

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

**Zdravotně sociální fakulta**

**Výpočetní tomografie s vysokým rozlišením – jeho úloha a postavení  
v radiodiagnostice**

Bakalářská práce

**Vedoucí práce:** Mgr. Miloš Plhoň

**Datum odevzdání práce:** 2. květen 2011

**Jméno a příjmení autora:** Renáta Chylíková

## **Abstrakt**

### **High- resolution computer tomography- its role and position in radiodiagnostics**

In the introduction to my bachelor's thesis, I have described the historical background of HRCT, its origins, and evolution. The historical part includes information about the development of CT equipment and the principles of diagnostics using the instruments that preceded HRCT. In the following part, I have described the principle of how HRCT works and the conditions that are needed for HRCT examination. I focused on lung examination and partly also on the examination of temporal bone.

The objective of my thesis is to determine the frequency of CT and HRCT application, for the purposes of which I compared two leasing hospitals in the South Bohemian region. I issued from the hypothesis of a higher frequency of HRCT use.

In my bachelor's work I used foreign literature and sources and also the method of comparing data from two hospitals. The preferred method was the quantitative one, used for numerical statistics in the theoretical part; for the practical part I used the mentioned comparison of the number of examinations performed at two hospitals in South Bohemia.

When confronting the two hospitals, a significantly higher frequency of HRCT use was found in Nemocnice Tábor a.s. This fact is explained by the use of Aquilion 16, which is a lower – quality appliance, and Aquilion 64 in České Budějovice, as well as by the monitoring of patients with fibrosing processes (so – called cordarone lung, etc.), and patients with unclear small lesions appearing on summing images when only HRCT examination was performed. HRCT is also performed as a part of routine examination of the lungs and mediastinum if the indication requires it, while check – up examinations run only under the HRCT algorithm.

In conclusion it can be stated that the difference between the examinations in hospital České Budějovice a.s. and Nemocnice Tábor a.s. is based on the difference between their equipment and also the slightly different approach to small lesions in the pulmonary parenchyma. The hypothesis that the HRCT examination is used more frequently than the common CT examination of the lungs and mediastinum was not confirmed, which results from the fact that the number of patients needing the examination of just small or larger changes in the pulmonary parenchyma is substantially lower than the number of patients with indicated classical examination of the lungs and mediastinum.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma Výpočetní tomografie s vysokým rozlišením – jeho úloha a postavení v radiodiagnostice jsem vypracovala samostatně pouze s použitím parametrů 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

.....

Renáta Chylíková

## **Poděkování**

Ráda bych chtěla poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Mgr. Miloši Plhoňovi za cenné rady a připomínky při tvorbě bakalářské práce.

Rovněž bych poděkovala panu Michalu Němcovi Dis. a Mgr. Dušanu Hejnovi za poskytnutí rad a materiálových podkladů.

## Obsah

<b>ÚVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>1. SOUČASNÝ STAV</b> .....	<b>9</b>
1.1. HISTORIE .....	9
1.2. KATEGORIE A GENERACE PŘÍSTROJŮ .....	11
1.3. PRINCIP HRCT .....	17
1.4. PRINCIP ZÍSKÁVÁNÍ OBRAZU .....	18
1.5. OBRAZOVÉ PARAMETRY .....	18
1.6. ARTEFAKTY OBRAZU .....	19
1.7. ZPRACOVÁNÍ OBRAZU .....	20
1.8. ROLE HRCT .....	21
1.9. PLÍCE .....	22
1.9.1. Anatomie .....	22
1.9.2. Parametry vyšetření.....	22
1.10. KOST SKALNÍ .....	23
1.10.1. Anatomie .....	23
1.10.2. Parametry vyšetření.....	24
<b>2. CÍL PRÁCE A HYPOTÉZA</b> .....	<b>25</b>
2.1. CÍL PRÁCE.....	25
2.2. HYPOTÉZA .....	25
<b>3. METODIKA</b> .....	<b>26</b>
<b>4. VÝSLEDKY</b> .....	<b>27</b>

4.1.	ZKOUMANÝ SOUBOR.....	27
4.1.1.	<i>Výsledky Nemocnice Tábor a.s.</i> .....	27
4.1.2.	<i>Výsledky Nemocnice České Budějovice a.s.</i> .....	33
4.2.	POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ .....	39
<b>5.</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>43</b>
<b>6.</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>45</b>
<b>7.</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....</b>	<b>46</b>
<b>8.</b>	<b>KLÍČOVÁ SLOVA.....</b>	<b>49</b>
<b>9.</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....</b>	<b>50</b>
<b>10.</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>51</b>

## Úvod

Plicní onemocnění jsou jedním z aktuálních problémů dnešního světa, zejména neoplastická onemocnění a spolu s ostatními nemocemi „civilizovaného světa“, jako je např. AIDS nebo kardiovaskulární onemocnění, jsou hlavním tématem moderní medicíny. Méně se již mluví o ostatních plicních onemocněních jako např. chronická obstrukční choroba, fibrózní onemocnění plic, atypická zánětlivá onemocnění plic, kdy časná diagnostika umožňuje rychlé nasazení léčby, její zkrácení a omezení možných následných komplikací těchto onemocnění. Proto jsem si také, jako téma své bakalářské práce, vybrala téma HRCT – jeho úloha a postavení v diagnostice.

Chtěla jsem se dozvědět více informací o tomto tématu, protože je předmětem mého zájmu a také proto, že v oboru radiologický asistent není zmíněná problematika probírána do hloubky, na rozdíl od klasického CT vyšetření. Také jsem si chtěla ozřejmit postavení HRCT vyšetření v rámci diagnostiky plicních onemocnění a okrajově i v rámci diagnostiky ORL vyšetření, stejně tak se i alespoň rámcově informovat o přínosu těchto vyšetření a jejich praktické aplikaci a porovnat četnost těchto vyšetření v rámci nemocnic České Budějovice a.s. a Tábor a.s. a zjistit, zda jsou zde rozdíly v praktickém použití HRCT oproti konvenčním vyšetřením plic a mediastina. Dalším úkolem mé práce bylo při porovnání četností klasických CT vyšetření plic a HRCT vyšetření zjistit, zda HRCT je při vyšetřeních používanější metodou, než klasické CT plic a mediastina.

V práci jsem se zaměřila na celý vývoj přístrojů pro CT diagnostiku od počátků CT diagnostiky a na vznik HRCT v rámci této diagnostiky, rozdíly HRCT oproti konvenčním vyšetřením, jak v technických parametrech u tohoto vyšetření, tak i v indikacích pro HRCT.

Cílem práce je porovnat četnost klasických CT vyšetření plic a mediastina oproti četnosti vyšetření HRCT, při porovnání výkonů ve dvou rozdílných nemocnicích, Nemocnice České Budějovice a.s. a Nemocnici Tábor a.s., zároveň také porovnáním dvou rozdílných přístrojů Aquilion 64 a Aquilion 16 zjistit, zda jsou v rámci těchto



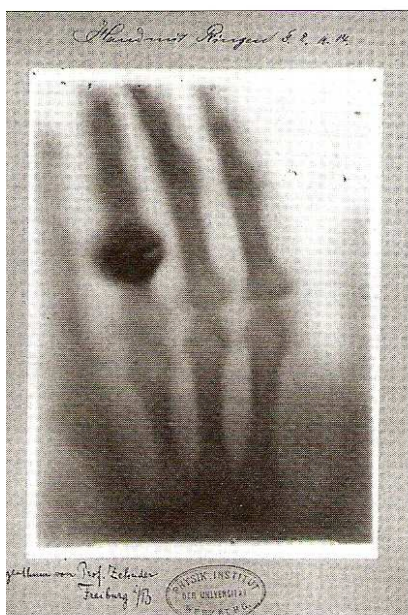
zdravotnických zařízení stejné medicínské přístupy k diagnostice plicních onemocnění a dále také snaha o porozumění dané problematice a orientaci v této problematice.

## 1. Současný stav

### 1.1. Historie

První zmínky o rentgenovém záření jsou z roku 1895, kdy německý fyzik, Wilhelm Conrad Röntgen svým experimentem s katodovými paprsky objevil nový druh záření, X- paprsky. Toto pojmenování se i v dnešní době užívá v literatuře jako „X-ray“. V češtině se X- paprsky nazývají jako „rentgenové záření“. První rentgenový snímek, který byl proveden, byla ruka manželky Röntgena (obr. 1), Anny Berthy Luwig. W.C. Röntgen si tento objev nikdy nenechal patentovat. W.C. Röntgenovi byla za tento objev udělena Nobelova cena za fyziku v roce 1901. V roce 1923 Röntgen umírá na rakovinu střev z důsledku ozáření.

Obrázek 1: První rentgenový snímek <sup>(17)</sup>



Před Röntgenovým objevem vznikla v Německu společnost ADOX, kterou založil dr. Carl Schleussner v roce 1860. Firma se zabývala pracemi v oblasti mokrých koloidových procesů. Dr. C. Schleussner vytvořil pro fyzika Röntgena první x-ray desky. Společnost ADOX v roce 1952 vyvolala rozruch ve vývoji desek s vysokou rozlišovací schopností a tenkou vrstvou emulze.

O sestavení kolimátoru se v roce 1903 postaral E.A.O Pasche, do té doby museli lékaři i pacienti čelit rozptýleným paprskům z rentgenových trubíc. Jednalo se o první „radiální ochranu“ pro všechny zúčastněné, lékaře i pacienty.

V roce 1913 americký rentgenolog, původem z Německa, Gustav Peter Bucky vyvinul mřížku, která filtruje nežádoucí záření a zvyšuje ostrost v obrazu. Ve stejném roce americký fyzik William David Coolidge řídil experimenty s použitím wolframu, wolfram je schopný odolávat teplotám až 1000°C. Vynalezl rentgenovou trubici s katodou, která obsahovala wolframové vlákno, pro použití v rentgenovém přístroji. X-ray trubice umožnila intenzivnější vizualizace anatomie a nádorů.

„V roce 1917 rakouský matematik Johann Radon vypracoval teorii matematické rekonstrukce dvourozměrného obrazu z jednorozměrných projekcí a praktickou rekonstrukci obrazu provedl v roce 1956 Bracewell.“<sup>1</sup>

Mezi rokem 1930 a 1931 italský radiolog Allesandro Vallebona vyvíjí stratigrafii, čímž připravuje cestu pro tomografii. Ne dlouho poté vyvíjí nizozemský radiolog Bernard George Ziedses des Plantas planigrafii, tomografie zachycující silnější vrstvu vyšetřované oblasti, jako další krok k vývoji tomografické techniky a k vytvoření geometricky dokonalého obrazu. To pomohlo do jisté míry překonat znevýhodnění zobrazení trojrozměrných objektů ve dvourozměrném zobrazení, kdy mohou být některé struktury nerozeznatelné pro sumaci orgánů. Požadovaná planigrafická hloubka byla odblokována.

V roce 1963 Američan Allan MacLeod Cormack formuloval základní tomografické řezy ze sumačních snímků. A.M.L. Cormack byl autorem analytické techniky v rekonstrukci obrazu. Za průkopníka ve výpočetní tomografii se považuje britský vědec Godfrey Newbold Hounsfield, který v roce 1971 zkonstruoval počítačový tomograf použitelný v praxi. V roce 1979 G.N. Hounsfield a A.M.L. Cormack obdrželi Nobelovu cenu za fyziologii a lékařství pro vynález CT.

První CT systém pro využití v medicíně byl vynalezen v roce 1974 a v polovině 80. let 20. století byla do praxe poprvé zavedena výpočetní tomografie s vysokou rozlišovací schopností, tzv. HRCT.

---

<sup>1</sup> Šmoranc, P. Rentgenová technika v lékařství 2005, s. 172

Na sklonu 20. století umožnil rychlý rozvoj technologií těžko uvěřitelný nárůst kvality, tak i rychlosti CT vyšetření. Hlavními revolučními změnami v tomto vývoji bylo zavedení technologie kontinuální rotace rentgenky a detektorů v roce 1987, tzv. slip – ring technology, pevné kabely jsou zde nahrazeny systémem po sobě klouzajících kontaktů a prstenců z vodivého materiálu, a uvedení prvního spirálního CT přístroje na trh v roce 1989.

Koncem 90. let 20. století vstoupily na trh multidetektorové CT přístroje, které mají místo jedné řady detektorů řad několik.

V současnosti se můžeme setkat s dvojí kategorií CT přístrojů, a to již ustupující konvenční skenery a CT umožňující provádět vyšetření i spirální technologií.

Nadále se zvyšuje počet vyšetřovaných vrstev na 1 sken 4 – 16 – 32 – 64 – 128 – 256, v současné době až 360 bez překrývání vrstev, při jejich překrývání až 720. Firma Siemens vyrábí CT se dvěma rentgenkami pro měkké i tvrdé tkáně, tzv. duál CT.

## ***1.2. Kategorie a generace přístrojů***

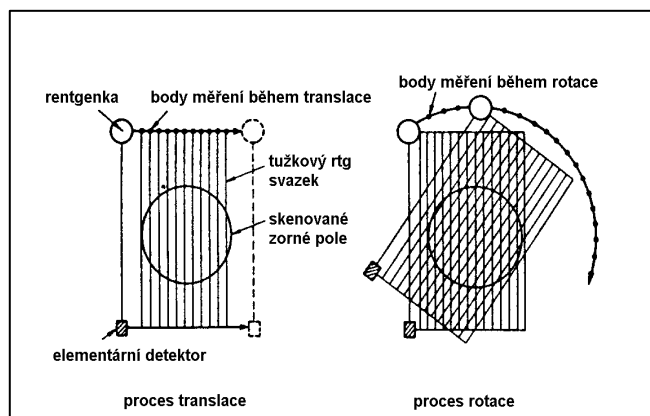
Z hlediska technické realizace prodělala výpočetní tomografie několik generačních kroků.

Skenery první generace používaly translačně – rotačního pohybu rentgenky, kdy byla používána Hounsfieldem k ověření praktického využití Radonovy transformace a Cormacovy teorie rekonstrukce. K snímání scény využívala jeden elementární detektor a úzce kolimovaný „tužkový“ svazek RTG záření (obr. 2, s. 12). Vzhledem k řadě nevýhod, jak malá účinnost využití RTG svazku, pomalým způsobem skenování cca 5 min/vrstvu atd., nebyla komerčně dostupná a dnes má již pouze historický význam.

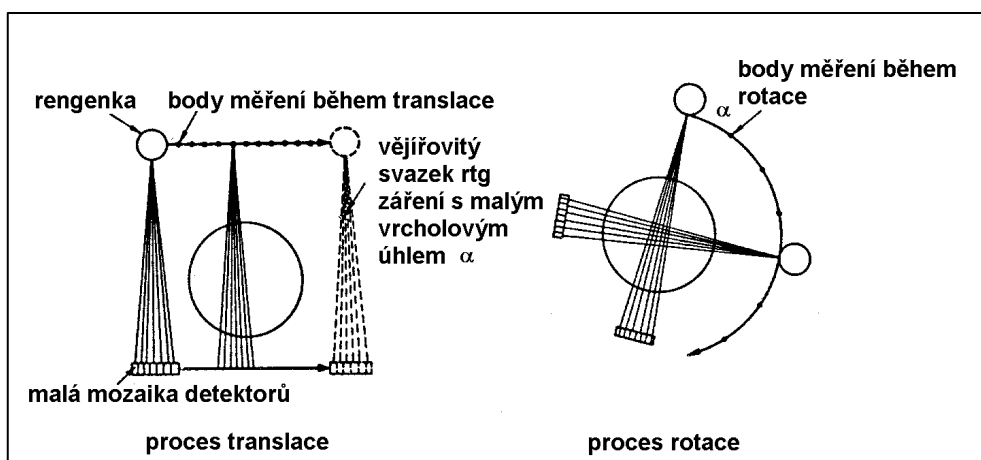
Druhá generace pracovala na stejném principu translačně – rotačního pohybu rentgenky, využívala již malou 1D mozaiku několika detektorů a úzký „listový“ vějířovitý svazek RTG záření s malým vrcholovým úhlem, který se pohyboval okolo 3 až 15° a překrýval jen část snímané scény (obr. 3, s. 12). Zvýšila se tak efektivnost využití RTG záření a rychlost sběru obrazových dat. Doba skenování jedné tomoroviny se zkrátila na 10 až 20 sekund. Zařízení bylo použitelné nejen k zobrazení hlavy,

ale umožňovalo již sejmутí obrazových dat během jednoho nádechu. V současné době však mají opět pouze historický význam.

Obrázek 2: 1. generace – systém translace-rotace



Obrázek 3: 2. generace – systém translace-rotace



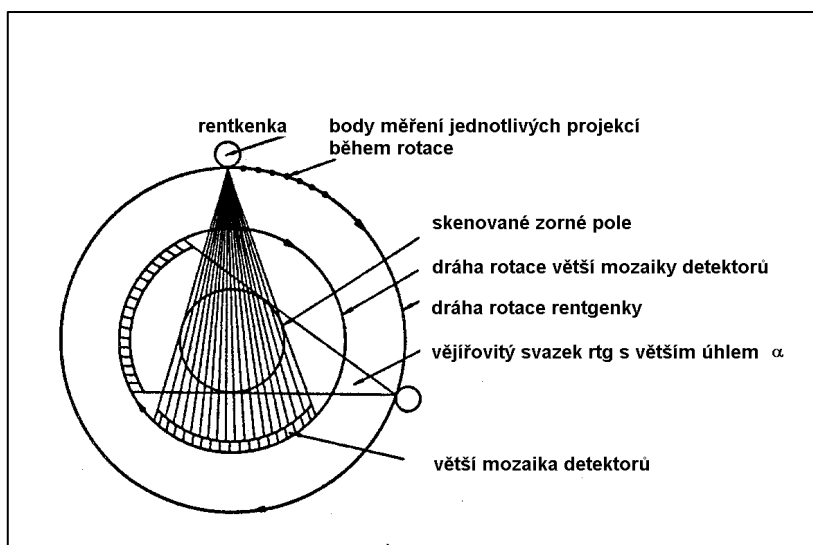
Třetí generace označována jako rotace/rotace využívá větší 1D mozaiku detektorů a opět úzký „listový“ vějířovitý svazek RTG záření, avšak s podstatně větším vrcholovým úhlem, velikost 30 až 60°, který překrývá celou snímanou scénu (obr. 4, s. 13). Detektory jsou zkolimovány do ohniska rentgenky (obr. 5, s. 14). Projekční data pro jeden směr jsou získána simultánně na výstupu všech detektorů. Každý detektor

snímá jeden paprskový průmět, soubor paprskových průmětů ze všech detektorů tvoří v daném okamžiku jednu projekci.

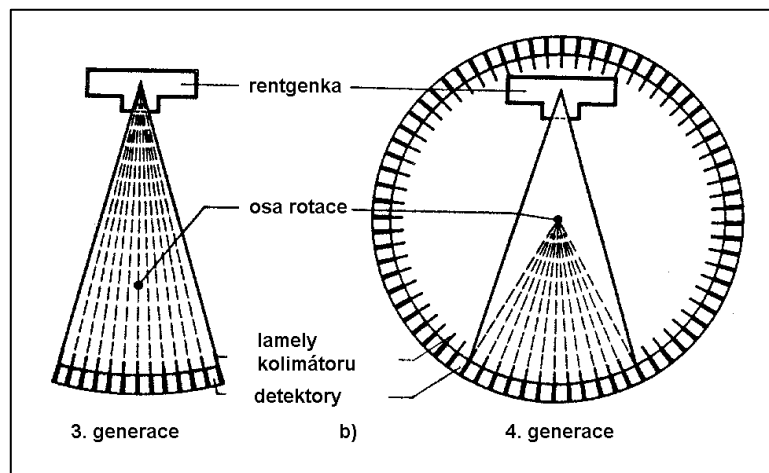
U konvenčních systémů třetí generace byly největší problémy spojeny jednak s přívodem vysokého napětí k rotující rentgence a jednak s odvodem signálů z rotujících detektorů. Kably se navíjely na bubny, pohyb skeneru byl omezen na pohyb „tam a zpět“. Významný příspěvek ke zlepšení skenovacího procesu mělo zavedení technologie slip – ring, základní patent měla firma Toshiba v roce 1982. Napájecí napětí generátoru je v tomto případě přiváděno na rentgenku přes třecí kartáče na nízkonapěťové nebo vysokonapěťové úrovni. Datový signál je na stacionární část převáděn již v digitální formě pomocí optické vazby mezi rotující a stacionární částí gantry. Pohyb při skenování je kontinuální v jednom směru. Počet otáček je omezen pouze tepelnou kapacitou rentgenky a rychlostí jejího ochlazování.

Po zavedení technologie slip – ring se stala třetí generace konstrukce skeneru CT systémů nejpoužívanější koncepcí pro akvizici obrazových dat.

Obrázek 4: 3. generace- systém rotace- rotace



Obrázek 5: Kolimace 3. a 4. generace



U konvenční čtvrté generace, označovaná opět jako systém rotace / rotace, někdy také stacionární / rotace. Využívá nepohyblivou velkou 1D mozaiku detektorů umístěnou na obvodu stacionární části gantry, kdy rentgenka rotuje uvnitř prstence detektorů (obr. 6, s. 15). Detektory jsou kolimovány do středu prstence, nebo – li centra rotace (obr. 5). Odpadají původní problémy s přenosem zejména nízkoúrovňových signálů na stacionární část gantry. Vznikají však problémy spojené s požadavkem na velký průměr prstence detektorů a tím poklesem jejich hustoty, velkou vzdáleností detektory a rentgenka, kolimací, vycloněním „listového“ svazku, velkým úhlem vějíře atd.

Přístup ke sběru obrazových dat může být u čtvrté generace dvojí způsobem a to, že úhel vějíře má ve vrcholu ohnisko rentgenky, kdy v daném časovém okamžiku měří každý detektor jeden paprskový průmět. Signál na výstupech všech detektorů, které „vidí“ ve vzorkovacím bodě rentgenku, reprezentuje jednu projekci (obr. 6, s. 15). Vzorkovací frekvence projekce a tím i limitní dosažitelné prostorové rozlišení, je dána počtem detektorů, které „vidí“ rentgenku a vrcholovým úhlem vějíře, úhlovou hustotou detektorů. Druhý způsob sběru dat je, že úhel vějíře má ve vrcholu detektor, který využívá tzv. principu inverzního svazku. Úhel vějíře je dán dobou, po kterou jeden detektor „vidí“ rentgenku při konstantní rychlosti její rotace.

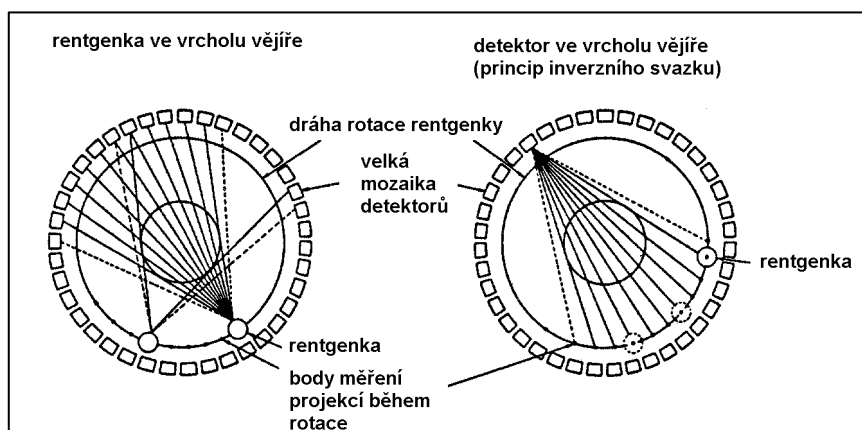
Každý detektor generuje jednu projekci, reprezentovanou spojitou závislostí signálu na jeho výstupu na čase (obr. 6).

U čtvrté generace, kde je systém nutace / rotace, podobně jako v předchozím případě jsou detektory umístěny na prstenci, avšak podstatně menšího průměru. U této generace rentgenka rotuje vně prstence (obr. 7, s. 16). „Aby rentgenka „viděla“ na příslušné detektory během rotace, rovina prstence detektorů uhýbá, naklání se, o několik stupňů a tím vykonává nutaci.“<sup>2</sup> Zmenšení poloměru prstence umožnilo zvýšit úhlovou hustotu detektorů a tím i limitní dosažitelnou prostorovou rozlišovací schopnost. Vystala však řada dalších problémů spojených s kolimací a relativně velkými rozměry detektorů.

Čtvrtou generaci s nutací nabízela např. firma EMI, která již není na trhu CT systémů a Toshiba. Firma Toshiba však produkci ukončila již před téměř deseti lety.

S pátou generací CT systémů bývají většinou spojovány konstrukce, které umožňují zvýšit rychlost sběru obrazových dat, mohou snímat pohyblivou scénu. Využití těchto zařízení se předpokládá zejména pro kardiologické aplikace. Bývají označovány jako kardiovaskulární systémy CVCT (Cardio – Vasculat CT) (obr. 8, s. 16).

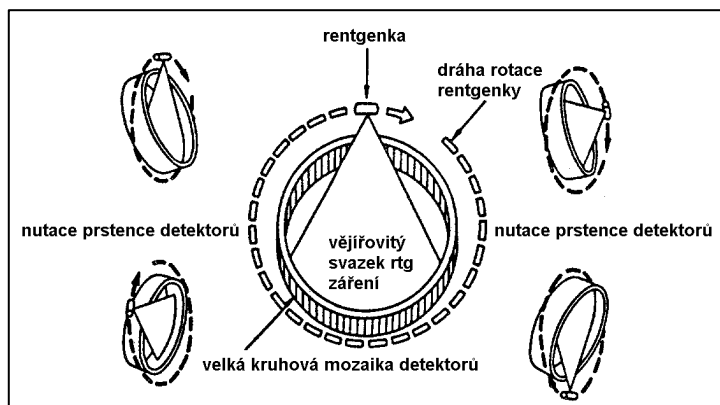
Obrázek 6: 4. generace- systém rotace- rotace



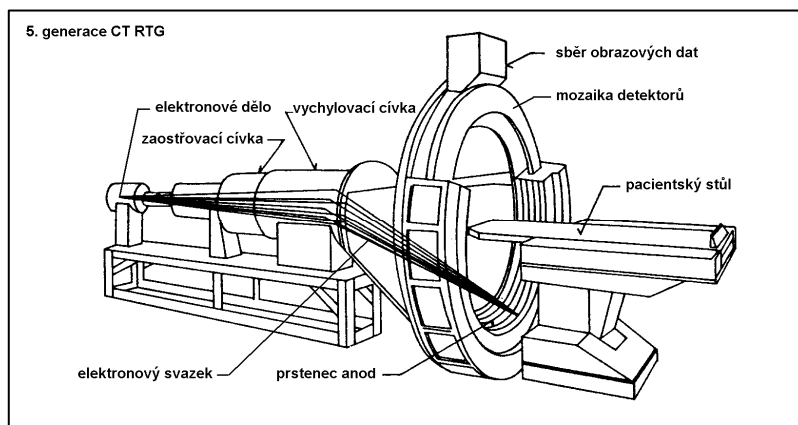
<sup>2</sup> Šmoranc P. Rentgenová technika v lékařství 2004, s 179



Obrázek 7: 4. generace- systém nutace- rotace



Obrázek 8: kardiovaskulární systémy CVCT<sup>(22)</sup>



Postupné zkracování skenovací doby u 3. a 4. generace CT systémů až k cca 1s trvajícím plnému skenu ( $360^{\circ}$ ) umožňovalo přejít od konvenční intravenózní infúze kontrastní látky k „bolusové“ injekci. Nové možnosti tak vedly k aplikaci dynamických CT technik a k rychlému sekvenčnímu CT skenování. Rychlé techniky kladly na CT systémy zejména tři základní požadavky, mezi které patří sběr obrazových dat z objemu při relativně rychlém pohybu patientského stolu, také možnost zobrazení sledovaného orgánu během každé fáze kontrastního zvýraznění a možnost detekce malých lézí se zobrazením jejich rozložení ve třech dimenzích, tzv. 3D zobrazení.

### ***1.3. Princip HRCT***

Princip je založen na měření absorpce rentgenového záření tkáněmi lidského těla s použitím mnoha expozičních projekcí a následného počítačového zpracování obrazu. Rentgenka emituje úzce kolimovaný svazek záření ve tvaru vějíře, který prochází vyšetřovaným objemem a je registrován sadou detektorů přeměňující prošlá kvanta rentgenového záření na elektrický signál, který je digitalizován a dále zpracováván. Komplet rentgenka – detektory vykonává během expozice synchronní pohyb okolo vyšetřovaného objektu tak, že rentgenka je vždy na protilehlé straně vyšetřovaného objektu než detektory. V rámci jednoho oběhu o 360° získá systém běžně 400 – 700 projekčních měření absorpce daného objektu z různých úhlů. Výpočetní tomografie prezentuje konkrétní obraz vrstvy vyšetřovaného objektu o předem definované tloušťce, která je dána kolimací primárního svazku záření (1 – 10 mm).

Dříve se provádělo HRCT pomocí konvenčního skenování, pacient musí mít zadržný dech, aby skeny nebyly pohybově neostře. Zobrazovací parametry jsou vybrány tak, aby maximalizovaly prostorové rozlišení. HRCT využívá prostorové frekvence rekonstrukce algoritmu a tenký řez o tloušťce 1 – 2 mm. Zorné pole je minimalizováno, aby se tak minimalizovala velikost každého pixelu. Obvykle jsou skeny získávány na dvou až šesti předvolených úrovních či v oblastí zájmu, dnes již překonané vyšetření.

V závislosti na diagnóze může být skenování provedeno jak v nádechu, tak i ve výdechu. Pacient může při tomto vyšetření ležet buď na břiše nebo na zádech. Nevýhodou této techniky je však zobrazení (vizualizace) zvýšení šumu. Tato technika se ukázala být vynikající pro hodnocení jemné struktury plic a dýchacích cest.

Novější přístroje již umí vyšetřit HRCT spirálně při jednom nádechu či výdechu, protože díky multidetektorové technologii je možno vyšetřit poměrně dlouhý úsek těla krátkým časovým intervalem.

#### ***1.4. Princip získávání obrazu***

Sada digitalizovaných údajů o absorpci záření vyšetřovaným objemem, kterou zaznamenaly detektory z úhlových projekcí, bývá označována jako hrubá data. Údaje o absorpci z jednotlivých projekcí jsou pomocí filtrované zpětné projekce transformovány v obrazová data. Každý bod obrazové matice je vykreslen v konkrétním odstínu šedi. Čím nižší je absorpce záření v daném voxelu tkáňové vrstvy, tím tmavší odstín odpovídajícího pixelu ve výsledném obraze. Rozlišovací schopnost je v porovnání s analogovým obrazem omezená. Je určena velikostí zobrazovaného pole, tloušťkou vrstvy, maticí, počtem projekcí a velikostí ohniska rentgenky. Těžiště nespočívá v geometrickém rozlišení, ale ve vynikajícím kontrastním rozlišení. Rozsah zobrazitelných denzit je velmi vysoký. Rozložení denzit biologických tkání je značně nerovnoměrné. Rozsah snímání absorpčních koeficientů a jejich převod na stupně šedi se proto přizpůsobuje tzv. okénkem. Pokud chceme získat kontrastnější obraz, okno zúžíme a naopak. Čím užší okno, tím můžeme zobrazit jemnější rozdíly v absorpci.

#### ***1.5. Obrazové parametry***

Digitální informace o absorpčních koeficientů vyšetřovaných tkání z různých projekcí jsou v počítači k dispozici ve formě hrubých dat. K vytvoření výsledního obrazu je zapotřebí definovat velikost vyšetřovaného pole, typ výpočetního algoritmu a u spirální akvizice také stanovení vzdálenostního intervalu mezi rekonstruovanými vrstvami. Máme možnost uložit hrubá data do paměti a obrazové parametry měnit i po skončení skenování. Pokud hrubá data nebudeme ukládat, přístroj uloží až definitivní obrazová data.

„Stanovením velikosti zobrazovaného pole je významným prvkem ovlivňující rozlišovací schopnost.“<sup>3</sup> Velikost pole se nastavuje na zhotoveném topogramu. „Z přehledných tomogramů baze lební nebo hrudníku lze zhotovit cílené obrazy pyramid nebo plicních křídel.“<sup>4</sup> Zmenšením FOV vede ke zvýšení geometrického rozlišení.

---

<sup>3</sup> Eliáš P., Máca P., Neuwirth J., Válek V. Moderní diagnostické metody 1998, s. 18

<sup>4</sup> tamtéž, s. 19

Jedním ze základních pravidel je snaha o použití co nejmenší možné velikosti zobrazovaného pole. HRCT plic by mělo zahrnovat pouze hrudní koš a jeho obsah, nikoli však jeho okolí. Následné zvětšení skutečnou velikost pixelů nemůžeme změnit a tudíž nemá na primární rozlišovací schopnost CT obrazu vliv. Volbou vhodného výpočetního algoritmu pro zpracování naměřených hrubých dat ovlivňuje kvalitu konečného zobrazení tkáně. Pokud chceme snížit množství viditelného šumu pro lepší rozlišení měkkých tkání, volíme měkký rekonstrukční algoritmus. Ke zvýraznění tkáňového rozhraní, zvýšení ostrosti a rozlišení obrazu, volíme algoritmus s vysokým geometrickým rozlišením, čímž je možnost zobrazení velmi drobných struktur. Použitím tohoto algoritmu se zvyšuje množství obrazového šumu a tím se snižuje tkáňový kontrast. „V kombinaci s úzce kolimovanými vrstvami je základním stavebním kamenem techniky vyšetření plicního parenchymu s vysokým rozlišením.“<sup>5</sup> V nových CT systémech jsou plicní protokoly HRCT připraveny.

### ***1.6. Artefakty obrazu***

Obraz může být zatížen řadou různých artefaktů, které vznikají nevhodným postupem nebo podmínkami při vyšetření. Můžou být způsobeny přímo technologií výstavby obrazu a jsou tedy technicky redukované, nikoli odstranitelné. Takovým zástupcem jsou pohybové artefakty, projevující se jako různě denzní, pruhovitě se šířící linie. Většinou však jde o nespolehlivost nemocného nebo špatnou instruktáží. Pokud při vyšetření hrudníku nedovolí nemocnému jeho stav zadržet dech, musíme instruovat tak, aby dýchal velmi mělce.

Do artefaktů také řadíme artefakt částečného objemu, který může ovlivnit měření denzity a prezentaci objektu v obraze. Je způsoben výpočtem denzity jednotlivých pixelů výsledného obrazu nehomogenitou absorpce záření vně voxelu. Zobrazení v šedé škále ani denzitní měření neodpovídá skutečné denzitě ani jedné z tkání. Nejefektivnějším způsobem redukce artefaktu je zmenšení tloušťky vrstvy, nebo – li zkrácení voxelu. Princip výstavby obrazu je založen i na premisy, vyšetřovaný

---

<sup>5</sup> Eliáš P., Máca P., Neuwirth J., Válek V. Moderní diagnostické metody 1998, s. 19

objekt vykazuje srovnatelné zeslabení svazku záření ve všech projekcích. Výpočet absorpčních koeficientů je v blízkosti výrazně denzních struktur nepřesný.

Mezi další artefakty patří artefakt utvrzení svazku záření, který nerozlučně patří k technologií výstavby obrazu. Při průchodu denzním objemem ve směru jeho krátké osy je absorpční koeficient rozdílný oproti projekci ve směru dlouhé osy. Artefakty utvrzení svazku záření se typicky zobrazují jako směs výrazně tmavých i světlých linií, které se šíří pruhovitě do okolních struktur.

Šum v obraze je zaviněn sníženým počtem registrovaných kvant RTG záření. Snížení šumu je možné dosáhnout pokud se zvýší počet fotonů. Zvýšením fotonů se zároveň zvýší i dávka záření. Udržení obrazového šumu v mezích je vždy kompromisem mezi kvalitou obrazu a radiačními požadavky. Úroveň obrazového šumu závisí na tloušťce vrstvy, kvalitě detektorů, atd.

Do artefaktů dále patří pruhovité a kruhovité artefakty se středem v centru otáčení rentgenka – detektory vznikající výpadkem dat z jednoho či více detektorů v dané projekci, případně nedokonalou kalibrací systému detektorů.

### **1.7. Zpracování obrazu**

Vybavení přístroje umožňuje provedení postprocessingových operací, jež mohou posloužit k upřesnění diagnózy. „Provádíme je buď přímo na monitoru ovládací konzoly nebo po přenosu obrazových dat na pracovní stanici.“<sup>6</sup> Rozhodující je hlavně správné zvolení skenovacích a obrazových parametrů.

„Kvalitu obrazů můžeme ovlivnit volbou vhodné filtrace.“<sup>7</sup> Dále můžeme zvětšit obraz, změřit vzdálenost a denzitu vybraného pixelu nebo námi zvolené větší ploše. Ke zhotovení dvourozměrných či trojrozměrných rekonstrukcí použijeme získaná obrazová data. Skenování je ovlivněno hlavně nastavením správné kolimace a vzdáleností každé vrstvy. „U spirálního skenování sehrává roli nastavení kolimace, stoupání a volba rekonstrukčního intervalu mezi vrstvami.“<sup>8</sup> Kvalita rekonstrukcí je lepší, čím je menší voxel a čím více se všechny rozměry podobají.

---

<sup>6</sup> Eliáš P., Máca P., Neuwirth J., Válek V. Moderní diagnostické metody 1998, s. 27

<sup>7</sup> tamtéž s. 27

<sup>8</sup> tamtéž s. 27

Provádění multiplanárních rekonstrukcí je nejčastěji 2D rekonstrukční technikou. Rekonstrukci v libovolných rovinách získáme pomocí zdrojových obrazů a můžeme je pozorovat i na monitoru v několika rovinách současně.

### ***1.8. Role HRCT***

HRCT může ozřejmit klinicky podezřelé nepravidelnosti zobrazované na rentgenovém snímku, zejména u pacientů s nespecifickým obrazem na rentgenových snímcích. Jedná se o metodiku s vysokým prostorovým rozlišením primárně určenou pro zobrazování difúzních plicních procesů. Vysoké rozlišení je umožněno velkým kontrastním rozdílem mezi plicními strukturami a plynem v okolí. Do praxe byla zavedena ve druhé polovině osmdesátých let minulého století. S určitými výhradami není tato metodika vhodná pro diagnostiku ložiskových lézí, kdy musí být doplněna rutinním spirálním CT vyšetřením.

Prokázaná citlivost HRCT v detekci plicních abnormalit s podezřením na chronické infiltrující procesy byla 94% ve srovnání s 80% na rentgenovém snímku. Při dobré analýze HRCT společně s klinickými informacemi může být zhodnocení tak dobré, že není nutné provádět bioptická vyšetření.

Pokud je biopsie plic indikována, pak má HRCT výrazný význam k určení místa pro odběr bioptického materiálu. Dle HRCT se k plicní biopsii vybírá oblast s předpokládanou největší aktivitou procesu, tedy nejvíce pravděpodobný pozitivní bioptický nálezn, zároveň ovšem v takové lokalizaci, abychom co nejvíce eliminovali komplikace, např. pneumotorax, krvácení, aj.

Patologické procesy se projevují změnou struktury parenchymu. Charakter změn závisí na typu postižení plicního parenchymu. U jednotlivých typů onemocnění se může současně vyskytovat několik příznaků, jejichž vzájemná kombinace bývá vodítkem při diferenciální diagnostice.

Mezi základní změny patří lineární a retikulární opacity, do kterých patří peribronchovaskulární zesílení intersticia, interlobulární septální zesílení intersticia, parenchymové pruhy, subpleurální intersticiální zesílení, intralobulární intersticiální zesílení a voštinovitá plíce, tzv. honeycombing.

## **1.9. Plíce**

### **1.9.1. Anatomie**

Plíce jsou párovým orgánem, při kterých probíhá výměna plynů mezi vzduchem a krví. „Plíce zcela vyplňují prostory pleurálních dutin, tudíž proto s nimi mají stejný tvar, který je závislý na stěnách hrudní dutiny a na orgánech mediastina.“<sup>9</sup> „Každá plíce má základní tvar kužele s otupeným vrcholem a se zploštělou a vkleslou mediastinální plochou, obrácenou proti srdci a orgánům mediastina.“<sup>10</sup> Barva plic je u novorozence a v dětství narůžovělá, později mají plíce jemně šedivou barvu, která následně přechází na šedočerné mramorování. Změna barvy je způsobena tím, že vdechujeme prach a částičky sazí, které se dostávají do plic. „Povrch plíce je tvořen viscerální pleurou, nástěnná pleura je uložena na vnitřním povrchu hrudníku.“<sup>11</sup> Plíce se dělí na laloky, přičemž pravá je rozdělena na horní, střední a dolní lalok a levá jen na horní a dolní lalok. Plicní laloky jsou dále složeny ze segmentů, jejichž zásobení je jedinou segmentární větví (a. pulmonalis) a segmentárním bronchem. U pravé plíce se nachází 10 segmentů, zatímco u levé plíce je to 8 – 10 segmentů.

### **1.9.2. Parametry vyšetření**

Mezi indikace k vyšetření HRCT patří onemocnění plicního parenchymu, bronchionálního stromu a pleurální změny.

Jedná se o nativní vyšetření, na které se pacient nijak speciálně nepřipravuje. Snímá se celý rozsah plicních křídel. Pacient má při tomto vyšetření zadrženy dech v inspiriu a dle rozhodnutí radiologického laboranta se na závěr doplňuje 3 – 4 expirační skeny v různých úrovních.

Toto vyšetření není vhodné pro hodnocení mediastina a pro pátrání po plicních metastázách. Skeny se musí provádět vždy jednotlivě a pečlivě se musí instruovat nemocný o zadržení dechu. Při podezření na přítomnost dependentních denzit se doplňují skeny na břiše a pro zvětšení rozlišení můžeme následně z uložených

---

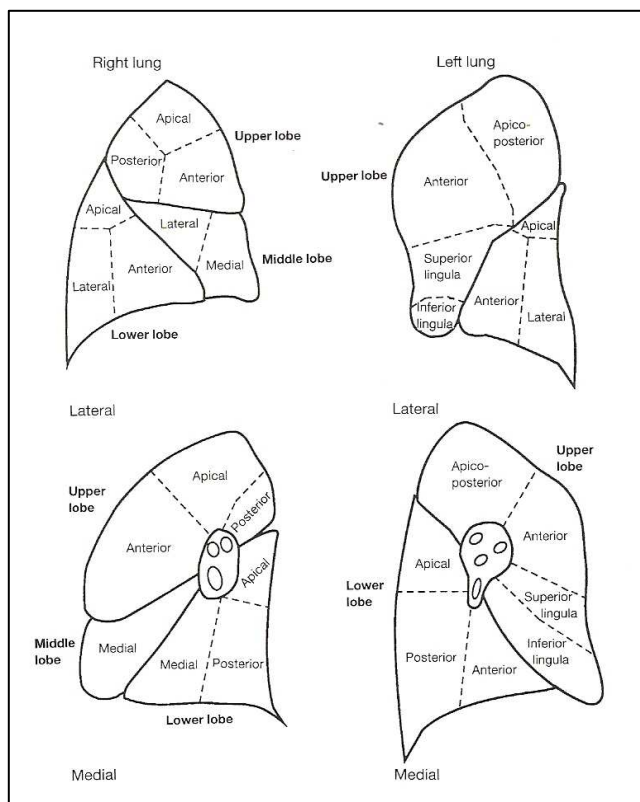
<sup>9</sup> Čihák, R. Anatomie 2 2002, s 207

<sup>10</sup> Čihák R., Anatomie 2 2002, s. 207

<sup>11</sup> Ferda J., Novák M., Kreuzberg B. Výpočetní tomografie 2002, s. 299

hrubých dat rekonstruovat obrazy s FOV zvláště na každé plicní křídlo. Kromě přístrojů s keramickými detektory a možností snímání více skenů při jedné otáčce rentgenky není možné nahrazovat HRCT spirálním CT.

Obrázek 9: Plicní laloky a segmenty <sup>(18)</sup>



## 1.10. Kost skalní

### 1.10.1. Anatomie

Kost skalní (pars petrosa, pyramis) je jedna z částí kosti spánkové. „Kost skalní vznikla na podkladě chrupavky. Uvnitř kosti skalní leží kostěný labyrint tvořený kochleou, vestibulem a předním, zadním a laterálním polokruhovým kanálkem. Z kosti skalní vychází mastoideální výběžek, který jde z chrupavky, a styloidní výběžek, který vychází z hyoidního oblouku.“<sup>12</sup> „Kost skalní je hlavní část, která má podobu

<sup>12</sup> Markalous B., Charvát F. a kol. Zobrazení hlavy (Maxdorf 2000, strana 322)



čtyřboké pyramidy orientované podélnou osou šikmo zezadu zvenčí ke hrotu mediálně a dopředu. Zasahuje šikmo zezadu mezi tělo kosti týlní a velké křídlo kosti klínové.“<sup>13</sup>

### ***1.10.2. Parametry vyšetření***

Mezi indikace na vyšetření kosti skalní metodou HRCT patří porucha sluchu, záněty, dále porucha sluchového či faciálního nervu, různé malformace, choroby skeletu kosti skalní a také traumatická postižení.

Než jde pacient na vyšetření HRCT, měla by být nejprve vyšetřena funkce akustického labyrintu, RTG lebky, base lební a kosti skalní v cílené projekci. Podle výsledků vyšetření se pacient objednává na vyšetření HRCT a následně je informován o průběhu vyšetření. Jestliže se předpokládá aplikace kontrastní látky i.v., měl by být pacient nalačno, ale ne žíznivý.

Toto vyšetření by mělo zobrazit celou kost skalní, popřípadě cévy po intravenózním podání kontrastní látky. Na snímku by měly být zřetelně rozlišené trámčiny a kortikální kosti, také kostní struktury spánkové kosti jako je kochlea, řetězec sluchových kůstek, fenestra ovale, kanál faciálního nervu a labyrint. Dále by mělo být vidět rozlišení vzduchové náplně sklípků kosti skalní, přiléhající části mozečku a mozku, zobrazení hranic mezi bílou a šedou hmotou mozkovou a rozlišení velkých cév po intravenózním podání kontrastní látky.

Poloha pacienta je na zádech pro axiální skeny, na zádech nebo na břiše jsou pro koronární skeny. Rozsah vyšetření by měl být 0,5 cm pod kostí skalní a 0,5 cm nad skalní kostí. Kolimace paprsku bývá obvykle 1 – 3 mm a mezi rekonstrukční algoritmus patří vysoké rozlišení při vyšetření skeletu a standardní při vyšetřování měkkých tkání.

Pohybové artefakty mohou výrazně zhoršit kvalitu, u nekooperujících nemocných je proto potřeba hlavu fixovat nebo použít sedaci.

---

<sup>13</sup> Čihák R. Anatomie 1 (Grada 2001, strana 150)

## **2. CÍL PRÁCE A HYPOTÉZA**

### ***2.1. Cíl práce***

Cílem mé bakalářské práce je zjistit, zda je vyšetření HRCT v oblastech plicní a ORL diagnostiky užívané více než standardní CT vyšetření. Zjištění vycházejí z porovnání počtu provedených vyšetření v Nemocnici Tábor a.s. a Nemocnici v Českých Budějovicích a.s. za poslední tři roky.

### ***2.2. Hypotéza***

Hypotéza: HRCT i CT vyšetření mají své nezastupitelné místo v klinické praxi, avšak HRCT je oproti klasickému CT využíváno častěji.

### 3. METODIKA

V teoretické části bakalářské práce jsem čerpala informace především ze zahraniční literatury a internetu, méně z české literatury. Zpracováním všech dostupných informací vznikla kapitola „Současný stav“.

V praktické části bakalářské práce byly sledováním souborem dvě nemocnice, Nemocnice Tábor a.s. a Nemocnice České Budějovice a.s. Informace o počtu vyšetření v období 1.1.2008 – 31.12.2010 byly se svolením vedoucích laborantů pana Michala Němce Dis. (Nemocnice Tábor a.s.) a pana Mgr. Dušana Hejny (Nemocnice České Budějovice a.s.) získány z nemocničních serverů (NIS a NZIS) a tak jsem mohla zpracovávat výzkum.

Zkoumaným souborem byl počet vyšetření HRCT plic a CT hrudníku v obou nemocnicích za období již zmíněné v předchozím odstavci. Snažila jsem se zjistit, které z metod se používá nejčastěji a zda se vyšetření HRCT dostává do popředí nebo zda zůstává na stejné úrovni, tímto potvrdím nebo vyvrátím hypotézu. Také jsem se snažila zpracovat celkové počty vyšetření v obou nemocnicích, tak i počet vyšetření po měsících. Hodnoty uvádím v příslušných tabulkách a grafech. Dále jsem se zaměřila na porovnání jednotlivých vyšetření mezi dvěma nemocnicemi v období 2008 – 2010, aby bylo zřetelné, která z nemocnic v jihočeském kraji má více daného vyšetření.

## **4. VÝSLEDKY**

### ***4.1. Zkoumaný soubor***

#### ***4.1.1. Výsledky Nemocnice Tábor a.s.***

Ve výzkumu jsou zahrnuti všichni pacienti, kteří na daném oddělení (Radiodiagnostické oddělení) byli vyšetřeni na HRCT plic a CT hrudníku ve všech jeho podobách v uplynulých 3 letech. Tabulky s hodnotami vyšetření jsou uvedeny jednotlivě, každý rok zvlášť, pro lepší přehlednost. Tabulky jsou dále rozděleny na měsíce a druh vyšetření a také jsou zde uvedeny všechny získané hodnoty.

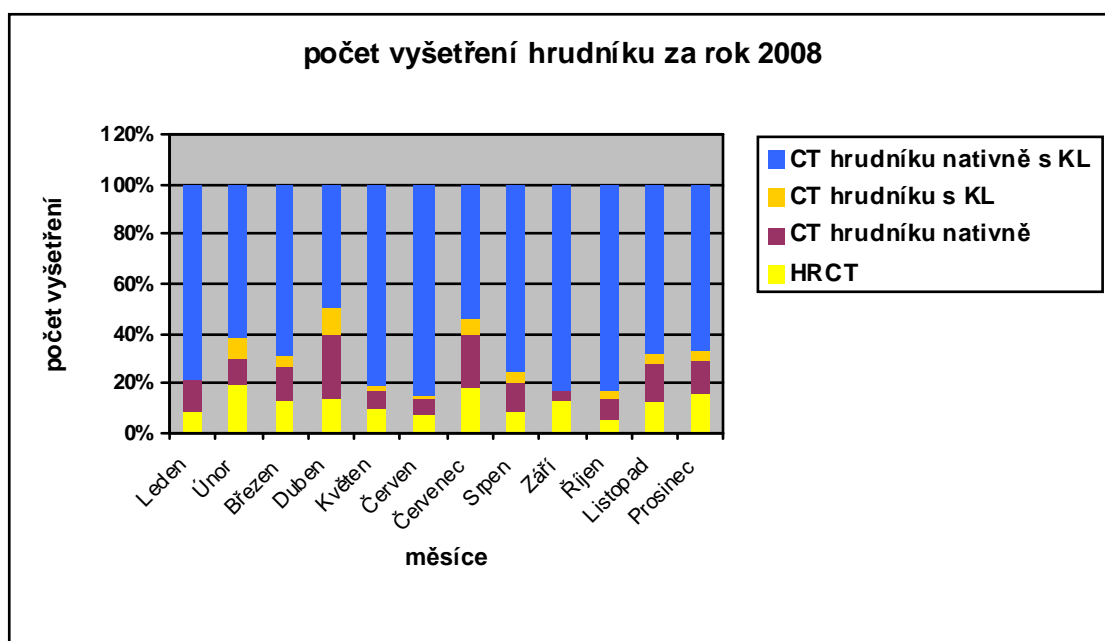
#### **Rok 2008**

Během roku 2008 bylo v Nemocnici Tábor a.s. na Radiodiagnostickém oddělení provedeno 1353 vyšetření plic na CT přístroji. Ze získaných hodnot bylo pouze 10% výkonů provedeno HRCT metodou, zbylých 90% standardním CT. Nejvíce bylo CT vyšetření hrudníku nativně s KL, kdy bylo vyšetřeno 1016 pacientů z celkového počtu 1353 a nejméně bylo provedeno CT vyšetření hrudníku s KL, kdy bylo pouze 44 výkonů. V tabulce 1 jsou uvedeny veškeré výkony, které se na daném pracovišti provedly.

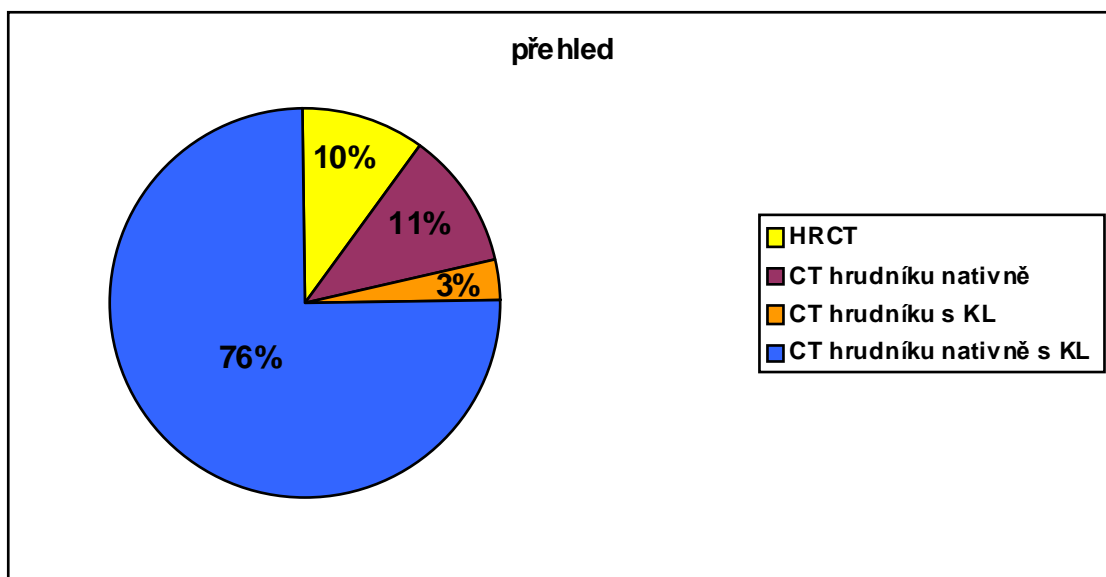
**Tabulka 1: Počet vyšetření plic za rok 2008**

	HRCT	CT hrudníku nativně	CT hrudníku s KL	CT hrudníku nativně s KL
<b>LEDEN</b>	9	15	0	91
<b>ÚNOR</b>	13	7	6	41
<b>BŘEZEN</b>	10	12	3	57
<b>DUBEN</b>	9	18	7	34
<b>KVĚTEN</b>	9	8	2	82
<b>ČERVEN</b>	10	10	1	125
<b>ČERVENEC</b>	14	17	5	42
<b>SRPEN</b>	7	11	4	68
<b>ZÁŘÍ</b>	23	9	0	157
<b>ŘÍJEN</b>	11	22	8	203
<b>LISTOPAD</b>	8	10	3	44
<b>PROSINEC</b>	17	14	5	72
	<b>140</b>	<b>153</b>	<b>44</b>	<b>1016</b>

**Graf 1: Znázornění vyšetření plic**



**Graf 2: Procentuální zastoupení vyšetření plic**



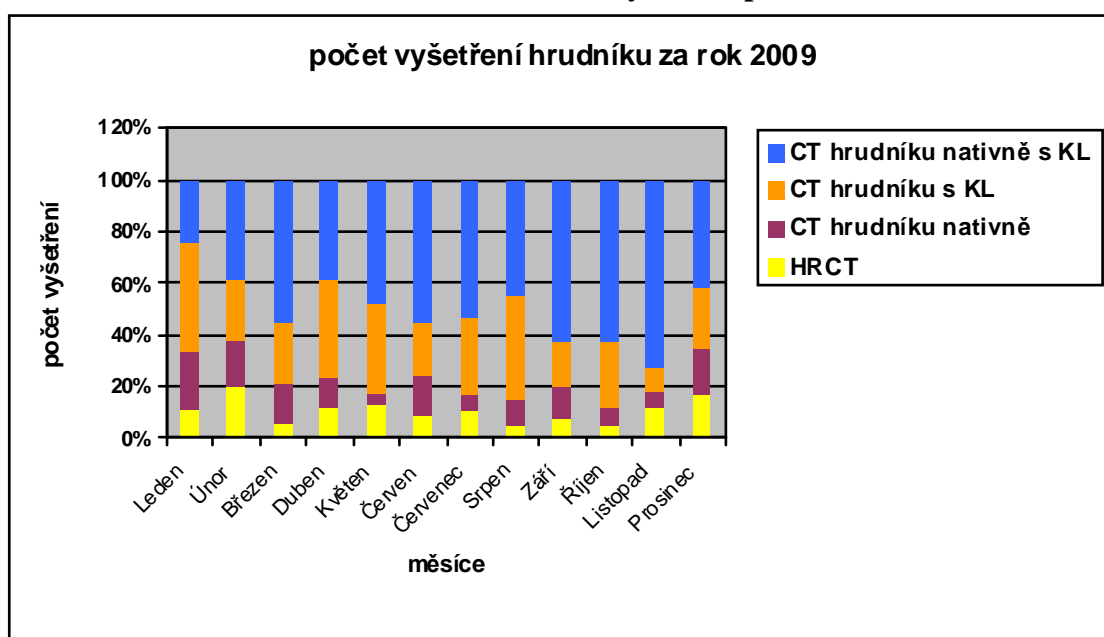
### **Rok 2009**

V roce 2009 bylo celkem provedeno 1616 výkonů. Oproti předchozímu roku podíl vyšetření HRCT klesl o 1%, podíl vyšetření HRCT byl tedy 9%, i když počet výkonů stoupl na 153. Zbýlých 91% vyšetření se provedlo standardním CT. I v tomto roce bylo provedeno nejvíce CT vyšetření hrudníku nativně s KL, kdy se sice počet výkonů snížil na 811, ale je pořád dominantní oproti jiným zkoumaným vyšetřením. U ostatních výkonů, CT hrudníku nativně a CT hrudníku s KL, vzrostl počet vyšetření.

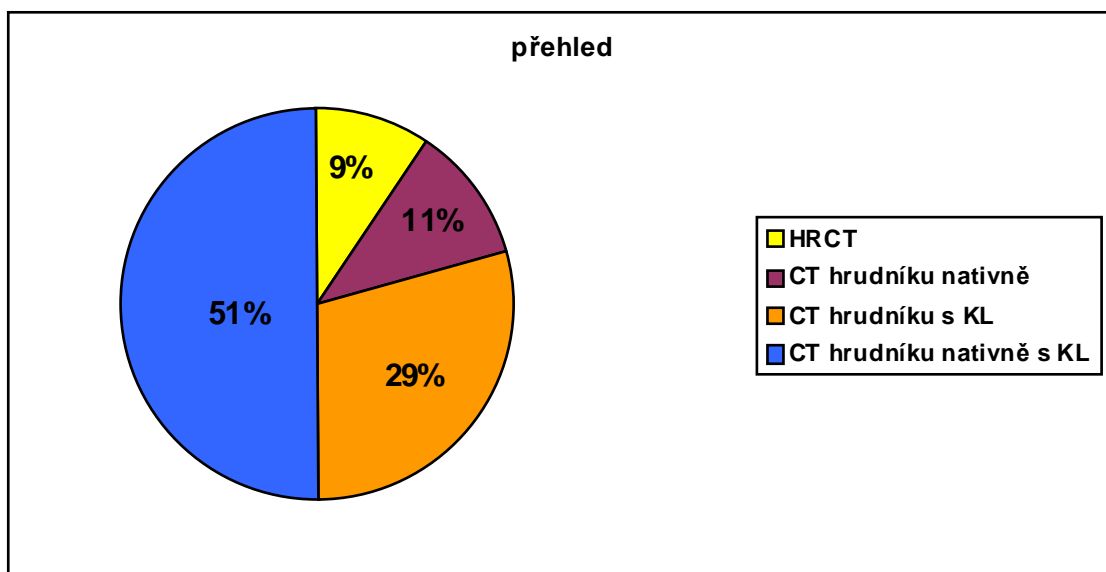
**Tabulka 2: Počet vyšetření plic za rok 2009**

	HRCT	CT hrudníku nativně	CT hrudníku s KL	CT hrudníku nativně s KL
LEDEN	13	26	51	28
ÚNOR	10	9	12	20
BŘEZEN	5	13	20	47
DUBEN	24	22	75	76
KVĚTEN	14	5	39	53
ČERVEN	10	17	22	61
ČERVENEC	17	11	48	86
SRPEN	9	25	92	102
ZÁŘÍ	12	18	25	93
ŘÍJEN	10	14	52	125
LISTOPAD	13	7	10	81
PROSINEC	16	16	23	39
	<b>153</b>	<b>183</b>	<b>469</b>	<b>811</b>

**Graf 3: Znázornění vyšetření plic**



**Graf 4: Procentuální zastoupení vyšetření plic**



### **Rok 2010**

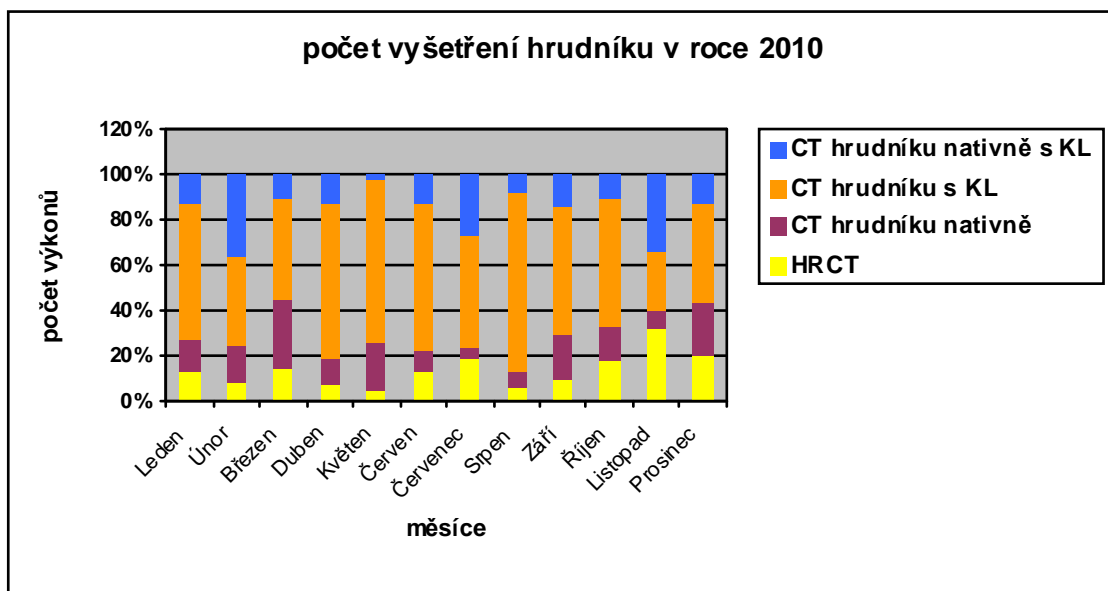
Rok 2010 byl zpracován stejným způsobem, jako roky předešlé. Celkem bylo provedeno 1072 výkonů. Celkový počet vyšetření HRCT metodou klesl, ale procentuální podíl těchto vyšetření oproti loňskému roku vzrostl na 12%. V 88% bylo vyšetření provedeno standardním CT protokolem. Počet vyšetření CT hrudníku nativně s KL klesl na minimum, ale zase stoupl počet vyšetření CT hrudníku s KL.



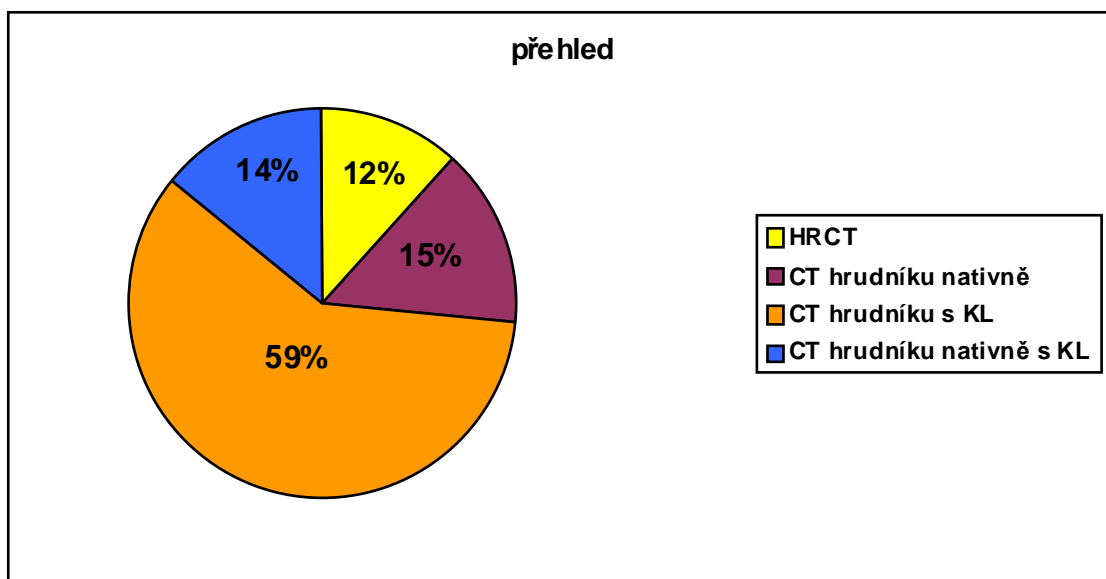
**Tabulka 3: Počet vyšetření plic za rok 2010**

	HRCT	CT hrudníku nativně	CT hrudníku s KL	CT hrudníku nativně s KL
<b>LEDEN</b>	12	12	54	12
<b>ÚNOR</b>	5	9	23	21
<b>BŘEZEN</b>	12	25	37	9
<b>DUBEN</b>	9	16	89	18
<b>KVĚTEN</b>	7	30	102	3
<b>ČERVEN</b>	14	11	72	15
<b>ČERVENEC</b>	17	5	45	25
<b>SRPEN</b>	7	8	91	9
<b>ZÁŘÍ</b>	6	14	39	10
<b>ŘÍJEN</b>	13	12	43	8
<b>LISTOPAD</b>	15	4	12	16
<b>PROSINEC</b>	11	13	25	7
	<b>128</b>	<b>159</b>	<b>632</b>	<b>153</b>

**Graf 5: Znárodnění vyšetření plic**



**Graf 6: Procentuální zastoupení vyšetření plic**



#### **4.1.2. Výsledky Nemocnice České Budějovice a.s.**

Do této části výzkumu jsem zahrнула taktéž pacienty, kteří byli vyšetřeni na Radiodiagnostickém oddělení v Nemocnici České Budějovice a.s. především na HRCT plic a CT hrudníku též v období 3 let. Tabulky jsem zpracovala stejným způsobem. Rozdělila jsem je na každý rok zvlášť a také i na druh vyšetření a na jednotlivé měsíce.

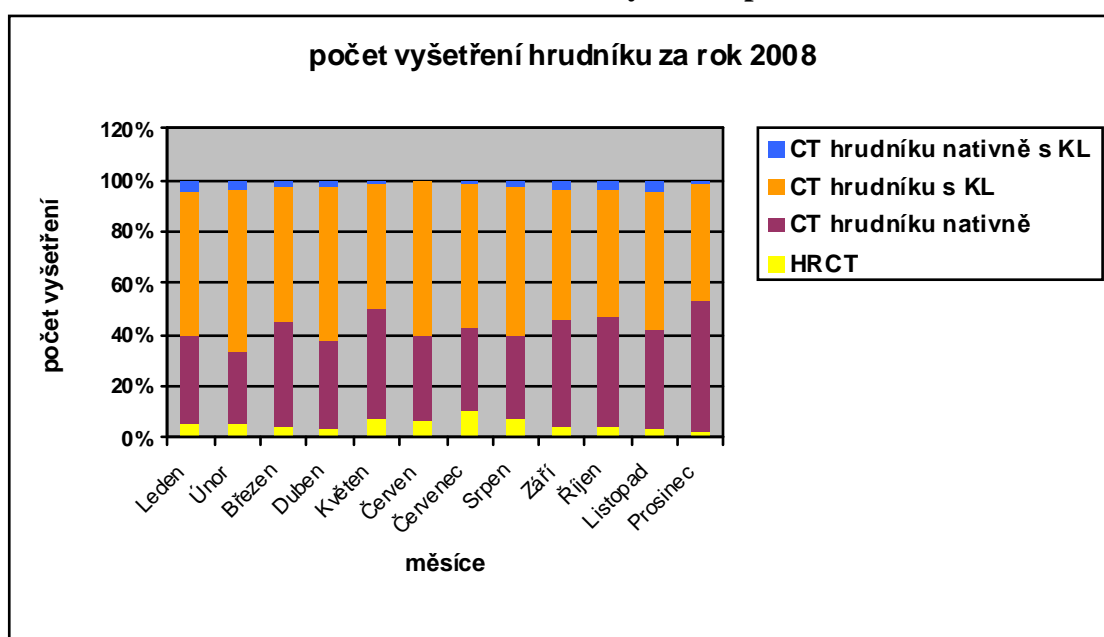
#### **Rok 2008**

Druhým zkoumaným souborem bylo Radiodiagnostické oddělení Nemocnice České Budějovice a.s., kde bylo za rok 2008 provedeno 1362 výkonů jak standardním CT, tak i HRCT metodou. Nejvíce vyšetření bylo provedeno CT hrudníku s KL, což bylo 54% všech vyšetření a nejméně CT hrudníku nativně s KL, kdy se hodnota objevila pouze na 2%. Podíl HRCT činil jen 6% a byl druhou nejméně používanou metodou vyšetření plic v Nemocnici České Budějovice a.s.

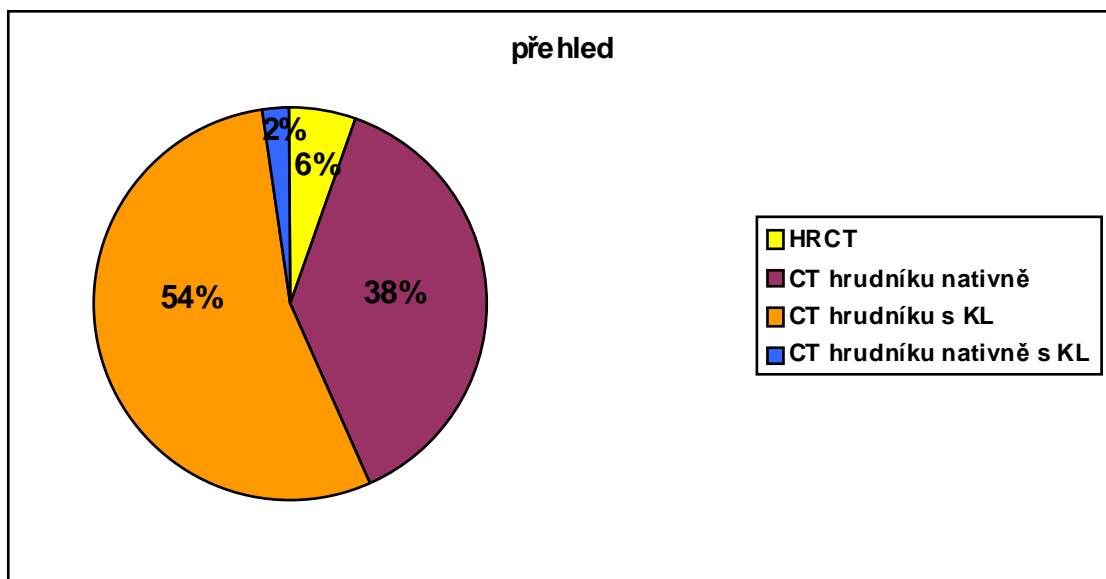
**Tabulka 4: Počet vyšetření plic za rok 2008**

	HRCT	CT hrudníku nativně	CT hrudníku s KL	CT hrudníku nativně s KL
LEDEN	6	40	64	5
ÚNOR	6	28	63	3
BŘEZEN	5	44	57	2
DUBEN	4	43	75	3
KVĚTEN	10	52	60	1
ČERVEN	8	40	71	0
ČERVENEC	14	42	73	1
SRPEN	8	31	58	2
ZÁŘÍ	6	60	72	5
ŘÍJEN	5	48	55	4
LISTOPAD	3	36	50	4
PROSINEC	2	49	43	1
	<b>77</b>	<b>513</b>	<b>741</b>	<b>31</b>

**Graf 7: Znázornění vyšetření plic**



**Graf 8: Procentuální zastoupení vyšetření plic**



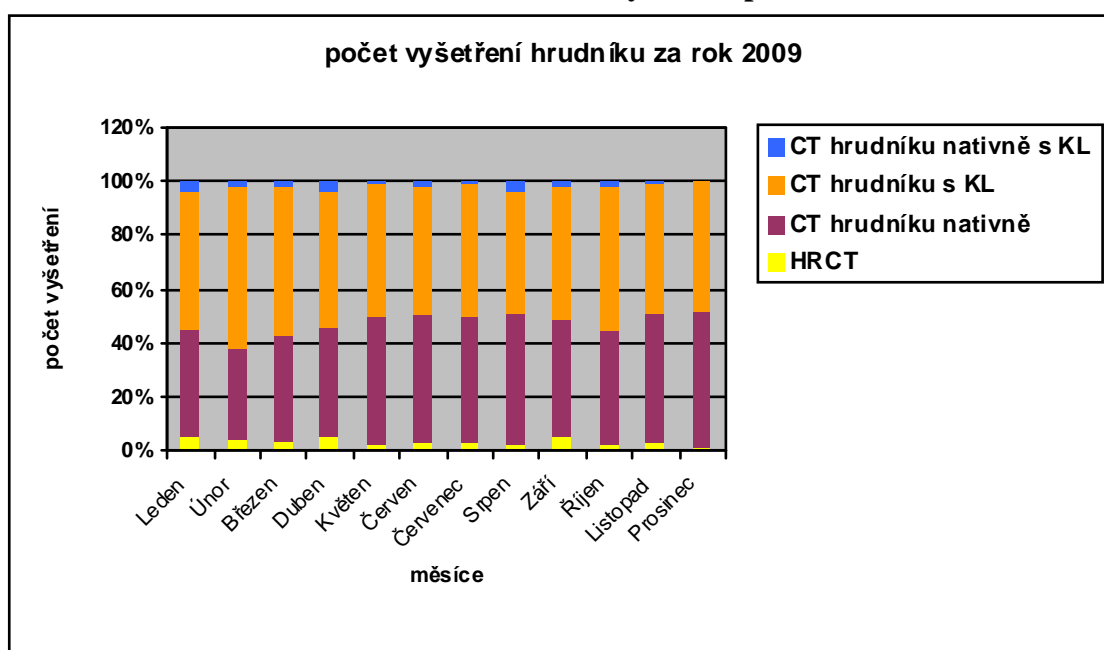
**Rok 2009**

V roce 2009 v Nemocnici České Budějovice a.s. bylo provedeno 1385 výkonů. Podíl HRCT vyšetření se snížil oproti roku 2008 na 3% a zvýšil se podíl vyšetření CT hrudníku nativně na 44%. Dále se snížil podíl vyšetření CT hrudníku s KL z 54% na 51%, což je o 39 výkonů méně než v předešlém roce.

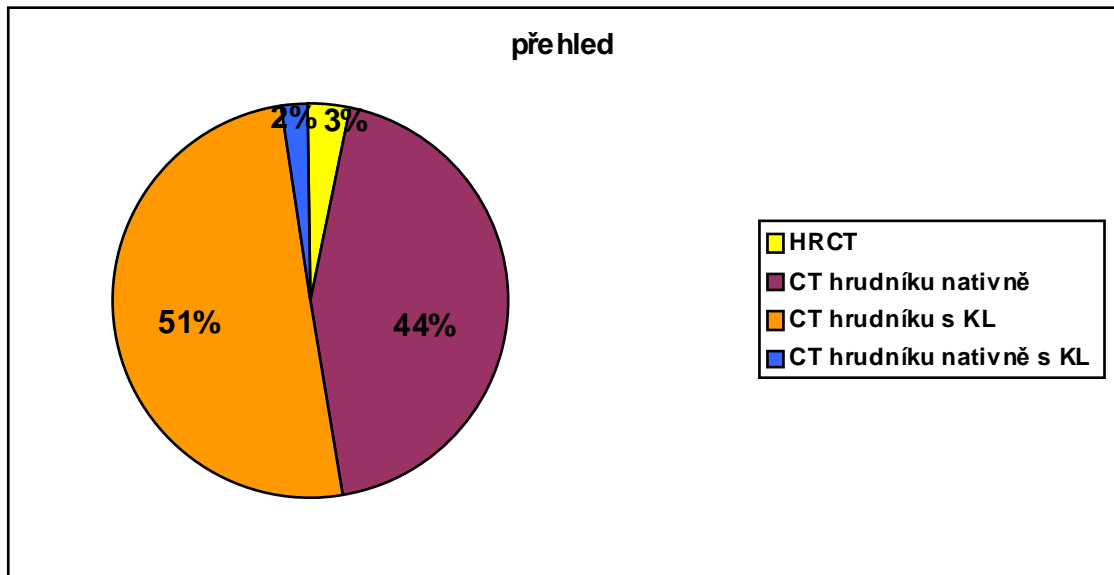
**Tabulka 5: Počet vyšetření plic za rok 2009**

	HRCT	CT hrudníku nativně	CT hrudníku s KL	CT hrudníku nativně s KL
LEDEN	7	52	67	5
ÚNOR	5	43	75	3
BŘEZEN	4	47	66	3
DUBEN	6	49	60	5
KVĚTEN	2	52	54	1
ČERVEN	4	62	61	3
ČERVENEC	3	52	54	1
SRPEN	3	57	54	4
ZÁŘÍ	5	42	48	2
ŘÍJEN	3	51	64	2
LISTOPAD	3	51	52	1
PROSINEC	1	49	47	0
	<b>46</b>	<b>607</b>	<b>702</b>	<b>30</b>

**Graf 9: Znázornění vyšetření plic**



**Graf 10: Procentuální zastoupení vyšetření plic**



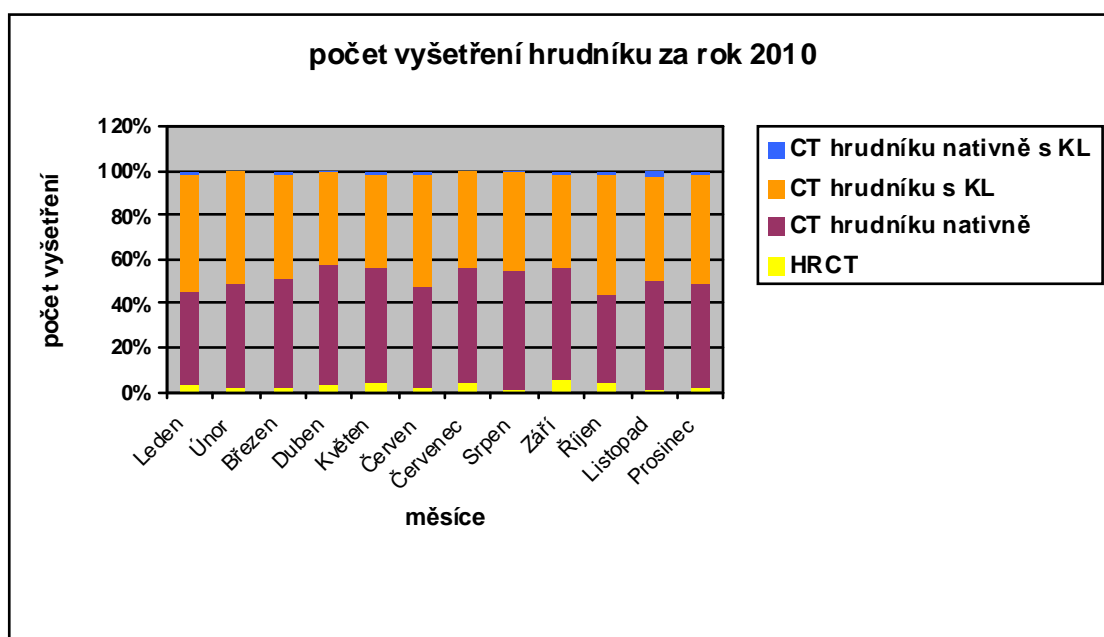
**Rok 2010**

Posledním zkoumaným obdobím na Radiodiagnostickém oddělení v Nemocnici České Budějovice a.s. je rok 2010, kdy bylo provedeno 1254 výkonů. Podíl vyšetření HRCT se i v tomto roce snížil na 2% a podíl vyšetření CT hrudníku nativně s KL se též snížil na 1%. Vyšetření CT hrudníku nativně a CT hrudníku s KL zůstaly přibližně na stejných hodnotách jako v roce předešlém.

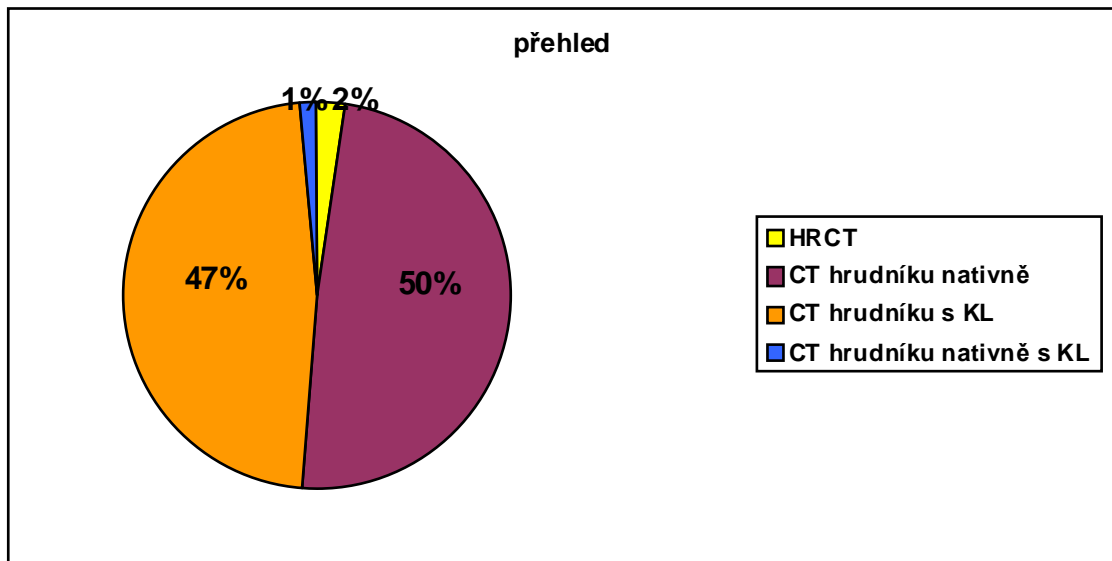
**Tabulka 6: Počet vyšetření plic za rok 2010**

	HRCT	CT hrudníku nativně	CT hrudníku s KL	CT hrudníku nativně s KL
LEDEN	2	30	38	1
ÚNOR	2	46	51	0
BŘEZEN	1	45	42	1
DUBEN	3	57	43	1
KVĚTEN	3	42	34	1
ČERVEN	2	52	58	2
ČERVENEC	4	55	47	0
SRPEN	1	60	49	1
ZÁŘÍ	4	38	32	1
ŘÍJEN	5	40	54	2
LISTOPAD	1	55	53	3
PROSINEC	3	87	89	4
	<b>31</b>	<b>607</b>	<b>590</b>	<b>17</b>

**Graf 11: Znárodnění vyšetření plic**



**Graf 12: Procentuální zastoupení vyšetření plic**



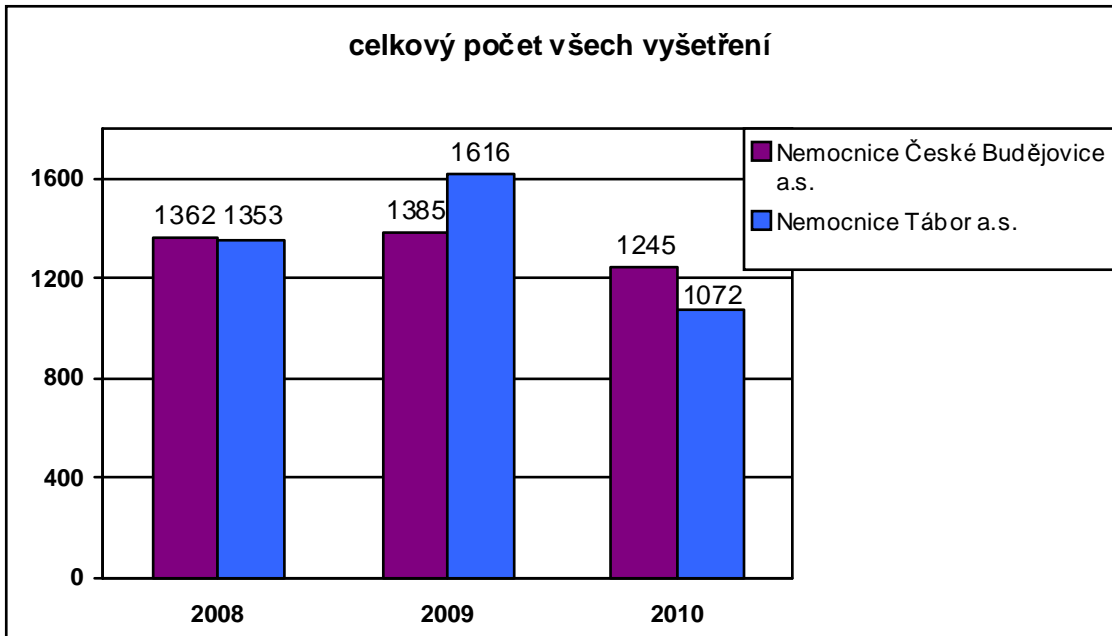
#### **4.2. Porovnání výsledků**

Statistika obsahuje pacienty, kteří byli na daném vyšetření během roku 2008 – 2010 vyšetřeni na Radiodiagnostickém oddělení v Nemocnici Tábor a.s. a Nemocnici České Budějovice a.s. Základem bylo zjistit, kolik vyšetření se celkem na daném pracovišti provedlo. V Nemocnici Tábor a.s. se za zmíněné období provedlo 4041 všech výkonů provedené na CT a v Nemocnici České Budějovice a.s. jich bylo provedeno 3992 výkonů. Již z těchto výsledků lze poznat, že Nemocnice Tábor a.s. provedla oproti Nemocnici České Budějovice a.s. o 49 výkonů více. Co se týká ročního počtu vyšetření za poslední tři roky, má českobudějovická nemocnice přibližně stejné hodnoty, zatímco u táborské nemocnice došlo v roce 2009 k nárůstu počtu vyšetření a v roce 2010 došlo poměrně k velkému poklesu vyšetření, viz graf 13.

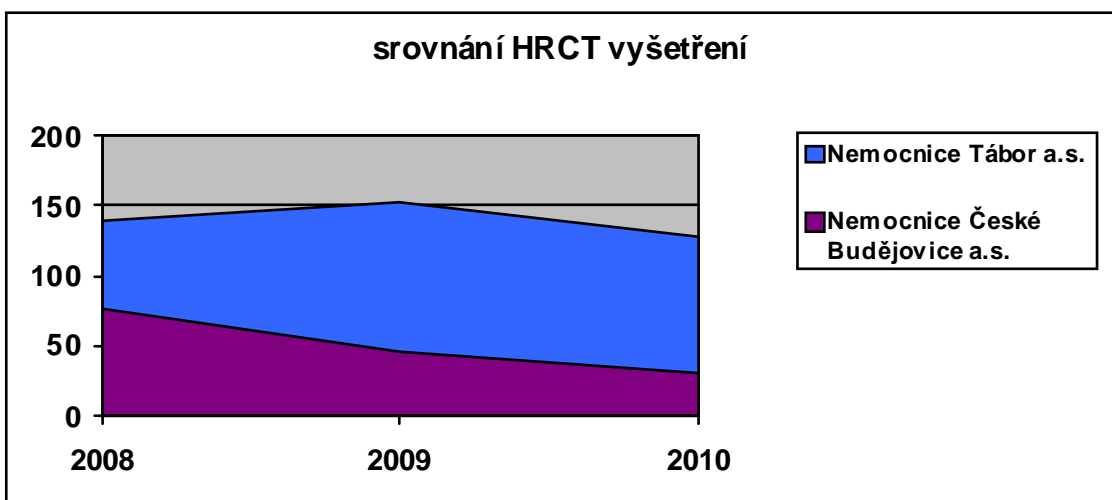
Dále jsem zjišťovala, jaký je rozdíl v počtu vyšetření na dané vyšetření. Mým úkolem bylo srovnání vyšetření HRCT plic, CT hrudníku nativně, CT hrudníku s KL a CT hrudníku nativně s KL mezi oběma pracovišti, viz graf 14 – 17.



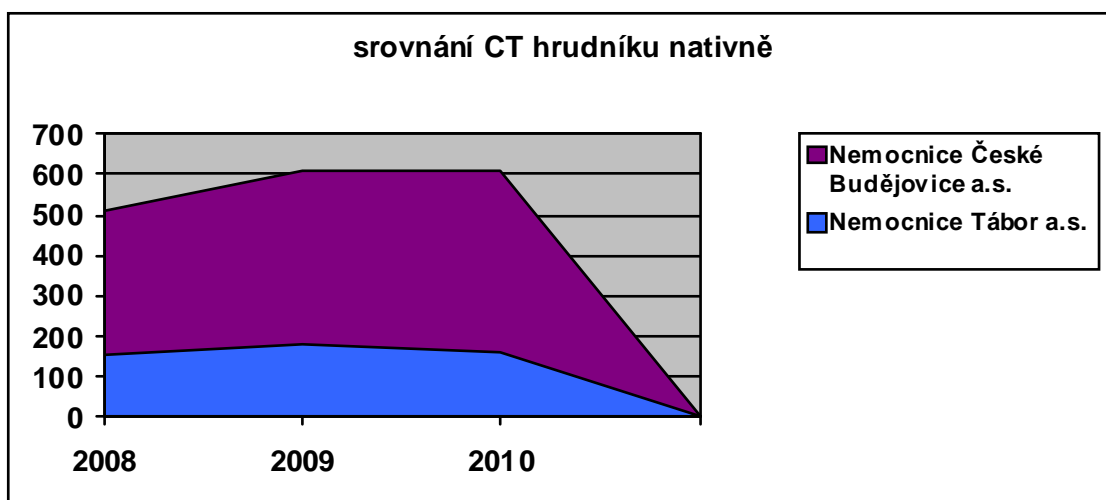
**Graf 13: Přehled všech vyšetření hrudníku v roce 2008 – 2010 v Nemocnici České Budějovice a.s. a Nemocnici Tábor a.s.**



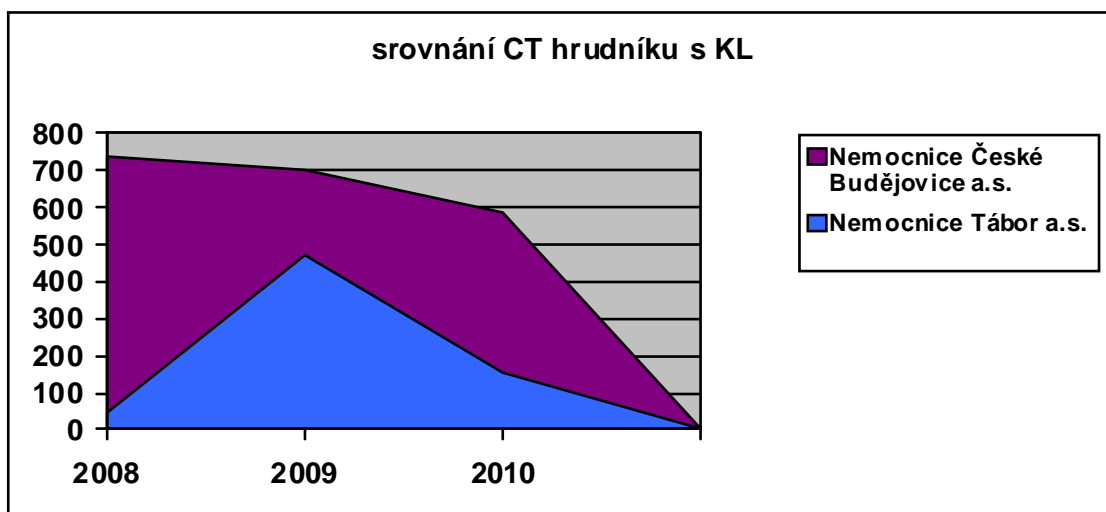
**Graf 14: Srovnání vyšetření HRCT plic v Nemocnici Tábor a.s. a Nemocnici České Budějovice a.s.**



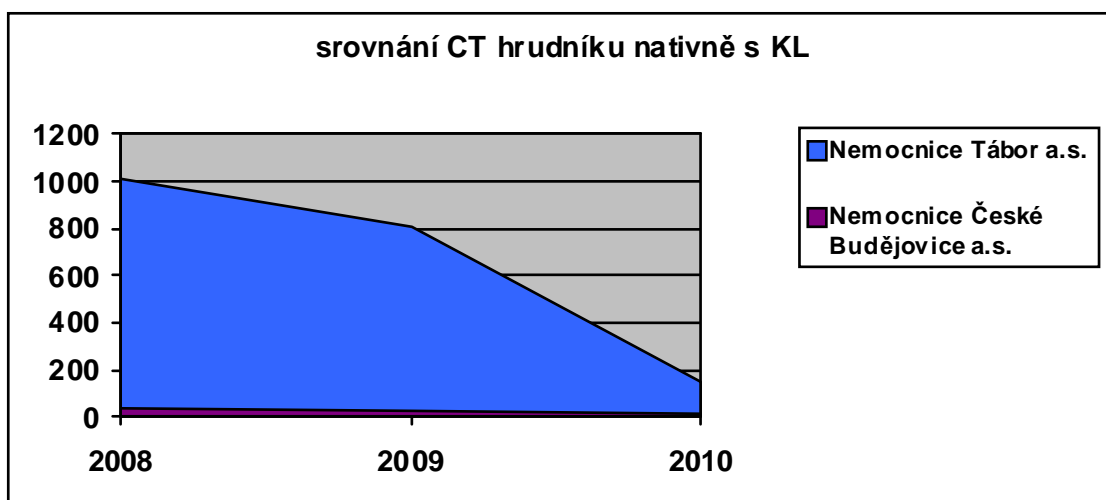
**Graf 15: Srovnání vyšetření CT hrudníku nativně v Nemocnici Tábor a.s. a  
Nemocnici České Budějovice a.s.**



**Graf 16: Srovnání vyšetření CT hrudníku s KL v Nemocnici Tábor a.s. a  
Nemocnici České Budějovice a.s.**



**Graf 17: Srovnání vyšetření CT hrudníku nativně s KL v Nemocnici Tábor a.s. a Nemocnici České Budějovice a.s.**



## 5. DISKUZE

K dispozici jsem měla informace o počtu vyšetření provedených především v oblasti plic. Jedná se o rutinní vyšetření, se kterým se na CT setkáváme v běžném denním provozu, více se setkáváme se standardním CT, s HRCT již méně. Tato vyšetření jsou prováděna v rámci standardních vyšetřovacích protokolů a zvolený algoritmus vyšetření vychází z uvedené klinické diagnózy pacienta, aby výsledné vyšetření přineslo co největší množství validních informací o stavu plicního parenchymu a struktur mediastina, tedy vybírá se co nejvhodnější vyšetření ke stanovení či upřesnění klinické diagnózy. Vzhledem k vývoji vyšetřovacích technik na CT přístrojích lékaři neustále dostávají nové informace o plicních strukturách a díky tomuto vývoji se diferenciální diagnostika plicních onemocnění neustále zpřesňuje.

Základním cílem bakalářské práce bylo zjistit, které ze zkoumaných vyšetření je používané více a které je na ústupu. Ze zjištěných výsledků jsem dospěla k názoru, že vyšetření HRCT není tak používané jako CT hrudníku ve všech jeho podobách, tedy jako klasické nativní vyšetření, vyšetření jen s aplikací KL nebo nativně s KL. Bylo by možné říci, že ačkoli počet vyšetření HRCT klesá, pokles počtu vyšetření CT hrudníku nativně s KL je mnohem rychlejší. V táborské nemocnici během tří let klesl počet vyšetření CT hrudníku nativně s KL z 1016 výkonů na pouhých 153 výkonů. Zatímco v Českých Budějovicích poklesl počet vyšetření z 31 na 17.

Srovnáním dvou nemocnic v jihočeském kraji, jsem dospěla k dalšímu názoru, podle něž velká nemocnice nemusí provádět více výkonů oproti menším nemocnicím jako je táborská nemocnice. Dokladem jsou počty vyšetření, které jsem získala z Nemocnice Tábor a.s. i Nemocnice České Budějovice a.s. Za poslední tři roky se v táborské nemocnici provedlo 421 výkonů HRCT a v českobudějovické nemocnici bylo pouhých 154 výkonů HRCT, tudíž se táborská nemocnice stala vítězem v počtu vyšetření HRCT. Avšak vyšetření CT hrudníku, jak nativně, s KL či nativně s KL, bylo v Táboře provedeno 3620 výkonů, v Českých Budějovicích 3838 výkonů. Srovnáním hodnot HRCT a CT hrudníku lze vidět, že vyšetření HRCT ustupuje a také, že lékaři

dbají na radiační ochranu pacienta, kdy je výrazný pokles vyšetření nativních s KL a nárůst vyšetření jen s KL.

Mohla bych už teď říci, že se mnou stanovená hypotéza nepotvrdila. Průměrný počet vyšetření je sice stejný, ale co se týká vyšetření HRCT vykazuje jejich počet spíše pomalý pokles. Vše je podrobněji uvedeno v tabulkách 1 až 6 a v grafech 1 až 14.

Hodnoty uvedené v předchozí kapitole hovoří o tom, že za zkoumané tři roky se v tábořské nemocnici provedlo 3620 výkonů CT hrudníku a pouze 421 HRCT. Výsledky výzkumu svědčí o tom, že vyšetření CT hrudníku je pořád na prvním místě. I výsledky z českobudějovické nemocnice svědčí o tom, že vyšetření CT hrudníku je dominantní oproti vyšetření HRCT.

## 6. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zjistit, zda je vyšetření HRCT v oblastech plicní a ORL diagnostiky užívané více, než standardní CT vyšetření. Především jsem se zaměřila na vyšetření plic, protože zkoumat i oblast pyramid by bylo příliš náročné.

Hypotéza, kterou jsem si stanovila, se nepotvrdila.

V závěru je třeba okomentovat, že na 64 spirálovým CT je prováděno minimum klasické HRCT metody, protože submilimetrové řezy, které získáme odpovídají parametrům HR a proto je v nemocnici v Českých Budějicích prováděno minimum tohoto vyšetření. Také se provádí málo vyšetření CT hrudníku bez i s KL v jednom vyšetření. Na krajské úrovni se provádí pro traumatologii pouze CT hrudníku nativně na výpotek, s KL při tumorech – uzliny, nebo při příjmu u polytraumat traumatologickým protokolem s KL i.v. hrudník i břišní dutina. Pro lepší přehlednost a na podezření krvácení především do oblasti dutiny břišní.

V táborské nemocnici se provádí podstatně menší množství vyšetření pro traumatologii, těžká traumata se převážně rovnou do nemocnice v Českých Budějovicích. I zde je patrný výrazný pokles vyšetření CT hrudníku nativně s KL, oproti vyšetřením s KL, zde je to dáno spíše spektrem pacientů, zejména u onkologických a rozsah postižení, primární neoplasma, event. meta procesy, pleurální změny či uzlinové postižení. Rozdíl je při primárním záchytu, při event. onkologických kontrolách. Počet vyšetření HRCT je daný poměrně velkou spádovou oblastí a má spíše charakter ozřejmění změn na sumačních snímcích. Pozitivní nálezy jsou konzultovány a směřovány na specializovaná centra.

Závěrem bych chtěla říct, že klasické HRCT plic ubývá z důvodů MDCT, kdy je možno provést vyšetření plic při jednom nádechu či výdechu a milimetrové či submilimetrové skeny jsou dostačující k rekonstrukci HRCT obrazu z provedeného vyšetření, bez nutnosti dalšího vyšetřování a ozařování pacienta.

## 7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. BAKHSHAYESH KARAM, M., MASJEDI, M. R., FADAIZADEH, L., DOKOUHAKI, P., ALINEJAD TAHERY, S., TABATABAII, S. J., SADEGHI, S., Role of HRCT in diagnosing active pulmonary tuberculosis, *Archives of Iranian Medicine*, Iran: 2000, č. 1, Dostupný z: <<http://www.ams.ac.ir/AIM/0031/karam0031.html>>
2. BRUNA, J., SEHR, A., *Celotělová výpočetní tomografie*, 1. vyd. Praha: Avicenum, zdravotnické nakladatelství, n. p. 1988, 392 s.
3. BURGNER, F.A., KORMANO, M., *Differentialdiagnose in der Computertomographie*, 3. vyd. Stuttgart: Thieme, 1997, 384 s. ISBN 3-13-107021-8
4. CETKOVSKÝ, P., BURGETOVÁ, A., Neinvazivní vyšetřování nemocných s plicními komplikacemi: klinické nálezy a zobrazovací metody v diferencíální diagnostice plicních infiltrátů, *Postgraduální medicína*, Praha: 2010, č. 5, Dostupný z: <<http://www.zdn.cz/clanek/postgradualni-medicina-priloha/neinvazivni-vysetrovani-nemocnych-s-plicnimi-komplikacemi-klinicke-nalez-y-a-zobrazovaci-metody-v-diferencialni-diagnostice-plicnich-infiltratu-455840>>
5. ČIHÁK, R., *Anatomie 1*, 2. upr. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s. 2001, 516 s. ISBN 80-7169-970-5
6. ČIHÁK, R., *Anatomie 2*, 2. upr. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s. 2002, 488 s. ISBN 80-247-0143-X
7. ELIÁŠ, P., MÁCA, P., NEUWIRTH, J., VÁLEK, V., *Moderní diagnostické metody: Výpočetní tomografie II.díl*, 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně 1998, 84 s. ISBN 80-7013-294-9
8. FERDA, J., NOVÁK, M., KREUZBERG, B., *Výpočetní tomografie*, 1. vyd. Praha: Galén, Karolinum 2002, 663 s.  
ISBN 80-7262-172-6 (Galén)  
ISBN 80-246-0567-8 (Karolinum)

9. FUKUSHIMA, A., ASHIZAWA, K., YAMAGUCHI, T., MATSUYAMA, N., HAYASHI, H., KIDA, I., IMAFUKU, Y., EGAWA, A., KIMURA, S., NAGAOKI, K., HONDA, S., KATSURAGAWA, S., DOI, K., HAYASHI, K., Application of an Artificial Neural Network to High-Resolution CT: Usefulness in Differential Diagnosis of Diffuse Lung Disease, *American Journal of Roentgenology*, American: 2004, č. 8, 513 s., Dostupný z: <<http://www.pdf-freedownload.com/search/view/view.php?urllink=http%3A%2F%2Fwww.ajronline.org%2Fcgi%2Freprint%2F183%2F2%2F297.pdf&searchx=High%20resolution%20ct%20or%20the%20lung%20webb>>
10. CHIU, L. C., LIPCAMON, J. D., YIU- CHIU, V. S., *Clinical computed tomography for the technologist*, 2nd ed. New York, 1995. 208 s. ISBN 0-7817-0235-6
11. CHUDÁČEK, Z. *Radiodiagnostika I. část*, 1. vyd. Brno: IPVZ Brno, 1995, 293 s. ISBN 80-7013-114-4
12. CHUDÁČEK, Z., HRCT plic – technika vyšetření, CT anatomie, základní typy patologických nálezů, *Medicína pro praxi*, 2010, č. 7, Dostupný z: <<http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2010/06/14.pdf>>
13. MARKALOUS, B., CHARVÁT, F., a kol., *Zobrazení hlavy*, 1. vyd. Praha: Maxdorf s.r.o. 2000, 417 s. ISBN 80-85912-20-1
14. MÍRKA, H., FERDA, J. HRCT plic pomocí multidetektorové výpočetní tomografie, *Česká radiologie*, Praha: 2004, roč. 58, č. 5, s. 322
15. MÜLLER, N.L., FRASER, R.S., COLMAN, N.C., PARÉ, P.D., et al., *Radiologic Diagnosis of Diseases of the Chest*, 1st ed. Philadelphia: Saunders, 2001, 815 s. ISBN 0-7216-8808-X
16. NEKULA, J., HEŘMAN, M., VOMÁČKA, J., KÖCHER, M., *Radiologie*, 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2003, 205 s. ISBN 80-244-0672-1
17. PETTERSSON, H., *A Global TextBook of Radiology I*, 2. sv. Oslo: The NICER Institute, 1995, 1330 s. ISBN 82-990882-3-2



18. PETTERSSON, H., *A Global TextBook of Radiology II*, 2. sv. Oslo: The NICER Institute, 1995, 668 s. ISBN 82-990882-3-2
19. SHARMA, S., MAYCHER, B., Je HRCT nejlepší metodou pro diagnostiku idiopatické intersticiální fibrózy?, *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, Praha: 2007, č. 1, s. 25,  
Dostupný z: <<http://www.co-pulmonary.cz/pdf?id=1948>>
20. STERN, E. J., SWENSEN, S. J., KANNE, J. P., *High- Resolution CT of the Chest*, 3. ed. Philadelphia: High-Resolution CT of the lung 2009, 368 s. ISBN 0-7817-9190-1
21. Syllabus: Halley Project 1998-2000, 2nd Refresher Course Series, Italia: Springer – Verlag 1998, 240 s. ISBN 88-470-0022-X
22. ŠMORANC, P., *Rentgenová technika v lékařství*, 2. vyd. Pardubice: Střední průmyslová škola elektrotechnická a Vyšší odborná škola, 2004, 264 s. ISBN 80-85438-19-4
23. WEBB, R. W., MÜLLER, N. L., NAIDICH, D. P., *High Resolution CT of the Lung*, 4. ed., Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008, 672 s. ISBN 0781722780

## 8. KLÍČOVÁ SLOVA

Mřížka

Obrazová data

Porovnání počtu vyšetření

Výpočetní tomografie

Výpočetní tomografie s vysokou rozlišovací schopností

X – ray

## 9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

1D – jednorozměrný obraz

2D – dvourozměrný obraz

3D – trojrozměrný obraz

CT – computed tomography, počítačová tomografie

event. – eventuelně

FOV – field of view

HRCT – high resolution computed tomography, výpočetní tomografie s vysokým rozlišením

i.v. – intravenózní, aplikace do žíly

KL – kontrastní látka

MDCT – multislice computed tomography, multidetektorová výpočetní tomografie

NIS – Nemocniční informační server

NZIS – Nemocniční zdravotnický informační server

RTG – rentgenové

tzv. - takzvaný

## **10. PŘÍLOHY**

Příloha 1: Rozdíl mezi nádechem a výdechem při vyšetření HRCT

Příloha 2: Útlum pneumatizace spánkové kosti – HRCT v koronární rovině

Příloha 3: Protokol HRCT plic (Nemocnice Tábor a.s.)

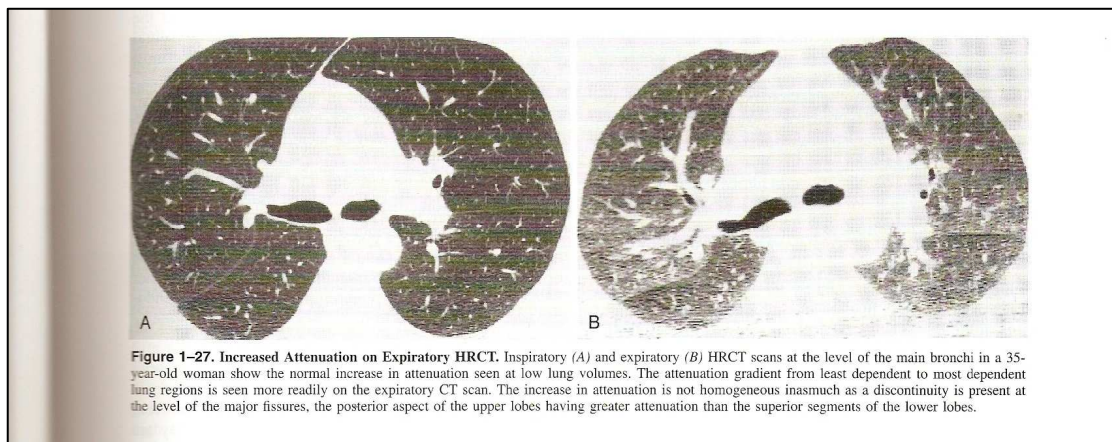
Příloha 4: Protokol HRCT kosti skalní (Nemocnice Tábor a.s.)

Příloha 5: Žádost o poskytnutí dat (Nemocnice Tábor a.s.)

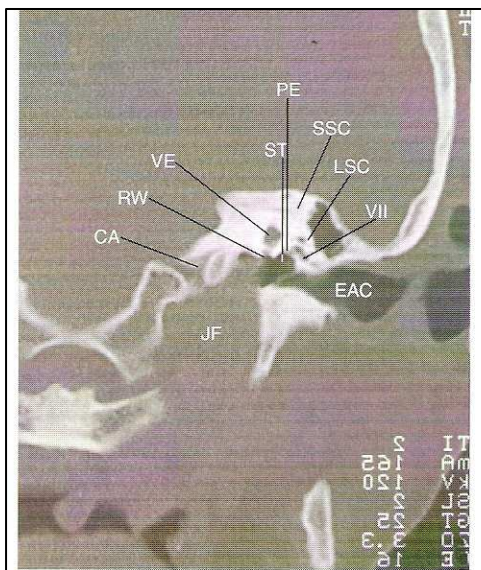
Příloha 6: Žádost o poskytnutí dat (Nemocnice České Budějovice a.s.)

Příloha 7: Soudní ověření o přeložení abstraktu

**Příloha 1: Rozdíl mezi nádechem a výdechem při HRCT <sup>(15)</sup>**



**Příloha 2: Útlum pneumatizace spánkové kosti – HRCT v koronární rovině <sup>(13)</sup>**



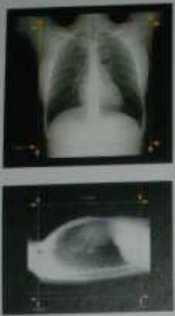
*HRCT koronární rovina*

**Obr. 7.84** Útlum pneumatizace spánkové kosti. Zevní zvukovod (EAC), fossa jugularis (JF), aquaeductus cochleae (CA), jamka okrouhlého okénka (RW), vestibulum (VE), sinus tympani (ST), pyramidální eminence (PE), horní (SSC) a laterální (LSC) semicirkulární kanálek, zadní kolénko n. VII (VII)

### Příloha 3: Protokol HRCT plic

Technik a body 31

#### CT Body – Chest (High Resolution)



**Indications:**  
Asbestosis, interstitial lung fibrosis, industrial lung disease (silicosis), atypical infection, sarcoidosis, bronchiectasis

**Patient preparation:**  
Supine/Feet First

**Imaging protocol: HR Chest HCT (0.5mm)**

Scan Slice Thickness	0.5 mm x 16
Pitch	Fast
kV	120
mA	Expire 3D Standard
Rotation Time	0.5 s

**Scan range:**



Start	Above lung apices
End	Below lung bases
Plane	Straight gantry

**Image reconstruction:**

5/0 mm	Body Standard Axial
(This is for <sup>99m</sup> Tc Exposure calculation, NO reconstruction.)	
1/10 mm	Lung Sharp
Volume	Lung Standard Volume


**Retormoting:**

Multiview	Coronal	Sagittal
Start	Posterior	Left
End	Anterior	Right
Thickness	3 mm	3 mm
Spacing	3 mm	3 mm

## Příloha 4: Protokol HRCT kosti skalní

**CT Head & Neck - IAC (S&S)**



**Indications:**  
Otosclerosis, cholesteatoma, congenital hearing loss, bilateral sensorineural hearing loss, middle ear/mastoid inflammation

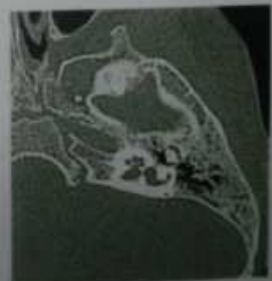
**Patient preparation:**  
Supine/Head First, taking care to position head symmetrically

**Technical protocol (IAC S&S 0.5mm)**  
FOV 80 mm, each side zoomed separately

Scan Slice Thickness	0.5 mm x 4
Filter	TVR
kV	120
mA	250
Rotation Time	0.5 s

**Scan range:**  
Start: Below mastoid tip  
End: Above superior mastoid air cells  
Plane: Parallel to OM baseline

**Image reconstruction:**  
0.5/0.5 mm Bone High Resolution



***Příloha 5: Žádost o poskytnutí dat (Nemocnice Tábor a.s.)***

**Michal Němec, Dis.  
Nemocnice Tábor a. s.  
Kpt. Jaroše 2000/10  
390 03 Tábor**

**Žadatel: Renáta Chylíková**  
Na Skalách 755  
391 11 Planá nad Lužnicí

**Žádost o přístup do nemocničního serveru**

Tímto Vás žádám o přístup do nemocničního serveru, z důvodu získání informací za rok 2008 - 2010 k výzkumu bakalářské práce  
O přístup do nemocničního serveru žádám v době praxe v Nemocnici Tábor a.s., tedy v době od 28. března 2011 do 22. dubna 2011.

V Plané nad Lužnicí dne 15.3.2011

Renáta Chylíková



***Příloha 6: Žádost o poskytnutí dat (Nemocnice České Budějovice a.s.)***

**Mgr. Dušan Hejna**  
**Nemocnice České Budějovice a. s.**  
B. Němcové 585/54  
370 01 České Budějovice 7

**Žadatel:** **Renáta Chylíková**  
Na Skalách 755  
391 11 Planá nad Lužnicí

**Žádost o přístup do nemocničního serveru**

Tímto Vás žádám o přístup do nemocničního serveru, z důvodu získání informací za rok 2008 - 2010 k výzkumu bakalářské práce

O přístup do nemocničního serveru žádám v době praxe v Nemocnici České Budějovice a.s., tedy v době od 14. února 2011 do 25. března 2011.

V Plané nad Lužnicí dne 10.2.2011

Renáta Chylíková

***Příloha 7: Soudní ověření o přeložení abstraktu***

**Interpreter's Statement**

As an interpreter between Czech and English appointed by the decree of the Regional Court in Brno, Czech Republic, on March 2, 2009, under the number Spr. 429/2008, I hereby confirm that this document is a true translation of the original document attached.

I have made the following adjustments in the original: **none**

This translation has been entered in the Interpreter's Book of Records under serial No. **47**.

Brno, April 26, 2011

Eva Žalmanová, MSc.

