

Vysoká škola zdravotnická, o. p. s., Praha 5

**ZOBRAZOVACÍ METODY PŘI PORANĚNÍ HRUDNÍ A
BEDERNÍ PÁTEŘE, ALGORITMY VYŠETŘENÍ, ÚLOHA
RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI JEJICH
MODIFIKACÍCH A PROVEDENÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

MARKÉTA PELCOVÁ

Praha 2015

VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, O. P. S., PRAHA 5

**ZOBRAZOVACÍ METODY PŘI PORANĚNÍ HRUDNÍ A
BEDERNÍ PÁTEŘE, ALGORITMY VYŠETŘENÍ, ÚLOHA
RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI JEJICH
MODIFIKACÍCH A PROVEDENÍ**

Bakalářská práce

MARKÉTA PELCOVÁ

Stupeň vzdělání: bakalář

Název studijního oboru: Radiologický asistent

Vedoucí práce: MUDr. Ing. Tomáš Viták, PhD.

Praha 2015

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité zdroje literatury jsem uvedla v seznamu literatury.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své bakalářské práce ke studijním účelům.

V Praze dne.....

podpis.....

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu práce, panu MUDr. Ing. Tomáši Vitákovi, PhD. za pomoc při zpracování této bakalářské práce a za možnost získání dostupných informací při závěrečném vypracování.

ABSTRAKT

PELCOVÁ, Markéta. *Zobrazovací metody při poranění hrudní a bederní páteře, algoritmy vyšetření, úloha radiologického asistenta při jejich modifikacích a provedení.* Vysoká škola zdravotnická, o. p. s. Stupeň kvalifikace: Bakalář (Bc.). Vedoucí práce: MUDr. Ing. Tomáš Viták, PhD. Praha. 2015.

Cílem této práce je přehled diagnostických metod využívaných u poranění hrudní a bederní páteře, dále souhrn možných druhů traumatických stavů hrudního a bederního úseku páteře včetně případného neurologického deficitu a postupy vyšetření s ohledem na závažnost a typ poranění.

Jsou zde popsány také principy jednotlivých diagnostických metod, včetně technických parametrů a indikací, které se vztahují k dané vyšetřované oblasti.

V praktické části je popsána úloha radiologického asistenta u jednotlivých typů vyšetření, včetně přípravy a postupu spolu s obrazovou dokumentací možných případů.

Klíčová slova: Poranění páteře, Radiodiagnostika, Radiologický asistent, Zobrazovací metody

ABSTRACT

PELCOVÁ, Markéta. *Imaging Methods of Thoracic and Lumbar Spine Injuries, Algorithms of the Examination, The Role of Radiology Technician in their Modifications and Performance*. Medical College, ops. Degree: Bachelor (Bc.). Supervisor: Dr. Ing. Tomáš Viták, PhD. Prague. 2015.

The aim of this bachelor thesis is the overview of diagnostic methods used in thoracic and lumbar spine injuries, also the summary of possible kinds of traumatic statuses in the thoracic and lumbar section of the spine, including prospective neurological deficit and examination procedures with regard to the seriousness and type of injury.

There are also principles of individual diagnostic methods described, including technical data and indications which relate to the examined area.

The practical part describe the role of radiology technician for each type of examination including the preparation and procedure along with pictorial documentation of possible cases.

Key words: Spine injury, Radiological diagnostics, Radiology technician, Imaging methods

Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM ZKRATEK	11
SEZNAM ODBORNÝCH VÝRAZŮ	12
ÚVOD	13
1 ANATOMIE PÁTEŘE	14
1.1 STAVBA PÁTEŘE	14
1.1.1 OBRATLE	14
1.1.2 SPOJENÍ	15
1.1.3 PÁTEŘNÍ KANÁL	15
1.2 MÍCHA	16
1.3 ODDÍLY PÁTEŘE	17
1.4 ZAKŘIVENÍ PÁTEŘE	18
2 FYZIOLOGIE PÁTEŘE	19
2.1 POHYBLIVOST PÁTEŘE	19
3 PATOLOGIE HRUDNÍ A BEDERNÍ PÁTEŘE	21
3.1 KLASIFIKACE PORANĚNÍ PÁTEŘE	21
3.2 ROZDĚLENÍ TRAUMATICKÝCH STAVŮ	23
3.3 MECHANISMUS PORANĚNÍ PÁTEŘE	24
3.4 PŘÍČINY A MÍSTA PORANĚNÍ PÁTEŘE	25
3.5 POZDNÍ NÁSLEDKY ZLOMENIN PÁTEŘE	26
3.6 PORANĚNÍ MÍCHY	26
MÍŠNÍ KOMOCE	28
MÍŠNÍ KONTUZE	28
MÍŠNÍ KOMPRESSE	28
MÍŠNÍ LÉZE	28
MÍŠNÍ PORANĚNÍ U POLYTRAUMAT	29
3.7 LÉČBA PORANĚNÍ	29

3.7.1	KONZERVATIVNÍ LÉČBA	30
3.7.2	OPERATIVNÍ LÉČBA.....	30
4	DIAGNOSTIKA – ZOBRAZOVACÍ METODY HRUDNÍ A BEDERNÍ PÁTEŘE	32
4.1	RTG SKIAGRAFIE	32
4.1.1	VZNIK A VLASTNOSTI RTG ZÁŘENÍ	32
4.1.2	KONSTRUKCE RTG PŘÍSTROJE	33
4.1.3	NASTAVENÍ PARAMETRŮ X ZÁŘENÍ	34
4.1.4	RTG VYŠETŘENÍ PÁTEŘE	34
4.2	PERIMYELOGRAFIE	35
4.3	VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE (CT)	35
4.3.1	KONSTRUKCE CT	35
4.3.2	PRINCIP CT VYŠETŘENÍ	36
4.3.3	PARAMETRY VYŠETŘOVACÍHO PROTOKOLU.....	36
4.3.4	CT PÁTEŘE	38
4.4	MAGNETICKÁ REZONANCE	40
4.4.1	KONSTRUKCE MR PŘÍSTROJE	40
4.4.2	MR VYŠETŘENÍ PÁTEŘE	42
4.4.3	MR SEKVENCE U VYŠETŘENÍ PÁTEŘE	43
4.5	SCINTIGRAFIE PÁTEŘE	44
5	ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI VYŠETŘENÍ HRUDNÍ A BEDERNÍ PÁTEŘE	45
5.1	ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI RTG VYŠETŘENÍ.....	45
5.1.1	POSTUP VYŠETŘENÍ	45
	HODNOCENÍ	47
5.2	ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI VYŠETŘENÍ PMG	48
5.2.1	POSTUP VYŠETŘENÍ	48
5.3	ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI CT VYŠETŘENÍ	49
5.3.1	POSTUP VYŠETŘENÍ	49
5.3.2	POSTUP VYŠETŘENÍ U POLYTRAUMAT.....	50

5.4	ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI MR VYŠETŘENÍ.....	51
5.4.1	PŘÍPRAVA NA VYŠETŘENÍ.....	51
5.4.2	POSTUP VYŠETŘENÍ PÁTEŘE.....	52
5.5	ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI SCINTIGRAFICKÉM VYŠETŘENÍ.....	53
6	DISKUZE.....	54
7	ZÁVĚR.....	55
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	56
	PŘÍLOHY.....	59

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Pohybový segment

Obrázek 2 – Páteř a poškození

Obrázek 3 - RTG bederní bočný - poranění typu B (ploténky a zadních ligament L2/3)

Obrázek 4 - RTG - poranění typu A - Pincer zlomenina

Obrázek 5 - CT – poranění typu A - tříštivá zlomenina

Obrázek 6 - herniace míchy (T2W, T1W)

Obrázek 7 - výhřez disku

Obrázek 8 - CT sagit., coron., axiál

Obrázek 9 - MR T2W, T1W, STIR

Obrázek 10 - CT sagit., MRT1W, MSTIR

SEZNAM ZKRATEK

AF	anteflexe
AP	předozadní projekce
CT	computed tomography (počítačová tomografie)
CTA	CT angiografie
ETL	echo train length
GRE	gradient echo
HRCT	high resolution computed tomography
KL	kontrastní látka
kV	kiloVolt
LL	bočná projekce
LS	lumbosakrální
mAs	miliAmpérsekunda
MBq	megaBequerel
MPR	multiplanární rekonstrukce
MR	magnetická rezonance
PMG	perimyelografie
PACS	picture archiving and communication system
RA	radiologický asistent
RF	radiofarmakum
RTG	rentgen
SI	intenzita signálu
STIR	short TI Inversion Recovery
TE	echo time
Th/L	thorakolumbární
TR	repetition time
TSE	turbo spin echo
T1W	T1 weighted image (vážený obraz)
T2W	T2 weighted image (vážený obraz)
VRT	volume rendering techniques - objemové rekonstrukce
2D	dvojměrný obraz
3D	trojměrný obraz

SEZNAM ODBORNÝCH VÝRAZŮ

ligamentotaxe	fixace tahem vazů
spongioplastika	operační přenesení vlastní kostní tkáň
MR spektroskopie	MR sledování biochemických pochodů
myelopatie	nezánětlivé onemocnění míchy
kanalikulární stenóza	zúžení páteřního kanálu
myelomalacie	ischemie míšní tkáň
syringohydromyeliie	přítomnost dutiny v míše
paraspinální	ležící v okolí páteře
paravertebrální	ležící v okolí obratle
parasagitální	vedle roviny sagitální

ÚVOD

Poranění páteře patří vzhledem k nebezpečí vzniku celoživotních následků k nejobávanějším úrazům. Hlavní zastoupení má především u mužů mladších věkových kategorií. Zdrojem jsou především dopravní nehody, pády z výšek, skoky do mělčin a další pracovní, sportovní a rekreační aktivity.

V posledních letech došlo k významnému zkvalitnění léčebné a rehabilitační péče o pacienty po spinálních poranění. Přesná diagnostika s následnou možností exaktního ošetření výrazným způsobem změnila výsledky léčby a tím i osudy mnoha pacientů.

Na radiologických pracovištích tvoří zobrazování páteře a páteřního kanálu podstatnou část všech vyšetření. Přesné stanovení míry nestability je základním požadavkem pro volbu optimálního způsobu léčby s cílem vyhnout se progresivní deformitě, neurologickému deficitu a chronické bolesti. Proto je kladen značný důraz na diagnostiku a tedy přesné zobrazení rozsahu a lokalizace poškození kostních a vazivových struktur.

Došlo k rozšíření sítě spinálních jednotek a byla tak zajištěna návaznost hospitalizace spinálních pacientů od spondylochirurgií až po rehabilitační ústavy. Zlepšením operativy a následné léčby v akutním a subakutním stadiu se snížilo procento závažných komplikací.

1 ANATOMIE PÁTEŘE

1.1 STAVBA PÁTEŘE

Páteř je osovým, opěrným skeletem pohybového aparátu lidského těla, zajišťujícím vzpřímenou chůzi a poskytujícím ochranu míše a míšním kořenům (POKORNÝ, 2002).

1.1.1 OBRATLE

Je složena z obratlů (vertebrae), kterých je celkem 33-34 a tyto jsou vzájemně spojeny vazy, klouby a meziobratlovými destičkami (disci intervertebrales). Celá páteř je pak rozdělena na pět typů obratlů lišících se vzájemně svou stavbou :

- 7 krčních (C1-C7, vertebrae cervicales)
- 12 hrudních (Th1-Th12, vertebrae thoracicae)
- 5 bederních (L1-L5, vertebrae lumbales)
- 5 původně samostatných křížových obratlů, srostlých v os sacrum (S1-S5)
- 4-5 kostrčních (Co1-Co4/5, srostlých v os coccygis)

Obratle sestávají z těla (corpus), oblouku (arcus) a výběžků (processus).

Tělo je nosnou částí obratle a nachází ventrálně.

Naopak dorzálně se na obratli nachází oblouk, který sestává ze 4 kloubních výběžků (processus articulares), dvou příčných (processus transversi) a jednoho trnového (processus spinosus). Má za úkol chránit míchu.

První dva krční obratle se stavebně od ostatních odlišují. Nazývají se atlas a axis. Atlas je charakteristický tím, že nemá tělo, má dva oblouky a chybí trnový výběžek. Axis je zase specifickým tím, že má tělo nahrazeno zubem (dens axis), který směřuje do atlasu. Mezi oběma chybí meziobratlová ploténka (FIALA, 2008).

Těla obratlů mají v každém úseku páteře odlišnou stavbu. Hrudní obratle mají v porovnání s krčními obratli vyšší těla, cylindrická. Bederní obratle jsou mohutnější, ledvinovitého tvaru. Jejich trnové výběžky jsou směrem kaudálním také větší, velikostí i objemem a upínají se na ně svaly a vazy.

Pohyb obratlů mezi sebou je umožněn dvěma páry kloubních výběžků – horních a dolních, které se nachází po stranách obratle v místě, kde se napojuje obratlový oblouk k tělu a naléhají na výběžky sousedních obratlů.

1.1.2 SPOJENÍ

Meziobratlový kloub je tvořen artikulační plochou výběžku a kloubním pouzdem, spolu s meziobratlovými ploténkami (disci intervertebrales) umožňuje pohyb páteře.

Obratlový otvor (foramen vertebrale) je ohraničen obloukem obratle a tělem obratle a dohromady tvoří dlouhý sloupec, který nazýváme páteřní kanál (canalis vertebrae) a v něm se nachází páteřní mícha (medulla spinalis) (NEKULA, 2009).

Meziobratlové ploténky sestávají z řídkého kulovitého jádra (nucleus pulposus) obklopeného vazivovým prstencem (anulus fibrosus) a tvoří asi čtvrtinu celé páteře. Jsou pružné a jsou mechanicky zatěžovány, takže vlastně plní funkci elastických nárazníků. Nejmhutnější se nacházejí v bederní páteři, kde také nejvíce působí váha celého těla (FIALA, 2008).

Další spojení zajišťuje ligamentum longitudinale ant., které srůstá s přední plochou všech obratlových těl a disků a dále lig. longitudinale post. Které je přirostlé na zadní plochu těchto struktur. Další ligamenta flava se nachází mezi jednotlivými oblouky a ligamenta interspinalia mezi trnovými výběžky, která jsou obzvlášť silná v oblasti bederní páteře (BARTONÍČEK, 1995).

1.1.3 PÁTEŘNÍ KANÁL

Páteřní kanál má na transverzálním řezu trojúhelníkovitý tvar a je tvořený zadní stranou obratlového těla a oblouky. Na jejich hranici z kanálu vychází skrz meziobratlovými otvory svazek nervů a cév sestávající ze spinálního nervu, artérie a

žily. Epidurálním prostorem nazýváme místo mezi durálním vakem a kostním ohraničením páteřního kanálu.

Ve ventrální části prostoru je tuková tkáň, žilní plexy, které jsou propojeny s retroperitoneálními a pánevními žilami. Ventrální část prostoru je poměrně úzká, pouze pár mm ale v lumbosakrálním přechodu se rozšiřuje až na 10 mm (NEKULA, 2005).

1.2 MÍCHA

Na míše nacházíme dva úseky, které jsou rozšířené a ze kterých odstupují nervy tvořící nervové pleteně :

V bederním úseku se nachází intumescencia lumbalis - L1-S2 zajišťující inervaci dolních končetin. Úsek L5-S2 se nazývá epikonus, míšní konus vytváří úsek S3-5 a Co. V bočních rýhách se vyskytují vstupy a výstupy kořenů míšních nervů, přičemž z každé poloviny vystupují dvě řady kořenů a celkem pak tvoří 31 párů míšních nervů.

Míšním segmentem nazýváme krátký segment míchy, ze kterého vystupuje vždy jeden pár míšních nervů (FIALA, 2008).

Míchu dělíme z hlediska anatomie i fyziologie na 31 segmentů - oddělují jí výstupy předních a zadních kořenů) : 8 krčních, 12 hrudních, 5 lumbálních, 5 sakrálních a 1 kokcygeální.

Mícha nevyplňuje celý prostor páteře, její konec se nachází u meziobratlového prostoru L1-2, tudíž jednotlivé míšní kořeny vystupují stále z nižších meziobratlových otvorů

Z hlediska mikroskopické stavby je na příčném řezu míchy viditelné odlišné uspořádání šedé a bílé hmoty míšní.

Šedá hmota (substantia intermedia) vytváří tři sloupce - přední, postranní a zadní, které se označují jako rohy míšní (cornua). Buňky šedé hmoty jsou seskupeny v jádra, která jsou tvořena těly neuronů :

A. V předních rozích míšních nacházíme motorické neurony, jejichž axony utvářejí přední míšní kořeny. Motoneurony jsou uspořádány do pěti skupin jader.

- B. V postranních rozích míšních jsou autonomní jádra a jádra přijímající signály z útrobních receptorů.
- C. V zadních rozích míšních nacházíme buňky spojovací a dvě důležitá jádra vzestupných drah : jádro Stillingovo-Clarkeovo dráhy spinocerebelární a jádro zadního sloupce, kde se přepojuje dráha spinothalamická.

Šedá hmota obsahuje interneurony, které převádějí vzruchy z jader zadních rohů na motoneurony v předních rozích a mají za úkol vzájemnou inervaci svalů.

Bílá hmota je tvořena vlákny neuronů, které se shlukují do svazků - drah, a ty pak převádějí vzruchy na větší vzdálenost. Mají společnou funkci i průběh. Nacházíme zde dva druhy drah :

- krátké dráhy (spinospinální) spojující blízké úseky šedé hmoty
- dlouhé dráhy, které spojují periferní nervový systém s centrálním nervovým systémem ve formě vzestupných i sestupných drah . Podle umístění v bílé hmotě rozdělujeme provazce na přední, střední a zadní, které obsahují jednotlivé míšní dráhy (FIALA, 2008).

1.3 ODDÍLY PÁTEŘE

Hrudní úsek (Th1-Th12)

Meziobratlové otvory se v horním hrudním úseku promítají na šikmé projekci a v dolním na boční projekci. Jelikož se zde na páteř upínají žebra, tak je tento úsek poměrně málo pohyblivý – v dolní části je větší rotace, ale extenze je zde minimální.

Bederní úsek (L1-L5)

Obratlová těla jsou zde největší především v transverzálním směru, tělo obratle L5 má sekyrkovitý tvar a ventrálně je vyšší než dorzálně.

V anteflexi má L páteř maximální pohyblivost, v retroflexi naopak omezenou. Rotace je zde minimální (jen kolem 5°) (NEKULA, 2005).

1.4 ZAKŘIVENÍ PÁTEŘE

Páteř má u člověka čtyři typická fyziologická zakřivení v předozadním směru :

- lordózu krční a bederní (konvexní vyklenutí ventrálně)
- kyfózu hrudní a v os sacrum (konvexní vyklenutí dorzálně)

Promontorium je název pro přechod mezi posledním bederním obratlem a disku na kost křížovou. Prominuje ventrálně k hornímu zadnímu obvodu pánve.

Boční zakřivení se nazývá skolióza a vyskytuje se pouze u části populace. Vzniká částečnou rotací obratlů kolem své osy – předozadní i podélné. Přirozeně se může objevovat u praváků či leváků kdy je příčinou zkřížená asymetrie končetin. Patologicky může být přechodná jen při krátkodobém zatížení.

Klinicky jsou výchylky v zakřivení znatelné rozdílným tvarem zad :

- záda kulatá - namísto krční lordózy je viditelná kyfóza
- záda plochá - krční lordóza a hrudní kyfóza jsou nevýrazné, páteř je v jedné přímce, příčinou bývají ochablé svaly páteře
- záda prohnutá - s výraznými lordózami a kyfózou (NEKULA, 2009)

2 FYZIOLOGIE PÁTEŘE

2.1 POHYBLIVOST PÁTEŘE

Pohybový rozsah je mezi jednotlivými obratli omezený, teprve součtem dílčích pohybů dostáváme výsledný pohyb páteře jako celku. Do jisté míry je dán sklonem kloubních výběžků obratlů.

Pohyb páteře rozdělujeme na : předklon a záklon dosahuje největšího rozsahu v krční oblasti, dále pak v bederní. Rotace je značně omezená v bederním úseku páteře (ŽVÁK, 2006).

- Předklon (anteflexe) - páteř se rozvíjí do kyfózy, dochází k posuvu horních obratlů proti dolním asi o 2 mm. Nastává zužování přední části a rozevírání zadní části. Předklon je možno uskutečnit i ve značném rozsahu ve všech úsecích páteře a lehkou formu anteflexe považujeme za úlevovou polohu vzhledem k průměru a objemu páteřního kanálu, který je v AF největší.
- Záklon (retroflexe) je oproti předklonu mnohem více limitován především z důvodu zaklínění kloubků. Páteř se naopak rozvíjí do lordózy, dochází k rozevření předního okraje meziobratlové ploténky, interspinózní prostory se dosti zužují a trny do sebe narážejí. Při záklony dochází ke zhoršování vertebrogenních syndromů a také traumata vzniklá v retroflexi bývají obvykle závažnější než ty vzniklé v předklonu.
- Úklon (lateroflexe) bývá většinou spojený s rotací, s dostatečným rozsahem ve všech úsecích páteře, pouze v hrudní páteři je omezen žebry. Dochází ke zúžení meziobratlového prostoru na straně úklonu a stlačení meziobratlové ploténky. Zároveň dochází v menší míře k posunu horního obratle na té straně úklonu.
- Rotace je pro páteř nejsložitějším pohybem, z důvodu největšího zatížení páteřního skloubení. V krční páteři je největší rozsah - asi 60 stupňů, v hrudní

asi 30 stupňů a rotační pohyb končí v Th/L přechodu. Z důvodu postavení kloubků nedochází v bederním úseku téměř k žádné rotaci (NEKULA, 2005)

3 PATOLOGIE HRUDNÍ A BEDERNÍ PÁTEŘE

Mezi poranění páteře řadíme poškození skeletu, vazů, meziobratlových plotének, míchy, nervových kořenů a cév. U poranění páteře nemusí být primárně poškozeny také další struktury, ale z důvodu nestability páteře je zde vysoké riziko sekundárního poškození nervových struktur. Proto je zapotřebí popisovat nejen vlastní poranění, ale také zhodnotit, zda může mít vliv na narušení stability.

3.1 KLASIFIKACE PORANĚNÍ PÁTEŘE

Klasifikace páteře se postupem času měnila a doplňovala.

Dříve, podle **Holdswortha (1970)**, byla páteř rozdělena na **dva sloupce** :

- přední - obsahoval tělo a ploténku
- zadní - oblouky, trny a jejich vazy a meziobratlové kloubky (NEKULA, 2005)

Thorakolumbální páteř podle **Denise (1983)** je rozdělena na tři sloupce :

- přední – přední dvě třetiny obratlového těla s předním podélným vazem (**stabilní zlomeniny**)
- střední – zadní třetina obratlového těla a zadní podélný vaz (**nestabilní zlomeniny**)
- zadní – oblouk a výběžky obratle (**nestabilní zlomeniny**) (FERDA, 2002)

Nestabilní páteř podle Denise

Případ, kdy po běžné zátěži může dojít k deformaci skeletu, páteřního kanálu nebo neurologického postižení.

K instabilitě vedou obvykle úrazy, při kterých je zlomena zadní třetina těla a oblouku obratle, zároveň s rupturami vazů.

Vztah Denisovy klasifikace s nestabilitou

Stabilní poranění - lehčí a střední kompresivní poranění těla s nedotčeným zadním sloupcem a bez neurologického deficitu. Léčí se konzervativně.

Nestabilita I. stupně (mechanická) - těžká kompresivní "seat-belt" poranění, bez postižení neurologických funkcí a některé případy bývají léčeny operativně.

Nestabilita II. stupně (neurologická) - tříštvá poranění a to i v případě, kdy není výskyt neurologického deficitu. Především sem patří poranění středního sloupce. Léčba prováděna operativně.

Nestabilita III. stupně (mechanická a neurologická) - dislokovaná poranění a těžká tříštvá poranění s neurologickým deficitem. Léčba prováděna operativně (NEKULA, 2005, str. 109-110).

Panjabi (1990) hodnotil stabilitu páteřního úseku jako stav, kdy při fyziologickém rozsahu pohybu dojde k abnormální pohyblivosti (akutní, chronická a degenerativní instabilita).

V případě klinické praxe a hodnocení rtg snímku bývá využívána definice akutní instability dle **Kaufera (1975)**. Ten považuje jako nestabilní stav kdy dojde k bezprostřednímu ohrožení míchy posunem fragmentu do páteřního kanálu, případně nastane nepřiměřené vychýlení osy či transverzální posun obratlových těl.

V roce 1983 zavedl **McAfee** třísloupcovou klasifikaci páteřních poranění.

Přední sloupec byl stanoven jako přední $\frac{3}{4}$ obratlového těla s částí ploténky a předním podélným vazem.

Střední sloupec tvořila zadní $\frac{1}{4}$ těla a ploténky, zadní podélný vaz a baze pediklů. Zadní sloupec zahrnoval oblouk, meziobratlové klouby a spinální výběžek se zadními ligamentózními strukturami.

Při hodnocení rtg snímků se posuzoval především střední sloupec, z důvodu jeho největšího vlivu na stabilitu.

V roce 1993 byla zavedena **Magerlova klasifikace**, která je velmi podrobná a umožňuje vědecko-výzkumné vyhodnocení jednotlivých typů poranění od jednoduchých po složité. Nehodnotí se při ní izolovaná poranění trnových a příčných

výběžků. Páteř se rozděluje na 2 sloupce - přední a zadní a tato klasifikace zvláště hodnotí traumata krční páteře a zvláště traumata hrudní a bederní páteře.

U traumatu páteře je tedy důležité stanovit, zda se jedná o poranění stabilní či nestabilní a zda došlo k neurologickému deficitu. Z toho dále vychází případná doplňující diagnostika a léčba pacienta (POKORNÝ, 2002).

3.2 ROZDĚLENÍ TRAUMATICKÝCH STAVŮ

Magerlova klasifikace páteře rozděluje poranění na tři skupiny :

➤ **Poranění typu A - Kompresivní zlomeniny**

Poraněno je obratlové tělo, u těchto zlomenin dochází ke stlačení tkáně a patří sem vpáčení krycí desky, klínovité komprese a úplný kolaps obratlového těla při osteoporóze

- **Štěpné zlomeniny** jsou typické vznikem dominantní lomné linie vertikálně, u tzv. **pincer zlomeniny** ještě vyplněné tříští, hojí se komplikovaně z důvodu vmezezení ploténkových hmot do místa mezi fragmenty (*Obrázek 4*)
- **Tříštivé zlomeniny** postihují celé obratlové tělo, zahrnují inkompletní tříštivé-štěpné a kompletní tříštivé zlomeniny těla, nejnebezpečnější je stav, kdy se posunou fragmenty zadní části obratle a nastává zúžení páteřního kanálu a komprese obsahu durálního vaku (*Obrázek 5*)

➤ **Poranění typu B - Distrakční zlomeniny**

Poranění ligament, ploténky a zadní části obratle – oblouku či kloubních výběžků, patří sem také **Chanceho fraktura** která nastává při dopravních nehodách vlivem připoutání bezpečnostními pásy (*Obrázek 3*)

- a) **Flekční** poranění ligamentózní
- b) **Flekční** poranění kostěné
- c) **Hyperextenční** střížná poranění s roztržením ploténky

➤ **Poranění typu C - Rotační**

Jestliže dojde současně k rotačnímu posunu mezi úlomky obratlů. Rotačně-střížná poranění vykazují nejvýraznější známky nestability (FERDA, 2002), (ČERNOCH a spol. 2000)

Luxace dochází ke skluzu těla většinou ventrálně kombinované s přeskočením kloubků. Bývá jednostranná nebo oboustranná, u které je výrazně poškozena mícha.

U **Subluxace** dochází také ke skluzu ale v menším rozsahu a nedochází k zaklínění kloubků, faseta se částečně zvedá nahoru.

Luxační fraktury jsou nejzávažnějším typem poranění, obvykle spojeny s deformací páteřního kanálu a tím i poškozením míchy, navíc bývají spojené s poraněním parenchymatózních orgánů (NEKULA, 2005).

Z hlediska klasifikace stabilního a nestabilního poranění páteře od těla C3 kaudálně nelze výsledky sjednotit, převažuje obvykle třísloupcová teorie. U poranění dvou sloupců je hodnotíme vždy jako nestabilní. Rozhodující jsou vždy změny ve středním sloupci, při jeho prolomení je komprese nervových struktur nejpravděpodobnější (NEKULA, 2005).

3.3 MECHANISMUS PORANĚNÍ PÁTEŘE

Traumata páteře bývají obvykle způsobené přímým působením sil na jednotlivé pohybové segmenty. Málokdy se jedná o střelná nebo bodná zranění, či pády těžkých předmětů.

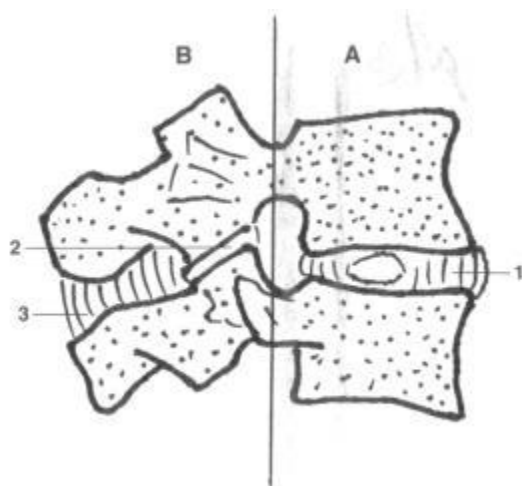
Pohybový segment je tvořen : těly dvou sousedních obratlů s chrupavčitými plochami, meziobratlovou ploténkou, předním a zadním podélným vazem, kloubními výběžky, meziobratlovým obloukem s trnovým výběžkem a supraspinálními a interspinálními vazy (POKORNÝ, 2002).

Hlavním účelem diagnostiky a terapie poranění páteře je pokud možno zajistit aby nebyly postiženy neurologické struktury a pokud jsou, tak alespoň minimalizovat jejich sekundární účinek, který svými následky může být stejně nebezpečný jako samotné primární poranění.

Účinnou prevencí těchto druhotných postižení z ischemie a degenerace je možno redukovat kompletní transverzální míšní léze z 50% na 39%, především myeloprotektivní profylaxí při nestabilní páteři.

Stabilizací je možno předcházet také následným chronickým kořenovým bolestem.

Obrázek 1 - pohybový segment



Obr. 8: Schéma pohybového segmentu páteře
A - přední sloupec
B - zadní sloupec
1. meziobratlová ploténka,
2. meziobratlový kloub
3. interspinální vazy

Zdroj : Traumatologie, Pokorný, 2002

3.4 PŘÍČINY A MÍSTA PORANĚNÍ PÁTEŘE

Nejčastější bývají pády z výšky, tupé údery do zad či do šíje. Střelná a bodná poranění se často spojují s poraněním hrudníku a krku a s akutním krvácením.

Hrudní segment Th1-Th11 je poměrně stabilní, pokud nedojde k fraktuře žeber. Krátký přechodný úsek Th/L je oblast nejčastějším místem fraktur z hlediska celé hrudní a bederní páteře. V úrovni L1 chybí opora žeber a navíc díky přechodu lordózy v kyfózu se zde koncentrují kompresivní a flexní síly.

L/S přechod je místem postihovaným především onemocněním plotének a degenerativními procesy. Tříštivé zlomeniny jsou zde poměrně vzácné (DRÁBKOVÁ, 2002, BARTONÍČEK, 1995).

3.5 POZDNÍ NÁSLEDKY ZLOMENIN PÁTEŘE

Patří mezi ně pakloub, deformace obratlového těla a rozvoj posttraumatické segmentální instability.

Pakloub vzniká obvykle tam kde je rozpolceno celé obratlové tělo, dislokované fragmenty a do defektu vrazeny části disku – intraspongiozní herniace disku.

Deformace těla znamená snížení jeho výšky a současně zhoršené zhojení vazů zadního sloupce. Rozvíjí se deformita, především kyfóza. Dochází k útlaku durálního vaku, subluxaci v intervertebrálních kloubech a pozdějším artrotickým změnám.

Chronická instabilita se řeší obtížně, provádí se rozsáhlé rekonstrukční výkony a efektivita není tak dobrá jako u čerstvých traumat (KRBEC, 2008).

3.6 PORANĚNÍ MÍCHY

Zhruba 15-20% poranění páteře bývá spojeno také s postižením míchy.

Obecně u postižení míchy mluvíme o paraplegii

ať už se jedná o jakýkoliv úsek. Dochází

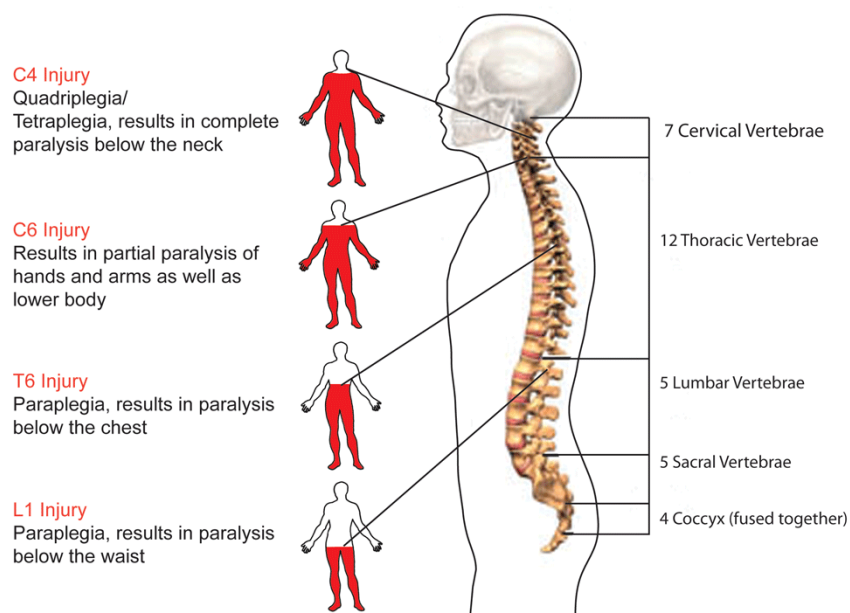
k částečnému či kompletnímu poškození motorických, senzitivních i vegetativních drah.

Při poškození motorických vláken dochází k poruše hybnosti až úplnému ochrnutí, u senzitivních nastává snížení či ztráta dotekového cití - bolest, teplota nebo hlubokého citění - pohyb, vibrace, vnímání polohy.

Poškození funkcí míchy může být :

- kompletní (tetraplegie, paraplegie)
- nekompletní
- je-li motorika zachovaná ale oslabená mluvíme o tetraparéze či paraparéze

Obrázek 2 - páteř a poškození



<http://www.spinalinjuries.ie/sci-health/what-is-spinal-cord-injury/>

Sekundární poškození míchy - dojde-li k obstrukci cév, krvácení či vzniku edému nastává kolaps mikrocelulárních struktur a není umožněn metabolismus membrán a buněk. Nastává buněčný zánětlivý proces (WENDSCHE, 2009).

Neuropatie

Neuropatií nazýváme obecně poruchu periferních nervů a rozdělujeme jí na mononeuropatii (postižen je jeden nerv) a polyneuropatii (postižení je vícečetné).

U traumat, kdy nastává mechanické poškození, se jedná vždy o mononeuropatii, která může být :

1. **otevřená** - řezná a tržně pohmožděná poranění, u kterých nastává mnohdy úplné nebo částečné přerušení nervu.
2. **uzavřená** –

Trakční poranění nastává při překročení kapacity natažení trakční síly. Dochází k přerušení části axonů a poškození cévního zásobení.

Kompresie nervu je mechanismem, kdy dochází k poškození hlavně myelinové pochvy a sekundárně také axonů. Nastává také komprese cév a následná ischemie (AMBLER, 2010).

MÍŠNÍ KOMOCE

Otřes míchy, funkční, neurologické deficity jsou přechodné a spontánně odeznívají. Dochází k vratným změnám změnám míšních struktur a výpadek trvá jen několik dní. U edému míchy může poškození přetrvávat déle.

MÍŠNÍ KONTUZE

Edém, krvácení, ischemie až nekrózy. Nastávají již makroskopické strukturální změny, které mohou být částečně reverzibilní.

MÍŠNÍ KOMPRESI

Útlak míchy herniací disku, kostními strukturami či hematomem, ireverzibilní změny (POKORNÝ, 2002, WENDSCHE, 2009).

(Obrázek 7)

MÍŠNÍ LÉZE

Poškození míchy, kdy je rozsah léze ovlivněn jeho transversálním rozpětím a také v jaké výšce je lokalizován. Zasahuje buď celý průřez míchou (kompletní léze) nebo jeho část (inkompletní léze). Může nastat kombinace postižení míšních rohů případně kořenů spolu s drahami nebo dojde k systémovému postižení, kdy jsou ovlivněny zadní a postranní provazce.

(Obrázek 6)

Deficit vzniká vždy pod místem léze, nastávají degenerativní změny kaudální oddělené části. U traumat, kdy dochází k akutní transverzální míšní lézi, vzniká míšní šok, který je spojen s kompletním útlumem činnosti míchy (i reflexů), je snížen tonus a léze má charakter obrny.

Míšní šok trvá hodiny až dny, výjimečně i týdny a léze nabývá spastického charakteru (AMBLER, 2011).

Míšní šok je charakterizován : poruchou vegetativních funkcí pod úrovní poškození, nepřítomností reflexů (areflexie, poruchou autoregulace cévního řečiště poruchou termoregulace, střevní atonií, poruchou vylučovací funkce ledvin, ochabnutím útrobních orgánů (obstipace, retence moči až inkontinence) (WENDSCHE, 2009, str. 17).

Při lézi hrudní míchy vzniká paraplegie dolních končetin.

Při lézi bederní intumescence vzniká paraparéza dolních končetin s kombinovanou poruchou centrální (distálně) i periferní (proximálně). Při postižení epikonu nastává porucha extenzorů nohy a hlavním symptomem je redukce flexe nohy z důvodu postižení svalů bérce (AMBLER, 2011).

MÍŠNÍ PORANĚNÍ U POLYTRAUMAT

U případu polytraumatu s poraněním míchy a přidružených poranění hrudníku, kostí končetin a břicha je vyšší pravděpodobnost multiorgánového selhání. Dochází ke kardiopulmonálnímu šoku s přidruženou poruchou perfúze orgánů a syndromem zánětlivé odpovědi.

U pacienta nastává porucha makro a mikrocirkulace a v důsledku toho také rychlá destabilizace.

- *poranění hrudní páteře a míchy je často kombinované s poraněním hrudního koše a hrudními orgány. Často pozorujeme poranění plic.*
- *poranění bederní míchy a kaudy sdružují často pánevní, nitrobřišní a retroperitoneální poranění (WENDSCHE, 2009)*

3.7 LÉČBA PORANĚNÍ

U poranění páteře se z hlediska léčby klade za cíl, navrátit její pohybovou a ochranou funkci včetně nervových funkcí. Postup léčby je určen základní diagnózou. Cílem léčby je tedy dosažení repozice, stabilizace a případně dekomprese nervových struktur.

Podle typu a závažnosti poranění postupujeme v terapii buď konzervativně nebo operativně, případně i oběma způsoby (KRBEČ, 2008).

3.7.1 KONZERVATIVNÍ LÉČBA

Zařazujeme sem funkční léčbu, léčbu ortézou, sádrovým korzetem, halo-fixací nebo halo-trakcí. Především se takto léčí fraktury bez neurologické léze, s menším stupněm instability. Co se týká Th a L páteře používají se tyto metody :

- a) Funkční léčba – používá se u některých poranění Th-L páteře. Principem rehabilitace zádových a břišních svalů.
- b) Ortéza – u Th, L páteře se užívají korzety především u klínovitých zlomenin s minimální kompresí nebo pro doléčení po operačním výkonu.
- c) Sádrové lůžko – se užívá u Th-L přechodu, kdy se vymodeluje pacientovi ležícím na břiše, má za úkol udržet lordózu L páteře.
- d) Halo trakce – pro Th páteř sem patří boustranná Kirschnerova skeletální trakce za kondyly femuru (KRBEČ, 2008).

3.7.2 OPERATIVNÍ LÉČBA

Cílem operace je dosažení repozice, stabilizace a dekomprese.

Repozice

Obnovení vzájemného vztahu jednotlivých obratlů nebo tvaru těla obratle, provádí se buď náhradou obratle kostním štěpem nebo pomocí ligamentotaxe, kdy se provádí lordotizace a lehká distrakce.

Výsledek je sledován skiaskopicky v bočné projekci případně peroperačně perimyelografií, kdy je možno sledovat durální vak při dalších výkonech na obratlovém těle a kontrolovat neporušenost durálního vaku.

Stabilizace

Provádí se osteosyntéza přemost'ující poraněný obratel. Přední osteosyntéza je ukotvena za obratlová těla, zadní pak za oblouky, pedikly či výběžky. Toto zajistí pouze dočasnou stabilizaci.

Trvalé je možno dosáhnout pouze zhojením zlomeniny náhradou kostním štěpem nebo pomocí transpedikulární spongioplastiky (u tříštivých zlomenin).

Dekomprese

Musí být cílená podle příčiny.

U útlaku fragmenty z obratlového těla se provádí ligamentotaxe, odstranění úlomků nebo jejich vrácením zpět do obratlového těla.

U porušení osy páteřního kanálu kyfotizací, která se vyskytuje obvykle u mnohočetných klínovitých zlomenin v hrudním úseku, se provádí lordotizace.

U porušení osy translací, která nastává u luxačních zlomenin, se dekomprese docílí repozicí (KRBEC, 2008, LUKÁŠ, 2005).

4 DIAGNOSTIKA – ZOBRAZOVACÍ METODY HRUDNÍ A BEDERNÍ PÁTEŘE

Vyšetření u poranění páteře provádíme podle klinického stavu pacienta.

U pacientů s podezřením na poranění páteře provedeme nejprve rentgenový snímek a podle nálezu je pacient případně dále poslán na vyšetření na CT nebo na MR.

Z praktického hlediska je vhodné zraněného uložit na transpostní vozík s rtg transparentní deskou díky které odpadá potřeba překládání na rtg stůl.

Polytraumatizovaný pacient v kritickém stavu je bezodkladně poslán rovnou na CT, kde je mu provedeno vyšetření celého trupu, jelikož bývají obvykle přítomna mnohočetná poranění.

4.1 RTG SKIAGRAFIE

4.1.1 VZNIK A VLASTNOSTI RTG ZÁŘENÍ

Rentgenové záření je elmg. vlnění, dosahující vlnových délek kolem 10^{-9} m. Prochází hmotou i vakuem, šíří se přímočaře a jeho intenzita slábne se čtvercem vzdálenosti od zdroje záření.

Pro diagnostické účely využíváme rentgenku jako umělého zdroje rentgenového záření.

To vzniká v rentgence prudkým zbržděním elektronů, pohybujících se vysokou rychlostí hmotou, mající vysoké atomové číslo.

V první řadě dochází k nažhavení katody. K tomu dochází v případě, že je mezi ní a anodu přiloženo napětí o desítkách až stovkách kV. Elektrony, které se nacházejí kolem katody, se rozpohybují směrem k anodě, dojde k nárazu a jejich kinetická energie se změní v záření X (zhruba 1% celkového množství) a zbytek 99% E_k je přeměněno v teplo.

Výsledné X záření je :

- brzdné - převažující, kdy elektron změnil směr letu a zpomalil, přičemž rozdíl energie je přeměněn na záření různých vlnových délek
- charakteristické - tvořící pouze některé vlnové délky, je založené na principu přeskočení elektronu na vrstvu blíže k jádru za současného uvolnění nadbytku energie ve formě X záření

Záření využitelné k diagnostickým účelům nazýváme primární (užitečný svazek) záření, má tvar kužele a v ose kužele probíhá jeho centrální paprsek.

Ve hmotě, která je tímto zářením ozářena, dochází dále ke vzniku sekundárního záření, které se šíří všemi směry a negativně ovlivňuje kontrast a ostrost obrazu, proto je zapotřebí jej redukovat (CHUDÁČEK, 1995).

4.1.2 KONSTRUKCE RTG PŘÍSTROJE

RTG přístroj se skládá z :

- rentgenky (vakuovaná dioda se dvěma elektrodami – katodou a anodou, které jsou uloženy ve skleněném pouzdře opatřené výstupním okénkem), krytu rentgenky z lehkého kovu, vysokonapěťových kabelů
- kolimačního a lokalizačního systému (clony primární – součástí výstupního okénka, a sekundární clony = mřížky, nacházející se mezi objektem a filmem – Buckyho clona je uložena pod úložnou deskou a je zapotřebí, aby byla v pohybu, Lysholmova clona se vkládá nad kazetu – nemusí být v pohybu)
- generátoru (transformátoru - zajišťující přeměnu el. proudu ze sítě, usměrňovače – přeměňujícího střídavý proud na stejnosměrný)
- ovladače (expoziční automat, orgánová automatika)
- stojanu nebo stropní závěsu
- vyšetřovacího stolu, vertigrafu (VOMÁČKA, 2012)

4.1.3 NASTAVENÍ PARAMETRŮ X ZÁŘENÍ

Z důvodu optimálních výsledků rtg vyšetření je zapotřebí nastavení vhodných parametrů rentgenky, jako jsou **anodové napětí** a **anodový proud (expozice)**.

Anodové napětí (kV) – určuje energii fotonů výsledného RTG záření – jeho „tvrdost“. V praxi se pohybuje v rozmezí 20 kV-200 kV. Čím nižší napětí tím měkčí záření.

Anodový proud (mAs) – určuje intenzitu RTG záření . Průměrně se pohybuje v rozmezí jednotek mAs – 200 mAs.

Celkové množství fotonů RTG záření určuje kvalitu snímků a také radiační zátěž pacienta. Vhodnými primárními clonami se docílí vymezení svazku X záření, které pak zasáhne jen potřebnou vyšetřovanou lokalitu (SEIDL, 2012).

Tyto hodnoty určují výslednou denzitu snímku danou vzorcem : $D = \text{mAs} \times \text{kV}^{3-5}$.

V praxi není obvykle nutné, aby laborant tyto hodnoty musel nastavovat, protože jsou již předdefinované v expozičním přístroji podle vybrané vyšetřované oblasti, ale je zapotřebí je případně poupravit dle proporcí pacienta. Obecně platí, že při zvětšení průměru o 1 cm je zapotřebí zvýšit napětí o 2 kV nebo 25% mAs (CHUDÁČEK, 1995).

4.1.4 RTG VYŠETŘENÍ PÁTEŘE

Jejich výhodou je především dostupnost, rychlost a nízká nákladovost vyšetření. Ve většině případů provádíme snímky vleže, z hlediska hodnocení struktury skeletu, pokud to pacientův stav dovolí a potřebujeme zhodnotit postavení páteře, provádíme snímky ve vertikální poloze.

Je zapotřebí, aby na snímku byly viditelné všechny obratle požadovaného úseku páteře.

Snímky bederní páteře mají velkou radiační zátěž : 3-4 snímky odpovídají dávce CT, proto je zapotřebí být obezřetný při snímkování dětí a žen v reprodukčním věku a vykryt genitál ochrannými pomůckami.

Funkční snímky provádíme až po zhodnocení základních snímků a jsou užitečné při diagnostice instability páteře (VOMÁČKA, 2012).

4.2 PERIMYELOGRAFIE

Zobrazovací metoda využívající rentgenového záření pro zobrazení obsahu páteřního kanálu za současné aplikace kontrastní látky. Aplikuje se cestou lumbální (po lumbální punkci) nebo cestou subokcipitální (mezi C1 a C2). Jelikož se jedná o intervenční metodu a je možno ji nahradit MR vyšetřením, tak se v současné době používá výjimečně.

Indikací perimyelografie je potvrzení přítomnosti a posouzení charakteru a významnosti organické léze v oblasti míchy a páteřního kanálu.

Provádí se pouze v případech, kdy nelze CT nebo MR vyšetření provést např. z důvodu kontraindikace (AMBLER, 2011).

4.3 VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE (CT)

Výpočetní tomografie je zobrazovací metoda založena na principu digitálního zpracování dat průchodu rentgenového záření vyšetřovanou vrstvou v mnoha průmětech.

Proces je založen na zeslabování svazku X záření při jeho průchodu vyšetřovaným objektem. Jedná se o tomografickou metodu, kdy je celé vyšetření složeno z většího množství sousedících vrstev (skenů) o šířce 1-10 mm (NEKULA 2005).

4.3.1 KONSTRUKCE CT

Základními konstrukčními prvky jsou :

- *zobrazovací soustava složená ze zdroje záření X a detekčního systému uložená v gantry*
- *vyšetřovací stůl*
- *výpočetní systém*

- zdroj vysokého napětí (FERDA, 2002, s.11)

4.3.2 PRINCIP CT VYŠETŘENÍ

Svazek záření, které z rentgenky vychází je pomocí clon zúžen do tvaru vějíře, jehož šířka odpovídá šířce zobrazované vrstvy.

Toto záření prochází pacientem a poté dopadá na detektory, umístěných na kruhové výšce naproti rentgence, kde je registrováno a převedeno na elektrický signál. Ten je poté odeslán ke zpracování do počítače.

V průběhu jedné expozice se systém rentgenka – detektory otočí kolem pacienta o 360 stupňů. Během rotace jsou změřeny zhruba stovky dat každým detektorem a z nich poté počítač zrekonstruuje obraz vyšetřované vrstvy (NEKULA 2005).

Kvalita výsledného obrazu je ovlivněna kontrastem (rozdílem mezi denzitami v Hounsfieldových jednotkách) jednotlivých tělních struktur. Liší se histologickým charakterem tkáně a také expozičními a rekonstrukčními parametry.

Tyto parametry nastavujeme s ohledem na radiační zátěž pro pacienta ale také na kvalitu výsledného obrazu.

U vyšetření polytraumat aplikujeme kontrastní látku, která zajistí zvýšení kontrastu bez ovlivnění parametrů CT přístroje (FERDA, 2009).

4.3.3 PARAMETRY VYŠETŘOVACÍHO PROTOKOLU

Expozičními parametry je ovlivněno načtení hrubých dat a zásadně i kvalita později rekonstruovaného obrazu.

- Expozice

Zahrnuje hodnotu napětí (kV), ovlivňující výsledný obraz minimálně, a proudu (mAs), který má zásadní vliv na výsledný obraz.

Velikost napětí je v rozmezí 120-140 kV. Kvantový šum, který má negativní dopad na rozlišení výsledného obrazu je možno ovlivnit nastavením proudu.

U moderních typů přístrojů volíme hodnoty do 250 mAs (pro helikální vyšetření), pro incrementové (krokové) až do 400 mAs.

U pediatrických vyšetření se kvůli snížení expoziční dávky snižuje hodnota proudu až na 100 mAs.

➤ Kolimace

Hodnoty kolimace se pohybují od 0,5-10 mm a volí se s ohledem na rozměry vyšetřované struktury. Kolimace od 0,5-1 mm vybíráme pro HRCT plic a skeletu, či CTA mozkových tepen. Nejvyšší hodnoty kolimace (8-10 mm) vybíráme pro vyšetření hrudníku a břicha. Udává přímo tloušťku zobrazované vrstvy.

➤ Rotační perioda

Udává dobu, za kterou se systém rentgenka-detektory otočí o 360°. Nejkratší rotační perioda se užívá pro vyšetření struktur rychlého pohybu a v současnosti se užívá nejkratší hodnota 500 ms.

➤ Pitch factor (rychlost posunu stolu)

Hodnota pitch faktoru (stoupání, šroubovie) je dána poměrem rychlosti posunu stolu a kolimace. Např. Při posunu stolu o 10 mm a kolimaci 10 mm je pitch faktor roven 1.

Běžně používané rozmezí u spirálního vyšetření je 1-24, u multidetektorového CT se užívá hodnota pitch faktoru nad 3.

Čím vyšší hodnota tím kratší doba vyšetření ale nižší perioda zobrazení. To se užívá u neklidných pacientů a pohyblivých struktur.

➤ Matrix

Stanovuje počet bodů matice tvořící axiální obraz. V současnosti je základní matrix 512x512 bodů a primární matice je při rekonstrukci obrazu přeměněna na tzv. přepočítávanou matrix dosahujících hodnot 340x340 – 1024x1024.

➤ Field of view

Udává velikost zobrazovaného pole a měl by být zvolen na základě optimálního využití prostoru kruhu objektem o daném poloměru k docílení nejlepšího prostorového rozlišení. Čím větší je zvolený scanovací prostor tím větší je hodnota pixelu a nižší rozlišení.

➤ Rekonstrukční algoritmus – kernel

U některých typů vyšetřovaných tkání se užívají vysokofrekvenční algoritmy se zvýrazněním přechodů denzit, např. u plicní či kostní tkáně, které netvoří spojitě spektrum. Hodí se pro vyšetření o vysoké rozlišovací schopnosti – HRCT plic a kosti skalní.

Nízkofrekvenční algoritmy jsou měkkotkáňové a hodí se pro vyšetření krku, mediastina a břicha.

➤ Rekonstrukční increment

Je hodnota udávající o kolik se překrývají jednotlivé obrazy. Např. u kolimace 10 mm a rekonstrukčního incrementu 8 mm dojde k překrytí o 2 mm. Jako optimální se udává překrytí o 50% (FERDA, 2002).

Po provedení získávání dat jsou tato data rekonstruována a transferována do digitálního archivu – PACS (picture archiving and communicating system) (FERDA, 2009).

U multiplanární rekonstrukce (MPR) je z trojrozměrného objemu dat vytvořen rovinný obraz. Pro zobrazení jednotlivých orgánů užíváme roviny v podélné ose a v rovině na ni kolmé. Pro hodnocení různých částí těla jsou vytvářeny sady MPR v základních rovinách - koronární, sagitální.

VRT (volume rendering technique) – je technika prostorového zobrazení, mající spíše jen dokumentační význam. Zobrazuje model objektu definovaný pomocí intervalů denzit, kterým jsou přiřazeny různé barvy. Daný objekt je možno zobrazit jako celek nebo jako vrstvu.

V praxi slouží VRT hlavně pro rychlé vyhledávání patologických nálezů a přehledné zobrazení (FERDA, 2009).

4.3.4 CT PÁTEŘE

Vyšetření páteře na CT je hodnotné především zobrazení kanálu páteřního, kdy obzvlášť u tříštivých zlomenin dochází ke kompresi míšních struktur. Velmi dobře zobrazí také fraktury oblouků, pediklů a příčných výběžků, které jsou špatně viditelné z běžného snímku. CT je také využíváno u plánování před operačním výkonem.

CT indikujeme např. u špatně viditelného cervikothorakálního přechodu na snímcích, ke zhodnocení stability poranění před operací, u rozporu mezi pozitivními neurologickými symptomy a stabilního poranění prokázaného na snímcích, k určení typu zlomeniny nebo když chceme znát stav, velikost a orientaci pediklů.

CT sice nezobrazí dostatečně míchu či ligamentózní struktury ale podá informace o příčinách útlaku durálního vaku např. kostním fragmentem, hematomem či výhřezu ploténky (ČERNOCH a spol. 2000).

Součástí každého CT vyšetření by mělo být provedení topogramu, axiálních řezů a sagitální rekonstrukce.

Topogram

Většinou provádíme sagitální topogram. U translačních zlomenin se doporučuje topogram koronární. Měl by zachycovat minimálně dva obratle nad a pod místem léze.

Axiální řezy

Doporučuje se tloušťka řezů 5 mm s překrytím 3 mm.

Začátek by měl být v dolní části obratle nad místem léze a konec v horní části obratle pod místem léze aby byly zachyceny i disky. Gantry přizpůsobíme tak aby byly paralelní rovina řezů s rovinou krycích plotének obratle.

U některých typů fraktur je zapotřebí změnit sklon gantry během vyšetření.

Sagitální rekonstrukce

Většinou se provádí rekonstrukce v mediální rovině, ale určíme jí z axiálních řezů obvykle v místě největšího zúžení kanálu. U laterálních tříštivých zlomenin je výhodná rekonstrukce v rovině parasagitální. Rekonstrukce zobrazí stav zadní plochy obratlového těla. Koronární rekonstrukce je vhodná u translačních zlomenin pro zachycení vzájemného posunu obratlů (BARTONÍČEK, 1995, ČERNOCH a spol. 2000).

4.4 MAGNETICKÁ REZONANCE

Zobrazování MR je založeno na principu zjišťování změn magnetických momentů prvků s lichým protonovým číslem uložených v silném statickém magnet. poli po aplikaci radiofrekvenčních pulsů. V důsledku rotace atomových jader kolem své osy (spin) kolem nich vzniká mag. pole. Atom vodíku $1H$ je v lidském těle hojně rozšířen a proto se v MR diagnostice využívá. Vložíme-li zkoumanou tkáň do silného magnetického pole dojde k uspořádání spinů protonů do jednoho směru. V tomto stavu koná magnetický moment protonů dva druhy pohybu - spin (kolem své osy) a precese (po plášti pomyslného kužele). Jestliže je nyní aplikován RF pulz o frekvenci shodné s frekvencí precese, dojde na principu rezonance k vychýlení magnetického momentu a synchronizaci precese všech protonů. Po skončení pulzu dochází k návratu do původního stavu. Čas za který k tomu dojde se nazývá relaxační čas. Čas nutný k návratu vychýlení magnetického momentu se nazývá relaxační čas T_1 , rozsynchronizování precese jako relaxační čas T_2 . Oba jsou závislé především na složení hmoty v okolí zkoumaných protonů. Nelze je měřit přímo, využívá se porovnávání jejich rozdílů. Signál, který získáváme po sérii pulzů lze registrovat pomocí přijímacích cívek a měřit jeho velikost. Abychom získali co nejkvalitnější obraz, musí být cívka uložena co nejbližší vyšetřované oblasti. Proto se pro vyšetření různých částí těla používají různé přijímací cívky (NEKULA 2005).

4.4.1 KONSTRUKCE MR PŘÍSTROJE

Magnetická rezonance využívá tří typů MR magnetů : permanentních, supravodivých a odporových.

- I. Permanentní magnety – přes svoji obrovskou hmotnost nedosahují větších intenzit než 0,3 Tesla. Nedosahují vysoké rozlišovací schopnosti ale poskytují lepší tkáňový kontrast. Pořizovací cena a provozní náklady jsou nízké, jelikož nepotřebují dodávku elektrické energie
- II. Supravodivé magnety – potřebují složitá chladicí zařízení pro udržení chladícího média (hélium) v kapalném stavu na $-269^{\circ}C$. Provozní náklady jsou tedy vysoké

ale jsou vyváženy vysokou rozlišovací schopností podmíněnou intenzitou v rozmezí 0,5-1,5 T

- III. Odporové magnety (elektromagnety) – generují mag. pole tím, že jejich vodiči protéká el. proud o vysoké intenzitě, který v okolí indukuje mag. pole. Tím se silně zahřívají a potřebují intenzivně chladit. Jsou v poměru nákladovosti a výkonu určitým mezistupněm mezi technologií obou předchozích typů (VÁLEK, 1996)

Cívky

- Permanentně zabudované cívky v gantry přístroje
 - a) volumové – obkružují celé tělo pacienta, relativně daleko od těla pacienta, slouží jako vysílač frekvencí a přijímač signálů
 - b) gradientní – umístěny v blízkosti stacionárního magnetu, vytvářejí přídatná magnet. pole a umožňují získat informaci o rozložení a vlastnostech protonů ve vyšetřovaných tkáních, jsou zdrojem hluku který vyšetření doprovází
 - c) vyrovnávací – slouží k vyrovnání nehomogenity magnet. pole, která určuje kvalitu MR zobrazení

- Povrchové cívky – přikládají se k vyšetřovaným částem těla, slouží jako přijímací cívky, jsou umístěny těsně u vyšetřované části těla, tudíž zlepšují kvalitu vyšetření. Pro vyšetření Th a L páteře používáme spine coil – cívku pro hrudní a bederní páteř o délce 30 - 35 cm (NEKULA, 2009)

Ovládací konzole – slouží k řízení a kontrole činnosti celého zařízení a je přímo spojena s řídicím počítačem. Má tyto funkce :

- Vstup administrativních dat (údaje o pacientovi, datum, poznámky k vyšetření...)
- Příprava vlastního vyšetření - získání úvodních orientačních řezů pomocí nichž ze naplánovat orientaci řezů jednotlivých sekvencí (plan scan)

- Zadávání parametrů jednotlivých sekvencí (volba sekvence typu spin-echo nebo gradient-echo, 2D nebo 3D sekvence, úprava časů TR a TE, volba cívků, počet velikost matrix...)
- Postprocessing – vyhodnocování obrazu včetně dalších manipulací s obrazovými daty
- Archivace obrazových informací
- Informování obsluhy o poruchách systému pomocí chybových hlášení (VÁLEK, 1996)

4.4.2 MR VYŠETŘENÍ PÁTEŘE

Indikace MR

- zobrazování onemocnění mozku, míchy a páteře
- poruchy muskuloskeletálního systému

Z hlediska stupně závažnosti myelopatie rozlišujeme : kompletní přerušování míchy, závažné ložiskové parenchymové krvácení do míchy, potenciálně reverzibilní petechiální krvácení, potenciálně reverzibilní edém a přímý útlak míchy bez signálových změn.

U nemocných v chronickém stadiu po prodělaném páteřním traumatu s pozdním zhoršováním neurologické symptomatologie se MR nejlépe uplatňuje v diferenciaci příčin jako jsou : kanalikulární stenóza, atrofie míchy, myelomalacie a posttraumatická syringohydrómie (ČERNOCH a spol. 2000).

Základem je zobrazování v sagitální rovině plus ve vybraných transverzálních rovinách, někdy doplňujeme o koronální roviny. Kromě základních T1 a T2 vážených obrazů jsou zásadní sekvence s potlačením tuku (STIR).

Zejména při T2W upřednostňujeme rychlé sekvence (Turbo SE). Diagnostiku krvácení opíráme o znalost signálových změn hematomu v závislosti na čase. Krvácení v páteřním kanálu prokáže nejlépe GRE (hyposignální deoxyhemoglobin). Poškození míchy je nejlépe vidět na T2 a STIR sekvencích, nejpřesnější obraz získáme často až 24 hodin po úraze.

Posouzení edému kostní dřené jako příznaku kontuze obratle, traumatický prolaps ploténky a hodnocení hlavních vazů udržujících stabilitu páteře - hl. T2 vážený obraz a STIR v sagitální rovině (VOMÁČKA, 2012, ČERNOCH a spol. 2000).

4.4.3 MR SEKVENCE U VYŠETŘENÍ PÁTEŘE

Nejpoužívanějšími technikami je zjišťování T1 a T2 relaxačních časů. Excitační impulsy se obvykle několikrát opakují mezi jednotlivými relaxacemi, tato série impulzů se nazývá **sekvence**. Takovéto vyšetření se nazývá **spin echo sekvence (SE)**.

T1 a T2 časy jsou na sobě závislé. Síla podélné magnetizace (T1) přímo ovlivňuje magnetizaci příčnou (T2). V tkáních s velkým obsahem vody bude signál podstatně slabší, než signál z tukové tkáně. Jsme tedy schopni změřit rozdíly intenzity signálu (SI) v jednotlivých tkáních, které se budou lišit odstíny šedi.

Toto zobrazení se nazývá **T1 vážený obraz** - mají krátkou dobu relaxace i excitace např. 500 ms/20 ms. Solidní tkáně jsou světlejší než tekutiny. Je základní sekvencí u většiny vyšetření a slouží zejména k přesné anatomické verifikaci.

Naopak při zkrácení doby T1 je signál silnější. KL zkracuje T1 relaxační dobu, a proto je hypersignální (světlejší). Tuková tkáň je světlejší protože doba relaxace je kratší, než u atomů vody.

T2 zobrazení, zavisející na době potřebné k příčné relaxaci, je naopak charakterizováno dlouhými časy. T2 obrazy mají delší dobu relaxace i excitace např. 2000 ms/15 ms. U **T2 váženého obrazu** jsou solidní tkáně tmavší než tekutina. Jsou citlivější v časné detekci vody, což má hlavní výhodu v průkazu edému. Je lepší při posuzování tkáňových rozhraní (např. likvor a vazy v páteřního kanálu). Čím je delší čas T2 tím je intenzita signálu větší.

Gradient echo (GRE) - zkrácená sekvence založená na principu zmenšení vychylovacího úhlu z 90 a 180 stupňů na 10-50 stupňů. Využívají se při ní gradientní cívky.

STIR - sekvence s potlačením signálu tuku. Na pozadí černého tuku vyniknou patologická ložiska obsahující velké množství vody, která jsou bílá. Na kloubech je potom lépe diferencovaná chrupavka i změny v přilehlé části kompakty.

Přednosti MR :

- podrobnější zobrazení měkkých tkání
- vyšetření ve třech základních rovinách
- neionizující typ vyšetření
- zobrazení mozkových cév bez podání KL
- speciální vyšetřovací postupy - mozková difuze, funkční MR, MR spektroskopie (NEKULA, 2009)

4.5 SCINTIGRAFIE PÁTEŘE

Metoda nukleární medicíny založená na principu zobrazení distribuce radiofarmaka do skeletu a odhalení intenzity kostního metabolismu u patologických ložisek, kde dochází k přestavbě kostní tkáně.

Toto ložisko se manifestuje zvýšenou akumulací ve srovnání s okolní tkání.

Tato metoda je z hlediska poranění páteře indikována především u neprokázaných zlomenin z rtg snímků. V ostatních indikacích se uplatňuje u podezření na nádorové bujení, zánětlivé procesy, degenerativní změny.

Také je možno ji využít ke sledování procesu hojení u traumat či po operacích skeletu.

Je to metoda velmi citlivá ale nepříliš specifická (BLÁHA, 1997, 3LF).

5 ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI VYŠETŘENÍ HRUDNÍ A BEDERNÍ PÁTEŘE

5.1 ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI RTG VYŠETŘENÍ

5.1.1 POSTUP VYŠETŘENÍ

Po příchodu pacienta dochází nejprve k jeho identifikaci – dle zvyklostí daného pracoviště si žádanku na vyšetření buď přinese sám pacient nebo ji RA již obdržel z příjmové recepcce. Podle toho buď údaje ze žádanky zapíše do databáze nebo si již registrovaného pacienta vyhledá a ověří dle osobních údajů, že se jedná o správnou osobu. Nastaví si vhodné parametry vyšetření na rtg přístroji a expozičním automatu. Pacienta ležícího na lůžku umístí ho do vyšetřovacího prostoru a za pomoci sanitáře (sestry) ho podloží kazetou. Ověří si na rentgence kam směřuje centrální paprsek a vycloní na požadovanou oblast vyšetření. U dětí či osob v reprodukčním věku a snímkování bederní páteře, zajistí vykrytí reprodukčních orgánů olovnatými stínidly.

V případě přímé digitalizace odpadá manipulace s kazetou a po nastavení pacienta si veškeré parametry laborant nastavuje přímo v počítači, odkud také dává pokyny pacientovi.

Po expozici si RA zapíše údaje o radiační dávce a upraví kontrast a polohu snímku, jeho velikost, případně jej stranově označí a uloží do databáze pro následné zhodnocení lékařem.

HRUDNÍ PÁTEŘ

Projekce předozadní (AP projekce)

Poloha pacienta : Pacient leží na zádech, mediánní rovina v ose stolu, končetiny nataženy, snímkuje se v nádechu

Technické parametry : Kazeta 20/40 na výšku, OF 100 cm, Hodnoty napětí a proudu : 80 kV + 25 mAs, Buckyho clona

Centrace : CP kolmo do středu hrudní kosti (zhruba $\frac{1}{2}$ vzdálenosti mezi jugulární jamkou a mečovitým výběžkem)

Alternativa provedení : Při výrazné kyfóze se snímkuje zvlášť kraniální a kaudální úsek na kazety 24/30

Kritéria zobrazení : Hrudní páteř je zobrazena celá (nejlépe s C7 a L1)

Projekce bočná horizontálním paprskem

Poloha pacienta : Pacient leží na zádech, paže nad hlavou, mírně dýchá

Technické parametry : Kazeta 20/40 na výšku - stranová značka zrcadlově, OF 100 cm, Hodnoty napětí a proudu : 80 kV + 25 mAs, Buckyho clona

Centrace : CP 10 cm nad povrchem stolu, směřuje horizontálně na střed hrudní páteře

Kritéria zobrazení : Hrudní páteř je zobrazena celá (nejlépe s C7 a L1), žebra eliminována povrchním dýcháním

BEDERNÍ PÁTEŘ

Projekce předozadní (AP projekce)

Poloha pacienta : Pacient leží na zádech, nohy má pokrčené kvůli potlačení lordózy, mediánní rovina v ose stolu, snímkuje se ve výdechu

Technické parametry : Kazeta 20/40 na výšku, OF 100 cm, Hodnoty napětí a proudu : 80 kV + 20 mAs, Buckyho clona

Centrace : CP směřuje na střed bederní páteř na úroveň hrany lopaty kyčelní

Kritéria zobrazení : Bederní páteř je zobrazena celá včetně Th12 a L-S přechodu, osa páteře je vertikální, pedikly jsou souměrně vykresleny.

Projekce bočná (LL projekce) horizontálním paprskem

Poloha pacienta : Pacient leží na zádech, nohy pokrčené v kolenou i kyčlích, ruce předpaží, osa páteře v ose stolu, pacient mírně dýchá, RA manipuluje s rentgenkou ne s pacientem

Technické parametry : Kazeta 30/40 na výšku, OF 100 cm, Hodnoty napětí a proudu : 90 kV + 25 mAs, Buckyho clona

Centrace : CP směřuje kolmo 2 cm nad hranu kyčle a délku palce od zad

Kritéria zobrazení : Bederní páteř je zobrazena celá včetně Th12 a L-S přechodu

(ORT, 1997, RAIV, 2006)

HODNOCENÍ

Bočný snímek

Obratlová těla mají stejnou výšku (přední a zadní okraj), zadní okraj obratlového těla je lehce konkávní.

Hodnotíme :

- snížená výška či klínovitě zdeformované tělo obratle může naznačovat kompresivní zlomeninu
- fragmenty oddělené od předního okraje těla obratle

Předožadní snímek

V úseku hrudní páteře musí paraspinální linie těsně naléhat na těla obratlů.

V úseku bederní páteře se vzdálenost mezi pedikly postupně rozšiřuje od L1 po L5.

Hodnotíme :

- rozšíření paraspinální linie v hrudním úseku páteře (+obr.) Toto může naznačovat paraspinální hematom způsobený zlomeninou
- rozšíření vzdálenosti mezi pedikly odpovídá tříštivé zlomenině
- zlomeniny příčných výběžků nemusí být příliš zřetelné
- v oblasti hrudní páteře paravertebrální fraktury žeber. U poranění hrudní páteře jsou příznakem nestability. Mnohdy jsou spojeny s neurologickým deficitem (ŽVÁK, 2006)

5.2 ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI VYŠETŘENÍ PMG

5.2.1 POSTUP VYŠETŘENÍ

Pacient přijde na vyšetření na lačno, je poučen o tom, jak myelografické vyšetření probíhá. Podepíše informovaný souhlas.

Laborant připraví sterilní roušku, jehly, stříkačky a cévku k lumbální jehle, zkumavky.

Pacient je v polosedě v předklonu nebo v leže s ohnutými zády. Lékař provede punkci, po které se měří tlak mokou i při stlačení krčních cév laborantem. Odebere se vzorek moku. Poté se vstříkuje zředěná KL . Místo punkce zakryjeme.

Nemocný se postaví na stupátko sklopné stěny, opře o desku a pořizujeme na kazetu 24/30 PA projekci bederní páteře. Poté následuje šikmá a bočná projekce.

U vyšetření hrudního kanálu, zavádíme jehlu v sedě, pokládáme pacienta na bok a aplikujeme KL. Sklápěním stolu (o 10-20°) posuneme sloupec KL do hrudního kanálu. Provedeme bočný snímek a pacienta otočíme na záda pro pořízení PA snímků.

Po vyšetření je nutné setrvat ještě minimálně 6 hodin na lůžku v polosedě. Je vhodné pít hodně tekutin (CHUDÁČEK, 1995).

5.3 ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI CT VYŠETŘENÍ

5.3.1 POSTUP VYŠETŘENÍ

Při vyšetření poranění páteře není zapotřebí zvláštní přípravy ani aplikace KL, pouze informování pacienta o procesu vyšetření a ujištění se o případné graviditě, což je vedle alergie na KL (v případě že je podána) jedinou kontraindikací k CT vyšetření. Pacientovi jsou odstraněny všechny kovové předměty z vyšetřované oblasti, aby nezpůsobovali artefakty a poté je opatrně umístěn na vyšetřovací stůl vleže na zádech s rukama nad hlavou, pro vyrovnání bederní lordózy mu podložíme kolena klínem a pacient je zavezen do prostoru gantry. Tam pacienta nastavíme pomocí laserů do správné polohy. Upozorníme ho, že se po dobu vyšetření nesmí hýbat.

RA poté vyhotoví topogram (plánovací sken), kdy pacient projede otvorem gantry aniž by se rentgenka nebo detektory pohybovali. Na topogramu naplánuje rozsah vyšetření případně sklon gantry, vyšetřovací rovinu a počet skenů. Poté nastává samotné vyšetření, kdy stůl s pacientem projíždí otvorem gantry za doprovodu průběžné expozice. Je vytvořeno množství obrazů, ze kterých RA zpracuje obrazová data a vyhotoví konečnou obrazovou dokumentaci. Po vyšetření RA pomůže pacientovi ze stolu a pacient může odejít.

Na páteři se zpravidla vyšetřují 2-3 segmenty ale u traumat je možno zachytit delší úsek (hrudní-bederní) (NEKULA 2005).

Foramina intervertebralia nejlépe vidíme na sešikmených parasagitálních rekonstrukcích.

Postprocessing : Automaticky MPR ve třech rovinách, případně VRT. Je nutné stanovit přesně výšku léze, protože na LS páteři jsou časté numerické varianty (4 nebo 6 bederních obratlů). Na LS přechod je často nutný zvláštní sklon. Při 3D zobrazování je zapotřebí přizpůsobit rovinu zobrazení s rovinami krycích plošek (VOMÁČKA, 2012).

V úseku hrudní a bederní páteře nastavujeme hodnotu kolimace 3-4 mm. Je s výhodou ukládat hrubá data v průběhu skenování a používat algoritmus s vysokým rozlišením kostních struktur (high resolution, bone) ale také standartní výpočet pro vyobrazení měkkých tkání. V případě plánování operativního zákroku je zapotřebí zachytit také obratle nad a pod úrovní traumatu.

Efektivita 3D rekonstrukcí u poranění páteře není příliš velká, přínos může mít pro znázornění rotační složky traumatu. Spirální způsob nebyl vzhledem k možnému zkreslení obrazů donedávna u traumat používán, nicméně přináší výhodu zejména z hlediska zkrácení doby vyšetření u polytraumatizovaných pacientů.

5.3.2 POSTUP VYŠETŘENÍ U POLYTRAUMAT

U polytraumat se jedná o postižení jedné nebo více částí skeletu v kombinaci s možným traumatickým postižením jednoho nebo více parenchymových orgánů hrudníku, břicha nebo pánve s různým stupněm porušení vědomí až po kóma. Indikací k rychlému vyšetření s vysokou diagnostickou výtěžností jsou především dopravní nehody a pády z výšek (VOMÁČKA, 2012).

RA ještě před příjezdem pacienta vybere na počítači protokol pro celotělové vyšetření.

Po příjezdu pacienta, který je již stabilizovaný a má zavedenou kanylu, pomáhá RA s jeho přesunem na vyšetřovací stůl v poloze vleže na zádech, hlavou směrem do gantry.

Nejprve RA provede skenování mozku a C-páteře, nativně, aby nedošlo k záměně možného krvácení za KL, která se chová, stejně jako krev, hyperdenzně.

Poté nastává vyšetření hrudníku, břicha a pánve, před kterým již aplikujeme jodovou KL přes již zavedenou kanylu automatickým injektorem. KL zajistí lepší zobrazení parenchymatózních orgánů, které v případě poranění mají, porušenou perfuzi a to je s KL lépe viditelné.

Po skenování dochází k rekonstrukci dat (MPR) v sagitální a koronární rovině, v kostním a měkkotkáňovém okně, případně lze doplnit o rekonstrukci dat v jiných rovinách a v 3D zobrazení, např. k lepšímu zobrazení žeber.

Celé vyšetření trvá kolem 5 minut, což je stěžejní pro urgentní stavy. U některých případů je možno posléze provést také urgentní MR vyšetření k ověření případných změn na páteřním kanálu a míše.

Doporučovaný vyšetřovací protokol zahrnuje nastavení kolimace vrstev 8-10 mm, hodnotu pitch 1,5-2 mm a rekonstrukční interval (inkrement) 8-10 mm pro běžné vyhodnocení (ČERNOCH a spol. 2000).

5.4 ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI MR VYŠETŘENÍ

5.4.1 PŘÍPRAVA NA VYŠETŘENÍ

V případě, že provádíme vyšetření nativně není příprava prakticky nutná. Po příchodu pacienta je potřeba zkontrolovat žádanku a dát pacientovi přečíst a vyplnit informovaný souhlas týkající se jeho anamnézy a případných kontraindikací k vyšetření. Pokud není pacient způsobilý vyplnit dotazník, je zapotřebí aby uvedené údaje byly součástí žádanky k vyšetření.

Kontraindikace k MR vyšetření jsou:

- kardiostimulátor, kochleární implantát
- kovové materiály v těle – feromagnetické (osteosyntéza, protézy, insulinové pumpy, stomatologické implantáty, nitroděložní tělíška...)
- prodělaná srdeční, cévní nebo mozková operace z důvodu přítomnosti kovových svorek
- cizí těleso v oku nebo jinde v těle např. po úraze
- klaustrofobie
- první trimestr těhotenství

Pokud má pacient kompatibilní kardiostimulátor nastavený v kompatibilním MR modu, musí mít potvrzení od ošetřujícího lékaře. Neměla by však být přímo zobrazovaná oblast hrudníku (SEIDL, 2012).

I když v současné době již existují kardiostimulátory, u kterých je možno snímat celou páteř. Pokud je pacient neklidný či nespolupracující, vyšetření je možno provést v analgosedaci či celkové anestezii.

Dále pacienta požádáme aby odložil veškeré kovové předměty z těla a oblečení z vyšetřované oblasti. Informujeme ho o průběhu a době vyšetření, požádáme ho, aby se po celou dobu nehýbal a vyzveme ho, aby se položil na záda, pokud je pacient na lůžku, přesuneme ho s pomocí dalšího personálu na vyšetřovací stůl a nohy vypodložíme pro redukci lordózy bederní páteře. Přiložíme páteřní cívku a do ruky mu vložíme signalizační balónek pro případnou komunikaci s RA.

Pokud je potřeba provést vyšetření s kontrastem, aplikujeme kontrastní látku na bázi Gadolinia. Jedná se o látku paramagnetickou, zajišťující zkrácení relaxačních časů, to bývá nejvýraznější u T1W. U běžné KL je dávka 0,2 ml/kg váhy (10-15 ml), u koncentrovanějších látek je dostačující 0,1 ml/kg váhy (7 ml). Komerční názvy KL jsou Magnevist, Omniscan, Pro Hance.

KL je indikována především v neuroradiologii – u pooperačního vyšetření páteře, kdy umožní odlišit fibrozní změny od eventuelní recidivy výhřezu disku, u podezření na zánětlivá onemocnění, nádory či u MR angiografie (NEKULA, 2009).

5.4.2 POSTUP VYŠETŘENÍ PÁTEŘE

Vyšetření hrudního a bederního úseku páteře probíhá podle standardizovaných protokolů pro hrudní páteř a bederní páteř zahrnující indikace pro degenerativní onemocnění, bederních kořenové syndromy, zánětlivé a vrozené choroby, traumata, tumory, demyelinizační onemocnění, vrozených vývojové vady.

Vyšetření probíhá v sagitální a transverzální rovině za použití TSE či SE sekvence v T2 a následně T1 vážených obrazech. Podle výsledku se aplikuje GE či TSE sekvence v axiální rovině. Může následovat vyšetření s KL kterému předchází T1 vážený obraz. Vyšetření možno doplnit speciálními sekvencemi STIR (s potlačením signálu tuku).

T2 vážené 3D TSE sekvence díky vysokému turbo faktoru (ETL) se hodí pro redukci metalických artefaktů u pacientů s kovovými implantáty v páteři.

Tloušťka vrstvy by měla být maximálně 5 mm (kromě scoutových sekvencí a orientačních sekvencí pro určení správného odpočtu obratlového těla). Pokud je přítomna patologie na hrudní páteři, je zapotřebí provést také vyšetření krční nebo bederní páteře pro určení výšky léze (MECHL, 2014).

5.5 ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI SCINTIGRAFICKÉM VYŠETŘENÍ

Na vyšetření není potřeba větší přípravy kromě blokády štítné žlázy chlorigenem a dobré hydratace.

Při vyšetření páteře statickou scintigrafií aplikujeme radiofarmakum ^{99m}Tc o aktivitě 400 – 600 MBq i.v.

Provádíme ho v zadní a také v přední projekci zhruba 3-4 hodiny po aplikaci radiofarmaka.

U 3-fázové scintigrafie dochází v první fázi během i.v. aplikace RF k pořizování snímků v 1s časových intervalech, kdy se hodnotí krevní perfuze.

Ve druhé fázi zhruba 5 minut po aplikaci RF snímáme stejnou oblast a sledujeme permeabilitu kapilár.

Ve třetí fázi nastává standartní planární scintigrafie 3-4 hod. po aplikaci RF, kdy snímáme jak oblast zájmu tak celý skelet (BLÁHA, 1997, 3LF)

6 DISKUZE

Diagnostika poranění hrudní a bederní páteře se dá rozdělit do dvou skupin podle závažnosti poranění.

U lehčích typů poranění je rentgenový snímek stále metodou první volby z důvodu dostupnosti, nákladovosti a rychlosti vyšetření. Podle výsledku vyšetření se poté případně přistupuje k dalším diagnostickým metodám jako je CT nebo MR.

Vyšší riziko vzniku paterních úrazů přinášejí některá onemocnění jako např. osteoporóza, idiopatická skeletární hyperostóza a Bechtěrevova choroba.

U polytraumatizovaných pacientů má být rutinně vyšetřena páteř v celém rozsahu, k čemuž se proto využívá CT vyšetření, které poskytne rychle a přehledně obraz o podstatných poškozeních nejen páteře ale také dalších tělesných struktur.

Důležitým aspektem úspěšného nakládání s pacientem s těžkým poraněním páteře je nejenom včasné poskytnutí pomoci bez zbytečné manipulace ale také správné zhodnocení jeho zdravotního stavu a dopravení pacienta na specializované traumacentrum, kde mu bude poskytnuta komplexní péče.

Mnoho zranění je neúspěšně léčeno či ohroženo pozdními následky z důvodu nerozpoznaných či pozdě diagnostikovaných poranění.

Pacienti jsou mnohdy zbytečně transportováni do malých a nedostatečně vybavených nemocničních zařízení, je s nimi nevhodně manipulováno a tím se jejich zdravotní stav ještě zhoršuje.

Proto je správná diagnostika zásadní pro další osud raněného a radiologický asistent je jednou z důležitých osob podílejících se na její realizaci.

7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo poskytnout přehled a princip všech diagnostických metod využívaných při traumatech hrudní a bederní páteře s ohledem na jejich klasifikaci a stabilitu páteře.

Nativní RTG a CT vyšetření jsou u traumat páteře dominantní diagnostickou metodou. MR poskytuje doplňující informace o postižení měkkých struktur v případě výskytu neurologických symptomů a je v tomto směru nenahraditelnou metodou.

Myelografie a scintigrafické vyšetření jsou z hlediska poranění páteře okrajovými metodami používané pouze ve výjimečných případech, proto jsou zde zmíněny velmi stručně.

Většinou nelze hned s jistotou říci, zda se jedná o změny vratné či nevratné, toto se prokáže obvykle až postupem času. Důležitá je kromě správné diagnostiky také optimální léčba a následná rehabilitace, která může mít zásadní dopad na výsledný stav pacienta.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AMBLER, Z. a kol. *Neurologie - část speciální*. Praha: Triton, 2010. ISBN 978-80-7387-157-4.

AMBLER, Z. *Základy neurologie*. Praha: Galén, 2011. ISBN 80-7262-433-4.

BARTONÍČEK, J., STEHLÍK J. *Zlomeniny thorakolumbální páteře*. Praha: Scientia medica, 1995. ISBN: 80-85526-33-6.

BLÁHA, V. a kol. *Nukleární medicína*. 2. vyd. Praha: Karolinu, 1997. ISBN 80-7184-369-5.

VYHNÁNEK, L. *Radiodiagnostika: kapitoly z klinické praxe*. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-240-9.

ČERNOCH a kol. *Neuroradiologie*. Hradec Králové: Nucleus HK, 2000. ISBN 80-901753-9-2.

DRÁBKOVÁ, J. *Polytrauma v intenzivní medicíně*. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0419-6.

EBEROVÁ, L., FIALA, P., VALENTA, J. *Anatomie pro bakalářské studium*. 2. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2008. ISBN 978-80-246-1491-5.

FERDA, J., BAXA, J., MÍRKA, H. *Multidetektorová výpočetní tomografie*. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-608-3.

FERDA, J., Novák, M., KREUZBERG, B. *Výpočetní tomografie*. Praha: Galén, 2002. ISBN 80-246-0567-8.

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

KRBEC, M. *Poranění páteře [online]. 2008 [cit.2015-02-27]. Dostupné z:*
http://www.med.muni.cz/Traumatologie/Ortopedie_B/Ortopedie_2/Ortopedie_2.htm

KRBEC, M., DŽUPA, V. *Vybrané kapitoly z ortopedie a traumatologie pro studenty medicíny. Poranění páteře a míchy. [online] 8.1.2011, [cit. 2015-01-05] Dostupný z:*
<http://portal.lf3.cuni.cz/clanky.php?aid=67>

KRUPA, P. *Zobrazovací metody v neurologii [online]. 2005 [cit.2015-01-30].*
Dostupné z: <http://www.solen.cz/pdfs/neu/2005/03/02.pdf>

LUKÁŠ, R., SUCHOMEL, P., ŠRÁM, J. *Operační řešení zlomenin thorakolumbární páteře [online].2005 [cit.2015-02-25]. Dostupné z:*
<http://www.solen.sk/pdf/32c4597b51cb1c645375e1251330a70d.pdf>

MECHL, M. a kol. *Protokoly MR zobrazování. Praha: Galén, 2014. ISBN 978-80-7492-109-4.*

MECHL, M. *Výhody a omezení vyšetření páteře a páteřního kanálu pomocí magnetické rezonance [online]. 2002 [cit.2015-02-07]. Dostupné z:*
<http://www.solen.cz/pdfs/neu/2002/01/07.pdf>

NAŇKA, O., ELIŠKOVÁ, M. *Přehled anatomie. 2. doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén – Karolinum, 2009. ISBN 978-80-7262-612-0.*

NEKULA, J. a kol. *Radiologie. 3. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2005. ISBN 80-244-1011-7.*

NEKULA, J., CHMELOVÁ, J. *Základy zobrazování magnetickou rezonancí. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2009. ISBN 978-80-7368-335-1.*

NEKULA, J., a kol. *Zobrazovací metody páteře a páteřního kanálu. Hradec Králové: Nucleus HK, 2005. ISBN 80-86225-71-2.*

ORT, J., STRNAD, S. *Radiodiagnostika II. část*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1997. ISBN 80-7013-240-X.

POKORNÝ, V. a kol. *Traumatologie*. Praha: Triton, 2002. ISBN 80-7254-277-X.

RAIV, *Příručka základních skiagrafických projekcí*. [online].2006. [cit.2015-01-11].
Dostupné z: <http://www.rtg.kvalitne.cz/>

SEIDL, Z. a kol. *Radiologie pro studium i praxi*. Praha : Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4108-6.

VÁLEK, V. a kol. *Moderní diagnostické metody : Výpočetní tomografie II*. díl. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1998. ISBN 80-7013-294-9.

VOMÁČKA, J., NEKULA, J., KOZÁK, J. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-3126-0.

WENDSCHE, P. a kol. *Poranění míchy*. 2. přeprac. vyd. Brno: NCO NZO, 2009. ISBN 978-80-7013-504-4.

ŽVÁK, I. *Traumatologie ve schématech a RTG obrazech*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1347-0.

3. Lékařská fakulta – *Scintigrafie skeletu* [online]. [cit.2009-05-11]. Dostupné z:
http://www.lf3.cuni.cz/opencms/export/sites/www.lf3.cuni.cz/cs/pracoviste/nuklearni-medicina/vyuka/ipvz/Scintigrafie_skeletu.pdf

PŘÍLOHY

Obrázek 3 - RTG bederní bočný - poranění typu B (ploténky a zadních ligament L2/3)



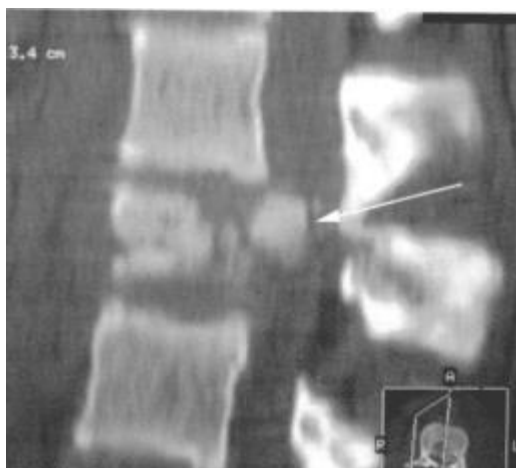
<http://www.achot.cz/detail.php?stat=340>

Obrázek 4 - RTG - poranění typu A - Pincer zlomenina



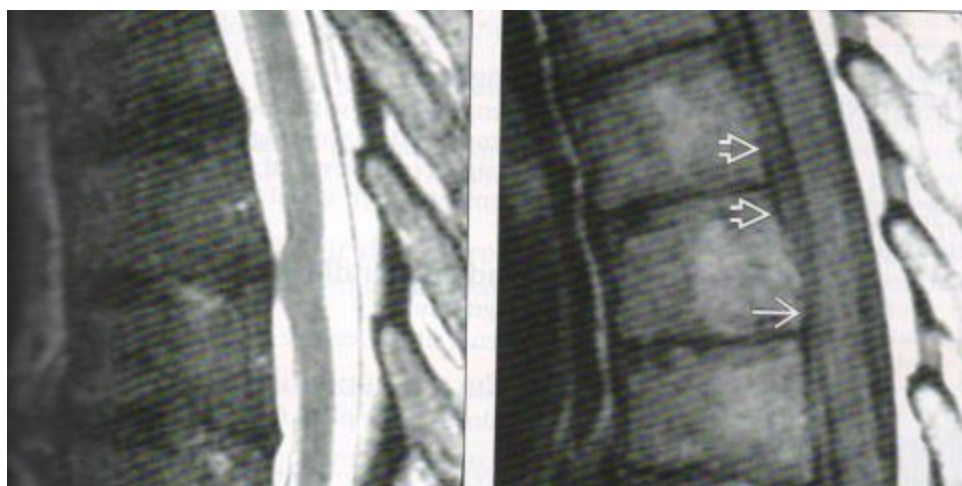
Zdroj : Nekula, 2005

Obrázek 5 - CT – poranění typu A - třířtíivá zlomenina



Zdroj : Nekula, 2005

Obrázek 6 - herniace míchy (T2W, T1W)



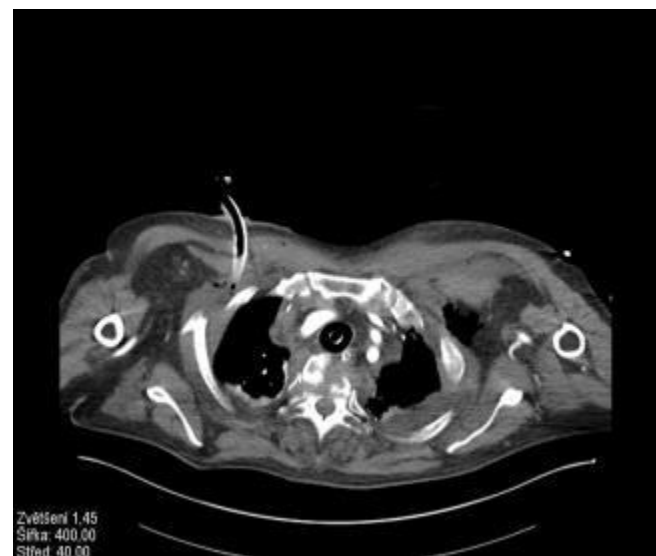
Zdroj : Diagnostic Imaging

Obrázek 7 - výhřez disku



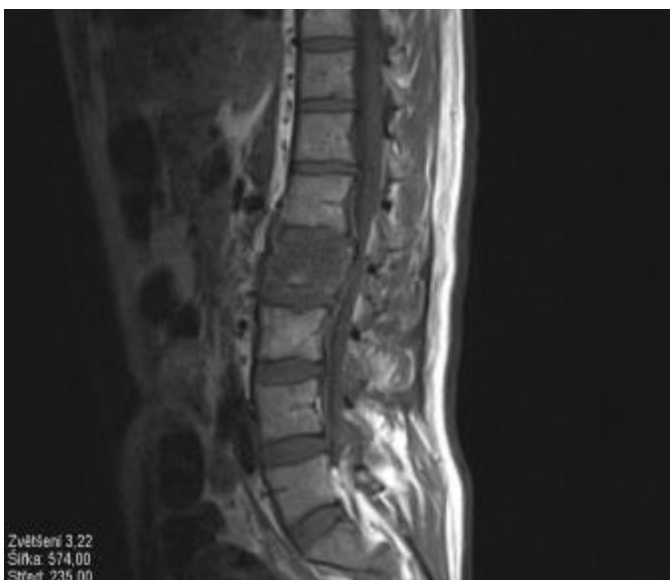
Zdroj : Diagnostic Imaging

Obrázek 8 - CT sagit., coron., axiál



Zdroj : DC Mediscan

Obrázek 9 - MR T2W, T1W, STIR



Zdroj : DC Mediscan

Obrázek 10 - CT sagit., MRT1W, MSTIR



Zdroj : DC Mediscan