

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zdravotně sociální fakulta

**Role radiologického asistenta při využití moderních zobrazovacích metod (CT/MR) v diagnostice diskopatie bederní páteře**

Bakalářská práce

2. května 2011

vedoucí práce: Ester Křištofová  
MUDr. Jiří Lisý, CSc.

## **Abstrakt**

### **The role of the radiology assistant in the use of modern imaging methods (CT/MR) in the diagnosis of discopathy of the lumbar vertebrae**

In this paper I deal with the diagnostic possibilities for discopathy of the lumbar vertebrae. One of the most common illnesses of the lumbar vertebrae at present is prolapsed intervertebral disc, something which is affecting patients more and more often, even younger people. I try to refer to the positives and negatives of two exploratory algorithms, computed tomography and magnetic resonance, and to make reference to the fact that examinations are unnecessarily doubled-up as a result of lack of knowledge of the issue at hand. I would also like to try and prove that in terms of improving the diagnosis of discopathy CT examination is on the wane and MR examination is gaining in importance. I would also like to clearly define the position of the radiology assistant in the entire examination process. The radiology assistant carries out all examinations on his/her own, but even then it is perhaps necessary to talk to the (diagnosing) doctor. While the patient is in the hands of the department of imaging methods, the radiology assistant is responsible for the proper progress of the examination from the technical, anatomical and psychological side of affairs. The paper also tries to offer a true picture of one important part of the work of a radiology assistant: the psychological approach to the patient.

In my work I also attempt to compare the numbers of patients examined for prolapsed intervertebral disc at Motol Teaching Hospital between 2006 and 2010. I would also like to substantiate my assertion that the number of younger people being examined for this is rising and that the number of CT examinations is falling, while the number of MR examinations is rising.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci 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 – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zdravotně-sociální fakultou – elektronickou podobou 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.

24.4.2011

.....  
podpis studenta

Děkuji svému vedoucímu práce, MUDr. Jiřímu Lisému, CSc., za velmi přínosné vedení mé bakalářské práce a za odbornou pomoc při jejím zpracování.

# OBSAH

ÚVOD .....	7
<b>1 SOUČASNÝ STAV .....</b>	<b>8</b>
1.1 ANATOMIE.....	8
1.2 PATOLOGIE.....	11
1.3 PSYCHOLOGICKÝ PŘÍSTUP K PACIENTOVI.....	12
1.3.1 <i>Komunikace s dítětem</i> .....	12
1.3.2 <i>Komunikace s nemocným s problémovým chováním...</i> .....	13
1.3.3 <i>Komunikace s depresivním, neurotickým nebo úzkostným pacientem</i> .....	13
1.3.4 <i>Komunikace s psychiatricky nemocným pacientem</i> .....	13
1.3.5 <i>Komunikace s pacientem se změnami intelektu</i> .....	14
1.3.6 <i>Komunikace s pacientem s poruchou sluchu...</i> .....	14
1.3.7 <i>Komunikace s nevidomým pacientem</i> .....	14
1.3.8 <i>Komunikace s tělesně postiženým pacientem</i> .....	15
1.3.9 <i>Komunikace s pacientem z některých církví a náboženských hnutí, příp. sekt</i> .....	15
1.4 ADMINISTRATIVNÍ SOUČÁSTI VYŠETŘENÍ .....	16
1.4.1 <i>Národní a místní standardy</i> .....	16
1.4.2 <i>Ochrana osobních údajů pacientů</i> .....	17
1.4.3 <i>Průvodní list k rtg vyšetření, neboli žádanka</i> .....	17
1.5 RADIAČNÍ OCHRANA .....	18
1.6 VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE (CT) .....	19
1.6.1 <i>Princip CT</i> .....	19
1.6.2 <i>Přístrojové vybavení</i> .....	21
1.6.3 <i>Vyšetřovací protokol</i> .....	24
1.6.4 <i>Role radiologického asistenta</i> .....	25
1.6.5 <i>Kontraindikace</i> .....	25
1.7 MAGNETICKÁ REZONANCE (MR) .....	26
1.7.1 <i>Historie MR</i> .....	222
1.7.2 <i>Princip MR</i> ... ..	222
1.7.3 <i>Přístrojové vybavení</i> .....	31
1.7.4 <i>Vyšetřovací protokol</i> .....	33
1.7.5 <i>Role radiologického asistenta</i> .....	35
1.7.6 <i>Kontraindikace</i> .....	322
1.7.6.1 <i>Absolutní kontraindikace</i> .....	37

1.7.6.2	Potenciálně nebezpečné kontraindikace.....	37
1.7.6.3	Kontraindikace bezpečné.....	37
1.7.7	Kontrastní látky .....	37
<b>2</b>	<b>CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY .....</b>	<b>39</b>
2.1	CÍL PRÁCE .....	39
2.2	HYPOTÉZY .....	39
2.2.1	Stoupá počet mladých pacientů s diskopatií bederní páteře .....	39
2.2.2	Klesá počet vyšetření bederní páteře na CT, ale stoupá počet MR vyšetření .....	39
2.2.3	CT vyšetření je z časového a ekonomického hlediska výhodnější .....	40
<b>3</b>	<b>METODIKA .....</b>	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>VÝSLEDKY.....</b>	<b>42</b>
4.1	POROVNÁNÍ PACIENTŮ S CT/MR VYŠETŘENÍMI DLE RŮZNÝCH KRITÉRIÍ .....	42
4.1.1	Porovnání počtu pacientů za rok 2010 s CT, MR nebo s CT i MR vyšetřením .....	42
4.1.2	Porovnání počtu pacientů za rok 2010 dle věku a absolvovaného vyšetření .....	43
4.1.3	Počet mužů dle věku, kteří v roce 2010 podstoupili jedno nebo obě vyšetření.....	44
4.1.4	Počet žen dle věku, které v roce 2010 podstoupily CT, MR nebo obě vyšetření.....	45
4.2	POROVNÁNÍ PACIENTŮ DO 25 LET S CT, MR NEBO CT I MR V LETECH 2006-2010 .....	46
4.2.1	Počet pacientů do 25 let, kteří podstoupili některé z vyšetření v roce 2006 .....	46
4.2.2	Počet pacientů do 25 let, kteří podstoupili některé z vyšetření v roce 2007 .....	47
4.2.3	Počet pacientů do 25 let, kteří podstoupili některé z vyšetření v roce 2008... ..	48
4.2.4	Počet pacientů do 25 let, kteří podstoupili některé z vyšetření v roce 2009.....	49
4.3	CELKOVÝ POČET PACIENTŮ V LETECH 2006-2010 S VYŠETŘENÍM BEDERNÍ PÁTEŘE .....	50
4.4	POČET CT A MR VYŠETŘENÍ DLE INDIKACÍ .....	51
4.5	POČET CT A MR VYŠETŘENÍ V LETECH 2006-2010 .....	52
4.6	POROVNÁNÍ FINANČNÍCH NÁKLADŮ JEDNOTLIVÝCH VYŠETŘENÍ .....	53
4.7	POROVNÁNÍ ČASOVÉ NÁROČNOSTI JEDNOTLIVÝCH VYŠETŘENÍ .....	54
4.8	POROVNÁNÍ RADIAČNÍ ZÁTĚŽE PACIENTA NA OBOU VYŠETŘOVACÍCH MODALITÁCH( .....	54
<b>5</b>	<b>DISKUZE.....</b>	<b>55</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>58</b>
	<b>LITERATURA.....</b>	<b>60</b>
	<b>KLÍČOVÁ SLOVA .....</b>	<b>63</b>

## Úvod

V současné době patří výhřez meziobratlové ploténky k jednomu z nejčastějších onemocnění bederní páteře. Postihuje pacienty stále častěji a to i osoby v mladším věku. Jeho četnost celospolečensky stoupá.

Degenerativní změny meziobratlové ploténky jsou často důvodem vzniku vertebrogenních poruch a také zdrojem bolesti. Bolest v oblasti bederní páteře je jedním z prvních příznaků tohoto onemocnění. Podezření na výhřez je nutné ověřit i za pomoci zobrazovacích metod.

Mojí snahou bude přesně popsat jednotlivé vyšetřovací algoritmy a jejich využití při diagnostice diskopatie bederní páteře. Mezi základní vyšetřovací metody kromě standardních rentgenových snímků patří CT a zejména MR. Výhodou CT je rychlost vyšetření a velmi dobré zobrazení skeletu páteře. Výhodou MR je vysoce kvalitní zobrazení měkkých částí páteře.

Chtěla bych také jasně definovat postavení radiologického asistenta v celém vyšetřovacím procesu. Radiologický asistent sice provádí veškerá vyšetření samostatně, ale i tak je třeba domluvy s lékařem – diagnostikem. Během pobytu pacienta na oddělení zobrazovacích metod je radiologický asistent zodpovědný za řádný průběh vyšetření jak po technické, tak i anatomické nebo psychologické stránce.

Ve své práci bych chtěla shrnout klady a zápory obou vyšetřovacích algoritmů a poukázat na to, že z neznalosti problematiky dochází ke zdvojeným a tudíž nadbytečným vyšetřením. Také bych se ráda pokusila dokázat, že v rámci zlepšení diagnostiky diskopatie dochází k útlumu CT vyšetření a zároveň na významu nabývá vyšetření na MR

# 1 Současný stav

## 1.1 Anatomie

Páteř tvoří osovou kostru trupu. Skládá se ze 33 až 34 obratlů. Páteř člověka se skládá ze 7 krčních obratlů, 12 hrudních obratlů, 5 bederních obratlů, 5 křížových obratlů srostlých v kost křížovou a 4-5 kostrčních obratlů spojených v kost kostrční. (obr.č.1)

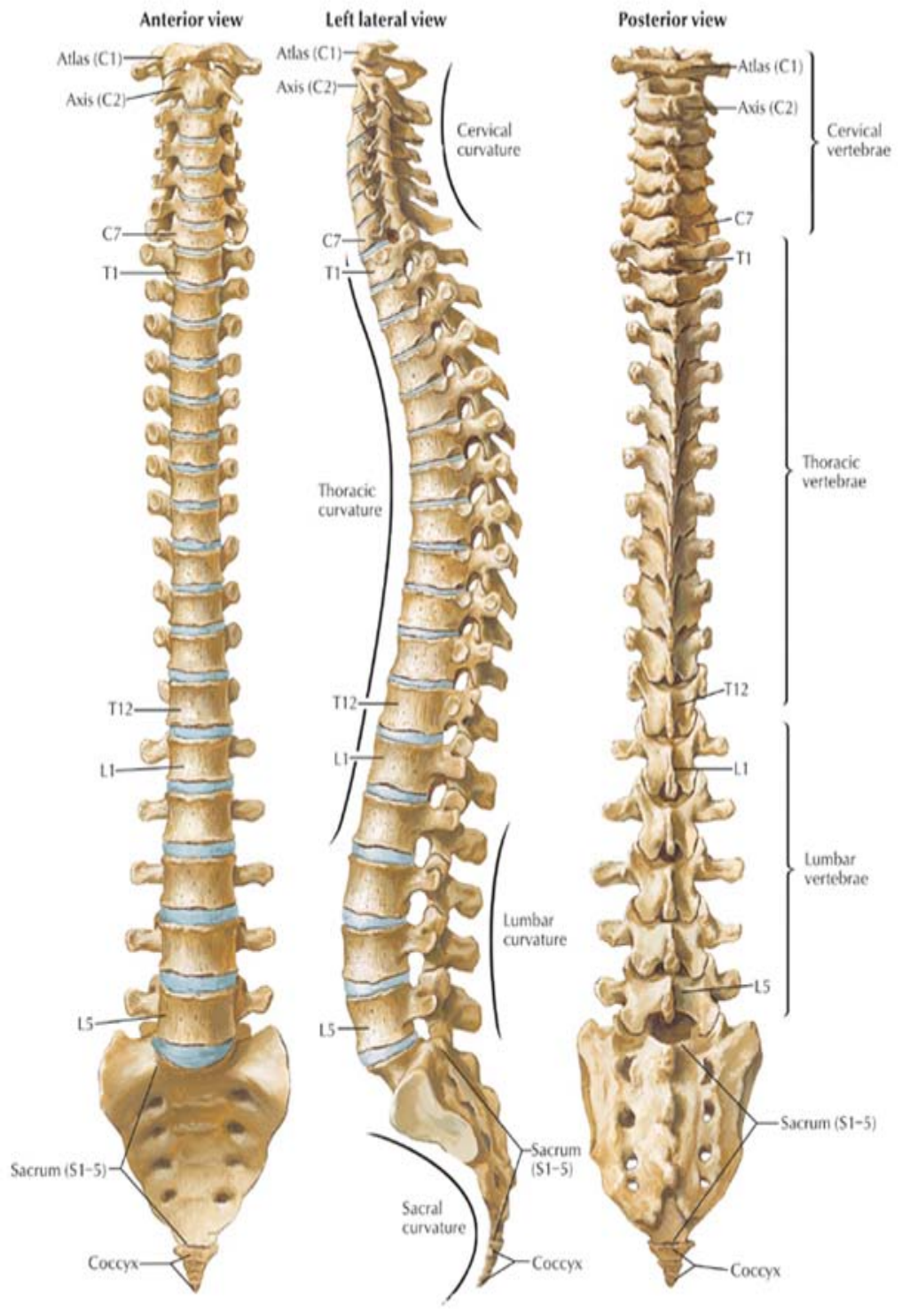
Obratel se skládá z ventrálně uloženého těla obratle, na jehož zadní ploše je mnoho otvorů pro vstup nervů a cév. Dorzálně od těla odstupuje obratlový oblouk, jehož užší část, tzv. pedikl, připojuje oblouk po obou stranách k zadní ploše obratlového těla. Zadní část oblouku obemyká míchu. Spojením těla obratle a oblouku vzniká obratlový otvor. Každý obratel má nahoře i dole v místě pediklu zářez. Mezi zářezy sousedních obratlů vzniká meziobratlový prostor ústící do páteřního kanálu.

Z obratlového oblouku odstupuje celkem 7 výběžků, které slouží k pohyblivosti obratle a jsou místem svalových úponů. Jde o 4 výběžky kloubní, 2 výběžky příčné a 1 výběžek trnový. (obr.č.2)

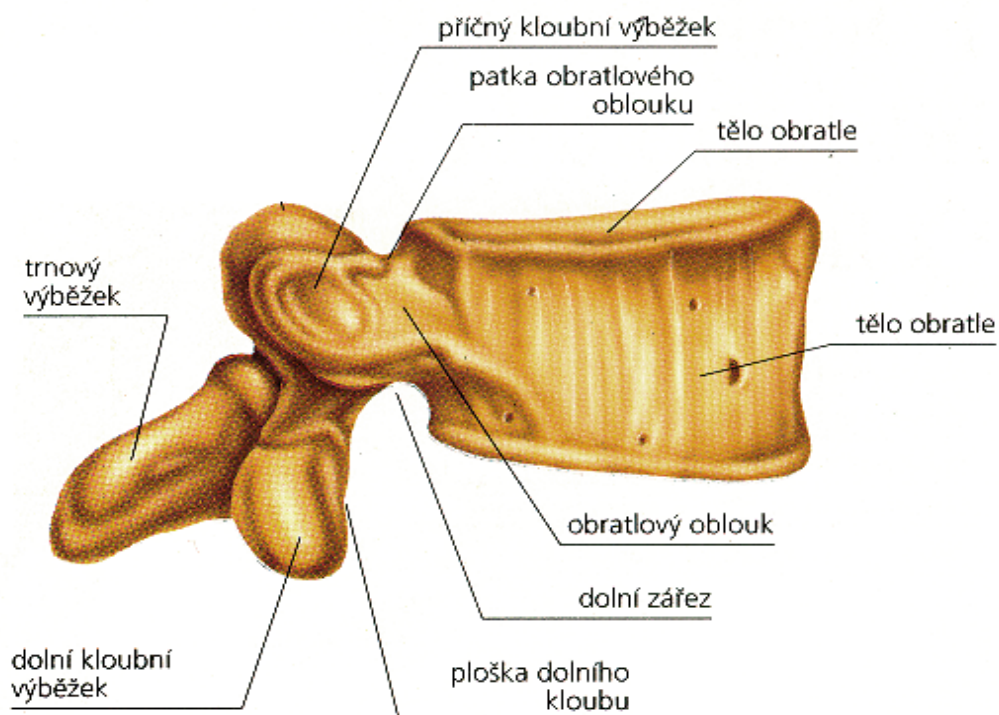
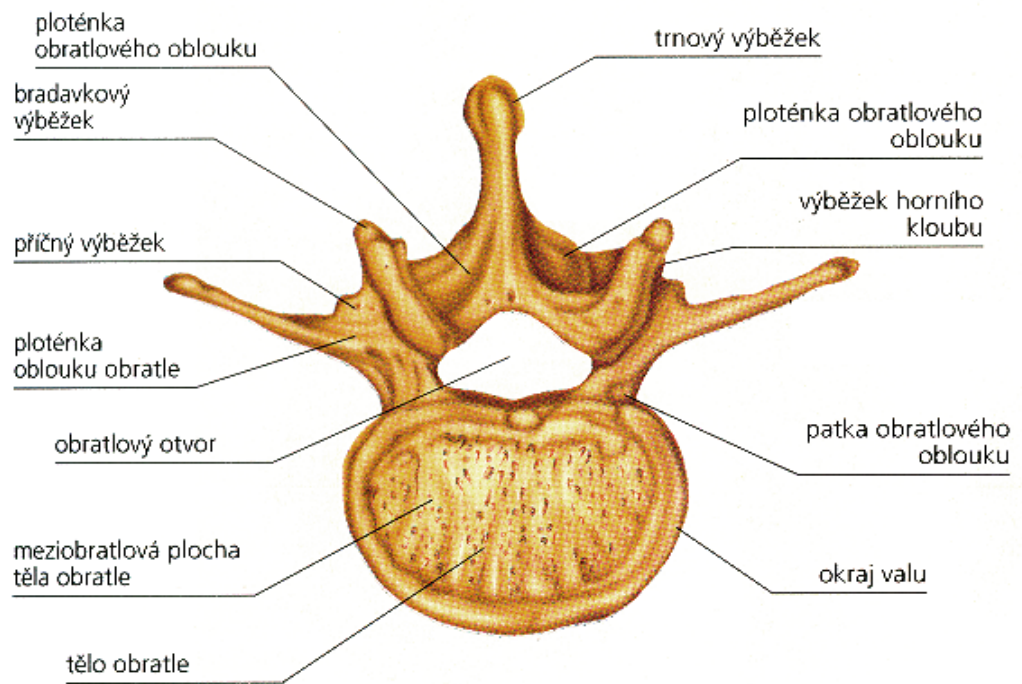
Cévní zásobení páteře je zajištěno tepennými větvemi extraspinálního cévního systému. V oblasti bederní páteře je tvořen nepárovými větvemi aorty, společnou a vnitřní ilickou tepnou. Současně s tepnami probíhají odpovídající žilní kmeny.

Na páteři jsou tři druhy spojení. Za prvé chrupavčité spojení, které je tvořeno meziobratlovými ploténkami. Ty jsou vytvořeny pouze v pohyblivé části páteře mezi těly sousedních obratlů. Vlastní ploténku tvoří vazivová chrupavka, která na obvodu přechází v husté fibrózní vazivo – anulus fibrosu. Každá ploténka obsahuje vrstvičky hyalinní chrupavky. Druhé spojení je vazivové, které je tvořeno vazy a to dlouhými a krátkými. Posledním druhem spojení je kloubní, které je tvořeno pomocí kloubních výběžků sousedních obratlů.





Obr.č.1 zobrazení všech obratlů páteře



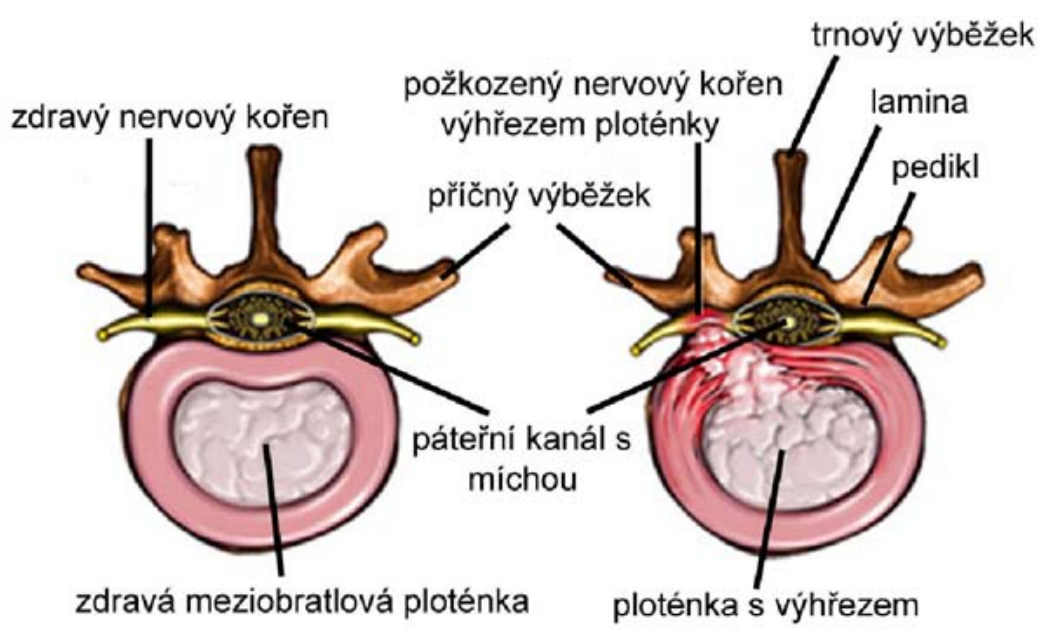
Obr.č.2 zobrazení obratle bederní páteře v axiálním a sagitálním směru

## 1.2 Patologie

Diskopatie jsou onemocnění meziobratlové ploténky, mezi něž patří prolaps neboli výhřez. Slovník medicíny říká, že „prolaps je vyhřeznutí nebo vysunutí určitého orgánu nebo jeho části směrem dolů nebo ven, obvykle ochabnutí jeho podpůrného aparátu“. V případě prolapsu meziobratlové ploténky jde o výhřez pulpózního jádra ploténky, který způsobuje útlak kořenů míchy a tzv. kořenový syndrom. V oblasti bederní páteře vzniká nejčastěji. Obvykle ploténka vyhřezne do páteřního kanálu, méně často do strany. (obr.č.3)

Základními příznaky tohoto onemocnění je omezení hybnosti, poruchy citlivosti, stažení svalů kolem páteře a v případě delšího trvání i atrofie svalové hmoty. Jde-li o útlak míšních sakrálních kořenů vznikají navíc obtíže v oblasti močového měchýře, konečníku, - tzv. syndrom kaudy.

Léčba může být konzervativní, pomocí obstříků, fyzioterapie nebo akupunktury. V těžších případech je nutná chirurgická léčba s následnou rehabilitací.



Obr.č.3 zobrazení zdravé ploténky bederní páteře a ploténky s výhřezem v axiálním pohledu

### ***1.3 Psychologický přístup k pacientovi***

Aktuální stav pacienta ovlivňuje jeho schopnost dobře komunikovat, porozumět situaci nebo významu sdělení. Často pacienti považují nedostatek informací za nejobtížnější součást role nemocného. Dobře komunikovat neznámá jen zvolit slova, ale i věnovat se rychlosti řeči, hlasitosti, výšce hlasu i délce projevu. Význam sdělení podtrhuje intonace. Sdělení musí být stručné a jasné. Musíme používat běžné slovní obraty. Zdlouhavé opisování situace nebo používání posluchači neznámé terminologie je neefektivní. Stejně tak je nevhodné zahltit pacienta velkým množstvím informací. Stručná informace působí profesionálně. Po stručném sdělení je třeba ponechat prostor pro dotazy. Během rozhovoru ověřujeme, zda pacient sdělení porozuměl.

K pacientovi bychom se měli od jeho prvního vstupu na radiodiagnostické oddělení chovat dle zásad slušného chování, laskavě a trpělivě. Je nanejvýš žádoucí se pacientovi před začátkem rozhovoru představit. S pacientem je třeba vést informační rozhovor, kdy mu nejen poskytneme všechny potřebné informace, ale musíme s ním pohovořit i o jejich významu. Během tohoto rozhovoru je třeba získat od pacienta jeho anamnézu, abychom měli představu nejen o zdraví a psychice pacienta, ale také abychom mohli odhalit případné kontraindikace vyšetření. Vzhledem k urychlení vyšetření byl zaveden písemný formulář, tzv. informovaný souhlas, kdy pacient nejen s určitým výkonem souhlasí, ale také rozumí tomu, s čím souhlasí. Důraz v těchto rozhovorech je kladen na jasnost, srozumitelnost, stručnost a citlivost při sdělování informací.

#### ***1.3.1 Komunikace s dítětem***

K vyšetření by mělo dítě do 15 let věku přicházet s některým z rodinných příslušníků. Dítě pak ve většině případů mnohem lépe spolupracuje, neboť odpadá strach z cizího prostředí a neznámého vyšetření. V případě vyšetření na MR je vhodné, aby rodič byl s dítětem ve vyšetřovací místnosti. Toto vyšetření je v mnoha případech

zdlouhavé a přítomnost známé osoby dítě uklidňuje. Dítěti nesmíme lhát, trpělivě mu vše vysvětlujeme. Klademe vhodné otázky s ohledem na věk dítěte, abychom si ověřili, že vše pochopilo. Používáme jednoduchý slovník, krátké a srozumitelné věty. Připravujeme ho na bolest, která může vyšetření provázet. Vždy ho chválíme a oceňujeme jeho snahu.

### ***1.3.2 Komunikace s nemocným s problémovým chováním***

Při jednání s takovým pacientem je třeba vždy zachovávat klid, chovat se vlídně. Naprosto vyloučeno je odpovídat na agresi ze strany pacienta protiútokem. Je vhodné vyslechnout pacientovu stížnost a zachovat odpovídající postoj. Nesmíme pacienta odsuzovat za jeho projevy ani vyjadřovat nesouhlas s jeho chováním. Je namístě projevit zájem o situaci nemocného, snažit se ho pochopit.

### ***1.3.3 Komunikace s depresivním, neurotickým nebo úzkostným pacientem***

Je třeba dávat najevo pochopení pro stav i situaci nemocného. Umožnit nemocnému reagovat podle svého aktuálního stavu. Vhodný je klidný přístup, nejlépe v soukromí. Je dobré poskytnout dost času na rozhovor, během kterého dojde ke zklidnění. Musíme podávat přesné informace, zvolit vhodný komentář, případně nabídnout konzultaci s lékařem. Pozitivně reagujeme na pacientovy otázky, event. opakujeme informace.

### ***1.3.4 Komunikace s psychiatricky nemocným pacientem***

Musíme zachovávat empatický postoj a snažíme se pochopit situaci s ohledem na psychické změny nemocného. Musíme ponechat dostatek prostoru a času. Volím jednoduchá slovní spojení, vyhýbáme se naléhání a přesvědčování. Respektujeme intimní zónu nemocného. Průběžně se ujišťujeme, zda nám pacient rozumí.

### ***1.3.5 Komunikace s pacientem se změnami intelektu***

Do této kategorie spadají jak pacienti s mentální retardací, tak pacienti s demencí.

K těmto klientům je třeba přistupovat jako k jiným pacientům. Je nezbytné je oslovovat přímo, na doprovod se obracet pouze s doplňujícími dotazy. Je třeba přizpůsobit slovník jejich mentální úrovni. Je vhodné používat jednoduché výrazy, jeho slovník, kterému klient porozumí. Je s výhodou využívat i neverbální komunikaci. Při komunikaci s těmito klienty netrváme na správném výrazu, ověřujeme si však porozumění námi podaných informací.

### ***1.3.6 Komunikace s pacientem s poruchou sluchu***

Komunikace s pacientem se sluchovým postižením často svádí k tomu, abychom místo s ním hovořili s jeho doprovodem. Toho je třeba se jednoznačně vyvarovat. Je třeba s klientem udržovat oční kontakt, mluvit v krátkých jednoznačných větách. Tím vším umožníme klientovi odezíráním porozumět našim informacím. K snazšímu pochopení můžeme pacientovi názorně předvést vše, co se s ním bude dít. V každém případě je třeba ke klientovi přistupovat trpělivě a tolerantně.

### ***1.3.7 Komunikace s nevidomým pacientem***

I v tomto případě je zcela nevhodné komunikovat s doprovodem a nikoli s pacientem. Je třeba pacienta seznámit s vyšetřovací místností a vysvětlit mu veškeré budoucí zvuky vznikající při vyšetření, aby se pacient nelekl a nezpůsobil mimoděk pohybový artefakt. Je třeba odstranit překážky, který by nevidomému pacientovi zabraňovali v bezproblémovém pohybu po vyšetřovně. Pacienta dopředu seznámíme s celým průběhem vyšetření, včetně možnosti našeho pohybu po místnosti během

vyšetření. Pacienta také musíme včas informovat o tom, že se ho chceme dotknout. . Při chůzi nabídneme paži nebo rameno k zavěšení, pokud však pacient odmítne, v žádném případě ho k tomu nenutíme.

### ***1.3.8 Komunikace s tělesně postiženým pacientem***

Při komunikaci s těmito pacienty zachováváme běžná pravidla slušného chování. Svoji pomoc pouze nabízíme, nikoli vnucujeme. Je-li pacient na kolečkovém křesle je slušné snížit se na jeho výšku tak, abychom zachovali oční kontakt. I v tomto případě musíme vytvořit bezbariérové prostředí. Je třeba uvážit, co je a není pacient schopen udělat sám. V žádném případě není vhodné na pacienta spěchat, či mu jakýmkoli způsob dávat najevo, že nás zdržuje. Také je zcela nemístné upozorňovat na případné problémy způsobené jeho vozíkem, jako např. špína na kolečkách.

### ***1.3.9 Komunikace s pacientem z některých církví a náboženských hnutí, příp. sekt***

V tomto případě je zcela nezbytné dodržovat zvyky a tradice pacienta, je nevhodné toto jakkoli komentovat. Je třeba brát na pacienta ohled, ale zároveň jeho víra a náboženské zvyky nesmí bránit kvalitnímu vyšetření. Je třeba najít vhodný kompromis.

V případě muslimských žen, které jsou často velmi stydlivé a nosí celé tělo zakrývající oděv, je nutné najít pro obě strany přijatelné řešení a nenutit takovou pacientku se příliš odhalit. Muslimské pacientky by měla, pokud je to jen trochu možné, vyšetřovat žena. Není-li to možné, je třeba požádat manžela nebo jiný mužský doprovod o svolení, že může vyšetřovat muž. Tehdy je ale nutné, aby vyšetření byl manžel přítomen.

Vyznání pacienta, které vyžaduje odlišný přístup během vyšetřování, je třeba zapsat do zdravotnické dokumentace. Jen tak je možné zachovat kontinuitu adekvátního

přístupu k pacientovi. Je třeba věnovat dostatečný čas vysvětlení průběhu vyšetření, musíme počítat také s možnými jazykovými problémy.

#### ***1.4 Administrativní součásti vyšetření***

V této kapitole bych se chtěla věnovat administrativní části všech vyšetření. Patří sem národní a místní radiologické standardy, ochrana osobních údajů a samozřejmě nezbytné náležitosti žadanek k vyšetření.

##### ***1.4.1 Národní a místní standardy***

Národní radiologický standard vydává Věstník Ministerstva zdravotnictví ČR. Jeho cílem je umožnění jednotlivým radiodiagnostickým klinikám vytvořit si svoje místní pravidla pro lékařské ozáření. Zákonným podkladem pro standardy je §63 vyhlášky č. 307/2002Sb. ve znění pozdějších předpisů, o radiační ochraně, čl. 6 Směrnice Rady 97/43/EURATOM ze dne 30.6.1997, o ochraně zdraví před riziky vyplývajícími z ionizujícího záření v souvislosti lékařským ozářením a v neposlední řadě zákon č.18/1997 Sb., o mírovém užívání jaderné energie a ionizujícího záření.

Paragraf 63 vyhlášky č. 307/2002 Sb. říká, že pro všechny standardní typy lékařského ozáření musí být vypracován písemný postup. Jeho dodržování je posuzováno klinickým auditem. V §2 vyhlášky 424/2004 Sb. je za standard označen písemně zpracovaný postup lege artis odpovídající současným dostupným poznatkům vědy a zveřejněný ve Věstníku MZ ČR.

Národní standard definuje kromě základních pojmů hlavně požadavky na přístrojové vybavení pracoviště, na kvalifikaci a pravomoci obsluhujícího personálu a na jejich odpovědnost. Také formuluje, jakým způsobem má být stanovena a vyhodnocena dávka, kterou pacient obdržel a jak mají být tyto informace dokumentovány.



Místní radiologické standardy (dále jen MRS) se vytvářejí pro každý rtg přístroj a pro každý výkon na něm prováděný. Všichni zaměstnanci provádějící lékařské ozáření jsou povinni se s MRS seznámit a následně to svým podpisem stvrdit. Veškerá interní opatření, včetně MRS, vydaná radiodiagnostickou klinikou jsou jejím duševním vlastnictvím.

Součástí MRS je seznam kódů zdravotních výkonů, které je možno provádět na jednotlivých přístrojích.

Osoby provádějící lékařské ozáření uvedené v MRS musí být držiteli Osvědčení k výkonu zdravotnického povolání bez odborného dohledu a Osvědčení o teoretické a praktické znalosti v těchto radiologických výkonech a v oblasti radiační ochrany.

#### ***1.4.2 Ochrana osobních údajů pacientů***

Zacházení s údaji o pacientech se řídí instrukcemi obsaženými v zákoně č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů. Veškerá data týkající se pacienta jsou přísně důvěrná a bez jeho vědomí a písemného souhlasu je nelze nikomu poskytovat. Je-li třeba poskytnout výsledky vyšetření jinému zdravotnickému zařízení, vždy se tak musí dít na základě písemné žádosti požadujícího pracoviště.

#### ***1.4.3 Průvodní list k rtg vyšetření, neboli žádanka***

Ke každému vyšetření je nezbytně nutná žádanka. Tu vystavuje indikující lékař. Její součástí jsou osobní údaje pacienta, jeho rodné číslo, číslo zdravotní pojišťovny, číselná i slovní diagnóza, váha a výška pacienta, indikující oddělení. Indikující lékař v žádance také uvede, proč vyšetření požaduje a jaký od něho očekává výsledek. Také by měl od pacienta zjistit předchozí diagnostická a terapeutická ozáření a také předchozí vyšetření, příp. na jakém oddělení a kdy byla provedena. Toto vše by měl poznamenat do žádanky.

Další nezbytnou součástí žádanky jsou informace o alergiích a jiných kontraindikacích vyšetření. Pokud je požadováno vyšetření magnetickou rezonancí a má-li pacient v sobě nějaký kovový implantát, indikující lékař je povinen toto napsat na žádanku a zároveň stvrdit kompatibilitu tohoto implantátu s MR. Na konci žádanky by mělo být datum žádosti, jméno indikujícího lékaře a razítko oddělení.

## **1.5 Radiační ochrana**

V rámci radiační ochrany se snažíme zabránit zdravotní újmě zdraví pacienta i personálu způsobené ionizujícím zářením. Cílem ochrany je zabránit vzniku časných poradiačních změn a minimalizovat riziko pozdních účinků. Většina nežádoucích účinků na zdraví následkem radiační expozice se dělí do dvou skupin. V první řadě jsou to deterministické účinky, (dávkově závislé) a za druhé jsou to stochastické účinky (dávkově nezávislé), genetické změny.

Radiační ochrana se řídí čtyřmi základními předpisy. V první řadě je třeba odůvodnit lékařské ozáření, dále pak optimalizovat radiační ochranu. Také je třeba dbát na to, aby nebyly překročeny limity stanovené ve vyhlášce SÚJB č. 307/2002 Sb. V neposlední řadě je nezbytné zajistit bezpečnost všech zdrojů ionizujícího záření.

Princip zdůvodnění říká, že jakékoli rozhodnutí, které mění radiační expozici, by mělo způsobit více užitku než škody. Změnou by mělo být dosaženo takového individuálního nebo společenského prospěchu, aby se vykompenzovala způsobená újma.

V rámci optimalizace by se měla pravděpodobnost způsobení ozáření a velikost individuálních dávek udržovat tak nízká, jak jen lze s ohledem na ekonomická a společenská hlediska dosáhnout. K zachování optimalizace je třeba skloubit několik zásad, a to vytvoření rámce expozičního postupu, zvolení horní meze optimalizační metody, volbu alternativ ochrany, výběr nejlepší možnosti za daných okolností a nakonec prosazení vybrané alternativy.

K měření osobních dávek používají pracovníci přicházející do přímého styku s ionizujícím zářením osobní dozimetry, který musí nosit na daném místě. Jako další omezení účinků záření využívají RA a lékaři ochranu vzdáleností, časem a stíněním. V rámci ochrany pacientů před nežádoucími účinky lékařského ozáření se využívá tzv. princip ALARA (As Low As Reasonable Achievable), což je v překladu „tak nízké, jak je rozumně dosažitelné“. V principu to znamená, ozářit pacienta jen takovou dávkou, která je nezbytná pro kvalitní vyšetření. Klade se přitom velký důraz na radiační ochranu radiologického personálu a jiných lidí. Odpovědnost za zdůvodnění lékařské expozice leží na indikujícím lékaři. Princip zdůvodnění platí na třech úrovních použití záření v lékařství. Na první úrovni se ozáření připouští, protože je jeho přínos vyšší než újma. Na druhé úrovni se posuzuje, zda daný radiologický výkon zlepšuje diagnostiku nebo terapii, nebo dodá nějakou novou nutnou informaci o daném pacientovi. Na třetí úrovni se zvažuje, zda konkrétní výkon přinese pacientovi více dobra než škody. Na této úrovni je také třeba prověřit, zda navrhovaný postup je pro pacienta nejvhodnější a zda nelze požadované informace získat jiným způsobem.

## ***1.6 Výpočetní tomografie (CT)***

Výpočetní tomografie (dále jen CT) je vyšetření využívající ionizující záření. Zobrazuje anatomické struktury v transverzální rovině, umožňuje však také matematickou rekonstrukci obrazu i v jiných rovinách a tím získat trojrozměrnou informaci o vyšetřované oblasti.

### ***1.6.1 Princip CT***

Za objevitele počítačového tomografu je považován G. N. Hounsfield. Stalo se tak roku 1971. Teorii rekonstrukce tomografického (z řeckého tomeo – řezat) řezu z mnoha sumačních snímků vypracoval Allan Cormack v roce 1963. První v praxi využitelný přístroj byl sestavený Godfreyem Hounsfieldem v roce 1972. V roce 1979

byla Cormackovi i Housfieldovi udělena Nobelova cena za medicínu. V roce 1986 byl sestrojen první CT skener s kontinuální rotací, který byl schopen rekonstruovat 3-4 snímky za vteřinu.

CT pracuje na principu snímání rentgenového záření, které prošlo tělem pacienta, systémem detektorů. Různé tkáně lidského těla mají různou hustotu, podle intenzity prošlého záření je každé tkáni přiřazen určitý stupeň šedi. Výsledkem je množství axiálních řezů vyšetřované části těla, které následně upravit 2D nebo 3D rekonstrukcí.

V odborné literatuře se uvádí 6 základních typů CT skenerů, neboli 6 generací výpočetních tomografů. Tomografy 1. generace nebyly kvůli řadě nedostatků, jako např. pomalý způsob skenování, komerčně využívány. Ke snímání používaly pouze jeden detektor a úzce zkolimovaný svazek záření.

Ve 2. generaci se již používalo 6-60 detektorů a úzký vějířovitý svazek záření s malým vrcholovým úhlem vějíře. Doba skenování jedné roviny se zkrátila na 10-20 sekund. Tyto tomografy se již komerčně využívaly.

Větší počet detektorů (až 1000) využívaly tomografy 3. generace. Svazek záření byl opět vějířovitý, ale oproti předcházející generaci byl jeho vrcholový úhle větší a tak překrýval celou snímanou oblast. Detektory byly kolimovány do ohniska rentgenky a projekční data byly získávána ze všech detektorů současně. Úplný soubor projekcí byl dosažen postupným otáčením vějíře až po otočení gantry o  $180^\circ$ , resp  $360^\circ$ .

Jako konvenční CT jsou označovány tomografy 4. generace, které využívají řádově tisíce detektorů umístěných na obvodu stacionární gantry a rentgenka rotuje uvnitř prstence detektorů. Detektory jsou kolimovány do centra rotace. Vzhledem k mnoha nevýhodám se již nevyužívají.

Do 5. generace se zařazují CT přístroje, které díky velké rychlosti sběru dat umožňují snímat pohyblivé orgány. Využívají se především pro kardiologické potřeby. Tento systém je však velmi nákladný a proto se využívá jen zřídka.

U tomografů 6. generace se využívá systém slip-ring, což vede ke zlepšení skenovacího procesu. Napájecí napětí generátoru je zde přiváděno na rentgenku přes třecí kartáče. Datový signál je na stacionární část přiváděn buď v analogové formě přes

třecí kontakty nebo v digitální formě za pomoci optické vazby. Pohyb při skenování je kontinuální v jednom směru a počet otáček je omezen jen tepelnou kapacitou rentgenky a rychlostí jejího ochlazování.

System slip-ring umožnil vývoj spirálního CT, jehož konstrukce gantry umožňuje kontinuální rotaci rentgenky a současně se kontinuální rychlostí posouvá vyšetřovací stůl. Dráha rentgenky je vůči pacientovi šroubovice. Stoupání šroubovice je definováno tzv. pitch faktorem, tj. poměrem dráhy, kterou urazí vyšetřovací stůl za jednu rotaci a tloušťky tomografické vrstvy. Mezi hlavní přednosti spirální techniky patří zejména velmi krátká doba sběru dat a tím dojde k omezení pohybových artefaktů, k zvýšení pravděpodobnosti zachycení i malých objektů, ke snížení množství aplikované kontrastní látky a samozřejmě ke zvýšení komfortu pro pacienta. Další nezpochybnitelnou předností této techniky je možnost rekonstrukce obrazu v jakékoli pozici v podélné ose pacienta. Rekonstruované vrstvy se mohou i překrývat. Po ukončení skenování lze zpracovat získaná data v rámci post-processingu a tím odpadá případné opakování vyšetření.

Multidetektorová výpočetní tomografie (dále jen MDCT) patří mezi nejnovější systémy. Během akvizice dat je současně získáváno až 320 datových stop. V současnosti je několik konstrukčních typů MDCT. Nejobvyklejším typ je vybaven jednou rentgenkou a jednou soustavou detektorů. Tímto způsobem lze získat současně 4-128 datových stop. Druhým konstrukčním typem je přístroj dvouzdrojový, který má nainstalovány dvě rentgenky a dvě sady detektorů v úhlu 90°. Zapojením obou detektorových soustav lze urychlit akvizici dat a zlepšit časové rozlišení. Tento druh CT dovoluje získat současně až 320 datových stop.

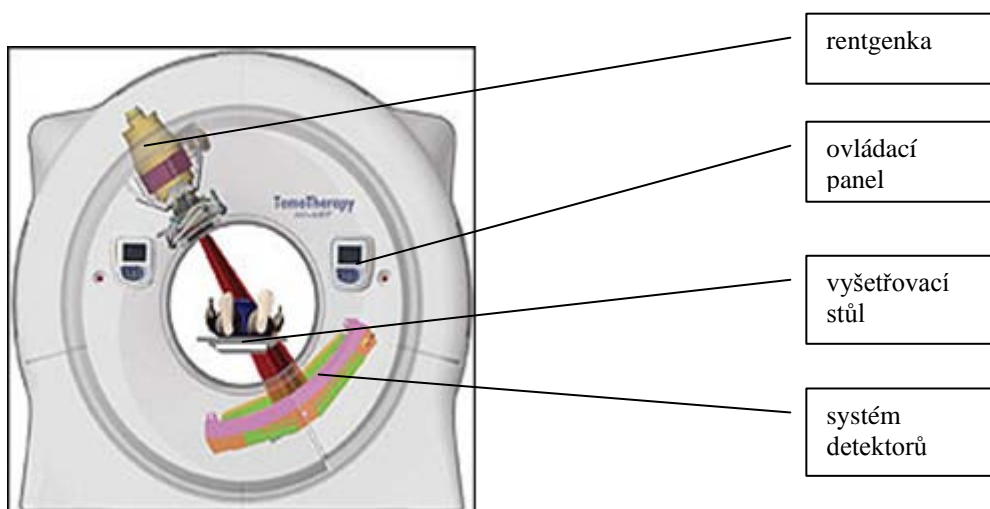
### ***1.6.2 Přístrojové vybavení***

Základními konstrukčními prvky CT je gantry, vyšetřovací stůl, generátor vysokého napětí, řídicí a zobrazovací počítač, ovládací konzole a záznamové zařízení. Gantry je vertikální část stativu, která je v základní poloze kolmá k vyšetřovacímu stolu. Některé typy gantry lze sklánět v úhlu +/- 30°. (obr.č.4)



Obr.č.4 sklopná gantry a vyšetřovací stůl

V gantry je uložena rentgenka s chladícím systémem, sada detektorů a zařízení pro pohyb rentgenky a detektorů během expozice. Ve středu gantry je otvor, nejčastěji 70 cm v průměru, kterým prochází deska vyšetřovacího stolu s pacientem.(obr.č.5) Na obvodu otvoru jsou čtyři štěrbininy pro zaměřovací lasery umožňující správné nastavení pacienta.



Obr.č.5 průřez konstrukcí gantry CT přístroje

Detektory registrují záření prošlé tělem pacienta a převádějí ho na analogový signál. Ten je posléze přeměněn na digitální hrubá data a ta se zpracovávají v počítači.

Výsledkem je matice bodů (voxelů), která je definována souřadnicemi x, y a z, což je tloušťka vrstvy. Densita jednotlivých voxelů je vyjádřena v tzv. Hounsfieldových jednotkách. V celé škále Hounsfieldových jednotek jsou určeny dva pevné body, od nichž se ostatní stupně šedi počítají, je to densita vzduchu (-1000HU) a densita vody (0HU). Pro zobrazení jednotlivých tkání používáme pouze výsek, neboli okénko (window), ve kterém se vyskytují density vyšetřované tkáně. Při zachování tzv. hrubých dat v paměťovém disku přístroje je možné provést libovolný počet rekonstrukcí konkrétního vyšetření. Jednotlivé parametry rekonstrukce jsou voleny podle vyšetřované oblasti a plánovaného využití. V současnosti se používají matice 512x512 nebo 1024x1024. Hrubá data slouží k rekonstrukci obrazových dat při nastavení rekonstrukčních parametrů. Velikost matice udává počet bodů, kterými je tvořen axiální obraz. CT přístroje pracují většinou s maticí 512x512, která je při rekonstrukci obrazu transformována na tzv. přepočítávanou matici. Prostorové rozlišení takového obrazu je tím vyšší, čím jemnější matice je použita pro rekonstrukci.

Vyšetřovací stůl umožňuje pohodlné uložení pacienta. Je posuvný v horizontálním i vertikálním směru. (obr.č.6,7)

Do ovládací konzole se zadávají veškeré parametry požadovaného vyšetření, identifikační data pacienta. Umožňuje také rekonstrukci hrubých dat. Ovládací konzole je propojena s vyhodnocovacím pultem lékaře, s multiformátovou kamerou nebo optickým diskem, kam se vyšetření ukládají.



obr.č.6 CT přístroj



Obr.č. 7 CT přístroj Siemens

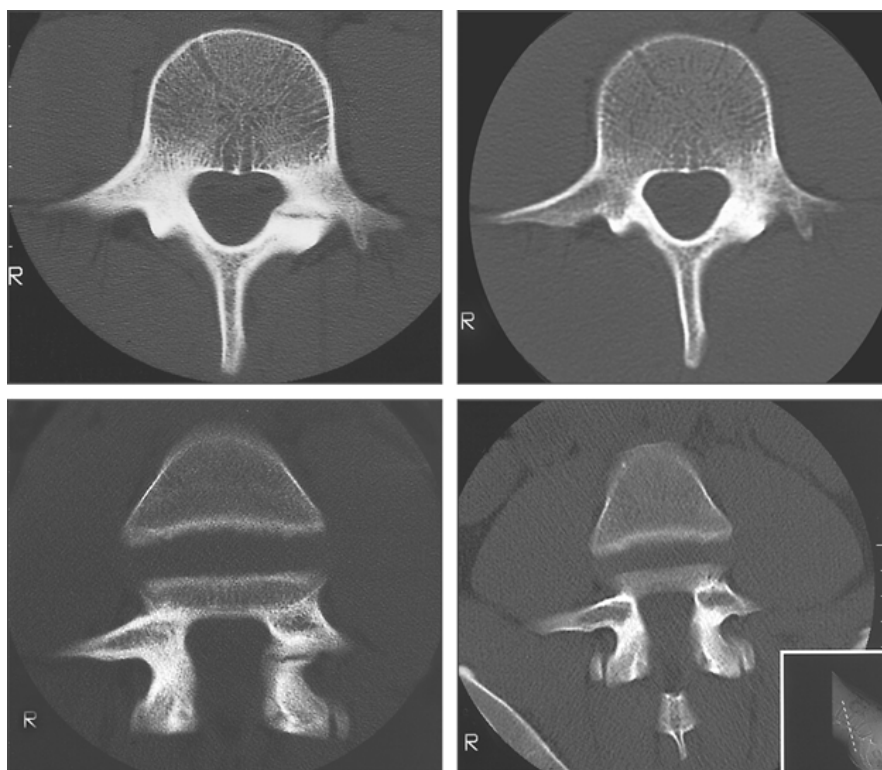
### ***1.6.3 Vyšetřovací protokol***

CT vyšetření bederní páteře by mělo následovat po nativních rtg snímcích bederní páteře. Cílem vyšetření je získat axiální snímky obratlů, které lze v rámci post-processingu dále upravit. Ve FN Motol používáme přístroj Siemens Somatom Definition 64 dual source.

Pacienta není k vyšetření příliš připravovat. Pacient si odloží vrchní kalhoty, ženy ještě podprsenku, je-li v ní kov. Vyšetření provádíme vleže na zádech. Pod kolena má pacient klín, aby došlo k vyrovnání bederní lordózy. Horní končetiny si pacient složí za hlavou, aby kvůli nim nevznikly zbytečné artefakty. Pacienta na vyšetřovacím stole zavezeme do gantry a pomocí lokalizačních laserů nastavíme začátek skenovací oblasti. Po celou dobu vyšetření se pacient nesmí hýbat.



Na začátku vyšetření zvolíme vhodný protokol, který je většinou uložen v paměti přístroje. Dříve se vyšetřovaly vždy pouze 2-3 etáže páteře, dnes většinou celý úsek bederní páteř naráz. Kontrastní látku při zobrazení páteře využíváme pouze tehdy, jde-li o CT perimyelografii. Co epidurální fibróza. Jako první provedeme topogram v sagitální rovině. Někdy je vhodné doplnit topogram i v koronární rovině. Na topogramu zvolíme cílovou oblast a v tomto rozsahu provedeme expozici 1,5 – 2 mm řezy. Vyšetření provedeme v kostním (obr.č.8) a měkkotkáňovém okně. Výsledkem jsou hrubá data v axiální rovině, která je třeba dále upravit pomocí multiplanární rekonstrukce (MPR). Šíři MPR lze libovolně nastavit. Nejčastější orientací je koronární a sagitální rovina. Kromě obrazů jednotlivých vrstev lze vytvářet i sady obrazů v paralelních rovinách, při nichž můžeme nastavit šíři vrstvy a vzdálenost mezi jednotlivými obrazy. Při rekonstrukci ve 3D skláníme roviny zobrazení podle rovin plotének. Každý segment rekonstruujeme zvlášť. Po vyšetření pacienta vyvezeme z přístroje a odvedeme ho do kabinky, kde se může ustrojít.



Obr.č.8 axiální řezy obratle L4

#### ***1.6.4 Role radiologického asistenta***

Na většině pracovišť přichází pacient do styku pouze s radiologickým asistentem. Úkolem RA je připravit pacienta na vyšetření. Je také třeba, aby pacientovi vysvětlil, co vyšetření obnáší a co se od něj očekává. Je-li třeba, probere s pacientem informovaný souhlas a dohlédne na to, aby byl podepsán. Radiologický asistent se musí pacienta vyptat na všechna onemocnění, která by mohla ovlivnit, nebo by mohla být ovlivněna CT vyšetřením. Je nutné, aby získal veškeré informace o případných kontraindikacích tohoto vyšetření. O všech poznatcích následně informuje lékaře.

Dalším úkolem RA je pacienta zavést do přístroje a správně nastavit izocentrum. Je-li nastaveno špatně, je třeba vyšetření opakovat a tím se zvyšuje ozáření pacienta. Opakovaná zbytečná expozice pacienta je považována za mimořádnou událost. Poté je třeba, aby asistent zvolil správný vyšetřovací protokol, není-li si jist, pak po dohodě s lékařem. Po vyšetření pacienta vyveze z přístroje. Před ukončením vyšetření je třeba aby radiologický asistent provedl veškeré možné a vhodné rekonstrukce a následně celý soubor vyšetření odeslal na vyhodnocovací konzoli lékaři. Na závěr je třeba ještě celý výkon zadat do nemocniční databáze a sekundárně do databáze výkonů pro pojišťovnu.

#### ***1.6.5 Kontraindikace***

Nativní vyšetření nemá žádnou absolutní kontraindikaci. Jedinou relativní je těhotenství. Vyšetření s kontrastní látkou nesmí být provedeno u lidí alergických na jodové kontrastní látky. U pacientů s renální insuficiencí, s neléčenou hypertyreózou, s feochromocytomem a u pacientek těhotných lze CT vyšetření s aplikací jodové kontrastní látky provést jen na základě vitální indikace a také za mimořádných opatření, zejména za přítomnosti anesteziologa.

## ***1.7 Magnetická rezonance***

V posledních letech došlo v radiologii k velkému rozmachu v technické oblasti, a to nejen u přístrojů pracujících na principu ionizujícího záření, ale i v oblasti využívající magnetického pole. Magnetická rezonance se stala vyšetřovací metodou, kterou v současnosti využívá takřka každý lékař. Patří k nejčastěji užívaným zobrazovacím algoritmům v neuroradiologii.

### ***1.7.1 Historie MR***

Ve 40. letech 20. století byl poprvé popsán fyzikální fenomén zvaný nukleární magnetická rezonance (NMR). Z počátku se tento jev využíval především v chemii jako MR spektroskopie. V roce 1952 obdržel Nobelovu cenu za fyziku Felix Bloch za rozvoj nových metod pro přesná měření jaderného magnetismu a Edward Mills Purcell, který ji získal za výzkum nukleární magnetické rezonance v kapalinách a pevných látkách. První komerční přístroj byl vyroben o rok později. První vyšetření pomocí MR se začala provádět v 70. letech 20. století. Za objevy ve vztahu k zobrazování magnetickou resonancí získali Paul Lauterbur a Sir Peter Mansfield v roce 2003 Nobelovu cenu za fyziologii a medicínu.

### ***1.7.2 Princip MR***

K zobrazování pomocí MR se nepoužívá ionizující záření. MR je založená na principu změn magnetických momentů protonů prvků s lichým nukleonovým číslem.

Magnetické pole vzniká v okolí každé elektricky nabitě částice (princip elektromagnetické indukce objevený Maxvelem). Atomová jádra se skládají z neutronů, které jsou neutrální a protonů, které mají kladný náboj. Protony neustále rotují kolem své osy, tento pohyb se nazývá spin. Svým pohybem vytvářejí ve svém okolí magnetické pole,

tzv. magnetický moment. Atomová jádra se sudým nukleonovým číslem jsou nemagnetická a proto je nelze v magnetické rezonanci použít. Protony s lichým nukleonovým číslem obsahují jeden nepárový nukleon, který zaručuje, že si jádro zachová magnetický moment a tak zůstane magnetické. Z těchto prvků je v lidském těle nejvíce zastoupen vodík, který je pro svůj poměrně velký magnetický moment velmi dobře použitelný pro zobrazování pomocí MR.

V normální tkáni jsou protony vodíky uspořádány nahodile, jejich dlouhé osy směřují různými směry a jejich magnetické momenty se navzájem ruší. Umístíme-li však protony do silného magnetického pole, protony se uspořádají svými rotačními osami rovnoběžně se siločarami magnetického pole. Jedna část protonů bude v paralelním postavení a druhá část bude v antiparalelním postavení, tedy bude otočena o  $180^\circ$ . Protonů v paralelním postavení bude vždy o něco více než antiparalelních, protože tento stav je energeticky náročnější. V tuto chvíli se začíná tkáň chovat magneticky, tedy má magnetický moment. Protony takto seřazené ve vnějším magnetickém poli se ale nechovají staticky. Kromě zachovaného spinu, ještě vykazují jeden pohyb, tzv. precesi. Je to rotační pohyb, kdy protony rotují jednak kolem své dlouhé osy, ale vlastní rotační osa protonu vykonává ještě pohyb po plášti pomyslného kužele. Frekvence precesního pohybu se nazývá Larmorova frekvence a závisí na síle vnějšího magnetického pole a na gyromagnetickém poměru, tedy na magnetických vlastnostech daného atomového jádra. Frekvence vnějšího magnetického pole musí být stejná jako frekvence rotujících spinů v dané vrstvě, nejčastěji se pohybuje v rozsahu 0,8 – 80 MHz.

V silném poli MR magnetu je obtížné detekovat velikost magnetických momentů, protože podélné osy protonů jsou rovnoběžné se siločarami magnetického pole. Proto je třeba změnit směr magnetického momentu protonů. Toho docílíme dodáním energie v podobě elektromagnetického impulsu. Impuls předává svoji energii periodicky. Aby protony energii přijaly, musí být frekvence tohoto vlnění totožná s frekvencí precesního pohybu. Tento jev se nazývá rezonance. Vyslaný elektromagnetický impuls způsobí, že některé paralelně uspořádané protony absorbují jeho energii a přejdou do antiparalelního postavení a tím způsobí úbytek podélné

magnetizace. Vlivem elektromagnetického impulsu začnou protony vykonávat precesi synchronně, tedy ve fázi. Jejich magnetické momenty se začnou sumovat i ve směru kolmém na průběh siločar vnějšího magnetického pole, čímž dávají vzniknout tzv. příčné magnetizaci. Jakmile přestane radiofrekvenční impuls působit, excitovaný proton se vrátí do normálního stavu. Dojde k tzv. relaxaci. Podélná tkáňová magnetizace nabývá postupně svoji původní velikost, dochází k podélné relaxaci. V okolních tkáních se pohlcuje energie, kterou tímto procesem protony vydají. K uvolňování energie dochází postupně, doba jevu se měří v mikro nebo milisekundách až po několika sekundách. Časová konstanta určující, jak rychle tento proces v tkáni probíhá, se označuje čas T1. Tento čas je obtížné přesně změřit a proto se stanoví jako čas, za který dosáhne podélná magnetizace 63% původní velikosti. Přerušením elektromagnetického impulsu zanikne síla, která by synchronizovala protony při jejich precesi a dojde k postupné ztrátě příčné magnetizace až její úplné vymizení. Rychlost tohoto procesu popisuje čas T2. I tento čas je obtížné přesně změřit a proto se stanoví jako čas, za který klesne příčná magnetizace na 37% původní velikosti.

Tyto základní fenomény relaxace jsou podstatou nejčastěji užívaných sekvencí, tzv. spin-echo (SE), protože příčná a podélná magnetizace se mění vlivem různých podmínek a proto jsou relaxační časy v biologických tkáních různé. Při podélné magnetizaci předá proton energii jen tam, kde energii může tkáň přijmout. Při rozfázování synchronních protonů příčné magnetizace se předá část energie okolním molekulám. Rychlost předání energie záleží jak na velikosti molekul, tak na chemickém složení tkání. Struktury s vysokým obsahem tekutin mají dlouhé T1 a T2 časy, naopak v tukové tkáni jsou časy krátké.

Při diagnostickém zobrazování je nutné lokalizovat polohu jednotlivých protonů v trojrozměrném prostoru. Používají se k tomu přídatná gradientní magnetická pole. Ta jsou vložena do hlavního magnetického pole ve třech na sebe kolmých rovinách (x,y,z). Zapnutím všech tří gradientních magnetických polí lze změnit sílu magnetického pole tak, že v žádném místě trojrozměrného prostoru nebude stejná. Gradientní echa určují rovinu řezu a šířku vrstvy a je třeba, aby byla dostatečně silná a rychlá. Rychlost, po

kteřou gradientní pole působí, ovlivňuje délku vyšetřování, umožňuje rychlejší registraci dat a vyšší rozlišení.

Nejpoužívanějšími vyšetřovacími technikami je zjišťování T1 a T2 relaxačních časů. Excitační impulsy se obvykle několikrát opakují mezi jednotlivými relaxacemi, tato série impulsů se nazývá sekvence. Takovéto vyšetření se nazývá spin-echo sekvence. Doby T1 a T2 jsou na sobě závislé. Toho se využívá tak, že při opakovaných impulsích se nečeká, až podélná magnetizace (T1) dosáhne svého maxima, ale impuls přichází dřív, aby se zkrátila doba vyšetřování. Čím bude v daném okamžiku podélná magnetizace větší, tím bude větší i magnetizace příčná. V tkáních s vysokým obsahem vody bude signál mnohem slabší, než signál z tkáně s vysokým obsahem tuku. Rozdíly intenzity signálu v jednotlivých tkáních se budou lišit odstíny šedi. Toto zobrazení se nazývá T1 vážený obraz. Při zkrácení doby T1 je signál silnější. Zkrácení T1 relaxace se využívá při aplikaci paramagnetické kontrastní látky. T2 zobrazení závisí na době potřebné k příčné relaxaci a je charakterizováno dlouhými časy. Je tomu tak proto, že pokud tkáně s dlouhým relaxačním časem T1 dosáhnou původní velikosti podélné magnetizace, nebudou rozdíly T1 relaxačních časů v tkáních zřetelné. Převládá ale změny v příčné magnetizaci a tím lze měřit rozdíly v T2 časech. Při delší době excitace je možné získat tkáňové rozdíly v T2 obrazech. Čím je delší čas T2, tím je intenzita signálu větší. Na rozdíl od T1 obrazů je signál vody a tuku prakticky stejný.

Proton denzitní obrazy mají dlouhou dobu relaxace, ale excitace je poměrně krátká, tudíž rozdíly T2 v tkáních jsou zanedbatelné. Obraz bude záviset na počtu protonů vodíku v zobrazované tkáni. Při praktickém provedení spin-echo sekvence se nejprve použije radiofrekvenční impuls vychylující protony o  $90^\circ$ . V době vymizení příčné magnetizace a desynchronizace protonů se vyše další impuls, který vychýlí protony o  $180^\circ$ , tedy do antiparalelního postavení. Precesní pohyb bude nyní v opačném směru a lze ho opět změřit. Při použití  $90^\circ$  a  $180^\circ$  impulsů se využívají poloviční časy (TE/2), které se sčítají do výsledného času (TE – Time to Echo). Echem lze označit příjem signálu po vyslání  $180^\circ$  impulsu. Doba mezi jednotlivými  $90^\circ$  pulsy se označuje jako TR (Time to Repeat). Inversion recovery (IR) jsou speciální sekvence při nichž se používá obrácený postup, tedy nejprve je použit  $180^\circ$  a poté  $90^\circ$  impuls. Doba mezi

jednotlivými impulsy se v této sekvenci označuje Inversion Time. Nejpoužívanějšími typy jsou sekvence FLAIR s potlačením signálu vody a STIR s potlačením signálu tuku. Doba základních sekvencí je příliš dlouhá a proto se ke zrychlení využívají gradientní echa (GE nebo GRE) a ostatní typy rychlých sekvencí.

Technika zobrazení MR obrazu závisí na výběru vrstvy a kódování prostorových souřadnic. Výběr vrstvy ovládají gradientní cívky, které usměrní tok do tří rovin x, y, z – tedy do roviny transverzální, koronární a sagitální. Také lze pomocí gradientní cívky stanovit tloušťky vrstvy. Prostorové souřadnic se kódují buď v horizontálním směru nebo jako spirála.

Během vyšetření mohou vzniknout tzv. artefakty. Jsou to falešné změny intenzity signálu, tvaru a polohy obrazovaného objektu, které nejsou podmíněné patologickým procesem, ale vznikly až v průběhu zobrazení. Artefakty mohou vznikat buď nedostatky v MR přístroji, nebo biologickými procesy ve vyšetřovaném pacientovi. Rozeznávají se tři typy artefaktů. Jednak jsou to pohybové artefakty, tedy dýchání, srdeční pulsace, peristaltické pohyby střev, krevní tok, pohyb likvoru. Nebo to mohou být artefakty chemického posunu, které jsou způsobeny v podstatě změnou frekvence v okolí vyšetřované roviny a projevují se snížením nebo zvýšením intenzity signálu na rozhraní tkání s velkým obsahem tuku a vody. Posledním typem artefaktů jsou změny způsobené vlivem nehomogenit magnetického pole. Ta závisí hlavně na kvalitě magnetu a korekčního systému. Lokální změny ale mohou být způsobeny přítomností kovových implantátů v těle pacienta, endoprotézami, ocelovými střepinami.

### ***1.7.3 Přístrojové vybavení***

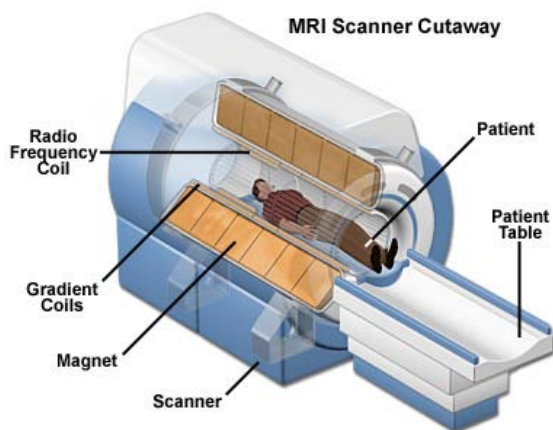
Přístroj pro magnetickou rezonanci tvoří obrovský magnet ve tvaru tunelu a pohyblivé vyšetřovací lůžko. Součástí celého zařízení je vyhodnocovací systém a obslužný pult ve vedlejší místnosti.

Nejdůležitější součástí přístroje je zdroj velkého magnetického pole. V současnosti se jako zdroj nejčastěji používá supravodivý magnet. Tento magnet tvoří elektromagnet se vzduchovým jádrem. Cívky magnetu jsou chlazeny tekutým heliem o

teplotě 4,2K (-269°C). supravodivý magnet se používá ve velkém rozsahu indukci 0,2-3T. Zajišťuje maximálně dosažitelnou homogenitu pole, ale jeho pořizovací náklady jsou obrovské. Další nevýhodou jsou náklady spojené s potřebou doplňovat tekuté helium.

Dále přístroj obsahuje gradientní cívky, které vytvářejí přídatná magnetická pole. Uvnitř těchto cívek jsou vysokofrekvenční cívky sloužící jako vysílač radiofrekvenčního impulsu a dále jako přijímač echo signálu. Cívky umístěny uvnitř hlavního magnetu a musí být velmi dobře upevněny. Doprovodné mechanické vibrace způsobují nepříjemný zvuk, jakési bušení. Moderní systémy se snaží tento hluk eliminovat použitím hydraulických tlumících systémů. Většina přístrojů MR umožňuje programově měnit cívky a tím volit orientaci tomografického obrazu na sagitální, koronární nebo axiální. (obr.č.9)

Neméně podstatnou součástí MR přístrojů jsou povrchové cívky, které se používají k zobrazení jednotlivých orgánů. Příkladují se co nejbližší k vyšetřované části, neboť jejich citlivost klesá se vzrůstající vzdáleností od snímaného objektu. Povrchové cívky se používají jen jako přijímači, k buzení rezonance se využívá celotělová cívka. Mezi takové cívky patří kolenní cívka, ramenní cívka, body cívka a další.



Obr.č. 9 průřez přístrojem MR

Ve FN Motol využíváme přístroj Gyroscan od firmy Philips a přístroj Avanto od firmy Siemens (obr. Č.13). Oba přístroje mají magnetickou indukce 1,5T. Dále



využíváme otevřenou magnetickou rezonanci Concerto od firmy Siemens o indukci 0,2T (obr.č.10).

K zobrazení páteře a jiných velkých objektů se používá celotělová cívka nebo tzv. array povrchová cívka. U těchto cívek se signál snímá současně z několika výstupů.

Důležitou částí přístroje je i jeho technické zázemí. Provoz magnetické rezonance má velké nároky na energii. Vyžaduje proto zařízení regulující výkyvy v průběhu spouštění.



Obr.č.10 otevřená magnetická rezonance

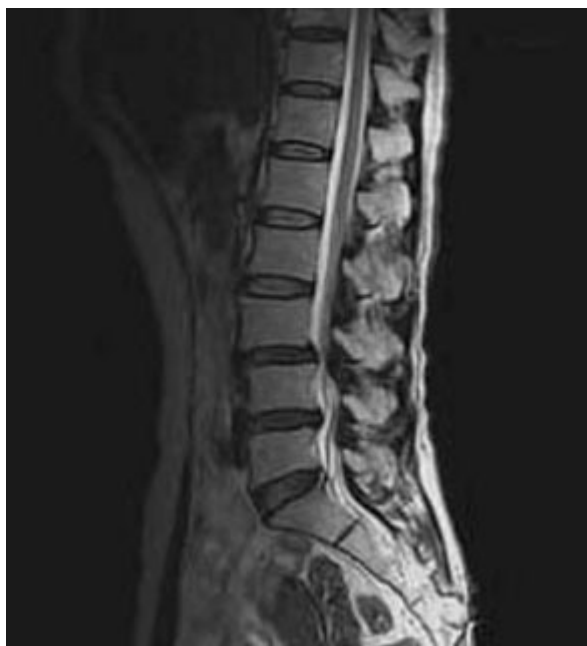
#### ***1.7.4 Vyšetřovací protokol***

Samotnému vyšetření předchází vyplnění dotazníku, podepsání souhlasu s vyšetřením a podrobné vyptání se pacienta na všechny okolnosti, které by mohly vyloučit nebo omezit vyšetření. Není-li možné získat tyto informace od pacienta, je třeba, aby to za něj učinil buď jeho zákonný zástupce nebo ošetřující lékař. Je třeba pacienta informovat o hluku v průběhu vyšetření i o stísněném prostoru MR přístroje.

Pacient si odloží veškeré kovové magnetické věci, které má na sobě, mobilní telefon, platební karty a hodinky. Dále také přezky na páskách a boty.

Poté je uložen na vyšetřovací stůl. Je znovu poučen o vyšetření. Pak jsou mu nasazena buď protihluková sluchátka nebo molitanové špunty do uší. Také je mu podán pohotovostní zvoneček pro případ nějakých obtíží. Při vyšetření bederní páteře pacient leží na zádech, ruce má podél těla. Centrace je na úroveň L3, tak, aby byl zachycen rozsah minimálně od Th12 po S5.

Jako první je proveden lokalizer ve třech rovinách. Do něj je naplánována nejprve turbo spin-echo sekvence T2 v sagitální rovině (obr.č.11). Střed pole by měl být umístěn do středu vyšetřované oblasti a zároveň do páteřního kanálu. Je třeba také pole sklápět dle průběhu páteře a těsně před páteř umístit saturační vrstvu, která redukuje pohybové artefakty z orgánů v břiše a malé pánvi.



Obr. Č.11 sekvence T2

Pak následuje T1 sekvence opět v sagitální rovině. Je třeba, aby měla stejné prostorové parametry i stejný počet řezů o stejné tloušťce jako předcházející sekvence. U některých indikacích může následovat ještě sekvence STIR (obr.č.12), tedy s potlačením tuku, o stejných prostorových parametrech.



Obr.č. 12 sekvence STIR

Podle uvážení vyšetřujícího lékaře je podána kontrastní látka, které vždy předchází nativní T1 vážený obraz. Po aplikaci kontrastní látky se opět provede T1 sekvence. Tloušťka vrstvy by neměla být větší než 5 mm. Je-li ve vyšetřované oblasti nějaká patologie, doplní se ještě axiální, eventuálně koronální T2 sekvence na toto místo. Střed pole by měl být na středu patologie.

Po vyšetření se pacient vyveze z přístroje, ustrojí se a odchází z kliniky. Je-li třeba jsou výsledné obrazy dodatečně upraveny. Pak celé vyšetření odchází do vyhodnocovacího počítače lékaře.

#### ***1.7.5 Role radiologického asistenta***

Radiologický asistent je zodpovědný za řádně provedené vyšetření. K tomu je potřeba, aby ovládal nejen technickou část vyšetření, ale také psychologický přístup k pacientovi.

Na začátku vyšetření vyplní RA s pacientem dotazník tak, aby mohl lékaře informovat o případných kontraindikacích k vyšetření na MR, o předcházejících

vyšetřeních a o předešlých operacích. Je povinen informovat pacienta o případných kontraindikacích vyšetření. Jestliže byl pacient dostatečně poučen a chápe-li vše, je třeba, aby pacient podepsal souhlas s vyšetřením. Nesmí však na pacienta nijak naléhat. Není-li pacient, vzhledem ke svému zdravotnímu stavu, schopen souhlas poskytnout, musí tak za něj učinit zákonný zástupce nebo ošetřující lékař.

Po této administrativní součásti RA odvede pacienta do svlékacího boxu a poučí ho, o tom, co vše si má ze sebe odložit. Potom doprovodí pacienta do vyšetřovny. Tam se pacienta znovu vyptá na případné kontraindikace. Nejsou-li přistoupí RA k vysvětlení následujícího vyšetření. Poučí pacienta také o tom, že přístroj po celou dobu vydává rušivé a hlasité zvuky. K jejich odfiltrování poskytne pacientovi sluchátka nebo molitanové ucpávky uší. Dále mu do ruky podá signalizační tlačítko pro případ, že by se pacientovi během vyšetření udělalo nevolno. Potom pacienta uloží do požadované polohy, zacentruje vyšetřovanou oblast a zaveze pacienta do tunelu přístroje.

V následující části vyšetření RA zodpovídá za vhodnou volbu sekvencí, jejich parametrů a za správné vymezení vyšetřované oblasti. Nejprve však musí zadat identifikační údaj do ovládací konzole přístroje. Během vyšetření plně spolupracuje s lékařem. Je-li třeba, aplikuje pacientovi během vyšetření kontrastní látku i.v. Po vyšetření vyveze pacienta z přístroje a odvede ho do svlékacího boxu.

Na závěr RA zadá vyšetření do nemocniční sítě a do softwaru pro vykázání péče pojišťovně.

### ***1.7.6 Kontraindikace***

Kontraindikace je okolnost nebo stav pacienta vylučující některé léčebné postupy nebo výkony. U MR se rozdělují do zhruba tří skupin. Do tzv. čtvrté skupiny patří kompatibilní implantáty, nitroděložní tělíska. V podstatě to již nejsou kontraindikace k vyšetření MR.

### ***1.7.6.1 Absolutní kontraindikace***

Tuto skupinu tvoří kontraindikace, s nimiž pacient nesmí v žádném případě do MR. V opačném případě by mohlo dojít k úmrtí pacienta. Jde o voperované kardiostimulátory, aneuryzmatické cévní svorky, ponechané elektrody po odstranění kardiostimulátoru, kochleární implantáty, insulinové pumpy nebo kovová tělesa z magnetického kovu.

### ***1.7.6.2 Potenciálně nebezpečné kontraindikace***

V této skupině jsou potenciálně nebezpečné kontraindikace. Mezi ně patří stenty, žilní filtry, kovový embolizační materiál, kloubní náhrady, osteosyntetický materiál, které byly implantovány pacientovi před méně než 6 týdny, pokud u nich není doložena jejich MR kompatibilita. Pacienti s těmito kontraindikacemi mohou být vyšetřeni pouze z vitální indikace a po písemném doložení kompatibility.

### ***1.7.6.3 Kontraindikace bezpečné***

Mezi kontraindikace bezpečné patří různé kloubní náhrady, náhrady srdečních chlopní, dentální implantáty, stenty, svorky na žlučových cestách. Od jejich implantace ale musí uplynout nejméně 6 týdnů.

### ***1.7.7 Kontrastní látky***

Jedním z faktorů, které ovlivňují výsledný MR obraz jsou kontrastní látky na bázi Gadolinia. Tento prvek je paramagnetický, tedy zkracuje relaxační časy. Gadolinium samotné je toxické a proto bývá vázané na cheláty (Gd-DTPA). Zkrácení relaxačního času je výrazné zejména u T1 vážených obrazů. Kontrastní látka je zde

výrazně hypersignální. Chemická substance je tvořena makromolekulou želatiny. Za normálních okolností kontrastní látka neproniká hematoencefalickou bariérou a zůstává pouze v krevním řečišti.

Koncentrace kontrastní látky se udává v milimolech. Dávka je 0,2ml/kg váhy, běžně je to pro dospělého jedince 10-15 ml. U modernějších látek, které jsou koncentrovanější, je optimální množství 0,1ml/kg váhy, tedy asi 5-7,5 ml.

Frekvence nežádoucích reakcí je u kontrastních látek pro MR velmi malé, přesto ani zde nelze zanedbat alergickou anamnézu pacienta a nyní často diskutovanou nefrogenní systémovou fibrózu.

Firemní názvy jsou např. Magnevist, Prohance, Omniscan, Multihance a z modernějších Gadovist.



Obr.č.13 MR přístroj Siemens Avanto

## **2 Cíle práce a hypotézy**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem mé práce je vytvořit přehledný popis postupů CT a MR vyšetření při diskopatii bederní páteře prováděné ve FN Motol. Ve své práci jsem chtěla poukázat především na to, že k úspěšnému a přínosnému vyšetření je zapotřebí vysoce kvalifikovaných radiologických asistentů. Ti se podílejí na vyšetřeních nejen jako techničtí pracovníci při obsluze přístrojů, ale také jako psychologická podpora pro pacienty.

Podle údajů vybrané skupiny pacientů bych chtěla porovnat míru využití a výtěžnosti sledovaných vyšetřovacích algoritmů. Dále bych chtěla porovnat zobrazovací metody z pohledu radiologického asistenta a s ohledem na radiační a ekonomickou zátěž pacienta.

### **2.2 Hypotézy**

#### **2.2.1 *Stoupá počet mladých pacientů s diskopatií bederní páteře***

Diskopatie patří již dlouhá léta mezi nejčastější onemocnění páteře. Její četnost stoupá v celé populaci, bohužel se však stále častěji objevuje i u pacientů v mladší věkové kategorii.

#### **2.2.2 *Klesá počet vyšetření bederní páteře na CT, ale stoupá počet MR vyšetření***

Jako první vyšetření bederní páteře by měl být standardní rtg snímek. Častěji se jako první vyšetřovací algoritmus využívala CT. S rozvojem MR a její jednodušší

dostupností došlo k poklesu vyšetření na CT a zároveň stoupl počet vyšetření na MR. Výhodou této změny je nejen nulové lékařské ozáření pacienta, ale hlavně mnohem větší diagnostický přínos. Nevýhodou jsou vyšší ekonomické náklady.

### ***2.2.3 CT vyšetření je z časového a ekonomického hlediska výhodnější***

CT vyšetření trvá řádově minuty, zatímco MR trvá až desítky minut. I cena za vyšetření nahrává ve prospěch CT, neboť cenový rozdíl je v několika tisících korunách. Nevýhodou CT je radiační zátěž pacienta a menší diagnostická přínosnost.



### 3 Metodika

Pomocí statistických údajů získaných na klinice zobrazovacích metod FN Motol jsem se pokusila zjistit vývoj vyšetřovacích algoritmů a indikací CT a MR. Na základě získaných údajů chci porovnat počty pacientů, kteří absolvovali v roce 2010 jedno nebo obě vyšetření bederní páteře. Počty pacientů porovnám také na základě jejich pohlaví a věkové kategorie, kterou rozdělím na tři základní oddíly. K potvrzení nebo vyvrácení své druhé hypotézy využiji data získaná za posledních pět let.

V první sledované skupině jsou všichni pacienti, kteří v roce 2010 absolvovali vyšetření bederní páteře v FN Motol. Jsou rozděleni podle vyšetřovacího algoritmu, který podstoupili.

Druhou sledovanou skupinu tvoří pacienti do 25 let, kteří podstoupili některé vyšetření bederní páteře v letech 2006-2010.

Třetí skupina údajů se skládá z dat získaných opět za období let 2006-2010. Tentokrát jsou data zaměřena na porovnávání obou vyšetřovacích algoritmů.

Dále jsem z aktuálního číselníku VZP získala bodové a finanční ohodnocení obou vyšetření i kontrastní látky pro MR. Získaná data jsem vzájemně porovnála.

## 4 Výsledky

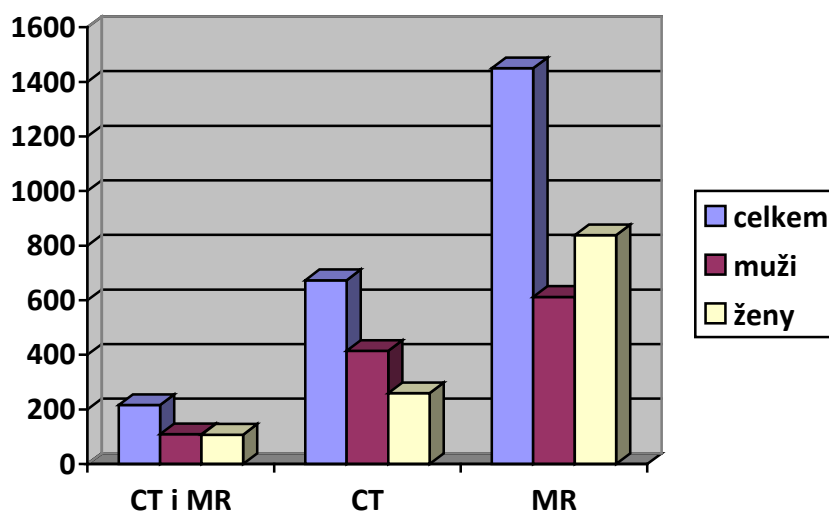
### 4.1 Porovnání pacientů s CT/MR vyšetřeními dle různých kritérií

#### 4.1.1 Porovnání počtu pacientů za rok 2010 s CT, MR nebo s CT i MR vyšetřením

Tab. č. 1 ukazuje číselně počty pacientů, kteří v roce 2010 podstoupili jedno nebo obě vyšetření, údaje ukazují celkový počet pacientů a zvlášť mužů a žen

Rok 2010	CT i MR	CT	MR
celkem	216	673	1450
muži	109	414	612
ženy	107	259	838

Graf č. 1 - grafické znázornění tabulky č. 1

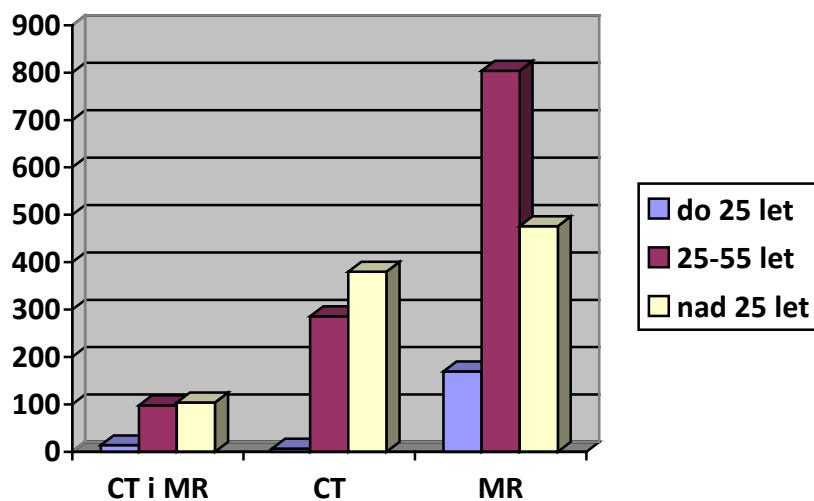


#### 4.1.2 Porovnání počtu pacientů dle věkové kategorie za rok 2010 a absolvovaného vyšetření

Tab. č. 2 počet pacientů, kteří v roce 2010 podstoupili jedno nebo obě vyšetření. Tito pacienti jsou rozděleni do tří věkových kategorií.

Rok 2010	CT i MR	CT	MR
do 25 let	14	7	170
25 – 55 let	98	286	804
nad 55 let	104	380	476

Graf č. 2 – grafické znázornění údajů z tab. č. 2

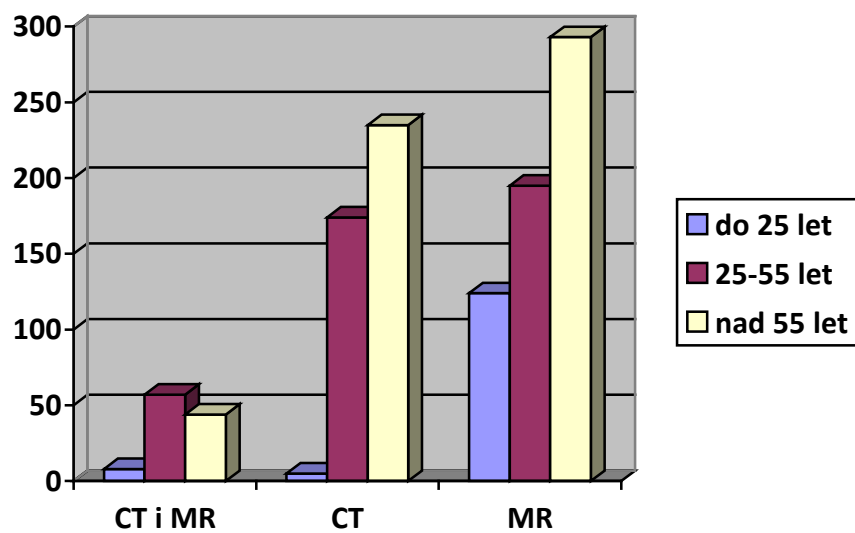


#### 4.1.3 Počet mužů dle věku, kteří v roce 2010 podstoupili jedno nebo obě vyšetření

Tab. č. 3 udává v číslech počet mužů, kteří podstoupili CT, MR nebo obě vyšetření

Rok 2010	CT i MR	CT	MR
do 25 let	8	5	124
25-55 let	57	174	195
nad 55 let	44	235	293

Graf č. 3 – grafické znázornění údajů z tabulky č. 3

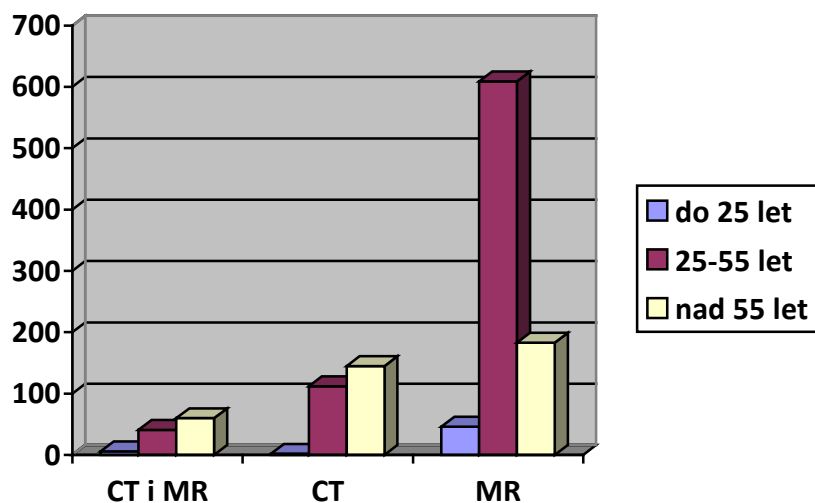


#### 4.1.4 Počet žen dle věku, které v roce 2010 podstoupily CT, MR nebo obě vyšetření

Tab. č. 4 ukazuje v číselných hodnotách počty žen, rozdělených dle věkové kategorie, které byly v roce 2010 vyšetřeny na CT, MR nebo obou modalitách

Rok 2010	CT i MR	CT	MR
do 25 let	6	2	46
25-55 let	41	112	609
nad 55 let	60	145	183

Graf č. 4 – grafické znázornění dat z tab. č. 4



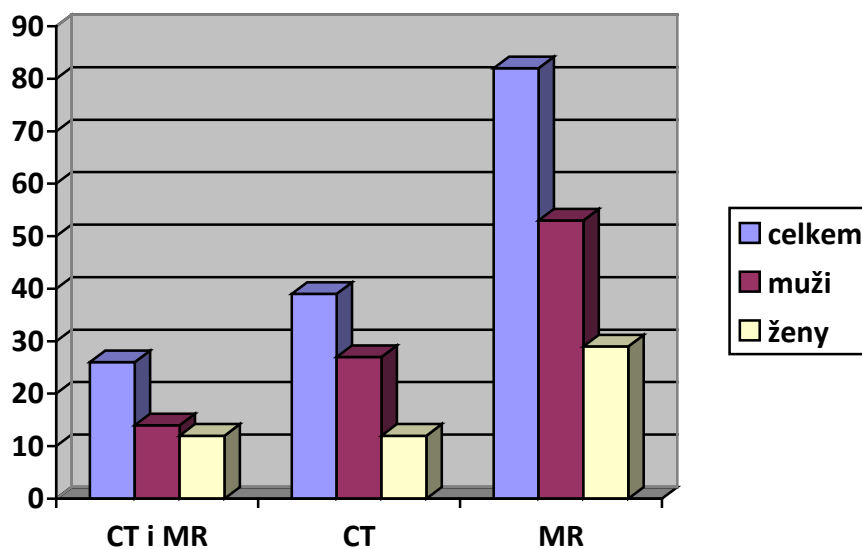
## 4.2 Porovnání pacientů do 25 let s CT, MR nebo CT i MR V LETECH 2006-2010

### 4.2.1 Počet pacientů do 25 let, kteří podstoupili některé z vyšetření v roce 2006

Tab. č. 5 číselně ukazuje počet pacientů do 25 let, kteří v roce 2006 absolvovali některé ze zkoumaných vyšetření

Rok 2006	CT i MR	CT	MR
celkem	26	39	82
muži	14	27	53
ženy	12	12	29

Graf č. 5 – grafické znázornění dat uvedených v tabulce č. 5

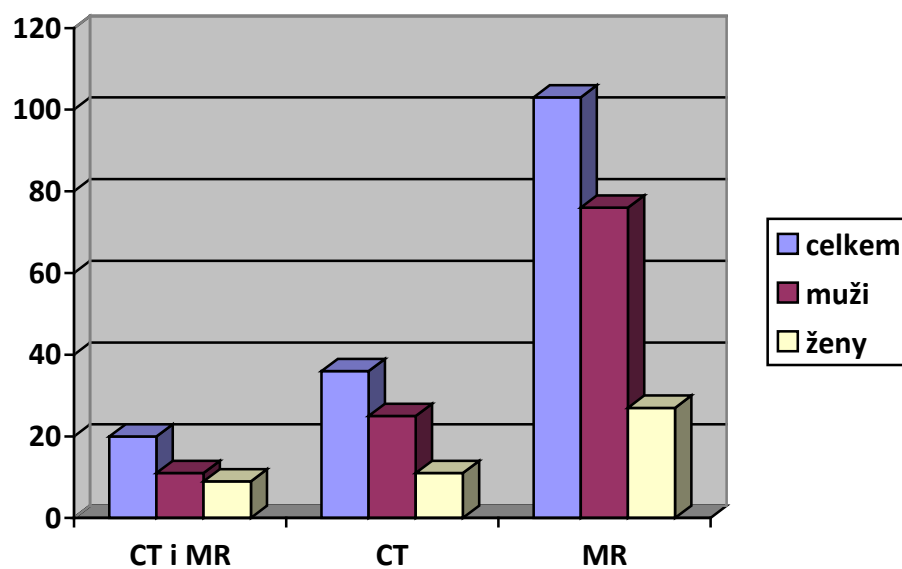


#### 4.2.2 Počet pacientů do 25 let, kteří podstoupili některé z vyšetření v roce 2007

Tab. č. 6 číselně ukazuje počet pacientů do 25 let, kteří v roce 2007 absolvovali některé ze zkoumaných vyšetření

Rok 2007	CT i MR	CT	MR
celkem	20	36	103
muži	11	25	76
ženy	9	11	27

Graf č. 6 – grafické znázornění dat uvedených v tabulce č. 6

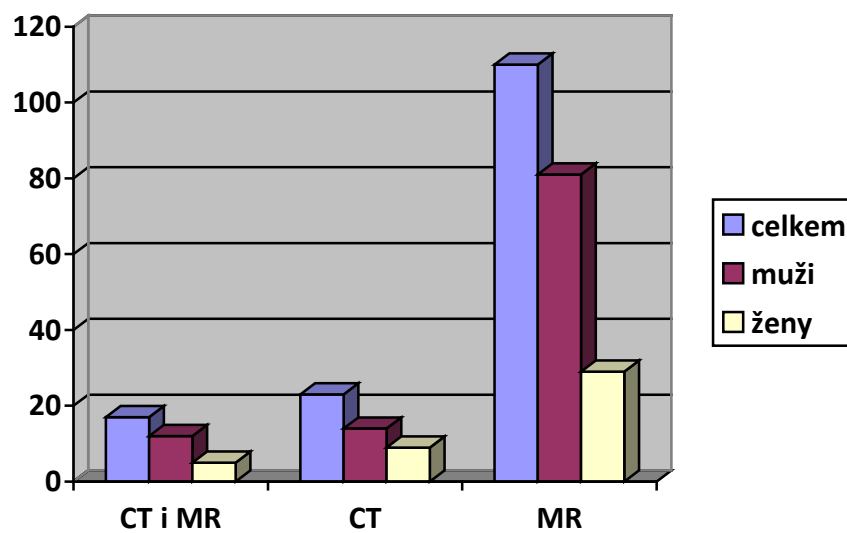


#### 4.2.3 Počet pacientů do 25 let, kteří podstoupili některé z vyšetření v roce 2008

Tab. č. 7 číselně ukazuje počet pacientů do 25 let, kteří v roce 2008 absolvovali některé ze zkoumaných vyšetření

Rok 2008	CT i MR	CT	MR
celkem	17	23	110
muži	12	14	81
ženy	5	9	29

Graf č. 7 – grafické znázornění dat uvedených v tabulce č. 7



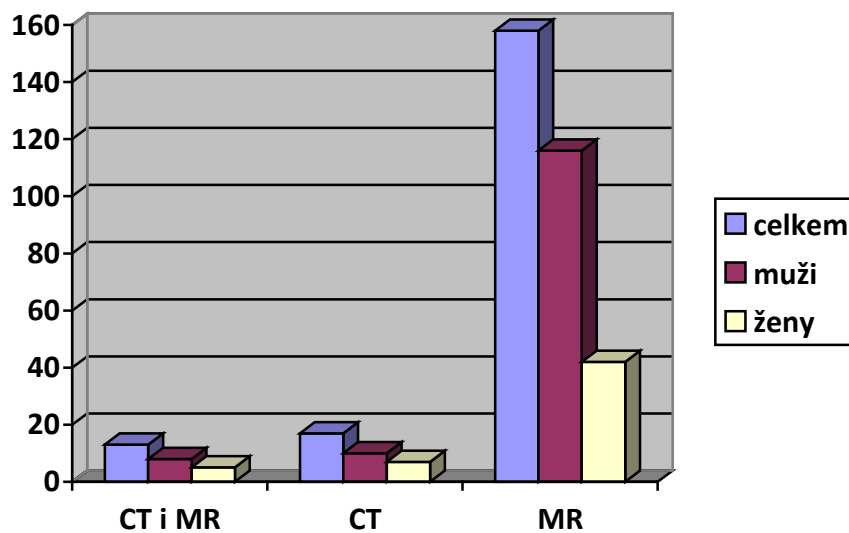


#### 4.2.4 Počet pacientů do 25 let, kteří podstoupili některé z vyšetření v roce 2009

Tab. č. 8 číselně ukazuje počet pacientů do 25 let, kteří v roce 2009 absolvovali některé ze zkoumaných vyšetření

Rok 2009	CT i MR	CT	MR
celkem	13	17	158
muži	8	10	116
ženy	5	7	42

Graf č. 8 – grafické znázornění dat uvedených v tabulce č. 8

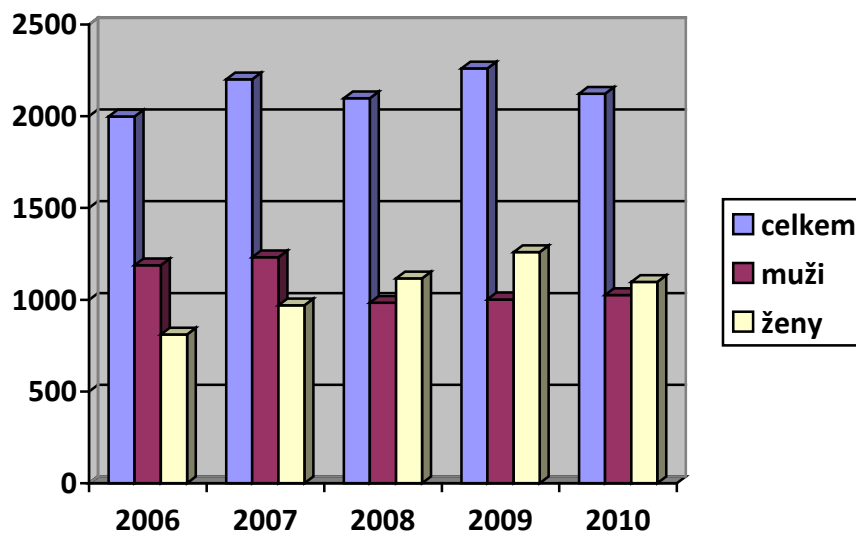


### 4.3 Celkový počet pacientů v letech 2006-2010 s vyšetřením bederní páteře

Tab. č. 9 počet pacientů celkem a zvlášť mužů a žen, kteří absolvovali v letech 2006-2010 vyšetření bederní páteře

2006-2010	2006	2007	2008	2009	2010
<b>celkem</b>	1998	2201	2099	2261	2123
<b>muži</b>	1188	1232	983	1002	1026
<b>ženy</b>	810	969	1116	1259	1097

Graf č. 9 – grafické vyjádření údajů z tab. č. 9

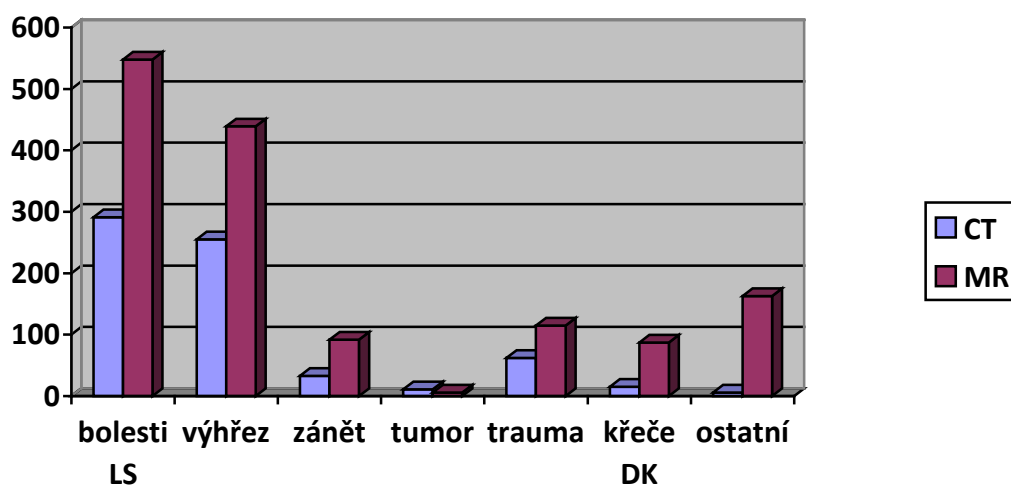


#### 4.4 Počet CT a MR vyšetření dle indikací

Tab. č. 10 v číselných hodnotách ukazuje počty CT a MR vyšetření rozdělených na základě nejčastějších indikací v roce 2010

	bolesti bederní oblasti	výhřez ploténky	zánět	tumor	trauma	křeče dolních končetin	ostatní
<b>CT</b>	291	255	33	11	62	15	6
<b>MR</b>	548	439	92	6	115	87	163

Graf č. 10 graficky znázorňuje data z tabulky č. 10

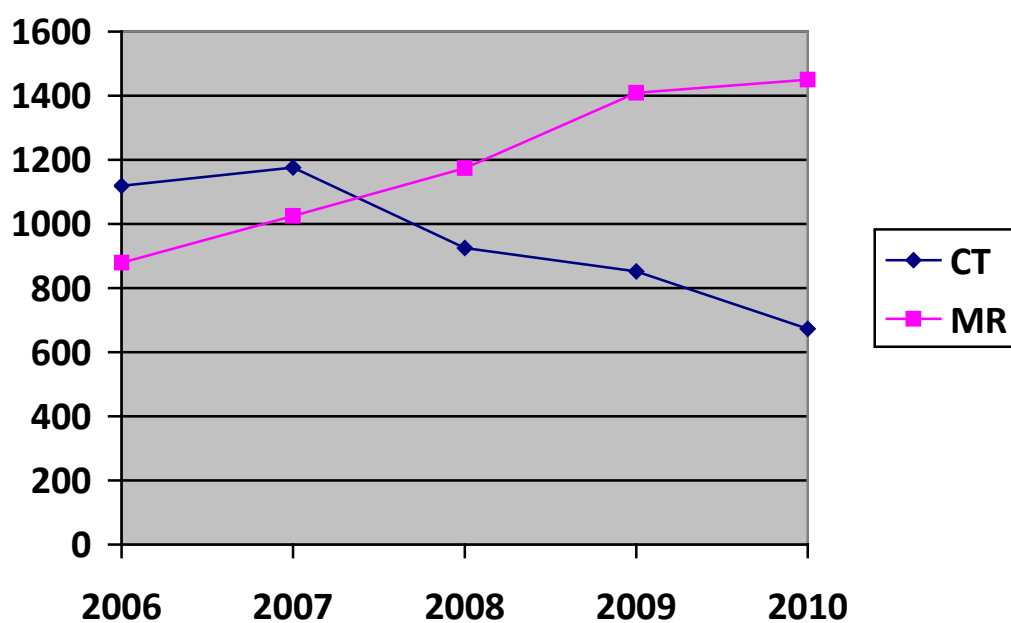


#### 4.5 Počet CT a MR vyšetření v letech 2006-2010

Tab. č. 11 ukazuje celkový počet CT a MR vyšetření v letech 2006-2010

2006-2010	2006	2007	2008	2009	2010
<b>CT</b>	1119	1176	925	852	673
<b>MR</b>	879	1025	1174	1409	1450

Graf č. 11 ukazuje v grafické podobě výsledky z tabulky č. 11



#### ***4.6 Porovnání finančních nákladů jednotlivých vyšetření***

Tab. č. 12

#### 4.7 Porovnání časové náročnosti jednotlivých vyšetření

Tab. č. 13 vyjadřuje délku trvání jednotlivých vyšetření vypočítaných aritmetickým průměrem z dat 10 standardních provedení

	CT	MR
minuty	3	20

#### 4.8 Porovnání radiční zátěže pacienta na obou vyšetřovacích modalitách

Tab. č. 14 vyjadřuje radiční zátěž pacientů na CT a MR, hodnota je stanovena aritmetickým průměrem z dat 10 pacientů

	CT	MR
dlp		

## 5 Diskuze

Již ve svém úvodu jsem uváděla, že stoupá počet pacientů, u nichž se vyskytují závažná onemocnění bederní páteře. Bohužel tento trend se vyskytuje takřka ve všech věkových kategoriích. Důležitých předpokladem pro včasné podchycení a léčbu nemoci bederní páteře je kvalitní vyšetření některou ze zobrazovacích metod.

Ve své práci jsem se zaměřila na standardní vyšetření bederní páteře na CT a MR tak, jak jsou prováděna ve FN Motol. Tato nemocnice má dlouholetou praxi s těmito zobrazovacími metodami. Z tohoto důvodu se domnívám, že mnou popsané vyšetřovací algoritmy a sekvence lze využít i v jiných radiodiagnostických klinikách, jejichž zkušenosti na tomto poli jsou nižší.

Je samozřejmé, že k dosažení optimálního výsledku je zapotřebí kvalitních zobrazovacích přístrojů. Ale ani nejkvalitnější a nejnovější přístroj sám mnoho nezmůže, nebude-li ho obsluhovat vysoce kvalifikovaný personál. Týká se to jak radiologických asistentů, tak lékařů-radiologů. K celkovému kvalitnímu výsledku je třeba, aby personál vzájemně spolupracoval a také, aby co nejlépe komunikoval s pacientem. V době, kdy počet pacientů narůstá a zvyšuje se tlak na zdravotnický personál je velmi důležité nezapomínat na psychickou podporu pacienta před, během i po vyšetření. Je také třeba respektovat odlišná náboženská pravidla jednotlivých pacientů a snažit se jim maximálně vyhovět. Domnívám se, že na mnoha odděleních je tato stránka vyšetření velmi opomíjena. Často je přístup k pacientům velmi strohý zcela opomíjející, že pacient není věc, ale myslící a cítící bytost.

U obou zobrazovacích metod, na něž jsem se ve své práci zaměřila, je třeba, aby byla ordinována s rozvahou. V mnoha případech pacienti podstupují obě vyšetření, ačkoli ne vždy je to pro diagnózu pacienta přínosem. Indikující lékaři by měli být poučeni o tom, že pro vyšetření měkkých tkání, jakými diskopatie je, není CT optimální metodou. Je vhodnější při potížích s kostěnou částí páteře. Naopak MR je pro vyšetření měkkých částí velice přínosné.

Kromě toho je značnou nevýhodou CT vyšetření i dávka záření, kterou pacient obdrží. Z tohoto důvodu by CT vyšetření neměli absolvovat pacienti v produktivním věku, pokud to není z vitální indikace. CT vyšetření je velmi rychlá metoda a z tohoto důvodu je také vhodná pro pacienty s klaustrofobií, kteří by kvůli svému postižení vyšetření na MR nezvládli. Lze také říci, že CT je z ekonomického hlediska výhodnější, než MR. Shrnuto, obě metody mají svá pozitiva i negativa. Nicméně hlavním důvodem použití MR by měl jednoznačně být přínos pro diagnózu a terapii.

Ve své práci jsem věnovala také prostor administrativní části jednotlivých zobrazovacích metod. Na některých pracovištích nejsou zavedeny místní standardy vyšetření a někde nepoužívají ani národní standardy. Svoji práci bych ráda nabídla jako určité vodítko, jak by mělo vypadat a fungovat administrativní zázemí na radiodiagnostických klinikách. Používání národních a místních standardů je velmi důležité, nejen proto, že tak lze zabránit zbytečnému ozáření nebo vyšetření pacienta. Hlavní však je, že díky těmto postupům lze vyšetřit pacienta na různých klinikách a na různých přístrojích a přesto bude výsledek takřka identický. Což následně umožní srovnání s předchozími vyšetřeními, ať už byla provedena kdekoliv.

V každé kapitole své bakalářské práce jsem se také věnovala povinnostem radiologického asistenta. Role RA je velmi důležitá, ačkoliv se omezuje pouze na dodržování standardů, na omezování expozic, na kontrolu kvality zobrazení. Jeho úkolem je rovněž provádění pravidelných testů přístrojů za pomoci fantomů. K dobrému pracovnímu výsledku je zapotřebí, aby si RA během svého působení na klinikách zobrazovacích metod neustále doplňoval vzdělání. A to nejen čistě ve svém oboru, ale i třeba ve zdravotnické psychologii nebo v novinkách z jiných oborů, které může na svém pracovišti s výhodou použít. Jak již bylo řečeno, je nezbytné, aby byla zajištěna co nejlepší komunikace mezi radiologem a RA. K tomu je také zapotřebí, aby RA vyhledával předchozí vyšetření v databázi kliniky a správně vykazoval provedená vyšetření zdravotní pojišťovně.

Zvládnutí praktické stránky vyšetření je také důležitou součástí práce RA. Znalost technických parametrů přístroje, standardů vyšetření, administrativy i použití



ochranných pomůcek zvyšuje pro pacienta komfort vyšetření. Nejenže odpadá zbytečné ozáření pacienta, ale takto lze i celé vyšetření zkrátit.

V neposlední řadě jsem se snažila ukázat, že pro optimální vyšetření je nutné, aby RA znal anatomické struktury lidského těla. Mnohdy se ukazuje, že této otázce se věnuje menší pozornost, než je třeba. Neznalost anatomie může ublížit pacientovi. Ať už z důvodu opakovaného ozáření, byl-li špatně zacentrován na vyšetření. Nebo proto, že může být vyšetření zbytečně prodlouženo a tak způsobit diskomfort pacienta.

## **Závěr**

Ve své práci jsem se snažila poskytnout maximum informací o diskopatii bederní páteře a jejím zobrazení na dvou vyšetřovacích modalitách. V první části práce jsem se věnovala anatomii a patologii bederní páteře. V další části jsem se snažila vystihnout jednu z důležitých součástí práce RA a to psychologický přístup k pacientovi. Snažila jsem se maximálně popsat přístupy k jednotlivým skupinám pacientům, ať už fyzicky či psychicky postiženým, nebo různé přístupy k dětem a lidem s jinou náboženskou vírou.

V kapitole Administrativní součásti vyšetření jsem se zaměřila na často opomíjené náležitosti, jako je používání národních standardů. Snažila jsem se vyzdvihnout nutnost vytvořit si na klinice vlastní, tedy místní standardy a vždy se jimi řídit. Do této kapitoly jsem také zařadila vše, co se týká žádanek na vyšetření a jejich nezbytných částí. Žádanky jsou uchovávány ve složce pacienta a slouží jako nositelé identifikačních znaků pacienta, jako zdůvodnění a přínos vyšetření.

V následujícím oddíle jsem věnovala pozornost radiační ochraně pacienta. Uplatňování jejích principů je důležité u CT, kde se využívá ionizující záření.

V dalších několika kapitolách jsem věnoval pozornost vyšetřením na CT a MR. V každém oddíle jsem se věnovala historii konkrétního zobrazovacího algoritmu a popisu jednotlivých postupů vyšetření. Mým hlavním cílem bylo vykreslit roli radiologického asistenta před, během a po vyšetření. Snažila jsem se poukázat na to, že RA je důležitou součástí celého vyšetřovacího procesu a že jsou na něj kladeny vysoké požadavky, jak z profesního, tak z lidského hlediska.

V poslední části práce jsem se věnovala shromážděným datům a jejich statistickému zpracování. Data jsem získala z ústavního nemocničního systému, zkr. UNIS. Použila jsem data z let 2006 -2010. Na základě jejich vyhodnocení jsem byla schopna potvrdit obě své hypotézy. První předpokládala, že stoupá počet pacientů do 25 let, kteří byli indikováni k vyšetření bederní páteře. Na základě dat za 5 let jsem mohla tuto hypotézu potvrdit. Druhá moje hypotéza se týkala počtu CT a MR vyšetření, kdy

jsem předpokládala, že v posledních letech došlo k poklesu CT vyšetření a stoupl počet MR vyšetření. I tento předpoklad bych po vyhodnocení údajů potvrdila.

Na závěr bych chtěla říci, že během zpracování bakalářské práce jsem si uvědomila, jak velmi je důležité, aby RA odváděl kvalitní práci, aby se choval slušně a profesionálně. V dnešní době se často zapomíná, že nekvalitně odvedená práce může poškodit pacienta a že slušnost a empatie hrají ve vztahu k pacientovi velkou a pozitivní roli. Dále jsem chtěla poukázat na podstatu a účel národních a místních standardů a také na jejich zákonnou existenci. Svoji práci jsem se také snažila koncipovat jako metodickou příručku pro ostatní radiologické asistenty i jiné kliniky.

## Literatura

1. BRÜNING, Roland; Flohr, Thomas; Küttner, Axel. *Protocols for Multislice CT*. 2en ed. Berlin: Springer, 2006. 293 s. ISBN: 978-3-540-27271-7 (<http://www.springer.com/medicine/radiology/book/978-3-540-27271-7>)
2. BRUNA, Josef; Sehr, Alois. *Celotělová výpočetní tomografie*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1988. 389 s. ISBN 08-033-88
3. ČERNOCH, Zdeněk; et al. *Neuroradiologie*. 1. vyd. Hradec Králové: Nucleus HK, 2000. 585 s. ISBN 80-901753-9-2
4. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 1*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2001. 497 s. ISBN 80-7169-970-5
5. DRASTICH, Aleš. *Tomografické zobrazovací systémy*. 1. vyd. Brno: VUT v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav biomedicínského inženýrství, 2004. 208 s. ISBN 80-214-2788-4
6. FERDA, Jiří; Mírka, Hynek; Baxa Jan. *Multidetektorová výpočetní tomografie, technika vyšetření*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009. 213 s. ISBN 978-80-7262-608-3
7. GRIM, Miloš; Druga Rastislav; et al. *Základy anatomie, 1. Obecná anatomie a pohybový systém*. 1. vyd. Praha: Galén, 2001. 159 s. ISBN 80-7262-112-2
8. CHUDÁČEK, Zdeněk. *Radiodiagnostika*. 1. vyd. Brno: IDVPZ, 1995. 293 s. ISBN 80-7013-144-4
9. KAPLAN, Phoebe A.; Helms, Clyde A.; Dussault, Robert; Anderson, Mark W. *Muskuloskeletal MRI*. 2en ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 2009. 456 s. ISBN: 978-1-4160-5534-1
10. KOHOUTEK, Lukáš. *Vybrané kapitoly CT, seminární práce*. Praha: 2. lékařská fakulta UK v Praze, 2005. [www.bozskeruce.cz/download/lfuk/vybrane\\_kapitoly\\_ct.pdf](http://www.bozskeruce.cz/download/lfuk/vybrane_kapitoly_ct.pdf)

11. LEE, Joseph K. T.; Sagel, Stuart S.; Stanley, Robert J.; Heiken, Jay P. *Computed Body Tomography with MRI Correlation*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1998. 2050 s. ISBN 0-7817-0291-7
12. LORENZOVÁ, Dana; Mareš, Jiří; Měrka, Vladimír. *Zdravotní péče o muslimské pacienty*. 1. vyd. Hradec Králové: Vojenská lékařská akademie J. E. Purkyně v Hradci Králové, 1999. 17 s. ISBN 80-85109-10-7
13. MACHÁČKOVÁ, Hana. *Zobrazovací metody při poranění hrudní a bederní páteře – algoritmy vyšetření, úloha radiologického asistenta při jejich modifikacích a provedení, Bakalářská práce*. Praha: 2. lékařská fakulta UK, 2007. 35 s.
14. NEKULA, Josef; Chmelová, Jana. *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2007. 67 s. ISBN 978-80-7368-335-1
15. ORT, Jaroslav; Strnad, Sláva. *Radiodiagnostika II. část*. 1. vyd. Brno: IDPVZ, 1997. 124 s. ISBN 80-7013-240-X
16. PETEROVÁ, Věra, et al. *Páteř a mícha*. Praha: Galén, 2005. 188 s. ISBN 80-7262-336-2
17. Publikace ICRP 103, *Doporučení Komise radiologické ochrany 2007*. Praha: SÚJB, 2009
18. REIMER, Peter; Parizel, Paul M.; Stichnoth, Falko A. *Clinical MR Imaging, A practical approach*. 2nd ed. Heidelberg: Springer, 2003. 597 s. ISBN 3-540-43467-4
19. ROSS, Jeffrey S. *MRI of the Spine*. 2en ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins, 2000. 24 s. ISBN-13: 978-0-7817-2528-6
20. RUNGE, Val M. *Enhanced Magnetic Resonance Imaging*. Missouri: C. V. Mosby Company, 1989. 356 s. ISBN 0-8016-4261-2
21. RUNGE, Val M. *Contrast-Enhanced Clinical Magnetic Resonance Imaging*. 1th ed. Lexington: University Press of Kentucky, 1997. 182 s. ISBN 0-8131-1944-8

22. RYCHLÍKOVÁ, Eva. *Manuální medicína*. 4. vyd. Praha: Maxdorf s.r.o., 2008. 499 s. ISBN 978-80-7345-169-1
23. SEIDL, Zdeněk. *Magnetická rezonance hlavy, mozku a páteře*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 319 s. ISBN 978-80-247-1106-5
24. SCHOCH, Ilke. *Magnetresonanztomographische Bedeutung degenerativer Veränderungen an den Foramina intervertebralia der Lendenwirbelsäule*. Berlin: Freie Universität, 1995
25. STROJIL, Jan. *CT-výpočetní technika, seminární práce*. Klinická biofyzika, 2001. [www.seminarky.cz](http://www.seminarky.cz)
26. VÁLEK, Vlastimil; Žižka, Jan. *Moderní diagnostické metody. III. díl Magnetická rezonance*. 1. vyd. Brno: IDPVZ, 1996. 43 s. ISBN 80-7013-225-6
27. VENGLÁŘOVÁ, Martina; Mahrová, Gabriela. *Komunikace pro zdravotní sestry*. 1. vyd. Praha, Grada Publishing, 2006. 144 s. ISBN 80-247-1262-8
28. WIMMER Berthold; Hofmann Erich; Jacob, Augustinus. *Trauma of the Spine, CT and MRI*. 1th ed. Heidelberg, Springer-Verlag, 1990. 90 s. ISBN 3-540-50977-1
29. <http://www.spondylochirurgie.cz/pac-informace.php>
30. [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

## **Klíčová slova**

diskopatie

komunikace s pacientem

kontraindikace

magnetická rezonance

radiologický asistent

radiační ochrana

standardy

výpočetní tomografie