž jednoduchý způsob započtení dávky potřebné pro tvorbu obrazu do předepsané dávky.

Radiografická verifikace výrazně zpřesňuje nastavení pacienta a dávka potřebná k pořízení obou snímků se pohybuje mezi 4 – 16 cGy. Tento způsob v sobě opět skrývá řadu nevýhod: obraz pouze v 2D (stejně jako u kobaltogramů), omezená velikost pole (maximálně 25 x 25 cm), nízká kvalita výtisků snímku na papír (ve srovnání s filmem). [12, 15]

## **2 Cíl práce a hypotézy**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem práce je posouzení a zhodnocení portálových verifikačních snímků cílového objemu u tumorů v oblasti hlavy a krku a jejich srovnání s referenčními verifikačními snímky, stanovení odchylek v ozařovací poloze a z toho následné potvrzení významu verifikačních snímků v oblasti hlavy a krku.

### **2.2 Hypotéza**

Použití fixační masky zabraňuje nepřijatelným odchylkám a chybám v reprodukci ozařovací polohy. Předpokládáme, že užitím této fixační pomůcky nebudou odchylky překračovat toleranční limity. Tolerančními limity pro oblast hlavy a krku činí u vertikálního, longitudinálního a laterálního směru 0 - 3 mm, u rotačního směru 0 – 1°. Pokud jsou toleranční limity překročeny, hrozí poškození okolních zdravých tkání a kritických orgánů a výsledná kvalita léčebného efektu se snižuje.

## **3 Metodika**

### **3.1 Sběr dat**

#### **3.1.1 Onkologické oddělení Nemocnice České Budějovice a.s.**

Základní kostra mé bakalářské práce vznikla především z bohaté odborné literatury, ze které jsem čerpala v průběhu svého psaní. Uvádím zde pouze nejdůležitější a nejzajímavější zdroje. Podstatným zdrojem mé práce jsou též informace získané během mého dosavadního pracovního procesu na Onkologickém oddělení Nemocnice ČB a.s. Jako zaměstnanec získávám nejcennější informace. Asistence při lokalizaci, výrobě fixační masky, CT plánovacím vyšetření, simulaci i při prvním nastavení pacienta byla pro mou práci velkým přínosem. Další informace jsem získávala od zkušených radiačních onkologů, konkrétně od paní MUDr. Miluše Dolečkové a MUDr. Jany Vančurové. V neposlední řadě nesmím zapomenout na tým mých kolegů, radiologických asistentů, v čele s panem Mgr. Lubomírem Franclem.

#### **3.1.2 Popis onkologického oddělení**

Českobudějovické onkologické oddělení je zařazeno do sítě komplexních onkologických center, která jsou garantována Českou onkologickou společností a mají oprávnění provádět veškerou onkologickou léčbu a léčbu ionizujícím zářením včetně nákladné cytostatické a cílené biologické terapie. Oddělení se skládá z lůžkové části, z 5 ambulancí (příjmová, dispenzární, konziliární, chemoterapeutická a radioterapeutická) a z radioterapeutického úseku, který je složen z úseku ozařoven a fyzikálně technického úseku.

Úsek ozařoven je vybaven:

- simulátorem Acuity s možností RTG i CT snímků
- 2 lineárními urychlovači Clinac 2100 C/D s 2 energiemi fotonového a 5 energiemi elektronového záření s MLC a Portal Vision systémem
- rentgenovým přístrojem (RTG WH 225) pro povrchovou a hloubkovou terapii

- zařízením pro aplikaci brachyterapie metodou automatického afterloadingu s vysokým dávkovým příkonem Gammamed

Fyzikálně technický úsek má k dispozici:

- potřebné dozimetrické vybavení i pro provádění IMRT technik
- plánovací 3D systém Eclipse
- konturovací stanici
- verifikační systém Aria
- automatickou vyřezávačku bloků
- mechanickou dílnu

Onkologické oddělení umožňuje další vzdělání svých zaměstnanců formou seminářů, přednášek, českých i zahraničních konferencí. Oddělení je akreditováno pro postgraduální specializační vzdělání v oboru „Radiční onkologie“ a probíhá zde i odborná praxe studentů Zdravotně sociální fakulty Jihočeské univerzity. [13]

### 3.1.3 Sběr literatury

Mezi další zdroje bych zahrнула různá periodika, která byla přílohou zdravotnických novin, vycházející pod názvem Lékařské listy. Zde byl velkým přínosem do mé bakalářské práce článek „Varovné příznaky v ORL oblasti – příznaky onkologických onemocnění“.

Co se literatury týče, největším zdrojem informací o tumorech v oblasti hlavy a krku byla kniha od Pavla Šlampy a Jiřího Petery Radiční onkologie a také kniha od MUDr. Pavla Kelnera a Evy Helmichové, Csc., Klinická onkologie, obě vydané nakladatelstvím Galén, ze kterých jsem nejvíce využila léčbu daného onemocnění a IMRT techniku. Mezi další bych zahrнула skripta z Lékařské fakulty z Masarykovy univerzity v Brně nazvaná „Současná komplexní léčba nádorů hlavy a krku“. Z těchto skript jsem načerpala další důležité informace o dané problematice a další celá řada odborných textů mi pomohla jednotlivé kapitoly ucelit.

## **3.2 Průběh procesu plánování u pacienta s IMRT technikou**

Prvním krokem je sepsání chorobopisu, který obsahuje všechny důležité informace o pacientovi, výsledky vyšetření a TNM klasifikaci tumoru. Dále je vytvořen ozařovací protokol, obsahující předběžný léčebný postup, techniku ozařování a frakcionační schéma. V neposlední řadě je pacient s celým průběhem léčby seznámen a podepisuje informovaný souhlas, který najdete v příloze.

### **3.2.1 Lokalizace cílového objemu**

Radiologický asistent (dále jen asistent) pacienta vyzve do kabinky a požádá ho, aby se svlékl od pasu nahoru a sundal veškeré předměty z oblasti hlavy a krku (může se jednat o sponky, brýle, zubní náhrady, řetízky, náušnice), které by mohly vadit při výrobě fixační masky. Pacient se uloží do supinační polohy na stůl, ruce si dá podél těla, pod jeho kolena mu asistent dá pro větší pohodlí podkoleník a pod hlavu podle potřeby klín, aby polohu při ozáření vydržel. Asistent pacientovi vyrobí na míru individuální orfítovou fixační masku (materiál po předehtání ve vodní lázni na 60° přesně vytvaruje podle pacientova profilu). Následně se na simulátoru vytvoří kolmé lokalizační snímky (u prvního snímku je gantry na 0°, při druhém 90°, záleží na zvyklostech daného pracoviště). Lékař si vymezí průběžný rozsah ozařované oblasti, tj. velikost pole. Po odsouhlasení lékařem se za pomoci laserových zaměřovačů vyznačí průřezíky vstupu jednotlivých paprsků na masku. Průměty laserů na značkách namalovaných na pacientovi, za použití všech fixačních pomůcek, které pacient má, pracovníkům v dalších krocích (simulace, první nastavení pacienta) zaručuje, že poloha pacienta bude stále stejná.

### **3.2.2 Plánovací vyšetření pomocí CT**

Dalším krokem je zhotovení plánovacího CT. Asistent položí pacienta opět na stůl do polohy jako při lokalizaci, včetně použití všech fixačních pomůcek. Na primárně nakreslené křížky nalepí rentgenové kontrastní drátky. Asistent z diagnostického oddělení zhotoví transverzální CT řezy po 3 mm v oblasti zájmu, kterou si vymezí lékař. Vyhotovené scany jsou exportovány nemocniční sítí on – line do plánovacího



systemu radioterapie. Zde asistent načte (případně upraví) body contour<sup>57</sup> pro jednotlivé scany a obrysy kostěných struktur. V CT sérii vyhledá nulový řez, do kterého umístí izocentrum. Do takto upraveného souboru lékař zakreslí jednotlivé cílové objemy a kritické orgány. Asistent si dovytvoří pomocné struktury pro plánování a pro ozařování v oblasti hlavy a krku volí techniku IMRT ze 7 až 9 polí. Počet jednotlivých polí a jejich orientace se přizpůsobuje velikosti PTV. Tato technika je časově náročnější. Délka ozařování se prodlužuje s rostoucím počtem polí (cca 15 – 20 minut). Po vytvoření ozařovacího plánu asistent a lékař tento plán vyhodnotí (sleduje se pokrytí cílového objemu předepsanou dávkou a dávky pro kritické orgány). Schválený ozařovací plán se vytiskne. Součástí ozařovacího plánu tvoří protokol o naplánované léčbě, kde jsou uvedeny jednotlivé parametry pro jednotlivé pole; další součástí je izodózní plánek, který znázorňuje orientaci jednotlivých polí a jejich dávkovou distribuci, a v neposlední řadě obsahuje dávkové objemové histogramy DVH. Zhotovený plán pošle do verifikačního systému (propojení plánovacího systému, simulátoru a lineárního urychlovače). Ze schváleného plánu vytvoří plány pro portálovou dozimetrii a pro dávkovou distribuci ve fantomu.

### 3.2.3 Ověřování IMRT plánu

Ověřování IMRT plánů, popsané výše, se dělá pomocí dvou metod, tedy portálovou dozimetrii a dávkovou distribuci ve fantomu (2D Array).

Při portálové dozimetrii se z plánu určeného pro ozáření pacienta pomocí softwaru vytvoří kontrolní (ověřovací) plán. Parametry všech jednotlivých polí zůstávají stejné (monitorovací jednotky, pohyby lamel MLC), jediná změna při ověřování plánu je, že gantry nerotuje (měření probíhá v úhlu gantry 0°) a SSD je 105 cm. Tato metoda se měří pomocí portálové kazety, která je součástí lineárního urychlovače Clinac 2100 C/D. Kazetu umístíme do požadované polohy. Poté celý plán kontinuálně technik, popřípadě fyzik, ozáří stejným způsobem, jako by se zářil pacient. Pro každé jednotlivé pole je tímto zařízením naměřeno rozložení fluence, které se automaticky ukládá do databáze s údaji o ověřeném plánu. Software Portal Dosimetry, který je součástí

---

<sup>57</sup> Body contour – neboli obrys těla

Eclipse, tedy plánovacího systému, je schopen porovnat očekávanou dávku vypočítanou plánovacím systémem a naměřenou hodnotu. Pro porovnání technik využívá gama analýzu (kde se zadají kritéria hodnocení a gama analýza nám zobrazí maximální a střední hodnotu Gama indexu a Areu). [9,15]

Druhá metoda, kterou ověřujeme IMRT plán, se nazývá 2D – Array (neboli 2D pole Seven29), které má 729 měřících komor, z nichž je ve středu jeden bod, tzv. kalibrační, umístěný 5 mm pod povrchem 2D pole. Od portálové dozimetrie se tato metoda liší v tom, že neměříme každé pole zvlášť, ale že všechna pole jsou přenesena do jednoho verifikačního plánu. Nejprve provádíme kalibraci 2D pole (hodnoty závisí na tlaku a teplotě v ozařovně). Spočtený plán načteme v softwaru Verisoft a pomocí další komponenty programu (Matrix Scan) provedeme samotné měření 3 krát po sobě stejným způsobem (systém provádí měření celého plánu najednou, do jednoho „obrazu“). Po skončení měření se vrátí zpět do programu Verisoft, kde plán vyhodnotí. Na dávkové mapě zobrazí počet a umístění bodů, které nevyhovují podmínkám zadaným při plánování. Pokud je vše v pořádku, pacient je pozván na verifikaci na simulátor. Pokud ne, musí se plán přepracovat. [14]

### **3.2.4 Simulace**

Simulace pacienta je prováděna na simulátoru. Pacienta, který si opět odloží z horní poloviny těla, asistent uloží na ozařovací stůl do ozařovací polohy stejné jako při lokalizaci a plánovacím CT. Pokud dojde ke změně izocentra, udělá se posun souřadnic izocentra v osách X, Y, Z a zhotoví dva na sebe kolmé snímky. Součástí plánu jsou tzv. set – up pole, která slouží jak k verifikaci na simulátoru, tak i k vlastnímu snímkování. U prvního je gantry v úhlu  $0^\circ$  a u druhého gantry v  $90^\circ$ . Správnost takto zhotovených snímků porovnává s DRR, vygenerovanými pomocí plánovacího systému z CT řezů. Po zkontrolování lékařem jsou buď křížky ponechány, nebo přemalovány (pokud byl prováděn posun). Předozadní a boční snímek jsou uloženy do systému a slouží jako doklad o zaměření i pro případnou soudní při nebo mohou sloužit jako referenční snímky při kontrole na lineárním urychlovači.

### **3.2.5 První nastavení pacienta**

Při prvním ozáření pacienta všechna jednotlivá pole a data asistent zkontroluje za pomoci radiačního onkologa. Kontrolují se pozice gantry a kolimátoru, energie záření, monitorovací jednotky a velikost pole. Pokud vše souhlasí, jde lékař zkontrolovat nastavení pacienta. Pacient je uložen na ozařovacím stole v ozařovací poloze. Laborant vyjede plošným detektorem, který je součástí lineárního urychlovače, do požadované polohy pod ležícího pacienta. Pomocí detektoru je ověřována správnost a přesnost pacientova uložení. Detektor dokáže snímat dvojrozměrný obraz ozařované oblasti. Lékař sleduje stanovené SSD u bočního a předozadního set – up pole. Set – up pole jsou v počítači zadány proto, aby bylo kde udělat snímky, jelikož u IMRT polí nelze vyhotovit snímky kvůli posunujícím se lamelám MLC. Snímky asistent překrývá tak, aby kostěné struktury byly přes sebe, a systém nám odečte danou odchylku. Záchytné body, podle kterých snímky srovnává, jsou páteř, baze lebni, brada. Pokud je vše v pořádku, lékař podepíše ozařovací protokol, asistent zasune detektor zpět a pacient může být ozářen.

## 4 Výsledky

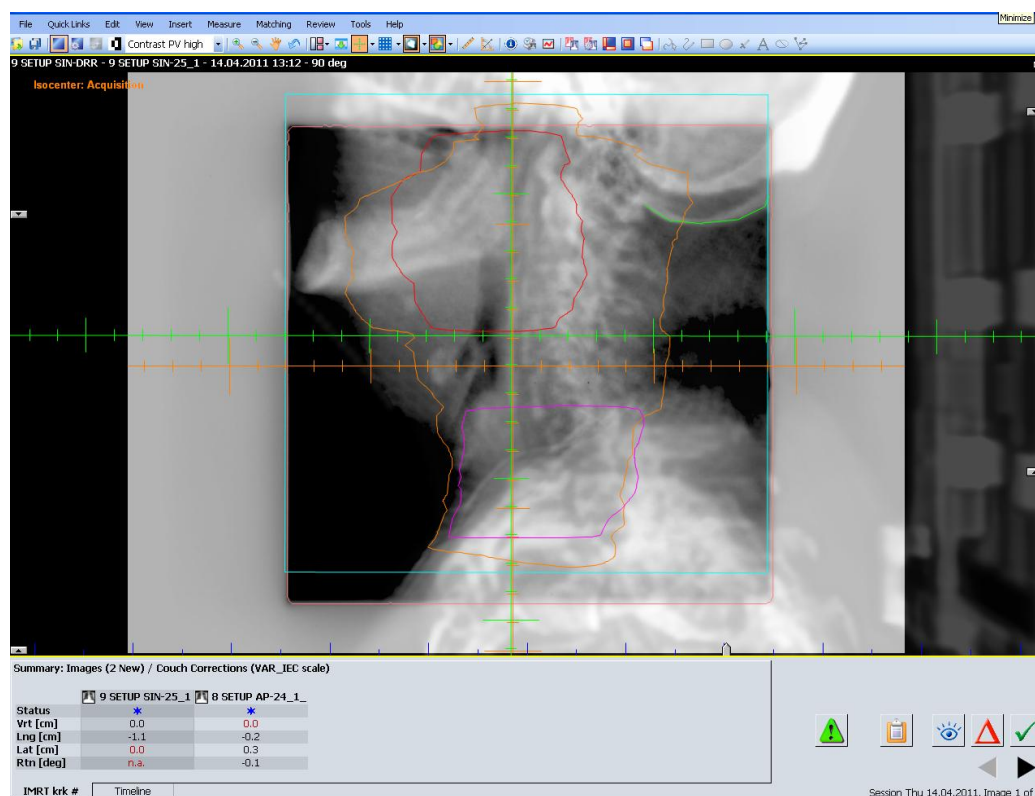
### 4.1. Zkoumaný soubor

Byl vytvořen soubor 50 pacientů, z toho 40 mužů a 10 žen, kteří se ozařovali na Onkologickém oddělení v ČB v letech 2010 až 2011 a absolvovali celou léčbu. Všem nemocným byl diagnostikován karcinom v oblasti hlavy a krku, jen u jedné pacientky byl diagnostikován zhoubný novotvar bez určení lokalizace. U všech byla zvolena léčba technikou IMRT. Problematikou hodnocení verifikačních snímků se zabývá na Onkologickém oddělení v ČB vedoucí radiologický asistent Mgr. Lubomír Francel, který mi veškerá data nabídl k použití do bakalářské práce.

Příslušný pracovník provádí po skončení záření hodnocení portálových verifikačních snímků v programu Offline Review, do kterého se přihlašuje pod svým heslem. Otevře si složku daného pacienta a v programu se zobrazí zhotovený bočný nebo předozadní snímek z urychlovače (podle toho, který se bude hodnotit dříve), dále předozadní nebo bočný DRR snímek, podle kterého bude snímek z urychlovače srovnáván, a k tomu navíc třetí obrázek, kdy jsou oba snímky přes sebe (snímek z urychlovače a DRR). Snímky lze pak dále zpracovat, například zadáváním různých filtrů, nebo zvýšením či snížením kontrastu, aby byly kostěné struktury dobře viditelné. Hodnocení snímků se provádí dvěma způsoby, automaticky nebo ručně. Pokud příslušný pracovník bude snímky vyhodnocovat automaticky, klikne si na ikonu Auto match images, která automaticky přes sebe přeloží kostěné struktury DRR snímku a snímku z urychlovače a vyhodnotí odchylky. Při ručním vyhodnocování klikne na ikonu Match images a kurzorem přejíždí z jedné strany na druhou (pokud je kurzor úplně vlevo, je zobrazen jen DRR snímek, pokud je ve středu rozhraní, lze vidět překryté snímky, a pokud je úplně vpravo, je zobrazen snímek z urychlovače). Pracovník táhne kurzorem tak dlouho, dokud neuvidí rozhraní obou snímků, aby mohl doladit překrytí podle kostěných struktur. Poté se musí vyhodnotit i druhý vyhotovený snímek (předozadní, bočný). Opět vylepší obraz a pokračuje stejným způsobem, snímek vyhodnotí automaticky nebo ručně. U předozadního snímku jsou záchytnými body obratlové trny a u bočního obratlové trny a baze lebny. Na onkologickém oddělení je využíváno nejdříve automatického vyhodnocování a poté se ručně zkontroluje, zda daný

program překrytí snímků vyhodnotil správně. Tento typ zobrazení je používán nejvíce. Existují ještě další typy zobrazení (Split Windows, Moving Windows). Princip je u všech stejný.

Pokud nejsou toleranční limity překročeny, příslušný pracovník vyhodnocení snímků odsouhlasí. Pokud jsou toleranční limity u jednotlivých směrů překročeny, napíše do programu v jakém směru. Asistenti si tuto informaci přečtou a potvrdí svým přihlašovacím jménem a heslem. V případě překročení tolerančních limitů se následující ozařovací den zhotovení set up polí opakuje. V případě opětovného překročení je pacient odeslán na simulátor, kde se hledá příčina nepřesností. Toleranční limity jsou stanoveny od 0 – 3 mm u vertikálního, longitudinálního a laterálního směru a od 0 – 1° u směru rotačního. Hodnoty odchylek program ukládá ke statistickému šetření. Názorná ukázka na obr. č. 10, kde úmyslně v longitudinálním směru hodnota nesouhlasí (odchylka je – 11 mm tedy o 8 mm převyšuje toleranční hodnotu). Nejlépe je vidět posun portálního verifikačního snímku na bazi lební.



Obr. č.10 Úmyslně posunutý vyhotovený bočný portální verifikační snímek v programu Offline review  
Zdroj: Onkologické oddělení Nemocnice ČB a.s.

Odchyšky se hodnotí ve čtyřech osách. Longitudinální (zkr. LNG), vertikální (zkr. VRT), laterální (zkr. LAT) a rotační (zkr. RTN). U třech os (LNG, LAT, VRT) nesmí být odchylka větší než 3 mm, u rotace nesmí přesáhnout 1°. Jak jsem již psala výše, pokud je odchylka větší, jsou další ozařující den opětovně zhotoveny verifikační snímky set up polí.

U každého z 50 vybraných pacientů byla hodnocena všechna set up pole, která asistent během celé léčby zhotovil. Doba celkové léčby se u každého pacienta mírně liší. Standardně se u pacienta s tumorem hlavy a krku pohybuje okolo šesti týdnů, tedy 30 frakcí. Portálové verifikační snímky asistent zhotovuje při prvním nastavení pacienta před ozářením a každé další pondělí od počátku léčby (nemusí být striktně dodrženo, může být i jiný den v týdnu, striktně by mělo být ale dodržováno zhotovení 1krát týdně) až po její skončení. Počet takto vyhotovených a vyhodnocených snímků (AP, bočný dohromady) se pohyboval u zkoumaných pacientů od 4 do 8, ale standardní počet by měl být 6 (6 týdnů = 6 portálových snímků AP a bočného).

Statistické hodnocení, zpracování, výpočty odchylek a tvorbu tabulek a grafů bylo provedeno v programu Microsoft Excel a rozděleno do dvou částí.

V první části je sledován soubor 50 pacientů, jejich pohlaví, věk a diagnóza. Druhá část se zabývá problematikou vyhodnocených odchylek u těchto 50 pacientů, které jsem získala prostřednictvím vedoucího asistenta pana Mgr. Lubomíra Francla, z programu Offline Review, jelikož asistenti nemají oprávnění vyhodnocovat portálové verifikační snímky z oblasti hlavy a krku. Veškeré hodnoty odchylek pro osu VRT, LNG a LAT jsem vypočítala a rozdělila do kategorií – bez odchylky (0 mm); odchylka (0 mm; 1 mm>; odchylka (1 mm; 2 mm>; odchylka (2 mm; 3 mm> ; odchylka více jak 3 mm a hodnoty odchylek pro osu RTN jsem vypočítala a rozdělila do kategorií – bez odchylky (0°); odchylka (0°; 1°>; odchylka (více jak 1°) a z těchto celkových počtů pro každou jednotlivou osu byl stanoven procentuální podíl. Dále byla pro každou osu stanovena maximální odchylka v kladném a záporném směru (odchyly se mohou pohybovat v záporných i kladných hodnotách, je to dáno tím, kam v souřadnicovém systému od nuly směřují). Pro jednotlivou osu byla dále zjišťována průměrná absolutní odchylka a směrodatná odchylka. V závěru byl udělán přehled odchylek v jednotlivých

osách pro určité diagnózy a to pro tumor hrtanu, mandle a jazyku. Tyto tři diagnózy se vyskytovaly nejčastěji.

## 4.2 Výsledky

Tab 4.1: Základní tabulka s údaji pacientů

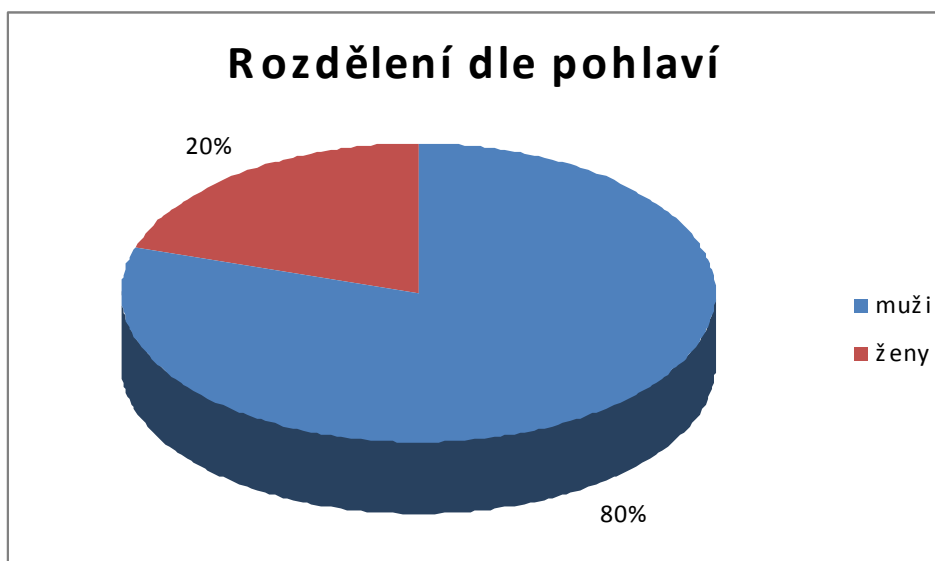
č. pac	věk	pohlaví	počet ver. snímků	DG	Stručný popis diagnózy
1	68	M	6	C70	zhoubný novotvar mozkomíšních plen
2	35	M	5	C71.1	zhoubný novotvar mozku - čelní lalok
3	56	M	4	C71.9	zhoubný novotvar mozku - mozek
4	38	Ž	6	C71.9	zhoubný novotvar mozku - mozek
5	79	Ž	6	C73	zhoubný novotvar štítné žlázy
6	67	M	4	C73	zhoubný novotvar štítné žlázy
7	40	M	5	C73	zhoubný novotvar štítné žlázy
8	56	M	5	C13.9	zhoubný novotvar hypopharyngu - hypopharynx, stěna hypopharyngu
9	68	M	7	C32	zhoubný novotvar hrtanu
10	63	M	5	C09.8	zhoubný novotvar mandle - léze přesahující mandli
11	70	M	6	C01	zhoubný novotvar kořene jazyka
12	44	M	6	C00.4	zhoubný novotvar rtu - dolní ret, vnitřní stěna
13	59	M	5	C02.4	zhoubný novotvar jiných a neurčených částí jazyka - jazyková mandle
14	65	M	7	C32.9	zhoubný novotvar hrtanu - hrtan
15	73	M	7	C00.1	zhoubný novotvar rtu - dolní ret, zevní
16	48	M	4	C02.2	spodní strana jazyka
17	66	M	8	C09.9	mandle
18	46	Ž	6	C09.9	mandle
19	71	M	5	C32.9	hrtan
20	70	M	4	C32	zhoubný novotvar hrtanu
21	65	Ž	5	C32	zhoubný novotvar hrtanu
22	62	M	6	C32	zhoubný novotvar hrtanu
23	64	M	6	C32.1	supraglottis
24	63	M	4	C44.2	kůže očního víčka včetně koutku



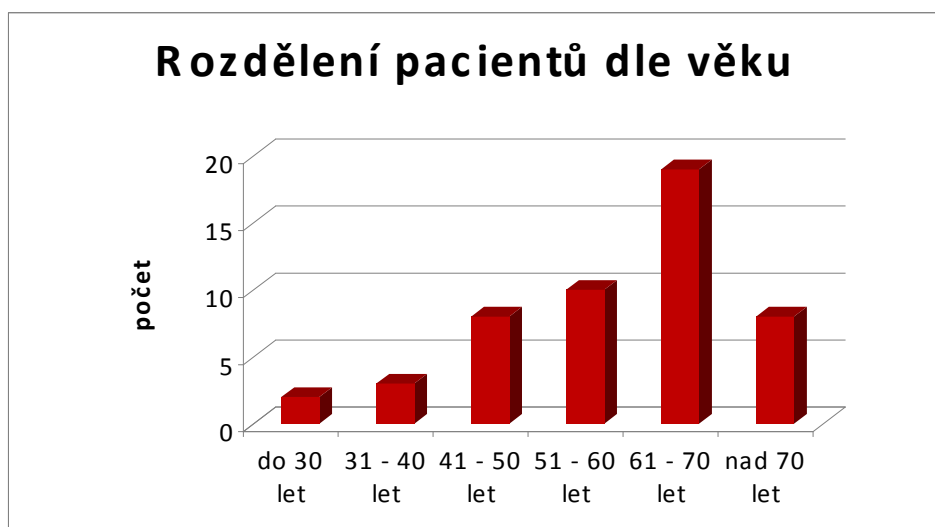
25	50	M	7	C32	zhoubný novotvar hrtanu
26	66	M	5	C09	zhoubný novotvar mandle
27	60	M	5	C02.2	spodní strana jazyka
28	47	M	5	C77	sekundární a neurčený zhoubný novotvar mizních uzlin
29	42	M	4	C71.9	mozek
30	55	Ž	6	C05.1	měkké patro
31	60	M	5	C09.9	mandle
32	71	M	7	C32	zhoubný novotvar hrtanu
33	25	M	6	C01	zhoubný novotvar kořene jazyka
34	71	M	5	C01	zhoubný novotvar kořene jazyka
35	65	Ž	8	C01	zhoubný novotvar kořene jazyka
36	56	Ž	5	C02.2	spodní strana jazyka
37	55	M	5	C02.2	spodní strana jazyka
38	65	M	5	C03.1	dolní daseň
39	63	M	8	C04.1	zhoubný novotvar ústní spodiny
40	58	Ž	6	C04.8	zhoubný novotvar ústní spodiny - léze přesahující spodinu ústní
41	47	M	6	C09	zhoubný novotvar mandle
42	66	M	4	C09.8	léze přesahující mandli
43	26	M	4	C73	zhoubný novotvar štítné žlázy
44	76	M	6	C06.2	zhoubný novotvar jiných a neurčených částí úst - retromolární oblast
45	44	M	5	C04.8	léze přesahující ústní spodiny - léze přesahující spodinu ústní
46	64	Ž	6	C00.0	horní ret, zevní
47	67	M	4	C09.8	léze přesahující mandli
48	73	M	6	C02.1	hrana jazyka
49	52	M	4	C03.1	zhoubný novotvar dásně - dolní daseň
50	79	Ž	5	C80	zhoubný novotvar bez určení lokalizace [5]

Zdroj: Onkologické oddělení Nemocnice České Budějovice a.s.

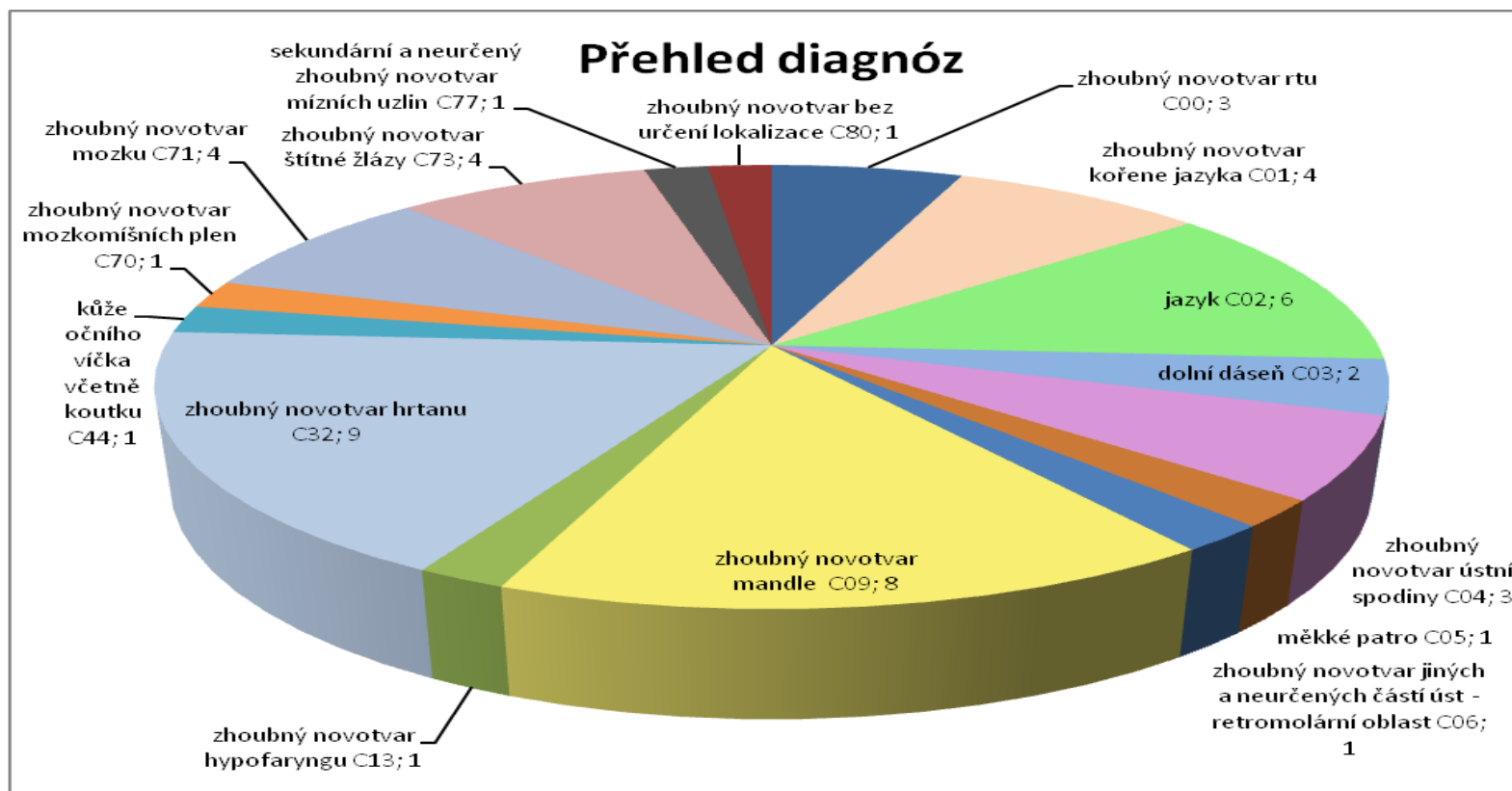
Graf 4.1: Rozdělení pacientů dle pohlaví



Graf 4.2: Rozdělení všech 50 pacientů do skupin podle věku



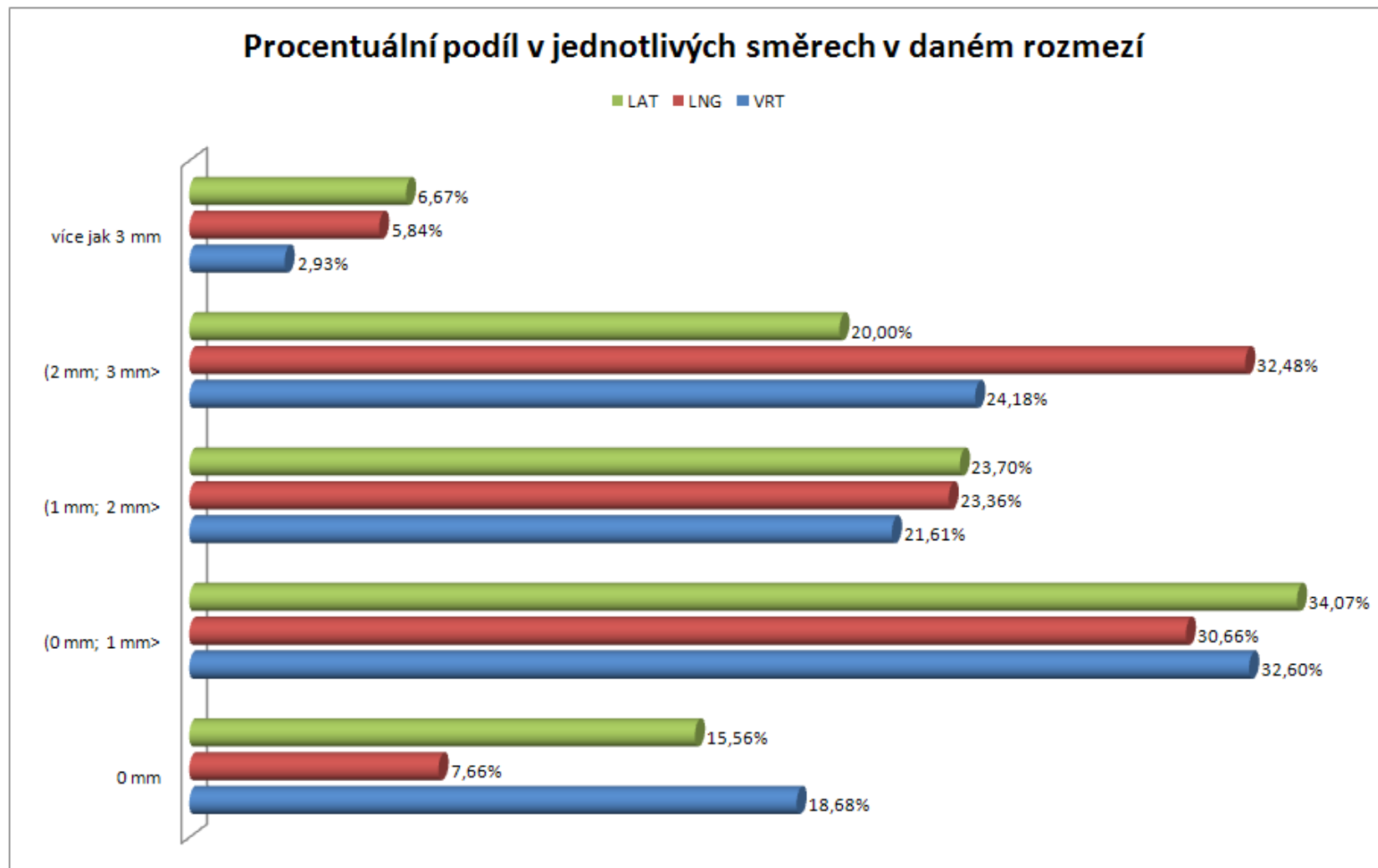
Graf 4.3: Přehled všech diagnóz pacientů



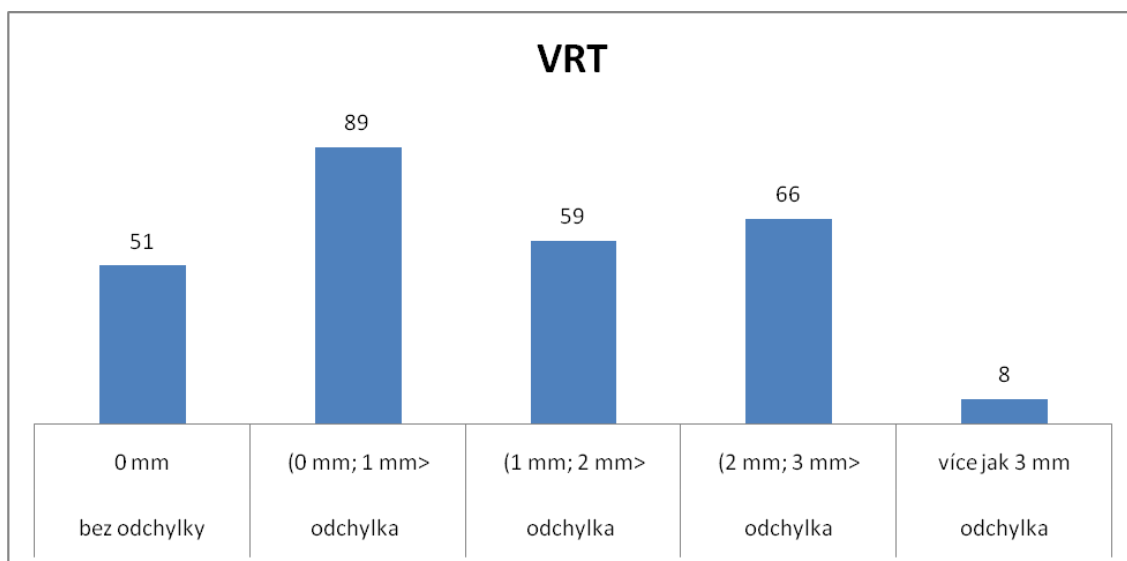
Tab 4.2: Počet veškerých vyhodnocených odchylek v daných rozmezích a jednotlivých osách a jejich procentuální podíly

	<i>bez odchylky</i>	<i>odchylka</i>	<i>odchylka</i>	<i>odchylka</i>	<i>odchylka</i>
	<i>0 mm</i>	<i>(0 mm; 1 mm&gt;</i>	<i>(1 mm; 2 mm&gt;</i>	<i>(2 mm; 3 mm&gt;</i>	<i>více jak 3 mm</i>
<b>VRT</b>	<b>51</b>	<b>89</b>	<b>59</b>	<b>66</b>	<b>8</b>
<b>VRT</b>	<b>18,68%</b>	<b>32,60%</b>	<b>21,61%</b>	<b>24,18%</b>	<b>2,93%</b>
	<i>bez odchylky</i>	<i>odchylka</i>	<i>odchylka</i>	<i>odchylka</i>	<i>odchylka</i>
	<i>0 mm</i>	<i>(0 mm; 1 mm&gt;</i>	<i>(1 mm; 2 mm&gt;</i>	<i>(2 mm; 3 mm&gt;</i>	<i>více jak 3 mm</i>
<b>LNG</b>	<b>21</b>	<b>84</b>	<b>64</b>	<b>89</b>	<b>16</b>
<b>LNG</b>	<b>7,66%</b>	<b>30,66%</b>	<b>23,36%</b>	<b>32,48%</b>	<b>5,84%</b>
	<i>bez odchylky</i>	<i>odchylka</i>	<i>odchylka</i>	<i>odchylka</i>	<i>odchylka</i>
	<i>0 mm</i>	<i>(0 mm; 1 mm&gt;</i>	<i>(1 mm; 2 mm&gt;</i>	<i>(2 mm; 3 mm&gt;</i>	<i>více jak 3 mm</i>
<b>LAT</b>	<b>42</b>	<b>92</b>	<b>64</b>	<b>54</b>	<b>18</b>
<b>LAT</b>	<b>15,56%</b>	<b>34,07%</b>	<b>23,70%</b>	<b>20,00%</b>	<b>6,67%</b>
	<i>bez odchylky</i>	<i>odchylka</i>	<i>odchylka</i>		
	<i>0°</i>	<i>(0°; 1°&gt;</i>	<i>více jak 1°</i>		
<b>RTN</b>	<b>187</b>	<b>67</b>	<b>16</b>		
<b>RTN</b>	<b>69,26%</b>	<b>24,81%</b>	<b>5,93%</b>		

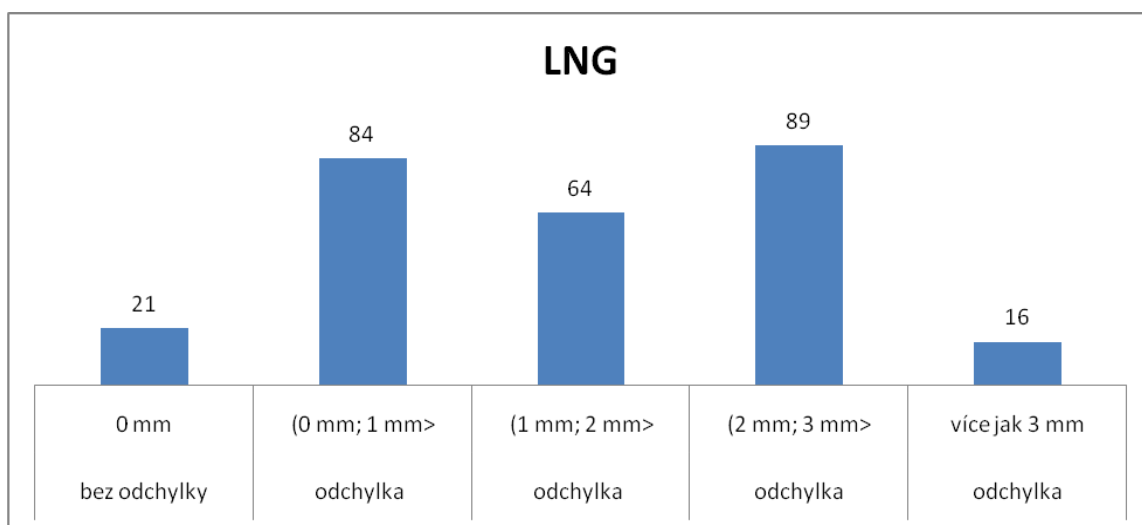
Graf 4.4: Celkový graf odchylek v jednotlivých osách pro daná rozmezí



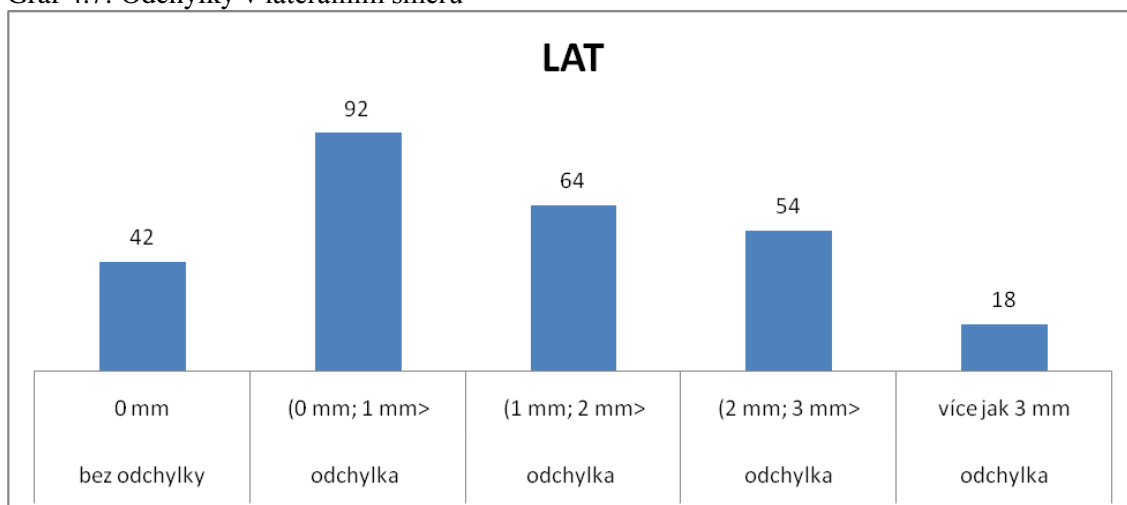
Graf 4.5: Odchylky ve vertikálním směru



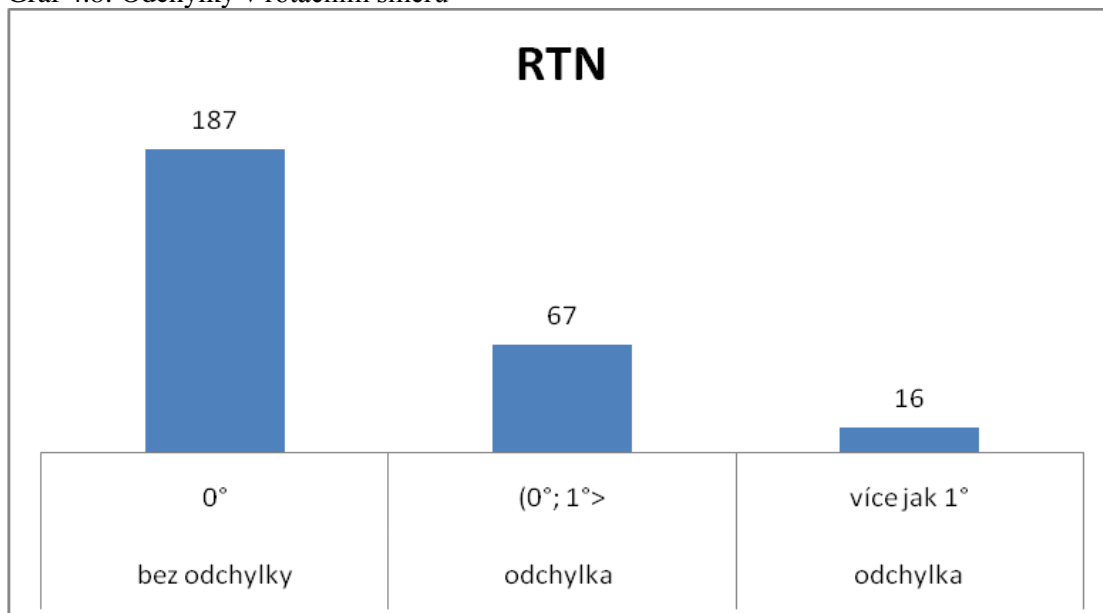
Graf 4.6: Odchylky v longitudinálním směru



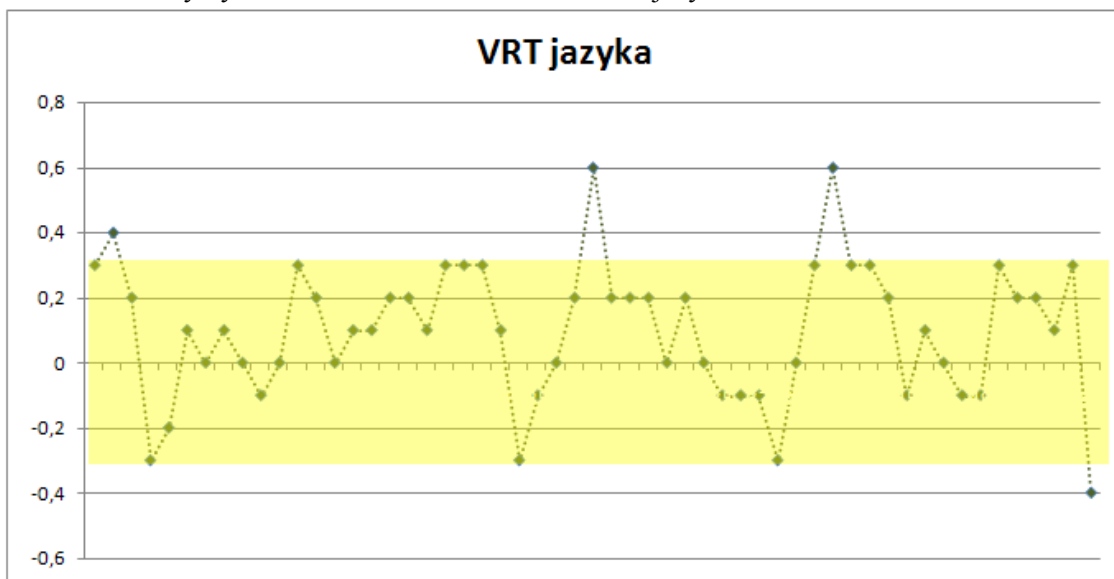
Graf 4.7: Odchyly v laterálním směru



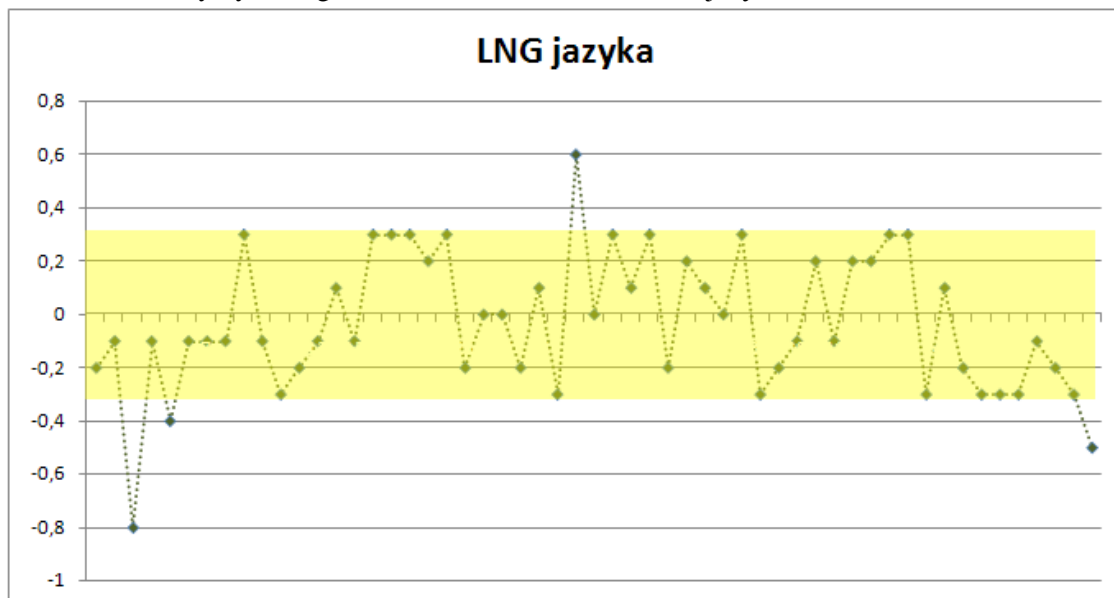
Graf 4.8: Odchyly v rotačním směru



Graf 4.9: Odchytky ve vertikálním směru u karcinomu jazyka

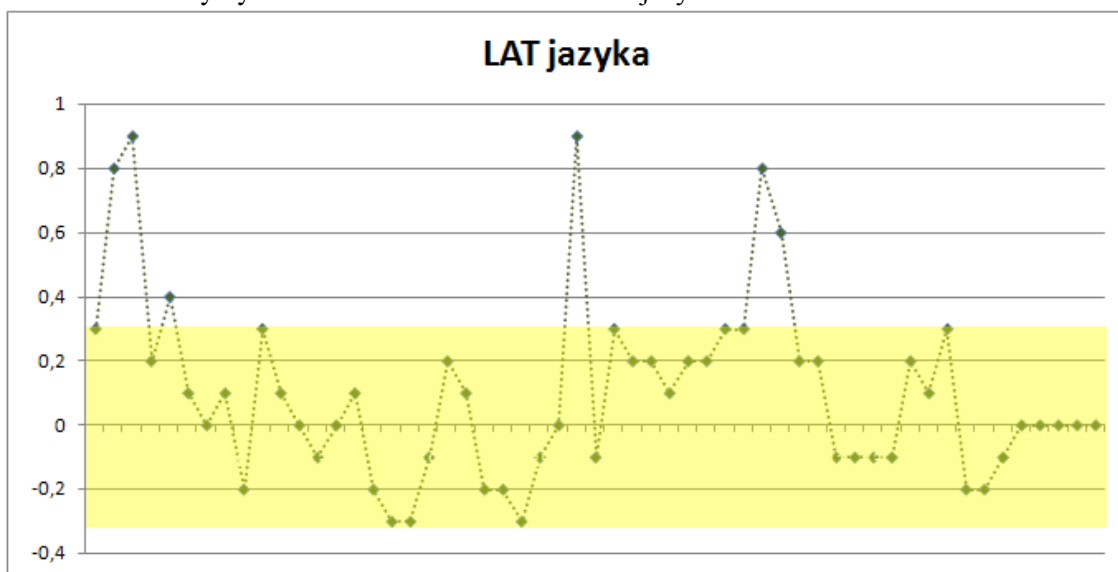


Graf 4.10: Odchytky v longitudinálním směru u karcinomu jazyka

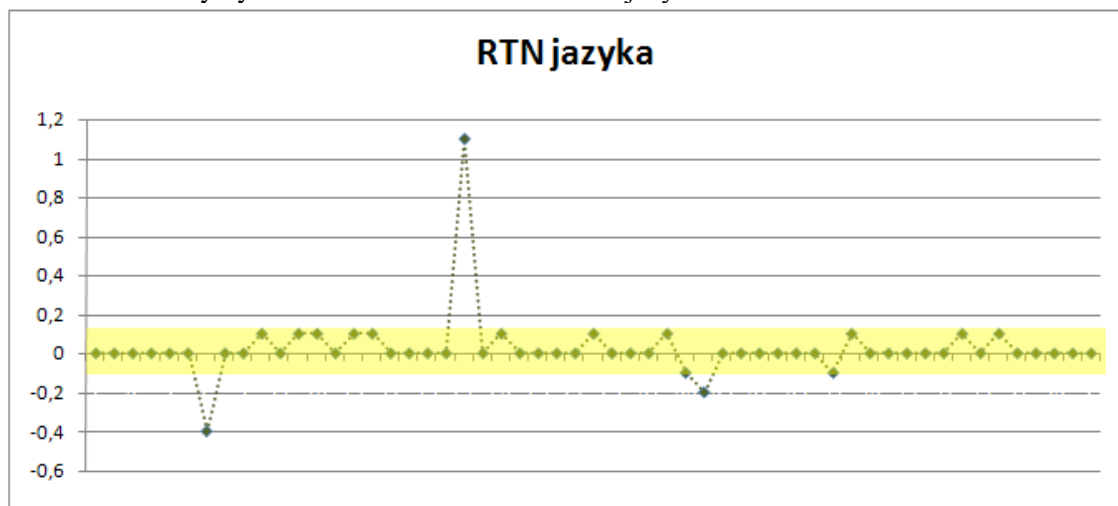




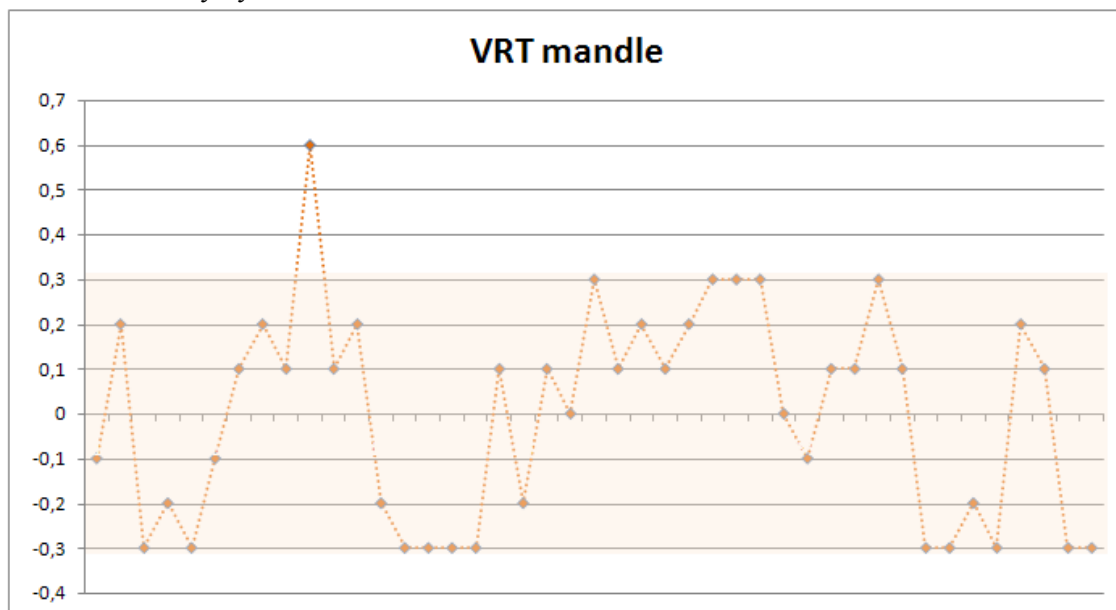
Graf 4.11: Odchyly v laterálním směru u karcinomu jazyka



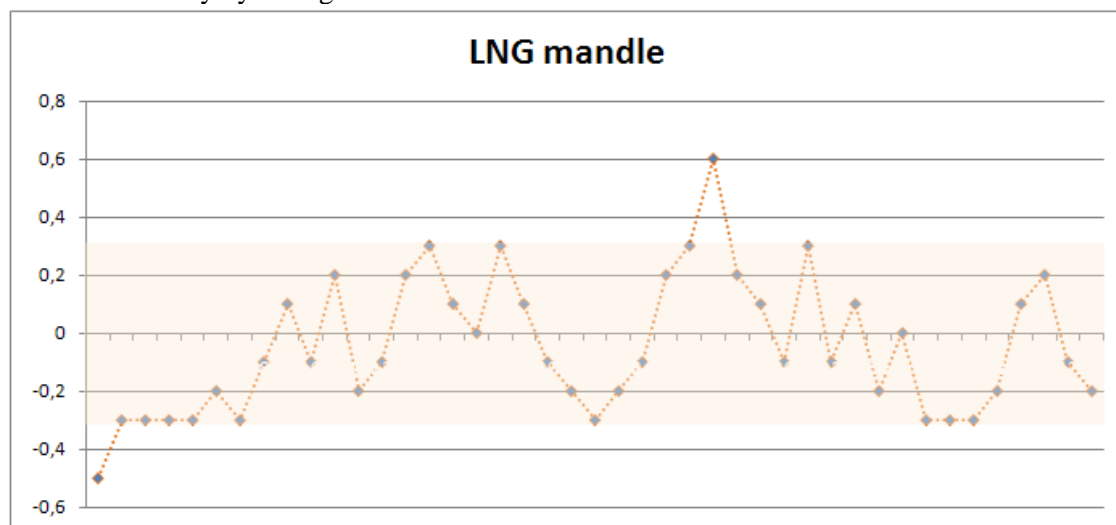
Graf 4.12: Odchyly v rotačním směru u karcinomu jazyka



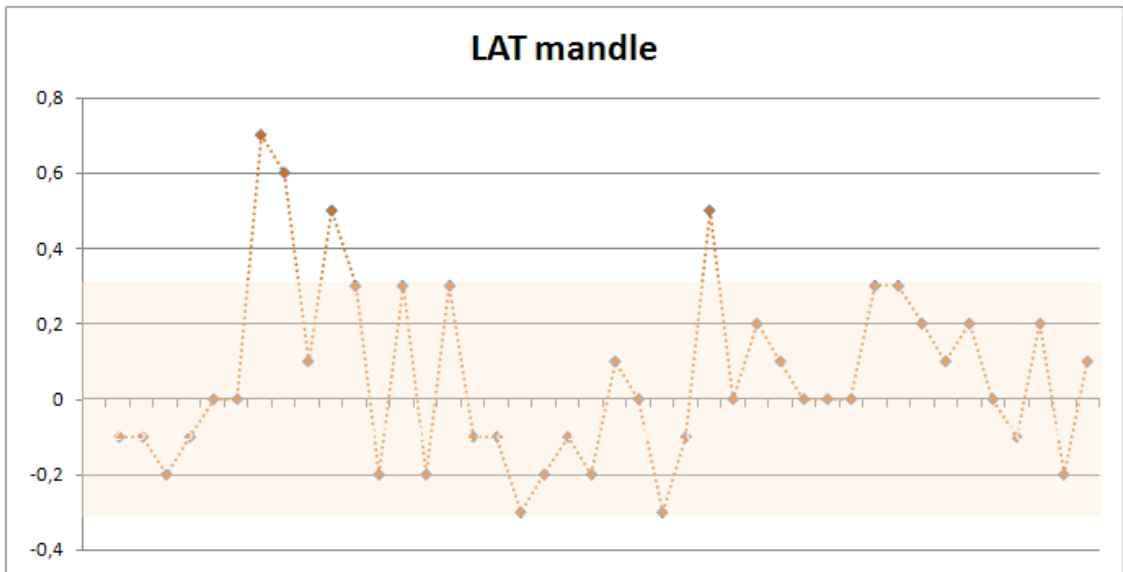
Graf 4.13: Odchyly ve vertikálním směru u karcinomu mandle



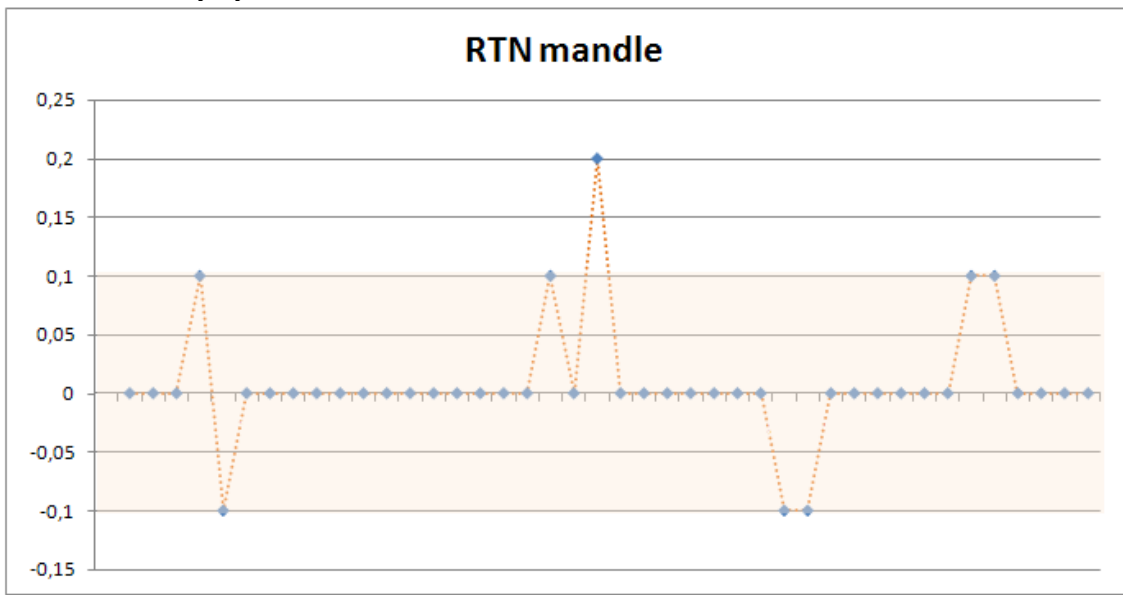
Graf 4.14: Odchyly v longitudinálním směru u karcinomu mandle



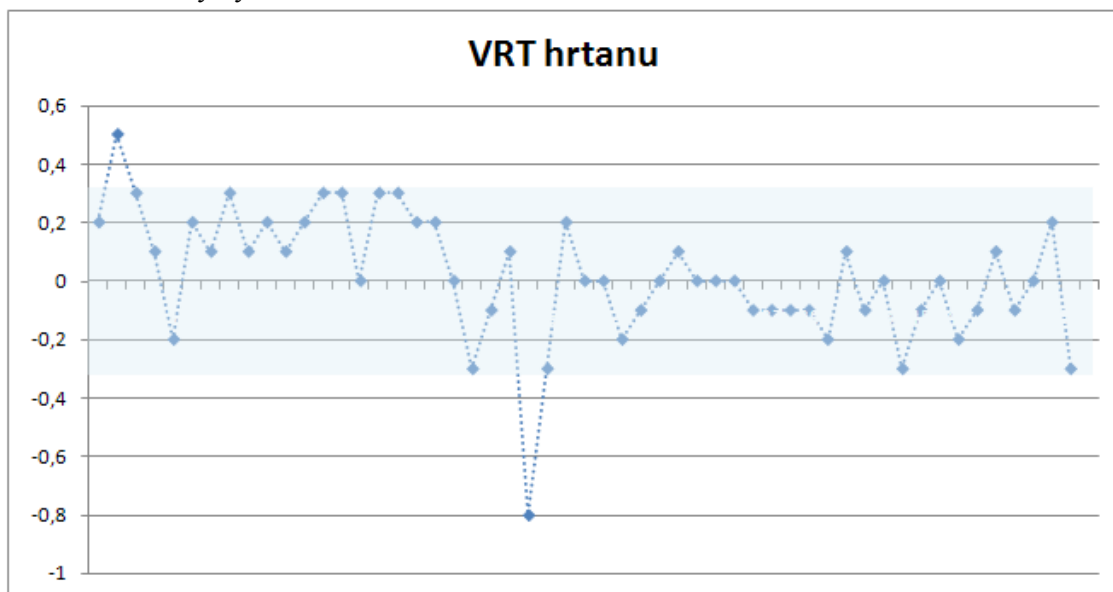
Graf 4.15: Odchylky v laterálním směru u karcinomu mandle



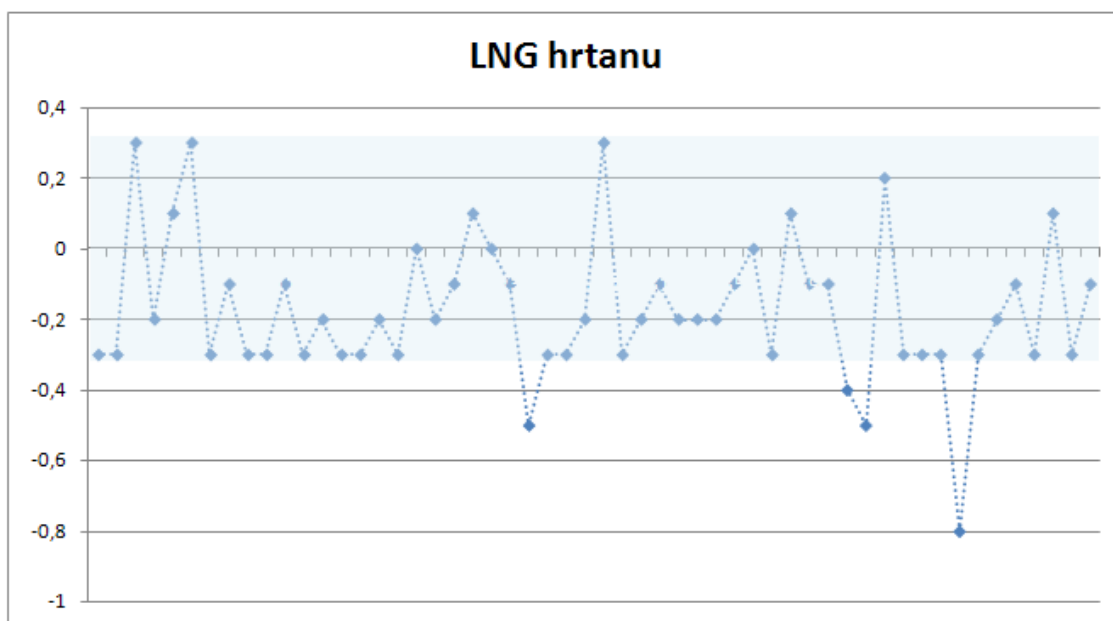
Graf 4.16: Odchylky v rotačním směru u karcinomu mandle



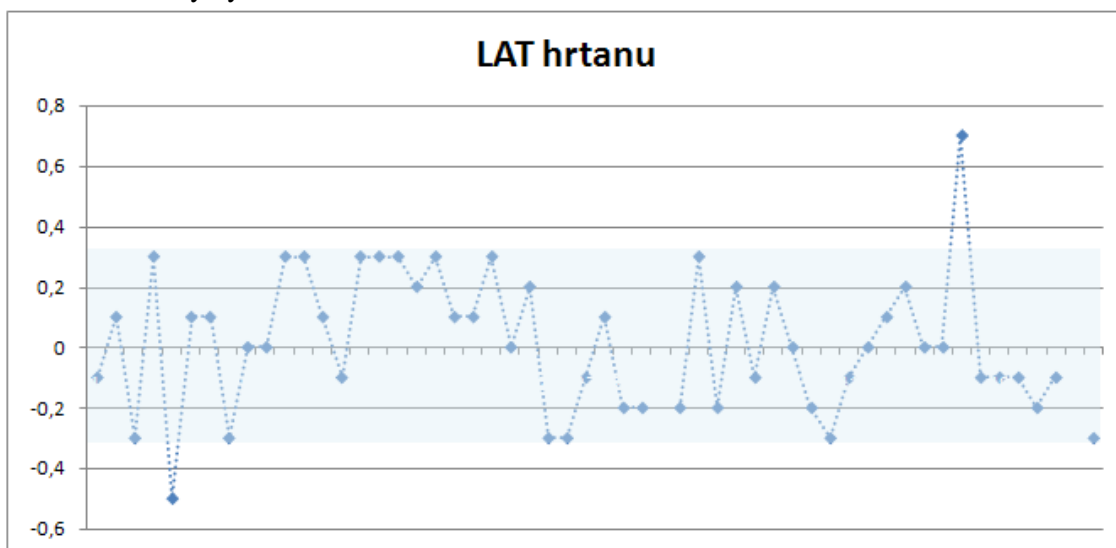
Graf 4.17: Odchylyky ve vertikálním směru u karcinomu hrtanu



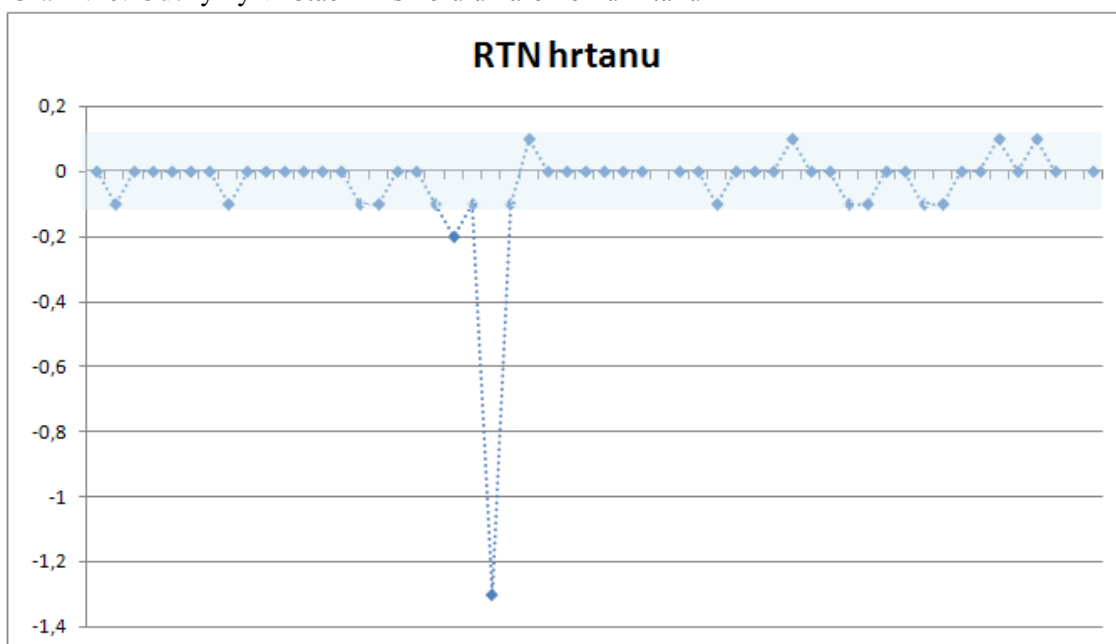
Graf 4.18: Odchylyky v longitudinálním směru u karcinomu hrtanu



Graf 4.19: Odchytky v laterálním směru u karcinomu hrtanu



Graf 4.20: Odchytky v rotačním směru u karcinomu hrtanu



Tab 4.3: Longitudinální osa (údaje v mm)

LNG	mm
Maximální odchylka v kladném směru	6
Maximální odchylka v záporném směru	- 8

Tab 4.4: Vypočtené funkce u longitudinální osy

LNG	mm
Průměrná absolutní odchylka	0,202
Směrodatná odchylka	0,243

Tab 4.5: Laterální osa (údaje v mm)

LAT	mm
Maximální odchylka v kladném směru	9
Maximální odchylka v záporném směru	- 6

Tab 4.6: Vypočtené funkce u laterální osy

LAT	mm
Průměrná absolutní odchylka	0,187
Směrodatná odchylka	0,241

Tab 4.7: Vertikální osa (údaje v mm)

VRT	mm
Maximální odchylka v kladném směru	6
Maximální odchylka v záporném směru	- 8

Tab 4.8: Vypočtené funkce u vertikální osy

VRT	mm
Průměrná absolutní odchylka	0,166
Směrodatná odchylka	0,208

Tab 4.9: Rotační osa (údaje v °)

RTN	°
Maximální odchylka v kladném směru	4,2
Maximální odchylka v záporném směru	- 1,6

Tab 4.10: Vypočtené funkce u rotační osy

RTN	°
Průměrná absolutní odchylka	0,075
Směrodatná odchylka	0,304

Pro statistické hodnocení bylo použito 50 lidí, z toho 40 mužů (80 %) a 10 žen (20 %).

Věková kategorie daných pacientů byla různorodá. Věkový průměr všech pacientů byl 59 let. Z mužů byl nejmladší 25letý pacient s karcinomem jazyka a nejstarší 76letý pacient s karcinomem jícnu. Z žen byla nejmladší 38letá pacientka s karcinomem mozku a nejstarší 79letá pacientka se zhoubným novotvarem bez určení lokalizace.

Věkovou kategorii jsem rozdělila do rozmezí, která znázorňuje graf 4.2 na str. 49. Nejpočetnější skupinou je kategorie od 61 – 70 let, která obsahuje 19 pacientů a skupina s nejmenším počtem pacientů je kategorie do 30 let, která obsahuje 2 pacienty.

Z diagnóz pacientů je nejpočetnější diagnóza zhoubného novotvaru hrtanu (C32), kterou onemocnělo 9 pacientů, druhá nejpočetnější pak diagnóza zhoubného novotvaru mandle (C09), kterou onemocnělo 8 pacientů a třetí nejpočetnější diagnóza zhoubného novotvaru jazyka (C02), kterou onemocnělo 6 pacientů.

Dále se u 50 pacientů zhodnotilo 274 portálových snímků ve čtyřech osách, pro osu LNG, VRT, LAT a RTN, dohromady tedy 1096 snímků. Ke statistickému hodnocení mohlo být ale použito v ose LNG 274 snímků, v ose VRT 273 snímků, v ose LAT a RTN jen 270 snímků. Zbýlých 9 odchylek program nedokázal zhodnotit, dohromady tedy 1087 portálových snímků. Znázorněno v Tab 4.2

Ve VRT ose byla z daných kategorií nejvíce zastoupena kategorie odchylka (0 mm; 1 mm>, ve které bylo vyhodnoceno 89 odchylek, což činí 32,60%. Nejméně zastoupena byla kategorie odchylka více jak 3 mm, ve které program vyhodnotil 8 odchylek, tedy 2,93%. Zjištěná maximální odchylka v kladném směru činila 6 mm a maximální odchylka v záporném směru – 8 mm. Směrodatná odchylka v tomto směru činí 0,208 a průměrná absolutní odchylka 0,166.

V LNG ose byla nejvíce zastoupena kategorie odchylka (2 mm; 3mm>, ve které bylo zjištěno 89 odchylek, tedy 32,48%. Nejméně pak v kategorii odchylka více jak 3

mm, ve které bylo vyhodnoceno 16 odchylek, což činí 5,84%. Maximální odchylka v kladném směru činí 6 mm, v záporném směru – 8 mm. Směrodatná odchylka pro tuto osu je 0,243 a průměrná absolutní odchylka 0,202.

V LAT ose bylo nejvíce odchylek v kategorii odchylka (0 mm; 1 mm>, ve které bylo vyhodnoceno 92 odchylek, tedy 34,07%. Nejméně v kategorii odchylka více jak 3 mm, ve které bylo zjištěno 18 odchylek, což činí 6,67%. Maximální odchylka v kladném směru je 9 mm, v záporném – 6 mm. Směrodatná odchylka pro tuto osu činí 0,208 a absolutní odchylka 0,187.

V RTN ose je nejvíce zastoupena kategorie bez odchylky, ve které program zhodnotil 187 odchylek, což činí 69,26%. Nejméně v kategorii odchylka více jak 1°, ve které bylo zjištěno 16 odchylek, tedy 5,93%. Maximální odchylka v kladném směru je 4,2° a v záporném – 1,6°. Směrodatná odchylka pro tuto osu činí 0,304 a průměrná absolutní odchylka 0,075.

Na závěr jsem si vybrala 3 nejvíce zastoupené diagnózy (tedy zhoubný novotvar hrtanu, zhoubný novotvar mandle a zhoubný novotvar jazyka, u kterého jsem sloučila dvě diagnózy C02 a C01 dohromady, jelikož se jedná o tutéž oblast) a vytvořila grafy pro každou osu a každou diagnózu zvlášť. Do grafu jsem barevně vymezila rozmezí, které nám znázorňuje oblast tolerančních odchylek, tedy pro LNG, LAT a VRT osy od 3 mm do + 3 mm a u RTN osy – 1° + 1°. Odchyly, které nespádají do barevného rozmezí, jsou nepřipustné. U karcinomu jazyka je nejvíce odchylek mimo rozmezí v LAT ose, u karcinomu mandle taktéž a u karcinomu hrtanu v LNG ose.



## 5 Diskuze

U karcinomu v oblasti hlavy a krku se ukázala jako nejvýhodnější technika ozáření IMRT, která umožňuje dokonalejší šetření zdravých tkání a rizikových orgánů (krční mícha, mozkový kmen, mozek, oční nervy a chiasma optimum, oční čočky, sítnice oka a dalších) právě v této lokalitě. K zabránění poškození zdravých tkání a rizikových orgánů slouží během celé léčby pacienta zhotovování verifikačních portálových snímků pro ověřování ozařovací polohy pomocí portálového detektoru, který je součástí lineárního urychlovače. [8]

U tumorů hlavy a krku se verifikační snímky provádí 1krát týdně, za celou pacientovu léčbu by měl mít standardně 6 vyhotovených snímků. Jak jsem se již zmiňovala v podkapitole „Zkoumaný soubor“, počet vyhotovených snímků (AP, bočný dohromady) se u zkoumaných 50 pacientů pohyboval od 4 do 8. Příčina vyššího počtu může znamenat překročení tolerančních limitů, kdy se snímky opakují. Nižší počet snímků může znamenat problém na pracovišti, kdy se pacienti z obou urychlovačů sloučí na jeden kvůli plánovaným zkouškám, technické závadě na urychlovači a provoz se musí uspíšit. Verifikační portálové snímky u hlav a krků porovnává příslušný pracovník s DRR snímky v programu Offline Review, který odchylky následně vyhodnotí ve 4 osách. V longitudinální, laterální, vertikální ose se odchylky mohou pohybovat v rozmezí od 0 – 3 mm. Odchylky překračující toto rozmezí jsou neakceptovatelné, proto při prvním překročení dochází k opakovanému zhotovení snímků, při druhém je nutné pacienta poslat na simulátor, aby se daný problém vyřešil. Zde asistent ozařovací polohu zkontroluje, pacienta na ozařovacím stole lépe srovná. Pokud ani to nepomůže, pacientovi musí asistent vyhotovit novou masku a celá léčba se musí naplánovat znovu, nebo se může znovu poupravit ta nastávající, ale přesto musí pacient projít celým plánováním znovu. V rotační ose se po interní dohodě odchylky mohou pohybovat v rozmezí od 0 – 1°, a opět po překročení tohoto rozmezí dochází k opakování. Užitím fixační masky předpokládáme, že nebudou odchylky překračovat toleranční limity. Podle výsledků jsem zjistila, že ani užitím této fixační pomůcky nepřijatelným odchylkám a chybám nezabráníme. Z 1087 odchylek vyšlo 58 nepřijatelných (vyšších než 3mm u LAT, VRT, LNG a vyšší než 1° u RTN), tedy 5,3%,

které mohou být způsobeny uvolněnou maskou; vyšší odchylky potom personálním či technickým selháním a nevyhovujícími fixačními pomůckami. Samozřejmě je důležitá i spolupráce pacienta během ozáření.

## **6 Závěr**

Moderní radioterapeutické metody se neustále rozvíjejí a vedou díky svým dokonalejším principům ještě ke kvalitnějším výsledkům. Technika IMRT se používá v dnešní době jako standardní metoda radioterapie oblasti hlavy a krku (v závislosti na vlastnostech cílového objemu) v centrech komplexní onkologické péče, jakým je i Onkologické oddělení v Nemocnici ČB a.s.

Jedním z hlavních cílů radioterapie je zajistit kvalitu léčby zářením, což je možné zajistit jen pomocí portálových verifikačních snímků, které nám zaručují kontrolu nastavení pacienta do požadované ozařovací polohy. Na Onkologickém oddělení v ČB se portálové verifikační snímky v oblasti hlavy a krku zhotovují při zahájení léčby pacienta a v průběhu léčby zářením. Vyhodnocené odchylky by se měly pohybovat v rozmezí od 0 – 3 mm u VRT, LNG, LAT osy a 0 – 1° u RTN osy.

Použitím fixační masky se minimalizuje počet neakceptovatelných odchylek. Dle statistických šetření těchto odchylek by se technika měla i nadále zdokonalovat.

## 7 Seznam použitých zdrojů

### Odborná literatura:

1. Čihák, Radomír. *Anatomie 2*. Praha: Grada Publishing 2002, 488 s. ISBN 80 – 247 – 0143 - X
2. Dolečková Miluše. *Radioterapie III*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zdravotně sociální fakulta. 2007
3. Kelner, Pavel, Helmichová Eva. *Klinická onkologie*. 1. vyd. Praha: Galén. 2002, 686 s. ISBN 80 – 7262 – 151 - 3
4. Kostřica, Rom, Smilek Pavel, Hložek Jiří. *Současná komplexní léčba nádorů hlavy a krku*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně, Lékařská fakulta. 2003, 67 s. ISBN 80 – 210 – 3061 – 5
5. *Mezinárodní klasifikace nemocí 10. revize*. 2. vyd. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky, 646 s. ISBN
6. Spurný Vladimír, Šlampa Pavel. *Moderní radioterapeutické metody, Základy onkologie IV*. Díl. Brno.1999 118 s. ISBN 80 – 77013 – 267 – 1
7. Šlampa Pavel, Hynková L., *Radiační onkologie – učební texty*. 1. vyd. Brno: Klinika radiační onkologie Lékařské fakulty Masarykovy university a Masarykův onkologický ústav. 2009, 242 s. ISBN 978 – 80 – 86793 – 13 – 9
8. Šlampa Pavel, Petera J. *Radiační onkologie*. 1 vyd. Praha: Galén. 2007, 457 s. ISBN 978 – 80 – 7262 – 469 – 0
9. Wang X., Spirou S., Stein J., *Dosimetric verification of intensity – modulated fields*. Med. Phys. 1996, 317 - 27

### Odborné časopisy

10. *Možnosti cílené biologické léčby zhoubných nádorů hlavy a krku*

Autor: Petrželka Luboš

Periodikum: Zdravotnické noviny

Publikováno v příloze: Lékařské listy

Číslo: 3 (2010)

Stánka: 6 – 8

11. *Varovné příznaky v ORL oblasti – příznaky onkologických onemocnění*

Autor: Urbanová Markéta

Periodikum: Zdravotnické noviny

Publikováno v příloze: Lékařské listy

Číslo: 3 (2010)

Stránka: 3 – 5

12. *Zobrazování v radiační onkologii*

Autoři: Franc L., Velišková D.

Periodikum: Praktická radiologie

Číslo: 1 (2004)

Stránka: 4 – 6

Internetové stránky

13. <http://www.nemcb.cz/cz/department/49/Onkologickeoddeleni.html?detail=detail&id=16>

15. 4. 2011

14. <http://theses.cz/id/q986ph/>

8. 4. 2011

15. <http://www.zdn.cz/clanek/postgradualni-medicina/radioterapie-rizena-obrazem-414588>

10.4.2011

16. <http://www.solen.cz/pdfs/xon/2008/02/04.pdf>

13. 4. 2011

17. <http://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=hdneck>

20.4.2011

18. [http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kra/externi/kra\\_7169/ch06.htm](http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kra/externi/kra_7169/ch06.htm)

18. 4. 2011

## **8 Klíčová slova**

1. Fixační maska
2. Hodnocení odchylek
3. IMRT
4. Karcinom hlavy a krku
5. Radioterapie
6. Verifikační snímek

## 9 Přílohy

**Nemocnice České Budějovice, a.s.**  
**Onkologické oddělení**

Jméno, příjmení a datum narození pacienta:

### **Záznam o informovaném souhlasu se zdravotním výkonem - kurativní aktinoterapií na oblast hlavy a krku**

Byl jsem seznámen s povahou a charakterem svého onemocnění.  
Bylo mi sděleno, že mám zhoubné nádorové onemocnění, které lze léčit zevním ozářením (buď samostatným nebo v kombinaci s další léčbou např. chirurgickou nebo chemoterapií).

**Radioterapie** (léčba zářením) je jedním ze způsobů protinádorové léčby, při které využíváme schopnosti ionizujícího záření poškozovat dělicí se buňky. Záření působí nejen na nádorové, ale i na zdravé buňky. Lidské tělo však na rozdíl od nádoru umí své poškození většinou zahojit – a tak je při léčbě zářením ničen hlavně nádor. Současné poškození zdravých buněk se však může projevit rozvojem nežádoucích vedlejších účinků.

Vedlejší účinky (shrnuté níže) mají většinou přechodný charakter, někdy však mohou být chronické a v krajním případě mohou vést k trvalému poškození některých orgánů. Jak těžce budou vedlejší účinky u jednotlivých pacientů vyjádřeny, se většinou nedá spolehlivě předem určit, protože tyto účinky závisejí nejen na rozsahu a dávce ozáření, ale z velké části i na individuální citlivosti pacienta. Nicméně skutečně vážné komplikace jsou při této léčbě vzácné a k úmrtí pacienta dochází jen výjimečně.

#### **Vedlejší účinky ozařování:**

1. Celkové příznaky- únava a lehká nevolnost (tzv. kocovina) jako bezprostřední následek ozáření, dále změny krevního obrazu s rizikem snížené obranyschopnosti - nejsou časté a dochází k nim nejčastěji při kombinaci radioterapie s chemoterapií (současnou či předcházející).
2. Na kůži se může objevit suchost, zarudnutí, vyrážka nebo ztmavnutí, subjektivně pocity svědění a pálení. V místě vyšší dávky, v kožních záhybech, v oblasti boltece a zevního zvukovodu může dojít ke vzniku bolestivé mokvavé reakce, která vyžaduje intenzivní ošetřování
3. Na sliznici dutiny ústní a polykacích cest dochází ke vzniku zánětlivé reakce se zarudnutím a zvýšenou citlivostí sliznice, při vyšší dávce se na sliznici objevují bělavé povlaky a někdy i defekty. Reakce je většinou bolestivá a vede ke zhoršení příjmu potravy. Současně dochází ke ztrátě chuťových vjemů a vlivem ozáření slinných žláz i ke snížené tvorbě slin.
4. Ozařuje-li se hrtan. může se objevit nebo zhoršit chrapot a kašel, protože dochází k otoku hlasivek a většímu zahlenění.
5. Při ozáření v oblasti očí mohou vzniknout záněty spojivek.
6. Jsou-li v ozařované oblasti vlasy nebo vousy, může dojít dle dosažené dávky k vypadávání vlasů a zastavení růstu vousů u mužů.

I přes pečlivé plánování a provádění léčby se nemůžeme vždy těmto účinkům vyhnout. Lékař je může pomocí léků zmírnit, ale důležitá je i Vaše spolupráce.

Většina těchto vedlejších účinků vymizí buď zcela nebo částečně po skončení ozařování. Nejdříve se vyhojí sliznice úst a kůže. Po několika týdnech se navrací i chuťové vjemy. Jako dlouhotrvající následky mohou zůstat vazké sliny a suché sliznice, což se během několika měsíců může ještě zlepšit.

Jako pozdní následky se mohou objevit:

- zatuhnutí podkoží a svalů v ozářené oblasti, zvláště předcházela-li zde operace, někdy převažuje nebolestivý otok podkoží hlavně pod bradou
- omezení pohyblivosti čelistního kloubu pro zjizvení svalů a kloubního pouzdra

- snížení funkce štítné žlázy
- řídké jsou záněty chrupavky hrtanu
- zesílená kazivost zubů a paradentóza
- v případě nutnosti vytržení zubu v oblasti ozářené vyšší dávkou hrozí i v delším časovém odstupu těžký a obtížně se hojící zánět čelisti, proto je nutné před zahájením ozařování provést důkladné ošetření chrupu
- v případě ozařování v těsné blízkosti oka nebo přes oční bulbus se může vyskytnout zakalení oční čočky nebo výjimečně i svrštění oční koule se ztrátou zraku. Pacient, kterému by toto poškození hrozilo, bude speciálně upozorněn.

Radioterapie může být prováděna za hospitalizace i ambulantně, vždy pouze v pracovní dny, většinou si vyžádá převedení do pracovní neschopnosti- to závisí na rozsahu ozáření, celkovém zdravotním stavu pacienta a dalších individuálních faktorech. Celková doba léčby zářením se pohybuje v řádu týdnů.

V průběhu léčby doporučujeme úpravu životosprávy: po ozáření krátký odpočinek na lůžku, pobyt na čerstvém vzduchu a nenamáhavá procházka, pokud to stav dovolí, omezení větší fyzické zátěže, vyloučení kouření a alkoholu, lehká strava častěji a po menších množstvích, dostatek tekutin.

Alternativou doporučeného léčebného postupu je.....

Rizikem takového postupu je.....

Byl jsem lékařem upozorněn, že je v zájmu mého zdraví, abych jej informoval:

- 1) o změnách mého zdravotního stavu a o onemocněních, která jsem prodělal
- 2) o všech obtížích, které se během léčby objeví
- 3) o lécích, které užívám i o výsledcích vyšetření jiných odborných lékařů.

Dále jsem byl lékařem upozorněn, že je v zájmu mého zdraví řídit se pokyny ošetřujícího lékaře a dodržovat navržený léčebný režim.

Byl jsem poučen o svém právu se svobodně rozhodnout o navrhovaném postupu při poskytování zdravotní péče.

**Prohlašuji a svým podpisem stvrzuji**, že jsem obdržel výše uvedené informace a těmto informacím jsem porozuměl. Lékařem mi bylo vše osobně vysvětleno, měl jsem možnost klást doplňující otázky, které mi byly zodpovězeny.

Výslovně souhlasím s navrhovanou péčí a s provedením výše uvedeného výkonu.

Souhlasím s pořízením mé fotografie pro identifikaci mé osoby v průběhu ozařování.

V Českých Budějovicích dne ..... v hod.....

Podpis pacienta ( zákonného zástupce ):.....

Jméno a podpis zákonného zástupce:.....

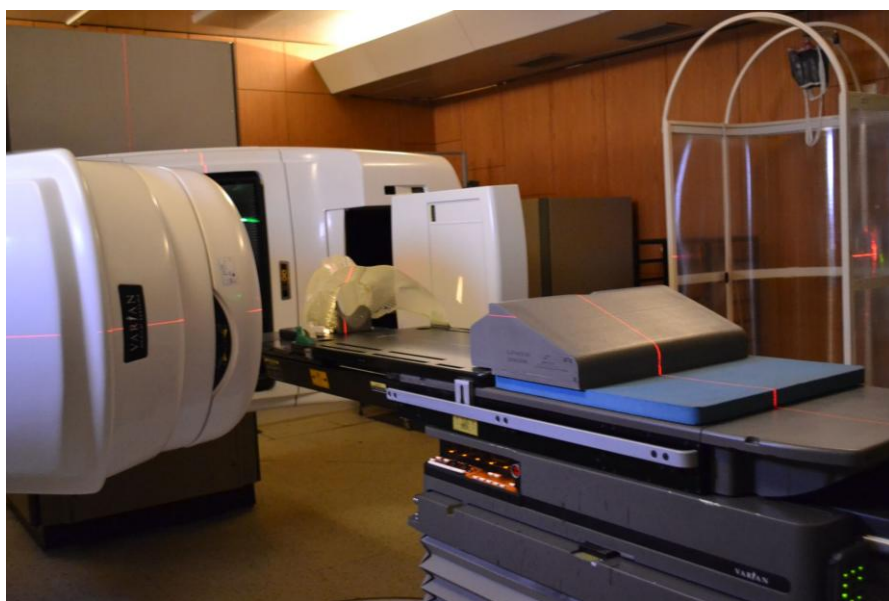
Jméno a podpis lékaře:.....

Jméno a podpis svědka:.....





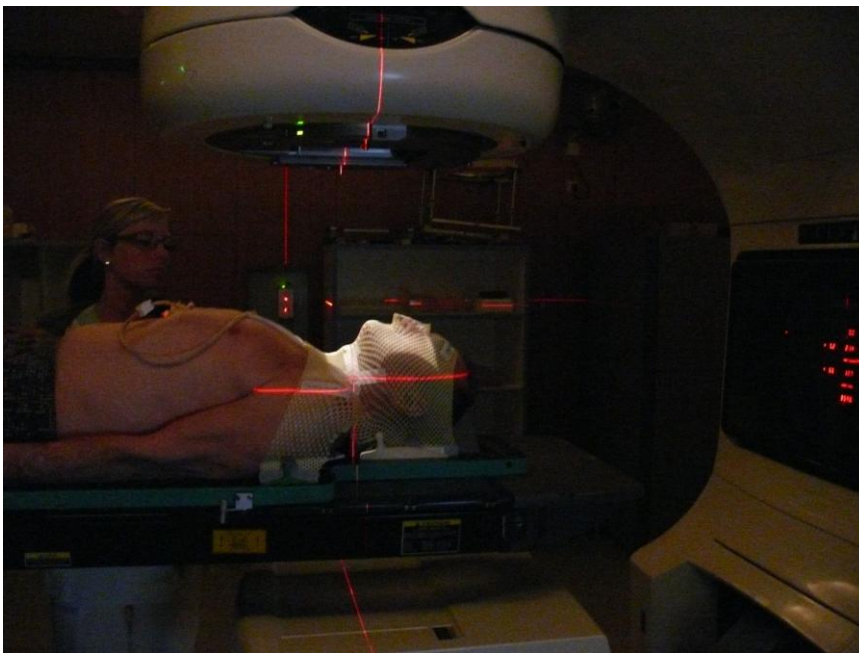
Příloha č. 2 AP set up pole s laserovým zaměřovacím systémem



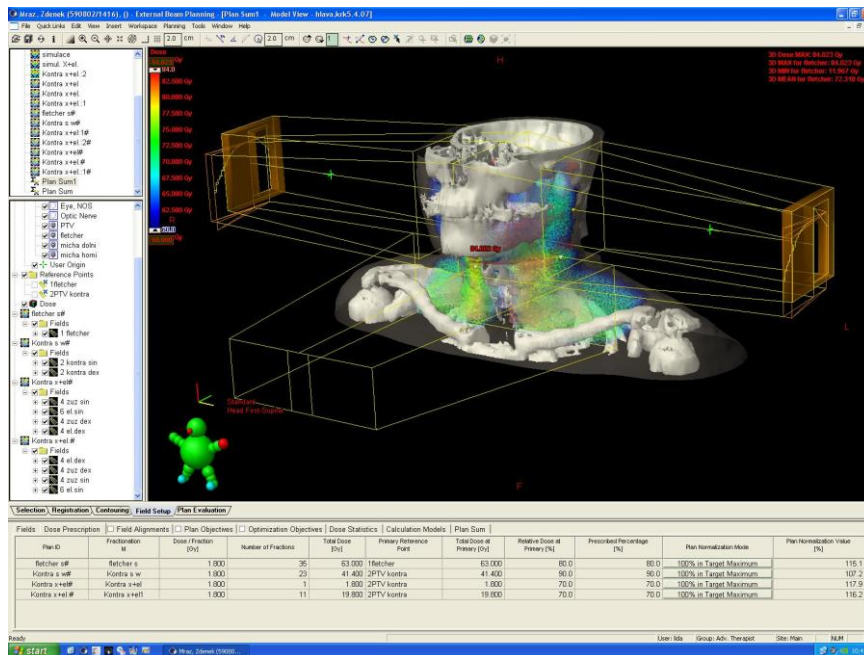
Příloha č. 3 Bočné set up pole



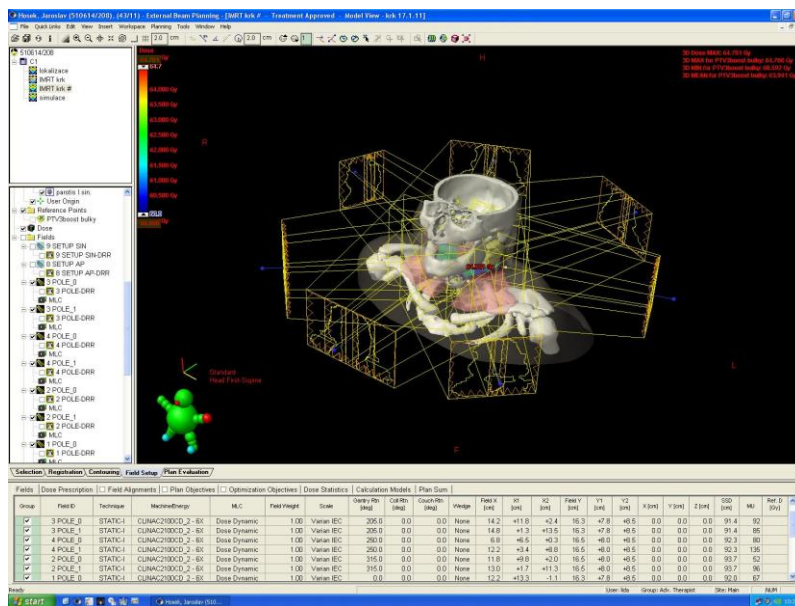
Příloha č. 4 AP set up pole s pacientem



Příloha č. 5 AP set up pole se zaměřením pacienta



Příloha č. 6 Naplánované asymetrické pole (záření X + elektrony)



Příloha č. 7 IMRT technika ze 7 polí

PACIENT	FRAKCE	VRT	LNG	LAT	RTN
1	1	-0,1	0,1	0	0,2
	2	0	0,2	-0,2	0
	3	0	0,1	0	0
	4	0	0	0	0
	5	0	0	0	0
	6	-0,2	-0,1	0	0

Příloha č. 8 Naměřené odchylky u pacienta č. 1, kde hodnoty odchylek nepřesahují toleranční limity

PACIENT	FRAKCE	VRT	LNG	LAT	RTN
8	37	0	0	0	0,1
	38	-0,3	-0,3	n.a.	n.a.
	39	0,1	-0,2	-0,2	0,1
	40	0	-0,3	-0,2	0,1
	41	0,1	0,1	-0,1	0

Příloha č. 9 Naměřené odchylky u pacienta č. 8, kde se odchylky v laterálním a rotačním směru nezhodnotily

PACIENT	FRAKCE	VRT	LNG	LAT	RTN
11	54	0,3	-0,2	0,3	0
	55	0,4	-0,1	0,8	0
	56	0,2	-0,8	0,9	0
	57	-0,3	-0,1	0,2	0
	58	-0,2	-0,4	0,4	0
	59	0,1	-0,1	0,1	0

Příloha č. 10 Naměřené odchylky u pacienta č. 11, u kterého odchylky přesahují toleranční limity.