

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Zdravotně sociální fakulta

**Poranění hrudní a bederní páteře – postavení jednotlivých  
zobrazovacích metod v diagnostice a terapii**

bakalářská práce

V Českých Budějovicích dne  
15.5.2007

Vedoucí práce : MUDr. Ryška Pavel, Ph.D.  
Konzultant : prim. MUDr. Málek Václav, Ph.D.  
Autor : Doležalová Martina

## **Summary**

### **Thoracic and lumbar spine injury – the role of imaging modalities in diagnostics and therapy**

This article provides information about thoracic and lumbar spine injury with reflection to the role of radiologic assistants. Spine injury belongs to the most serious injuries and its incidence is rising.

These injuries are diagnosed using imaging methods like plain X-ray, computed tomography and magnetic resonance imaging. Radiologic assistant himself is the person, who is responsible for the correct examination. If these injuries are treated surgically, radiologic assistant meets them at operating theatres too. Here the assistant manipulates with fluoroscopy machines and helps the operator with procedure navigation.

Important is that the radiologic assistant should know all the steps of each procedure and should take care of radiation protection. If the procedure is done inadequately, the patient can be misdiagnosed and the radiation dose for him and for the staff may be increased.

Since 1st January 2006 to 31st December 2006, 84 patients (48 women, 36 men) were hospitalised at the Neurosurgery department of University Hospital Hradec Králové under diagnosis of thoracic or lumbar spine fracture. The age, frequency of vertebral fractures in thoracic and lumbar region and percentual use of various therapeutic methods are noted. But the most important aim of the study are imaging methods used in these patients and mistakes done during these examinations.

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Poranění hrudní a bederní páteře – postavení jednotlivých zobrazovacích metod v diagnostice a terapii“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

Souhlasím s použitím práce k vědeckým účelům.

V Českých Budějovicích dne 15.5.2007

Doležalová Martina

## Poděkování

Chtěla bych poděkovat MUDr. Pavlu Ryškovi, Ph.D. z radiologické kliniky fakultní nemocnice v Hradci Králové a prim. MUDr. Václavu Málkovi, Ph.D. z neurochirurgické kliniky fakultní nemocnice v Hradci Králové za odborné vedení a cenné připomínky k mé bakalářské práci.

Doležalová Martina

## OBSAH

<b>ÚVOD</b>	6
<b>1. SOUČASNÝ STAV</b>	7
<i>1.1 Anatomie páteře</i>	7
<i>1.2 Poranění páteře</i>	13
<i>1.3 Vyšetřovací metody</i>	17
<i>1.3.1 Skiografie</i>	17
<i>1.3.2 Výpočetní tomografie</i>	23
<i>1.3.3 Magnetická rezonance</i>	27
<i>1.3.4 Scintigrafie</i>	30
<i>1.4 Léčba poranění páteře</i>	30
<i>1.4.1 Konzervativní léčba</i>	31
<i>1.4.2 Operační léčba</i>	31
<i>1.4.3 Perkutánní vertebroplastika a kyfoplastika</i>	33
<i>1.5 Radiační ochrana</i>	34
<b>2. CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY</b>	37
<b>3. METODIKA</b>	37
<b>4. VÝSLEDKY</b>	40
<b>5. DISKUZE</b>	44
<i>5.1 Věková charakteristika souboru</i>	44
<i>5.2 Vstupní vyšetření pacienta</i>	44
<i>5.3 Typy navigace operačních výkonů</i>	45
<i>5.4 Nejčastější chyby ve vstupních vyšetřeních</i>	46
<b>6. ZÁVĚR</b>	48
<b>7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b>	49
<b>8. KLÍČOVÁ SLOVA</b>	51
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK</b>	52
<b>9. PŘÍLOHY</b>	53

## ÚVOD

V současné době patří poranění páteře mezi nejobávanější úrazy a to hlavně díky možnosti doživotní invalidizace pacienta. Četnost výskytu poranění páteře stále vzrůstá. Nejčastějšími příčinami jsou dopravní nehody a úrazy při pádu z výšky. Specifickou skupinu tvoří spontánní zlomeniny na podkladě osteoporózy nebo patologické zlomeniny při současném tumorózním postižení obratle.

Velmi důležitá je diagnostika, ale i terapie těchto poranění. K diagnostice jsou používány převážně radiodiagnostické metody. Nejzákladnější vyšetřovací metodou je dlouhá léta konvenční skiografie – dostupná, rychlá a levná metoda. S rozvojem techniky se stále více rozšiřuje i použití výpočetní tomografie (CT) a magnetické rezonance (MR). CT vyniká svojí rychlostí a precizním zobrazením skeletu a MR možnostmi hodnocení poranění měkkých částí páteře.

Výběr léčebné modalitty závisí hlavně na typu zlomeniny a na celkovém stavu a věku pacienta. Postup může být konzervativní nebo operační. Zvláštní metodou operační léčby je perkutánní vertebroplastika a kyfoplastika.

Radiologický asistent provádí všechna radiologická vyšetření. Při skiografii pracuje zcela samostatně, u složitějších metod, jako je CT a MR, spolupracuje s lékařem. Asistuje při neurochirurgických operacích a intervenčních výkonech. Proto by měl znát tuto problematiku poněkud komplexněji.

# 1. SOUČASNÝ STAV

## 1.1 Anatomie páteře

Páteř (*columna vertebralis*) tvoří osovou kostru trupu. Skládá se z 33 - 34 obratlů, které patří mezi kosti nepravidelného tvaru. Páteř člověka tvoří 7 obratlů krčních (*vertebrae cervicales*), 12 hrudních (*vertebrae thoracicae*), 5 bederních (*vertebrae lumbales*), 5 obratlů křížových, druhotně splývajících v kost křížovou (*os sacrum*), 4 - 5 obratlů kostrčních, spojených v kost kostrční (*os coccygis*).

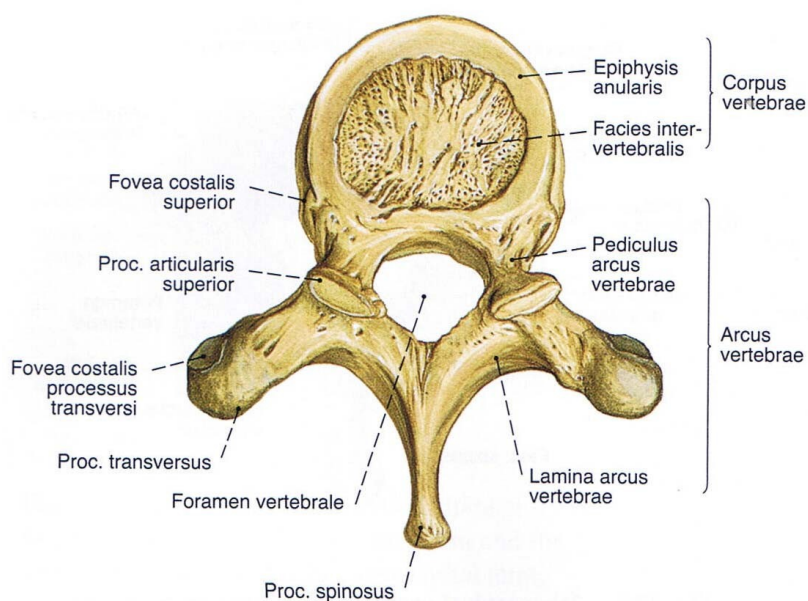
Obecně lze říci, že stavba jednotlivých obratlů si je velmi podobná, výjimku tvoří pouze první dva krční obratle. Obratel se skládá z ventrálně uložené masivní části, kterou nazýváme obratlové tělo (*corpus vertebrae*). Na těle obratle, hlavně na jeho zadní ploše, je větší množství otvorů, jimiž do kosti vstupují cévy a nervy. Od těla směrem dorzálním odstupuje obratlový oblouk (*arcus vertebrae*), jehož užší část, zvaná pedikl (*pediculus arcus vertebrae*), připojuje vpravo a vlevo oblouk k zadní ploše obratlového těla. Pedikl je nejpevnější část obratle. Zadní část oblouku se nazývá lamina (*lamina arcus vertebrae*), obemyká míchu jako obloukovitá lamela. Spojením obratlového těla a oblouku vzniká obratlový otvor (*foramen vertebrale*). V místě pediklu shora i zdola je zářez (*incisura vertebrae superior et inferior*). Mezi zářezy dvou sousedních obratlů vzniká meziobratlový otvor (*foramen intervertebrale*), který pak ústí do páteřního kanálu. (2)

Z obratlového oblouku odstupuje celkem sedm výběžků. Jsou to čtyři výběžky kloubní, připojené za pediklem, dva míří kraniálně (*processus articulares superiores*) a dva kaudálně (*processus articulares inferiores*). Dále dva výběžky příčné (*processus transversi*), odstupující od oblouku zevně. A jeden výběžek trnový (*processus spinosus*), odstupuje dozadu. Výběžky slouží k pohyblivosti obratle, jsou místem svalových úponů. Tahem svalů za příčné a trnové výběžky se obratle navzájem naklánějí a otáčejí.

Obratle tvoří kost kompaktní a spongiózní. Povrchová kompaktní kost je nejsilnější v místě horní a dolní krycí plochy a tvoří krycí ploténku obratlového těla.

Trámce spongiózní kosti obratlového těla jsou orientovány sagitálně, aby obratlové tělo dobře odolávalo převažující vertikální tlakové síle.

Od uvedeného obecného tvaru se v detailech liší obratle jednotlivých úseků páteře. Obratle hrudní, zkratkou Th 1 – Th 12, se nejvíce blíží obecnému tvaru obratle. Jejich těla jsou kromě prvních dvou delší v zadopředním směru než v příčném a směrem kaudálním jim přibývá na výšce. Navíc mají na bocích obratlových těl styčné plošky pro kloubní spojení s žebry – *foveae costales*, které se dotýkají vždy dvou sousedních obratlů. Na tělech obratlů Th 2 – Th 9 jsou dvě plošky, na Th 1, Th 11 a Th 12 je jen jedna. Dále obsahují *fovea costalis processus transversi* – kloubní plošku na hrotu příčných výběžků pro spojení s hrbolkem žebra. Trnové výběžky jsou dlouhé a skloněné kaudálně, takže se kladou přes sebe. Kloubní plošky horních i dolních kloubních výběžků jsou skloněny téměř frontálně.

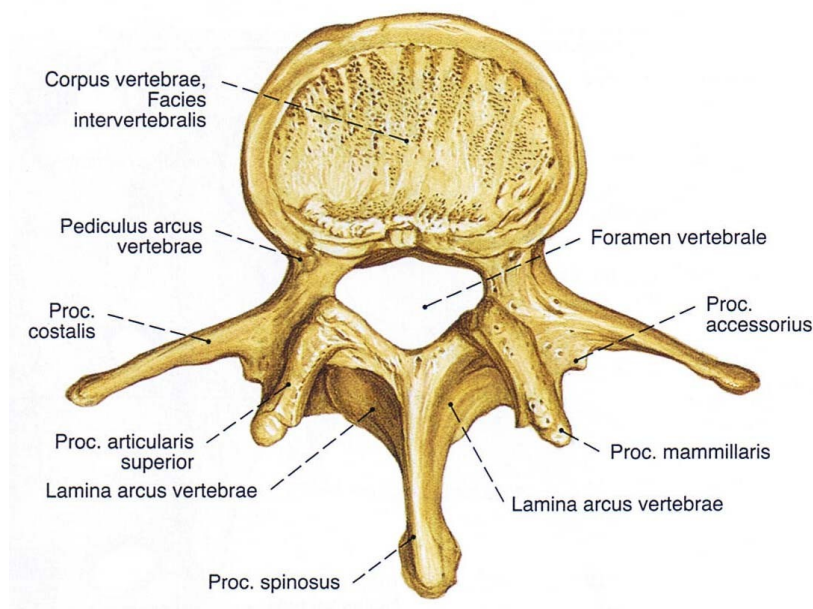


Obr. č. 1 – Desátý hrudní obratel (13)

Bederní obratle, L 1 – L 5, jsou ze všech obratlů největší. Jejich těla mají ledvinovitý tvar, protože šířka těla převládá nad délkou. Tělo obratle L 5 je vpředu vyšší než vzadu. Přejít L 5 v kost křížovou vytváří proto charakteristické zalomení zvané



*promontorium*. *Processus costales* u bederních obratlů zastupují příčné výběžky, jsou rudimentem žebra. Trnové výběžky mají čtverhranný tvar a míří rovně vzad. Kloubní výběžky mají kloubní plošky orientovány sagitálně.



Obr. č. 2 – Čtvrtý bederní obratel (L4)

Individuálně může kolísat počet hrudních a bederních obratlů o jeden obratel tím, že původní L 1 patří tvarem k hrudní páteři nebo naopak původní Th 12 k páteři bederní. Stejný posun může nastat i na hranici bederní páteře a kosti křížové. Tento stav se potom nazývá *lumbalizace* S 1 nebo *sakralizace* L 5.

Krční, hrudní a bederní obratle se označují jako obratle *presakrální* a společně tvoří pohyblivou část páteře.

*Cévní zásoba* páteře je zajištěna tepennými větvemi extraspinálního cévního systému. Tento systém je v oblasti hrudní a bederní páteře tvořen nepárovými větvemi aorty, kaudálněji společnou a vnitřní ilickou tepnou. Odpovídající žilní kmeny probíhají současně s tepnami.

## ***Spojení na páteři***

Na páteři se vyskytují tři druhy spojení – chrupavčité, vazivové a kloubní. Chrupavčité spojení, neboli *synchondrotické*, se uskutečňuje pomocí meziobratlových plotének (*disci intervertebrales*). Plotének je celkem 23. Jsou vytvořeny pouze v pohyblivé (presakrální) části páteře mezi obratlovými těly sousedních obratlů, s nimiž se tvarově shodují. Výška plotének kaudálním směrem postupně roste. Celková výška všech destiček představuje pětinu až čtvrtinu celé délky páteře. Vlastní ploténku vytváří vazivová chrupavka, která na obvodu přechází v husté fibrózní vazivo. Každá ploténka obsahuje v okrajích při obratlích vrstvičky hyalinní chrupavky, srostlé s kostí obou těl obratlů. Vnitřní vodnaté jádro kulovitého až diskovitého tvaru nazýváme *nucleus pulposus*. Vnější část, cirkulárně probíhající vlákna vazivové chrupavky a fibrózního vaziva, je označován jako *anulus fibrosus*.

Nepohyblivé spojení chrupavkou a následné spojení kostí (*synostóza*) se v oblasti hrudní a bederní páteře nevyskytují.

Dalším druhem spojení je spojení vazivové, neboli *syndesmotické*, které je tvořeno četnými vazy – *ligamenty*. Těla obratlů spojují dlouhé vazy páteře; oblouky a výběžky krátké vazy páteře. Dlouhé vazy podélně poutají prakticky celou páteř. Patří mezi ně přední podélný vaz a zadní podélný vaz (*ligamentum longitudinale anterius et posterius*). Mezi krátké vazy patří např. *ligamenta flava* (spojující obratlové oblouky), *ligamenta intertransversaria* (spojující příčné výběžky) a *ligamenta interspinalia* (spojující trnové výběžky).

Posledním druhem spojení vyskytující se na páteři je kloubní spojení, neboli *artikulační*. Je realizováno pomocí kloubních výběžků sousedních obratlů. Tvar jednotlivých kloubů se liší podle úseků páteře a určuje možnost, druh a rozsah pohybů daného úseku páteře.

## ***Zakřivení páteře***

Páteř je charakteristicky zakřivena ve směru předozadním (v sagitální rovině), lehce může být zakřivena i v rovině frontální. *Lordosa* je obloukovité zakřivení vyklenuté (konvexní) dopředu a *kyfosa*, opak lordosy, je oblouk konvexní dozadu. Na páteři se kraniokaudálně střídají krční lordosa, hrudní kyfosa, bederní lordosa. *Promontorium* je úhlovité zalomení páteře na hranici L 5 a S 1. Od promontoria pokračuje kyfotickým zakřivením kost křížová. Vybočení v rovině frontální se nazývá *skoliosa*. Téměř každá páteř má mírné vybočení, nejpatrnější mezi Th 3 až Th 5, nazývané jako *fyziologická skoliosa*. Většinou je konvexní na pravou stranu.

## ***Funkce páteře***

Páteř má základní tři funkce. Chrání míchu a nervové kořeny, umožňuje pohyblivost hlavy a trupu a také vertikální stabilitu organismu.

Ochranná funkce páteře spočívá v ochraně míchy a odstupujících nervových kořenů v páteřním kanálu. (10) Přední ohraničení tvoří zadní plochy obratlových těl a meziobratlových plotének, na kterých probíhá zadní podélný vaz. Po stranách tvoří ohraničení pedikly obratlových oblouků a vzadu obratlový oblouk a žlutý vaz. Tvar páteřního kanálu se v jednotlivých úsecích páteře různí. V oblasti hrudní páteře je okrouhlý a v oblasti bederní přibližně trojúhelníkovitý.

## ***Pohyby páteře***

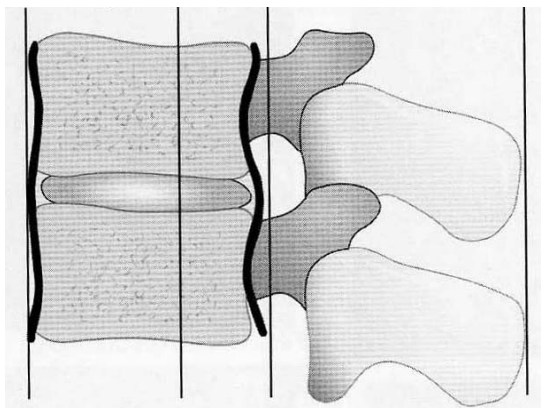
Mezi základní pohyby páteře patří předklony a záklony, úklony, otáčení a pérovací pohyby. Rozsah pohybů jednotlivých úseků páteře je dán tvarem a sklonem obratlových trnů a tvarem a sklonem kloubních ploch. Pohyby mezi obratli jsou umožňovány stlačením meziobratlových plotének a usměrňovány meziobratlovými klouby.

Všechny pohyby v oblasti hrudní páteře jsou omezeny upoutáním žeber k hrudní kosti. Mnohem pohyblivější jsou dolní hrudní obratle, které takto upoutány nejsou. V bederním úseku jsou umožněny velmi vydatné předklony, záklony i úklony, ovšem kloubní plošky zde téměř vylučují rotaci.

### ***Stabilita páteře***

Stabilita páteře je stav, kdy při fyziologické zátěži nedochází k deformaci nebo excesivnímu či abnormálnímu pohybu v pohybovém segmentu a jsou chráněné nervové struktury. (12) Páteř musí být stabilní, aby odolávala různým silám na ni působícím a zabránila tak poškození nebo dráždění nervových struktur v kanálu páteřním. Za stabilitu jsou zodpovědná obratlová těla, meziobratlové ploténky, klouby, pedikly a také vazivový aparát páteře a v širším pohledu i svalstvo upínající se k páteři. Jestliže dojde k poškození některé z těchto částí, dochází ke ztrátě schopnosti odolávat silám působícím na páteř. Páteř tedy přestává být stabilní - vzniká *instabilita* páteře. Instabilita páteře znamená abnormální pohyblivost za fyziologických podmínek. *Definice instability dle Whitea a Panjabiho* : Instabilita je definována jako ztráta schopnosti páteře udržet při vystavení fyziologické zátěži takové postavení obratlů, aby nedocházelo k okamžitému nebo následnému poranění míchy a nervových kořenů a současně nedocházelo k vývoji invalidizujících deformit a výrazné bolestivosti. (17) Pojmy stabilita a instabilita se používají nejenom v souvislosti s traumaty, ale i s dalšími onemocněními páteře jako jsou tumory, záněty, degenerativní onemocnění, a také u nich ovlivňují způsob léčby a operační strategii.

Pro lepší pochopení těchto pojmů byly zavedeny teorie páteřních sloupců. Většinou autorů je dnes nejvíce akceptována *třísloupcová teorie vytvořená Denisem* v roce 1983. Tato teorie rozděluje páteř na přední, střední a zadní sloupec. Přední sloupec zahrnuje přední část obratlového těla a ploténky a přední podélný vaz, střední sloupec pak tvoří zadní část obratlového těla, zadní část ploténky a zadní podélný vaz. Hranice mezi předním a středním sloupcem není přesně vymezena. Zadní sloupec tvoří obratlový oblouk a trnový výběžek, kloubní pouzdro a zadní systém vazů.



Obr. č. 3 – Rozdělení páteře do tří sloupců dle Denise (12)

Dvousloupcová teorie (Holdsworth 1963 a 1970) rozděluje páteř na přední sloupec (obratlová těla, meziobratlové ploténky, přední a zadní podélný vaz) a zadní sloupec (klouby, pedikly, výběžky a zadní systém vazů).

Instabilitu (nestabilitu) můžeme dělit na *akutní a chronickou*. K akutní nestabilitě dochází u úrazů. Chronická nestabilita se vyvíjí měsíce až roky. Dále rozeznáváme *kostní nestabilitu*, kdy je postižen obratel, ale vazivový aparát je intaktní, *ligamentózní nestabilitu*, která vznikne poškozením ploténky, subluxací (luxací) kloubů a poškozením dorzálního vazivového aparátu, a *smíšenou osteoligamentózní nestabilitu*. (10)

## 1.2 Poranění páteře

Poranění páteře patří mezi nejzávažnější a nejobávanější úrazy a to hlavně kvůli možnosti doživotního postižení. Zlomeniny páteře postihují celé věkové spektrum pacientů, největší výskyt je ovšem u mladších lidí, zejména pak mužů. Nejčastějšími příčinami bývají úrazy při pádu z výšky, dopravních nehodách a úrazy pracovní či sportovní. Poranění se mohou vyskytovat samostatně jako *monotraumatata*, nebo jsou součástí *polytraumatatu*, při kterém je postiženo více orgánů. V 15 – 40 % bývá poranění

páteře spojeno s poraněním míchy. Asi u 20 % pacientů se vyskytuje poranění páteře ve více etážích. (10)

### *Poranění hrudní a bederní páteře*

Pro tuto část páteře se často používá název thorakolumbální páteř a klasifikace nerozlišují poranění hrudního a bederního obratle. Je to z důvodu, že se příliš neliší jejich anatomická stavba, mechanismus poranění ani strategie léčby. Horní hrudní páteř je částečně chráněna hrudním košem a jeho elasticitou, proto je zde nejnižší výskyt úrazů. Dolní hrudní a bederní páteř je mnohem více pohyblivější a tím i namáhaná, tudíž snadněji zranitelná. Vůbec nejvíce úrazů obratlů vzniká v oblasti thorakolumbálního přechodu (Th 12 – L 2). Muži jsou postiženi dvakrát častěji než ženy, nejčastěji ve středním věku, u dětí je poranění thorakolumbální páteře vzácné. (10)

Nejvíce úrazů páteře je způsobeno nepřímými silami, a to ve smyslu komprese (tlakové vertikální síly), distrakce (flexe, vzácně extenze), translace (střih) struktur páteře nebo pohyb mezi jednotlivými segmenty. Menší část úrazů je způsobena přímými silami (střelné či bodné rány, přímé údery těžkými předměty, přimáčknutí). Velmi často dochází ke kombinaci působících sil.

### *Klasifikace traumat*

Klasifikace poranění hrudní a bederní páteře jsou důležité pro stanovení rozsahu postižení a prognózy úrazu a pro stanovení postupu léčby. Existují různé klasifikace založené na mechanismu úrazu nebo na morfologii s využitím teorie páteřních sloupců nebo na obojím. V posledních několika letech nachází nejširší uplatnění AO klasifikace Margelovy skupiny z roku 1994. Původně je navržena právě pro hrudní a bederní páteř, ale používá se i pro střední a dolní úsek páteře krční. Vychází z dvousloupcové teorie a rozděluje poranění na tři typy : A, B, C. A – kompresivní fraktury obratlových těl, B-

flekční nebo extenční distrakční postižení předního a zadního sloupce, C – rotační poranění. U těchto typů rozlišujeme ještě tři podskupiny.

Typ	Podskupina
A. Komprese obratlových těl	A1 Klínovitá impakční zlomenina A2 Štěpná zlomenina (split) A3 Tříštvivá zlomenina (burst)
B. Distrakční poranění předního a zadního sloupce	B1 Flekčně-distrakční poranění (převážně ligamentózní) B2 Flekčně-distrakční poranění (převážně kostní) B3 Hyperextenční poranění s roztržením meziobratlové ploténky
C. Rotační poranění předního a zadního sloupce	C1 Poranění typu A s rotací C2 Poranění typu B s rotací C3 Rotačně-střížná poranění

*Tabulka č. 1 – AO klasifikace zlomenin páteře*

*Zlomeniny typu A – komprese obratlových těl;* vznikají působením vertikálního tlaku a nadměrné flexe, dochází u nich ke ztrátě výšky obratlového těla. Nejčastěji vznikají v oblasti thorakolumbálního přechodu. *Skupinu A1* tvoří stabilní klínovité impakční zlomeniny obratlových těl. Do *skupiny A2* patří štěpné kompresivní zlomeniny. Jsou spojeny s různým stupněm nestability, a to v případě, kdy dochází k posunu úlomků. Tříštvivé zlomeniny (*skupina A3*) jsou také většinou nestabilní. Nejzávažnějším činitelem je posun úlomků směrem do páteřního kanálu, což vede k jeho zúžení a útlaku durálního vaku. V oblasti hrudní páteře je páteřní kanál relativně úzký, takže posun úlomků vede k míšní lézi, léze míšních nervů nemají v oblasti hrudní páteře větší funkční význam. Páteřní kanál v oblasti Th - L přechodu a v bederní páteři je relativně široký. Při útlaku v oblasti Th - L přechodu dochází k poranění bederní intumescence a v oblasti bederní páteře k poranění míšních kořenů, jejichž poranění má velký funkční význam pro hybnost dolních končetin a funkci svěračů.

*Flekčně-distrakční úrazy jsou zařazeny k typu B.* Jde o nestabilní stavy, při nichž jsou poraněny oba sloupce. Přední je komprimován a zadní distrahován, což se může projevit roztržením vazivového aparátu s luxací, subluxací či frakturou meziobratlových kloubů (*skupina B1*) nebo rozlomením oblouku (*skupina B2*). Typickým poraněním, které patří k tomuto typu, je *Chanceho zlomenina* vznikající při dopravních nehodách vlivem připoutání bezpečnostním pásem (někdy nazývána *seat belt*). Obratlovým obloukem prochází horizontálně linie lomu, horní a dolní část jsou od sebe úhlovitě oddáleny. Do *skupiny B3* spadají hyperextenční poranění, při nichž dochází k příčnému roztržení meziobratlové ploténky a různému poškození zadního sloupce.

Rotační úrazy jsou nejnestabilnější úrazy. Rotací rozumíme pootočení kolem vertikální osy nebo stranový náklon podél horizontálně probíhající předozadní osy a jejich kombinace. Ke *skupině C1* řadíme poranění typu A s rotací, ke *skupině C2* poranění typu B s rotací. Rotačně-střížné poranění (*skupina C3*) vykazuje nejvýraznější známky nestability. Zahrnuje porušení předního sloupce, poranění ploténky, blokové posunutí celé páteře různého směru, mnohočetné fraktury oblouků, výběžků a žeber. Mícha bývá nečastěji úplně přerušena, jen někdy je překvapivě uchráněna kompenzačním rozšířením poraněného kanálu.

Zhruba 10 – 12 % zlomenin páteře je doprovázeno poraněním nervových struktur. Mícha neprobíhá celým páteřním kanálem, ale končí v oblasti přechodu L1-L2. V distální části páteře je *cauda equina*, jejíž odolnost je větší než odolnost míchy. Poškození nervových struktur má pestrý klinický obraz - od lehkých parestezií až po úplnou plégii či dokonce smrt. Záleží, v jakém rozsahu a v jaké úrovni k lézi došlo. Poranění mohou být dočasná (komoce míšní) nebo trvalá. Trvalé léze se projevují různými klinickými syndromy jako je například kořenový syndrom, syndrom kaudy, syndrom předních provazců míšních nebo syndrom transverzální léze míšní.



### *1.3 Vyšetřovací metody*

Při poranění páteře je důležité prvotní klinické vyšetření pacienta lékařem. Další součástí vyšetření je vyšetření motorické a senzitivní inervace horních a dolních končetin neurologem.

Základem pro stanovení diagnózy a pro rozhodování terapeutického postupu jsou radiologické vyšetřovací metody. Po celá desetiletí ovládaly pole diagnostického zobrazování *konvenční*, a posléze i *kontrastní rentgenové techniky* (1), které mají stále nezastupitelnou roli právě v diagnostice poranění páteře. Významný pokrok v diagnostice poranění páteře nastal v 70. letech minulého století, kdy došlo k zavedení *výpočetní tomografie* do klinické praxe. Podobným krokem bylo i využití *magnetické rezonance* pro zobrazení lidského těla (v 80. letech minulého století), hlavně díky možnosti hodnocení poranění měkkých částí páteře. Neodmyslitelnou součástí radiologických vyšetřovacích postupů jsou také metody nukleární medicíny – scintigrafie skeletu.

#### *1.3.1 Skiografie*

Konvenční skiografie si nadále udržuje svoji nezastupitelnou roli a zůstává metodou první volby v diagnostice poranění páteře. Hlavními důvody jsou dostupnost, nízká cena a neinvazivita. Zatímco ještě před pár desítkami let byla jedinou používanou diagnostickou metodou, dnes je její úloha vyhrazena pouze pro diagnostiku lézí týkajících se vlastního skeletu. Zde narážíme na nevýhodu této metody, kterou je špatné zobrazení měkkých tkání. Určitou nevýhodou je i sumární zobrazení orgánů – orgány ležící v ose svazku se překrývají. Z jednoho snímku nemáme tedy prostorovou představu, musíme pořídit snímky ve dvou na sebe kolmých projekcích.

### *Stručný princip metody*

Skiografie a mnohé další radiologické metody používají k zobrazování záření X, neboli rentgenové záření, jehož objevitelem je německý fyzik *Wilhelm Conrad Röntgen*. Záření objevil dne 8. listopadu 1895 na fyzikálním ústavu univerzity ve Würzburgu, kde působil jako profesor. K objevu došlo při pokusech s katodovými trubicemi. Za svůj objev získal v roce 1901 Nobelovu cenu za fyziku. (6)



*Obr. č. 4 - Wilhelm Conrad Röntgen*

Skiografie, jak je již uvedeno, využívá záření X. Záření X je elektromagnetické vlnění, jehož vlnová délka je kolem  $10^{-9}$  m. Prochází hmotou i vakuem, šíří se přímočaře a jeho intenzita slábne se čtvercem vzdálenosti od zdroje záření. (6)

Umělým zdrojem záření X je rentgenka, což je dioda s katodou a anodou s vysokým vakuem. Katoda je žhavana, emituje elektrony, které jsou pod vlivem vysokého napětí přitahovány k anodě. Při nárazu na anodu se jejich kinetická energie mění pouze z 1 % na záření X a z 99 % na teplo.

Ke vzniku obrazu potřebujeme rentgenku, objekt, který budeme zobrazovat (tedy pacienta) a plochu, na které se nám obraz promítne. Rentgenka je umístěna v krytu rentgenky a zavěšena na posuvném stojanu či stropním závěsu. Záření X vzniklé v rentgence prochází objektem a je zeslabováno v závislosti na tloušťce a hustotě

objektu a také na kvalitě záření X, tedy na jeho vlnové délce. Mezi objektem a filmem je umístěna u objektů silnějších než 15 cm (tedy i při snímkování páteře) sekundární clona, která slouží k vychytávání sekundárního záření. Prošlé záření X dopadá na film a vzniká latentní obraz. Film je světlotěsně uzavřen v kazetě. Aby došlo ke zviditelnění obrazu, musí film projít vyvolávacím procesem. Pro záznam obrazu se používá klasický rentgenový film nebo nověji záznamové medium pro přímou či nepřímou digitalizaci obrazu.

### *Vlastní provedení vyšetření*

Pacienti s poraněním páteře se mohou nacházet v různém stavu, podle vážnosti svého poranění. Pacienti při vědomí bývají psychicky ovlivněni traumatickou příhodou a mají omezenou hybnost a bolesti. Pacienty s akutními úrazy snímujeme vždy přednostně a bereme ohled na jejich stav. Vyšetření provádíme tak, abychom zabránili dalšímu možnému zhoršení stavu u případné nestability. Především omezíme veškerou zbytečnou manipulaci s pacientem. Pacient je často imobilizován různými pomůckami, např. vakuovou dlahou. Pomůcky neodstraňujeme a snažíme se provést kvalitní snímky i s nimi. Poraněného necháváme na vyšetřovacím stole do kontroly provedených snímků, abychom mohli eventuálně provést cílené snímky nebo vyšetření zopakovat. Vyhýbáme se manipulaci s pacientem a všechny projekce provádíme v poloze vleže na zádech.

Skiagrafické vyšetření páteře se provádí ve dvou základních, na sebe kolmých projekcích - předozadní a boční. Případně se mohou doplnit projekce cílené nebo šikmé.

### *Hrudní páteř, projekce předozadní (ventrodorzální)*

- Příprava pacienta – Odložení oblečení do poloviny těla a sejmutí kovových předmětů.

- Technické předpoklady – K vyšetření používáme snímkovací stůl se sekundární clonou, případně speciální vyšetřovací komplet pro traumatologii. Kazetu velikosti 15 x 40, 20 x 40 nebo 18 x 43 na výšku. Vzdálenost ohnisko rentgenky – film 100 cm. Stranová značka P, L v kaudálním rohu kazety.
- Uložení pacienta – Pacient leží na zádech, osa páteře je v ose stolu.
- Centrální paprsek míří kolmo do středu hrudní kosti a kazety. (Střed sterny je v polovině vzdálenosti mezi hrdelní jamkou a dolním okrajem mečíku – oba útvary lze dobře nahmatat) (11) Dokonale vycloníme primární clony. U dětí a pacientů v reprodukční věku kryjeme gonády ochrannými pomůckami.
- Expoziční parametry se různí s používaným přístrojem. Pohybují se kolem 70 – 80 kV a 80 - 100 mAs.
- Povel při expozici – Nehýbat se, nadechnout a nedýchat!
- Kontrola správné projekce – Páteř je ve středu filmu, symetricky, zachycena v celém rozsahu, rovnoměrně proexponovaná.
- Nejčastější chyby a vady snímků – Rozdýchání, nezachycení horního nebo dolního konce hrudní páteře, špatná expozice.

#### *Hrudní páteř, projekce boční (laterolaterální)*

- Příprava pacienta – Odložení oblečení do poloviny těla a sejmutí kovových předmětů.
- Technické předpoklady – K vyšetření používáme snímkovací stůl se sekundární clonou, vertigraf, případně speciální vyšetřovací komplet pro traumatologii. Kazetu velikosti 15 x 40, 20 x 40 nebo 18 x 43 na výšku. Při velké hrudní kyfóze kazetu 30 x 40. Vzdálenost ohnisko rentgenky – film 100 cm. Stranová značka P, L je umístěna zrcadlově podle naléhající strany v kaudálním rohu kazety.
- Uložení pacienta – V netraumatologických případech ukládáme pacienta na bok, tak aby k nám ležel obrácen zády, dolní končetiny má pokrčené, aby byla zajištěna jeho stabilita. U traumat pacienta ponecháme ležet na zádech a

horizontálně sklápíme svazek záření. Pacient pouze zvedá horní končetiny za hlavu. Pokud nemáme k dispozici traumatologický přístroj, používáme mobilní sekundární clonu (Lysholmovu) nebo pacienta snímkuje na vozíku u vertigrafu.

- Centrální paprsek míří kolmo na dolní úhel lopatek (úroveň Th 6) a na střed kazety. (11)
- Expoziční parametry – 70 - 90 kV a 80 - 120 mAs.
- Povel při expozici - Nehýbat se, nadechnout a pomalu vydechnout. (Když pacient vydechuje, žebra se pohybují a dochází k jejich rozmazání.)
- Kontrola správné projekce – Páteř je zachycena celá, včetně prvního bederního obratle, rovnoměrně proexponovaná a jsou přehledné meziobratlové prostory.
- Nejčastější chyby a vady snímků – Rozdýchání, nezachycení horního nebo dolního konce hrudní páteře, nezachycení trnových výběžků, špatná expozice.

#### *Bederní páteř, projekce předozadní (ventrodorzální)*

- Příprava pacienta – Odložení oblečení vyjma spodního prádla a sejmutí kovových předmětů.
- Technické předpoklady – K vyšetření používáme snímkovací stůl se sekundární clonou, případně speciální vyšetřovací komplet pro traumatologii. Kazetu velikosti 15 x 40, 20 x 40 nebo 18 x 43 na výšku. Ohnisková vzdálenost je 100 cm. Stranová značka P, L v kaudálním rohu kazety.
- Uložení pacienta – Vleže na zádech, osa páteře v ose stolu. Pokud může, pokrčí si pacient dolní končetiny, aby se vyrovnala bederní lordóza.
- Centrální paprsek míří kolmo na pupek a střed kazety. Dokonale vycloníme primární clony. U dětí a pacientů v reprodukční věku kryjeme gonády ochrannými pomůckami.
- Expoziční parametry – 80 - 100 kV a 90 - 100 mAs.
- Povel při expozici – Nehýbat se, nadechnout, co nejvíce vydechnout a zadržet dech!

- Kontrola správné projekce – Bederní páteř je zachycena v celém rozsahu, symetricky, dobře proexponovaná. Zachycena je i kost křížová a křížokyčelní klouby.
- Nejčastější chyby a vady snímků – Rozdýchání, nezachycení horního nebo dolního konce bederní páteře, špatná expozice.

#### *Bederní páteř, projekce boční (laterolaterální)*

- Příprava pacienta – Odložení oblečení vyjma spodního prádla a sejmutí kovových předmětů.
- Technické předpoklady – K vyšetření používáme snímkovací stůl se sekundární clonou, případně speciální vyšetřovací komplet pro traumatologii. Kazetu velikosti 15 x 40, 20 x 40 nebo 18 x 43 na výšku. Vzdálenost ohnisko rentgenky – film 100 cm. Stranová značka P, L je umístěna zrcadlově podle naléhající strany v kaudálním rohu kazety.
- Uložení pacienta – U netraumatologických pacientů je uložení opět vleže na boku, ale u traumat snímujeme pacienta tak, že ho ponecháme ležet na zádech a horizontálně sklápíme svazek záření.
- Centrální paprsek míří kolmo dva prsty pod bikristální spojnici na dlaň ventrálně od roviny zad a do středu kazety.
- Expoziční parametry – 80 - 100 kV a 90 - 120 mAs.
- Povel při expozici – Nehýbat se, nadechnout, co nejvíce vydechnout a zadržet dech!
- Kontrola správné projekce – Všechny obratle jsou řádně proexponovány, zachycen i poslední hrudní obratel a kost křížová. Dobře přehledné meziobratlové prostory.
- Nejčastější chyby a vady snímků – Rozdýchání, nezachycení horního nebo dolního konce bederní páteře, špatná expozice.

### *Cílené projekce*

Cílené projekce na určitý obratel či obratle se provádějí až po zhodnocení základních projekcí páteře lékařem. Provádějí se také v předozadní a boční projekci, ale na menší formát kazety (18 x 24 či 24 x 30) a centrální paprsek míří přímo na konkrétní obratel, tudíž nedochází ke geometrickému zkreslení. Ze stejného důvodu se provádějí i cílené projekce na Th - L a L - S přechod.

### *Šikmé projekce*

Šikmé projekce doplňujeme při podezření na postižení obratlového oblouku. Abychom zbytečně nemanipulovali s poraněným pacientem, provádíme je opět skloněním svazku záření, tentokrát o 45°. V akutním stádiu připadají v úvahu šikmé snímky pouze na C - Th přechod, který bývá na bočním snímku špatně hodnotitelný.

Na prostých snímcích lze hodnotit strukturu obratlových těl, pediklů, trnových a příčných výběžků. Na bočním snímku i výšku a tvar meziobratlových prostorů a foramin, předozadní průměr páteřního kanálu. Prostý snímek bederní páteře je důležitý pro stanovení skutečného počtu bederních obratlů a detekci tzv. přechodných obratlů.

Prosté snímky dobře zobrazí místo poranění, deformitu obratlů a páteřního kanálu, posuny obratlů a změny zakřivení páteře. (10)

### *1.3.2 Výpočetní tomografie*

Výpočetní tomografie (počítačová tomografie, computed tomography, CT) je rentgenové vyšetření, které zobrazuje anatomické struktury lidského těla v transversálních rovinách s vysokou tkáňovou rozlišovací schopností. Objev výpočetní tomografie bývá vzhledem k medicínskému významu často srovnáván s významem samotného objevu paprsků X. (21) Zavedení metody CT v 70. letech minulého století znamenalo významný pokrok v diagnostice chorob a poranění páteře a míchy.

CT umožňuje dokonalé zobrazení páteře v transversální rovině, spolehlivě zobrazí postižení skeletu. Velkými výhodami CT jsou rychlost, která se cení právě v akutních případech a odstranění sumace orgánů. K nedostatkům CT patří možnost efektivně vyšetřovat jen relativně krátké úseky páteře a také zobrazení páteře pouze v transversální rovině. Díky matematické rekonstrukci obrazu je však možné rekonstruovat obrazy v různých rovinách (multiplanárně) a získat i trojdimenzionální představu o páteři. Nevýhodou je i horší zobrazení míchy a struktur páteřního kanálu.

### *Stručný princip metody*

V roce 1971 Brit *Godfrey Newbold Hounsfield* jako první zkonstruoval počítačový tomograf použitelný v klinické praxi a je považován za jeho objevitele. K této realizaci došlo v laboratořích firmy EMI. Nezávisle na Hounsfieldovi stejný objev učinil Američan *Allan McLeod Cormack*. Oba dostali za tento objev v roce 1979 *Nobelovu cenu za fyziologii a lékařské vědy*. Objevu předcházela řada teoretických prací. Asi nejdůležitější je Radonova teorie matematické rekonstrukce dvourozměrného obrazu z jednorozměrných projekcí z roku 1917. (18)

Základními konstrukčními prvky výpočetního tomografu jsou: zobrazovací soustava složená z rentgenky a systémem detektorů uložená v gantry, vyšetřovací stůl, zdroj vysokého napětí, řídicí a zobrazovací počítač, digitálně analogový převodník, ovládací konzola a záznamové zařízení.

Postupem času docházelo ke zdokonalování přístroje, zejména ke zkrácení akvizičních časů a zvýšení rozlišovací schopnosti. Dnes se nejčastěji používá plně rotační systém rentgenka – sektor detektorů (3. generace).

Dalším zdokonalením je *helikální CT*, založené na 3. generaci, kdy je pacient snímám spojitě spirálovitým (lépe šroubovicovým - helikálním) pohybem rentgenky. To přineslo zrychlení vyšetření, zvýšenou kvalitu zobrazení a nižší dávku. Rozvoj helikálních výpočetních tomografů pokračoval od přístrojů pořizujících jednu řadu dat během rotace (*single-slice CT*) přes přístroje se zdvojením detektorové řady (*dual-slice CT*) až k takovým přístrojům, které pořizují během rotace až 64 datových řad



(*multidetektorový, multi-slice CT*), opět znamenalo zkrácení vyšetřovací doby, dále zkvalitnění multiplanárních a 3D rekonstrukcí a možnost pokrytí větších vyšetřovaných objemů.

Společně s hardwarovým vývojem dochází i k vývoji výpočetního systému, který zabezpečuje ovládání přístroje, záznam datových stop, rekonstrukci obrazových dat, archivaci obrazů, vyhodnocení a komunikaci s informačními systémy.

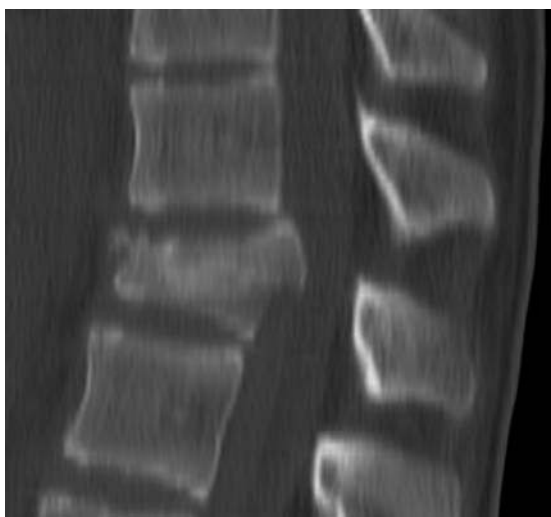
Zobrazování výpočetní tomografií je založeno na *denzitometrickém principu* – pomocí detekčního systému je změřen úbytek záření pohlcený prostředím mezi rentgenkou a detektorem. Rentgenka a systém detektorů rotují kolem pacienta, přičemž úzký svazek záření X prozařuje vyšetřovanou tkáň pod řadou různých úhlů a jeho intenzita je detekována. Výkonný počítač pak zrekonstruuje plošný řez vyšetřovaným objektem, což provádí řešením velké soustavy rovnic. Vzniká *matice* čtvercových obrazových bodů – pixelů (*picture element*). Velikost matice udává, z kolika pixelů se CT obraz skládá. Ve skutečnosti odpovídají hranolům, jejichž výška je dána kolimací svazku – tyto hranoly nazýváme *voxely* (*volume element*).

Velikost matice se používá v rozmezí 256 x 256 až 1024 x 1024. Číselné údaje jednotlivých bodů matice odpovídají prošlému záření zachycenému detektory. Nazýváme je *Hounsfieldovým absorpčním koeficientem*. Jejich hodnoty jsou převáděny na odstíny šedi. Mají rozmezí -1000 až +3096. Abychom kvalitně zobrazili konkrétní struktury lidského těla, používáme tzv. okénko – *window*. Vybereme pouze interval z celé stupnice, nastavíme střed intervalu (*center - WC*) a šíři (*width - WW*). U vyšetření páteře používáme spinální okénko na zobrazení kanálu páteřního a okénko kostní pro zobrazení kostních struktur.

### *Vlastní provedení vyšetření*

Celé vyšetření provádíme vleže na zádech, což je velkou výhodou CT vyšetření. Pacienta pouze přesuneme z transportního vozíku na vyšetřovací stůl, dále již s pacientem nemanipulujeme. Pacientovy horní končetiny fixujeme nad hlavou, aby

nebyly zdrojem zbytečných artefaktů. Lokalizační laser centrujeme dle zvyklosti oddělení a nastavení přístroje. *Toposcan* provádíme v sagitální rovině, pro lepší orientaci i v rovině frontální. S výhodou využíváme spirální techniky. Orientaci vrstev plánujeme rovnoběžně s vyšetřovaným obratlovým tělem nebo volíme čistě axiální rovinu. V průběhu skenování neměníme sklon vyšetřovací roviny, aby bylo v případě potřeby možné provést kvalitní *multiplanární rekonstrukci* (MPR). Tloušťku vrstvy volíme 2 - 4 mm, rekonstrukční interval 2 mm. Expoziční parametry – 120 kV, 160 – 360 mAs. Dokumentaci zhotovujeme v kostním okně - WW 1000 - 4000, WC 100 - 300, případně i v užším okně – WW 300 - 400, WC 40 - 50.



*Obr. č. 5 – CT vyšetření Th – L přechodu; MPR v sagitální rovině; kompresivní fraktura typu A1*

CT páteře slouží k upřesnění diagnózy stanovené nativním RTG snímkem, pomáhá při klasifikaci zlomeniny a ke stanovení operační strategie. Výborně zobrazí poranění kostěných struktur, přesně ukáže i tvar páteřního kanálu a informuje o poloze míchy v páteřním kanálu. Při CT lze odhalit i přidružená poranění hrudních a břišních orgánů. Nevýhodou je špatné rozlišení měkkých tkání – nelze kvalitně hodnotit ploténky, vazy, míchu. (10)

### 1.3.3 Magnetická rezonance

Zavedení magnetické rezonance (MR) do klinické praxe v 80. letech minulého století znamenalo další výrazný pokrok v diagnostice páteřních lézí. Umožnilo zcela nový pohled na struktury páteře i páteřního kanálu. V současné době se stává nutností při vyšetřování traumat páteře a stanovení jejich přesné klasifikace.

Oproti CT sice hůře zobrazuje poškození kosti, ale velmi dobře zobrazuje poškození měkkých tkání – plotének a vazů. Výhodami MR jsou vynikající tkáňový kontrast, možnost vyšetření páteře ve všech rovinách, neinvazivnost a absence škodlivých vlivů na lidský organismus. K nevýhodám patří časová náročnost (hlavně u polytraumatizovaných pacientů), finanční náročnost, omezená dostupnost a četné kontraindikace k vyšetření. (10)

#### *Stručný princip metody*

Základem je klasická nukleární magnetická rezonance popsaná *F. Blochem a E. M. Purcellem* (1946). Další známá jména, spojovaná s vývojem magnetické rezonance, jsou *R. Damadian, P. Mansfield a P. C. Lauterbur*.

MR je metoda založená na rozdílných magnetických vlastnostech atomových jader různých prvků. Atomová jádra se sudým nukleonovým číslem se nechovají magneticky a proto je nelze použít k MR zobrazování. Naopak jádra s lichým nukleonovým číslem mají jeden nukleon nepárový, který zajišťuje, že si jádro zachovává svůj magnetický moment a chová se k okolí magneticky. Objektem pro zobrazování je tedy vodík, který má pouze jeden proton a tudíž velký magnetický moment a je hojně zastoupen v tkáních lidského těla. Protony jsou pak elektromagnetickým impulsem o specifické frekvenci vychýleny z rovnovážného stavu. Přijetím této energie se protony dostávají do stavu saturace. Po odeznění elektromagnetického impulsu protony uvolňují absorbovanou energii – relaxují a vracejí se do svého původního postavení s ohledem na magnetické pole. Charakteristické jsou relaxační časy  $T_1$  a  $T_2$ .  $T_1$  relaxační čas charakterizuje podélná relaxace, jde o přenos

energie mezi nabuzenými protony a okolím. Závisí na intenzitě magnetického pole, molekulární struktuře, teplotě a přítomnosti paramagnetických iontů.  $T_2$  relaxační čas znamená vymizení příčné magnetizace, její velikost závisí na chemické struktuře tkáně.

MR zobrazení odpovídá tomografii MR signálu vyjádřenému rozdílnými stupni šedi. MR signál je závislý na vlastnostech magnetického pole, použité *pulzní sekvenci* a samozřejmě na vlastnostech vyšetřovaných tkání –  *$T_1$  a  $T_2$  relaxační časy, hustota protonů*.

K základnímu vybavení MR pracoviště patří vysoce výkonný počítač, magnet a komplex radiofrekvenčních cívek. Nejčastěji používané jsou *supravodivé magnety*, které vytvářejí magnetické pole o intenzitě 0,5 – 3 Tesla. Tyto magnety potřebují k provozu složitá chladicí zařízení, z toho vyplývají vysoké provozní náklady. Radiofrekvenčních cívek je několik druhů, které mají rozdílnou funkci. Pevnou součástí MR přístroje jsou cívky volumové, gradientové a vyrovnávací. Povrchové cívky jsou přikládány k vyšetřovaným částem těla. K vyšetření páteře se používá *páteřní cívka*, jejíž pomocí zobrazujeme vždy zvláště krční, hrudní či bederní páteř. Relativní novinkou je použití „array“ (skupinových) cívek. Zapojením všech segmentů *páteřní array cívky* lze obdržet v rámci jediné sekvence sagitálně orientované řezy od úrovně C 1 až po křížovou kost, což přináší výrazný posun především v rychlosti vyšetření. (22)

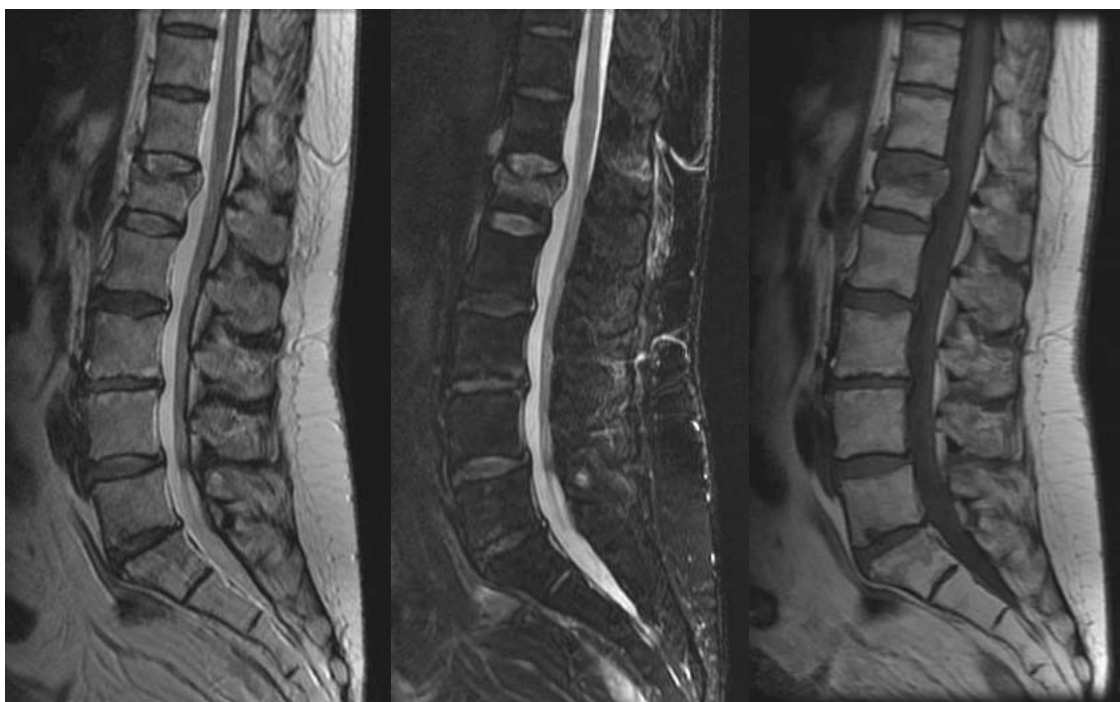
### *Vlastní provedení vyšetření*

Vyšetření MR předchází pečlivé vyplnění dotazníku, který se týká kontraindikací tohoto vyšetření. Jde především o přítomnost elektronických implantátů a feromagnetických cévních svorek. Dále se informujeme na prodělané operace, alergie, klaustrofobii. V případě, že je pacient ve stavu, kdy není schopen na dotazy odpovědět, zodpovídá za vyplnění indikující lékař. Žádná speciální příprava není třeba.

Pacienta informujeme o možnostech negativního působení stísněného prostoru a velkého hluku. Při poranění páteře je ve většině případů pacient přivezen na transportním vozíku, z něho pacienta musíme přemístit na nemagnetický vozík či přímo na vyšetřovací stůl, ještě mimo dosah magnetického pole. Pacient leží po celou dobu

vyšetření nehybně vleže na zádech na páteřní cívce. Pomocí laserů zaměříme oblast zájmu.

Vyšetření začínáme tzv. *lokalizérem*, pomocí kterého můžeme naplánovat orientaci řezů jednotlivých sekvencí. Základní vyšetřovací protokol vždy obsahuje *T1 a T2 vážené sekvence v sagitální orientaci*. Těsně před páteř umístíme *saturační vrstvu*, jejímž cílem je redukovat pohybové artefakty vznikající mimo oblast zájmu. Dále doplňujeme obrazy *v axiální rovině* přímo na poraněné obratle, opět *T1 a T2 vážené*. Další vhodnou sekvencí, kterou je nutné provádět vždy u poranění páteře, je *STIR* ( event. *T2 FatSat = s potlačením tuku* ). Tato sekvence nám odliší čerstvé komprese obratlů od chronických. Tloušťka jednotlivých vyšetřovaných vrstev v obou rovinách je 3 - 4 mm.



*Obr. č .6 – MR obrazy, sekvence T 2, T 2 FatSat, T 1 v sagitální rovině; kompresivní, nestabilní fraktura L1 s protruzí zadní horní hrany obratlového těla do kanálu*

Mezi zobrazovací přednosti MR patří její vynikající tkáňový kontrast, s výjimkou kortikální kosti nejlepší mezi zobrazovacími metodami. (1) Přesně zobrazí

rozsah komprese páteřního kanálu, poranění míchy a eventuelní krvácení v měkkých tkáních a v kanálu páteřním. V sagitálních řezech pak přesně ukáže postavení páteře.

#### *1.3.4 Scintigrafie*

Na doplnění uvádím scintigrafii skeletu, což je *nukleárně medicínská diagnostická metoda*, která pomocí planárního nebo tomografického vyšetření distribuce vhodného radiofarmaka v kostním systému odhaluje patologické léze charakterizované změnou metabolické aktivity.

Radiofarmakum, které se používá k vyšetření skeletu, je *methylen difosfonát (MDP) značený <sup>99m</sup>Techneciem*. Radiofarmakum se váže na minerální složku kosti. Vlastní vyšetření se provádí 2 - 4 hodiny po aplikaci radiofarmaka. Scintilační kamerou snímáme záření gama emitované radionuklidem (<sup>99m</sup>Technecium) a hodnotíme jeho distribuci.

Pacient leží na vyšetřovacím lehátku na zádech, horní končetiny má podél těla. Záznam provádíme *cíleně planárně ze zadní projekce* nebo použitím *jednofotonové emisní tomografie (SPECT)*. Další možností je provedení *celotělového skenu*.

Scintigrafie je však vyšetření málo specifické, proto ji nelze posuzovat izolovaně a vždy je nutno doplnit ještě jinou zobrazovací metodu. Má své místo spíše v diferenciální diagnostice – odlišení čerstvé zlomeniny od starých lézí na osteoporotické páteři či páteři s pokročilými degenerativními změnami. V případě víceetážových lézí je cennou a levnou metodou, která dobře ukáže rozsah postižení páteře. (20)

#### **1.4 Léčba poranění páteře**

Cílem léčby poranění páteře je obnovení její pohybové, nosné a ochranné funkce, včetně uchování nebo obnovení funkce nervových struktur. Terapeutický postup je určen druhem poranění a musí splňovat základní požadavky. Musí dosáhnout repozice, trvalé stabilizace a v případě postižení nervových struktur jejich dekomprese a

dále umožnění brzké mobilizace a rehabilitace. Postup může být konzervativní nebo chirurgický. Výběr terapeutického postupu záleží na typu zlomeniny, celkovém stavu i věku pacienta a na neurologickém nálezu.

#### 1.4.1 Konzervativní léčba

Indikovány jsou „stabilní“ typy zlomenin – kompresní zlomeniny (A1 – 3), seat belt (B2), hyperextenze bez účasti zadního sloupce. Někdy i nestabilní typy zlomenin – nestabilní tříštivé zlomeniny bez neurologické léze, čistě kostní poranění.

Konzervativní léčba zahrnuje funkční léčbu, léčbu zevní fixací a trakcí. Principem *funkční léčby* je klid na lůžku do odeznění bolestí a včasná mobilizace oberlích a rehabilitace zádového a břišního svalstva. U většiny pacientů se stabilním poraněním hrudní páteře se v současné době jako fixace využívá *tříbodový Jewetův korzet*. Na rozdíl od sádrového korzetu je pro pacienty podstatně přijatelnější svým komfortem. Je snímatelný. U stabilních poranění dolní a střední bederní páteře lze využít *vystužený bederní pás (pružinkový)*. Poslední z možností je *oboustranná Kirschnerova skeletální trakce za kondyly femuru*.

Při vhodném výběru pacientů má konzervativní způsob terapie srovnatelné výsledky s léčbou operační.

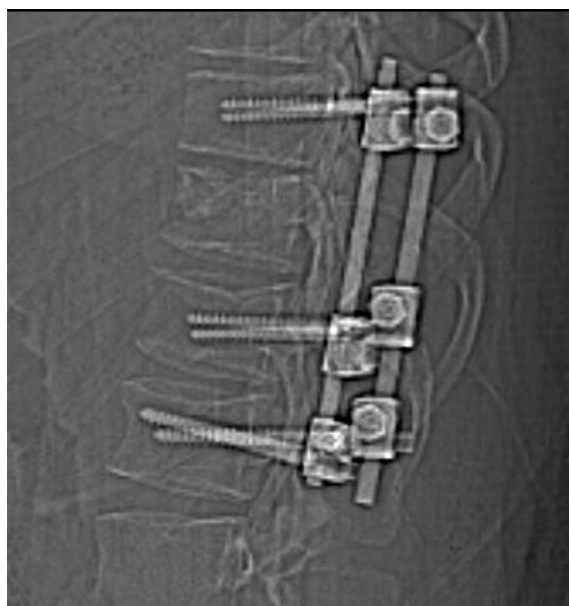
#### 1.4.2 Operační léčba

Indikována jsou všechna nestabilní poranění, která nebyla uvedena u konzervativní léčby, poranění s útlakem nervových struktur a otevřená poranění.

Operační léčba se dnes většinou (75 – 80 %) primárně provádí ze zadního přístupu, kdy se operatér snaží dosáhnout dekomprese, repozice a trvalé stabilizace. Některé závažné typy zlomenin s velkým poškozením obratlového těla je však nutno řešit z předního přístupu (20 – 25 %). (23)

Operační léčbu lze rozdělit na dvě velké základní skupiny. První skupinou jsou *radikální operace*, jako např. náhrada obratlového těla spojená s instrumentální fixací.

Druhou skupinou jsou *výkony dekompresní*, které slouží k uvolnění míchy či nervových struktur. Provádějí se dorzolaterální instrumentální stabilizace transpedikulárně do obratle nad a pod poraněnou etáž a tím udržují páteř v reponovaném stavu až do zahojení, takzvaný SOCON.



*Obr. č. 7 – Boční snímek Th - L přechodu; stav po instrumentální stabilizaci*

#### *Úloha radiologického asistenta na operačním sále*

Radiologický asistent plní nezastupitelnou roli i na operačním sále. Zde obsluhuje pojízdné *skiaskopické C rameno* a napomáhá tak operátorovi s navigací operace. Před zahájením operace operátor lokalizuje postižený obratel a spolu s radiologickým asistentem určí nejlepší přístup C ramene. To musí být umístěno tak, aby nepřekáželo operátorovi a snadno se přemísťovalo mezi jednotlivými projekcemi. Skiaskopická kontrola operačního výkonu probíhá většinou ve dvou projekcích – předozadní nebo zadopřední a boční. Radiologický asistent na žádost operátora přemísťuje C rameno mezi těmito dvěma projekcemi.



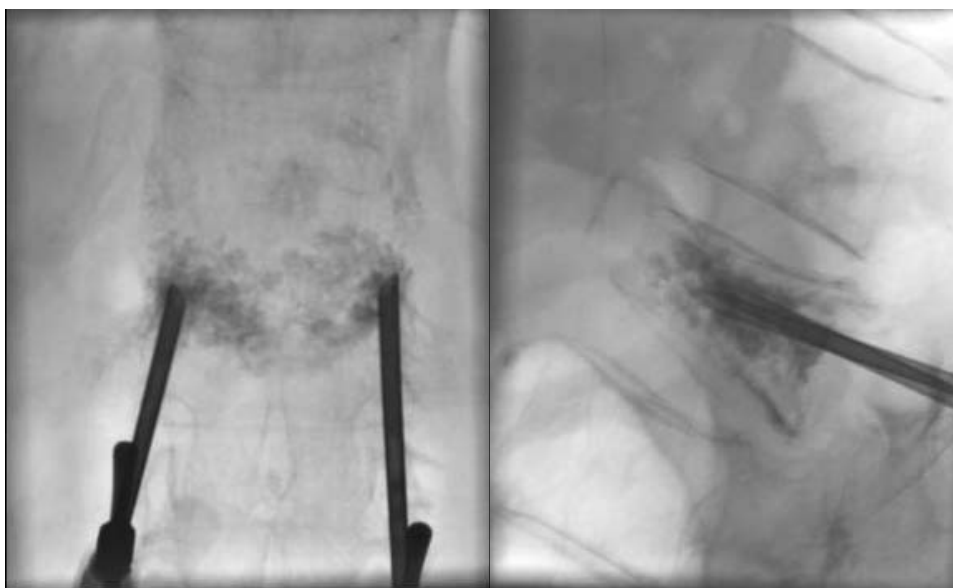
Se vstupem do operačního traktu musí radiologický asistent dodržovat místní zásady asepse. Převléká se do sálového oblečení a obuvi. Rentgenka a zesilovač C ramene jsou kryty sterilním krytím.

Radiologický asistent dbá na radiační ochranu nejen pacienta, ale i všech přítomných zdravotnických pracovníků. Tito by měli být vybaveni ochrannými pomůckami – minimálně zástěrou, případně i nákrčníkem. Další možností radiační ochrany je užití pulzní skiaskopie a cílená domluva s operátorem na expozici jen na nezbytně nutnou dobu.

#### *1.4.3 Perkutánní vertebroplastika a kyfoplastika*

Další možností léčby poranění páteře je *perkutánní vertebroplastika a kyfoplastika*. Jedná se o minimálně invazivní perkutánní výkony na páteři. Principem je zpevnění obratlového těla pomocí kostního cementu, což vede ke stabilizaci zlomeniny, a pro pacienta je velmi lukrativní analgetický efekt těchto zákroků. V naprosté většině případů lze perkutánní vertebroplastiku provést v lokální anestezii za současné analgosedace. Kyfoplastika se provádí v celkové intubační anestezii. Při kyfoplastice se před vlastní aplikací cementu vytvoří ve zlomeném obratli dutina pomocí balónu či rigidního polymeru, která se teprve poté vyplní cementem. Pro navigaci těchto výkonů lze využít CT a C ramena, dvou C ramen či angiografického kompletu. Nezbytností pro bezpečné provádění těchto zákroků je neustálá kontrola polohy jehly a vlastního plnění cementu do obratle pomocí kvalitní skiaskopie. (15)

Pro tyto zákroky jsou vhodné zejména bolestivé osteoporotické zlomeniny, patologické zlomeniny (myelom, osteolytické metastázy, hemangiom), které nejsou určeny k radikální chirurgické terapii. Pacient již druhý den může opustit lůžko, tím dochází ke snížení komplikací spojených s dlouhodobým pobytem na lůžku. (7)



*Obr. č. 8 – Bipedikulární perkutánní vertebroplastika; předozadní a boční skiaskopický snímek*

#### *Úloha radiologického asistenta při intervenčních výkonech*

Tato se velmi podobá úloze radiologického asistenta na operačním sále. Intervenční výkony se provádějí za sterilních podmínek a mnohdy i přímo na operačním sále. Dále lze intervence provádět na pracovišti CT nebo na angiografickém pracovišti. Radiologický asistent obsluhuje užívané přístroje a spolupracuje s operátorem při navigaci zákroku, stejně jako na operačním sále.

#### **1.5 Radiační ochrana**

V rámci radiační ochrany se radiologický asistent ve své podstatě snaží zabránit zdravotní újmě při práci se zdroji ionizujícího záření. A to újmě na zdraví pacientů i zdravotnického personálu. Cílem radiační ochrany je vyloučit deterministické účinky záření a riziko stochastických účinků udržovat na rozumně přijatelné úrovni. Deterministické účinky jsou takové, kdy účinek roste s růstem obdržené dávky záření, u

stochastických účinků s dávkou roste míra účinku. Jakékoliv ozáření má tedy nenulovou pravděpodobnost vzniku. (16)

Radiační ochrana vychází ze současných poznatků o účincích ionizujícího záření a v praxi se řídí čtyřmi základními principy: odůvodnění radiační činnosti z hlediska ekonomických, společenských nebo jiných přínosů, optimalizace radiační ochrany, nepřekročení limitů stanovených ve vyhlášce SÚJB 307/2002 Sb. a zajištění bezpečnosti zdrojů.

Pro redukci osobních dávek využívají radiologičtí asistenti i ostatní pracovníci s ionizujícím zářením tři základní principy – ochrana časem, vzdáleností a stíněním. Ke zjištění osobních dávek personálu se používá osobní dozimetr, který je každý pracovník pracující v kontrolovaném pásmu povinen nosit na referenčním místě.

Při ochraně pacienta před ionizujícím zářením se uplatňuje princip zdůvodnění i princip optimalizace. Optimalizace je pojmenována jako princip ALARA, což je zkratka slov – „As Low As Reasonable Achievable“ a znamená „tak nízké, jak je rozumně dosažitelné“. Právě při optimalizaci hraje klíčovou roli radiologický asistent, který volí optimální podmínky expozice, aby dávka byla co nejnižší bez ztráty nezbytné diagnostické informace. Dodržuje následující zásady :

- *Vymezení svazku záření* na co nejmenší pole, které je ještě v souladu s oblastí zájmu.
- *Dodržení ohniskové vzdálenosti*. S rostoucí vzdáleností ohnisko - kůže se snižuje dávka ve tkáních a orgánech v užitečném svazku.
- *Dodržení co nejkratší vzdálenost filmu nebo zesilovače od objektu*.
- *Snížení tloušťky zobrazované oblasti (komprese)*.
- *Skioskopii provádět pouze nezbytnou dobu a zásadně užívat pulzní skioskopii, kontinuální jen na žádost lékaře a jen na dobu nezbytně nutnou*.
- *Používání správné filtrace*. Zvýšením filtrace klesá dávka v kůži a méně významně v ostatních tkáních a orgánech.

- *Zvýšení napětí rentgenky (kV)* při snížení elektrického množství. S rostoucím napětím stoupá pronikavost RTG svazku a dochází k významnému snížení povrchové dávky na kůži.
- *Snížení elektrického množství (mAs)*. Snížením mAs klesá dávka pacienta přímou úměrou.
- *Snížení anodového proudu rentgenky (mA)*. U CT používání mA automatiky (pokud to přístroj dovoluje).
- Použití *citlivějších zesilujících fólií* umožňuje významnou redukci dávky pacienta.
- *Stínění radiosenzitivních orgánů a tkání*, kdykoliv je to možné. (6)

## 2. CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem mé práce je vysvětlení problematiky poranění páteře s ohledem na práci radiologického asistenta a shrnutí současných znalostí o zobrazovacích metodách a terapeutických možnostech včetně jejich porovnání. Dále uvádím nejčastější chyby při vstupních vyšetřeních. Lepší informovanost odborného personálu vede k eliminaci těchto chyb a tím i ke snížení radiální zátěže.

## 3. METODIKA

Sledovaný soubor tvoří 84 pacientů (48 žen a 36 mužů) hospitalizovaných v období od 1.1.2006 do 31.12.2006 na neurochirurgickém oddělení Fakultní nemocnice v Hradci Králové (FN HK) s diagnózou zlomenina hrudního nebo bederního obratle (v číselníku MKN - S 220, S 320, M 800). Podrobná analýza souboru je uvedena v **tabulce č. 2**.

Tito pacienti byli z větší části vyšetřeni na radiologické klinice FN HK, menší část jich měla vstupní vyšetření provedena již ve spádových pracovištích. Porovnávali jsme zhotovená vstupní vyšetření a sledovali jsme jejich kvalitu a zpracovali jsme jednotlivé chyby.

Pohlaví	Věk	Poraněný obratel	Typ léčby
Muž	20	Th 12	Radikální op. terapie
Žena	20	L 1	SOCON
Žena	21	L 1	Konzervativní terapie
Muž	24	S 1	Konzervativní terapie
Muž	24	L 1	SOCON
Muž	26	L 1	Radikální op. terapie
Žena	27	L 1	SOCON
Žena	27	L 1	SOCON
Muž	28	L 1	SOCON
Muž	29	L 1	SOCON
Žena	29	L 2	Radikální op. terapie
Muž	30	Th 11	SOCON
Muž	30	Th 7	SOCON
Muž	30	L 4	Konzervativní terapie
Muž	33	L 1	Konzervativní terapie
Muž	33	Th 11	SOCON

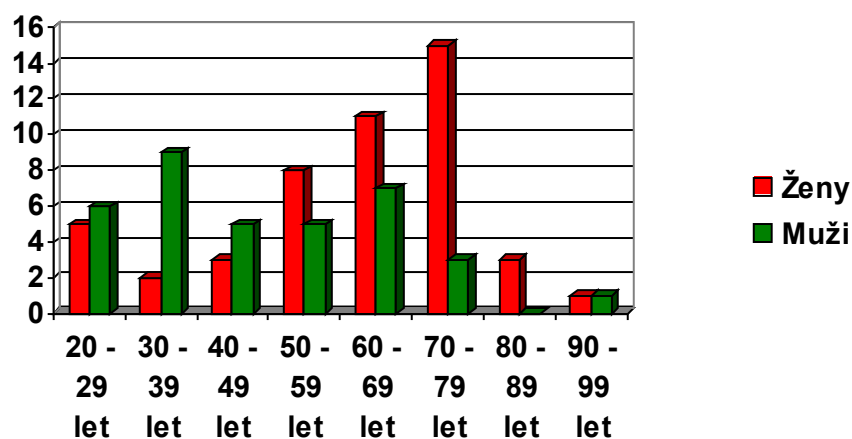
Muž	35	Th 7	Radikální op. terapie
Muž	35	L 1	SOCON
Žena	35	L 2	Radikální op. terapie
Muž	36	Th 9, 10	SOCON
Muž	36	L 4	SOCON
Žena	37	L 1	SOCON
Žena	40	Th 12	Konzervativní terapie
Muž	41	Th 11	SOCON
Žena	43	L 2	SOCON
Muž	46	L 2	Konzervativní terapie
Muž	47	Th 4, 5	Konzervativní terapie
Žena	47	Th 12	Vertebroplastika
Muž	47	Th 12	Radikální op. terapie
Muž	49	L 1	Vertebroplastika
Muž	51	L 1	SOCON
Žena	51	L 2	Konzervativní terapie
Muž	52	L 2	Radikální op. terapie
Žena	52	Th 12	Vertebroplastika
Žena	56	L 1	Konzervativní terapie
Žena	56	Th 12	Radikální op. terapie
Žena	56	L 1	Konzervativní terapie
Muž	58	L 1	SOCON
Žena	58	Th 2 - 4	Konzervativní terapie
Žena	58	Th 12	Konzervativní terapie
Žena	59	Th 10	Vertebroplastika
Muž	59	L 1	Radikální op. terapie
Muž	59	L 4	Konzervativní terapie
Žena	60	Th 8	Kyfoplastika
Žena	60	Th 12	Vertebroplastika
Žena	60	L 4, 5	Vertebroplastika
Žena	60	Th 11	Vertebroplastika
Žena	60	Th 8	Vertebroplastika
Žena	60	Th 8	Vertebroplastika
Žena	61	Th 7, 8	Vertebroplastika
Muž	61	L 1	Radikální op. terapie
Žena	61	L 1	SOCON
Muž	62	Th 12	Vertebroplastika
Muž	62	L 3	Radikální op. terapie
Muž	62	L 2, 3	Konzervativní terapie
Muž	63	L 1	Radikální op. terapie
Muž	63	L 4	Konzervativní terapie
Žena	65	Th 7	Vertebroplastika
Žena	65	Th 11	Kyfoplastika
Žena	68	Th 12	Radikální op. terapie
Muž	69	L 1	Radikální op. terapie
Žena	70	Th 7	Kyfoplastika
Žena	71	Th 8, 9	Vertebroplastika
Žena	71	L 3	Vertebroplastika
Žena	71	Th 11	Konzervativní terapie
Muž	71	L 3	Konzervativní terapie
Žena	71	L 1	Kyfoplastika
Žena	71	L 2	Radikální op. terapie

Žena	71	Th 12	Kyfoplastika
Žena	72	Th 12	Vertebroplastika
Muž	74	Th 12 – L 2	Vertebroplastika
Žena	75	Th 7, 8	Vertebroplastika
Žena	75	Th 7	Konzervativní terapie
Žena	75	L 4	Vertebroplastika
Žena	75	Th 12, L 1	Vertebroplastika
Žena	76	L 4	Vertebroplastika
Žena	76	L 1	Vertebroplastika
Muž	78	L 2	Vertebroplastika
Žena	78	Th 7, 8	Vertebroplastika
Žena	82	Th 12	Vertebroplastika
Žena	82	S 1	Sacroplastika
Žena	82	L 1	Konzervativní terapie
Žena	92	Th 12	Vertebroplastika
Muž	92	L 1	Vertebroplastika

*Tabulka č. 2 – Podrobná analýza souboru*

#### 4. VÝSLEDKY

Do souboru patří 84 pacientů ve věku 20 – 92 let, 48 žen a 36 mužů. Rozdělení souboru dle věku je uvedeno v **grafu č. 1**. *Průměrný věk postižených žen je 60 let, u mužů je to 47 let. Průměrný věk celého souboru je 55 let.*



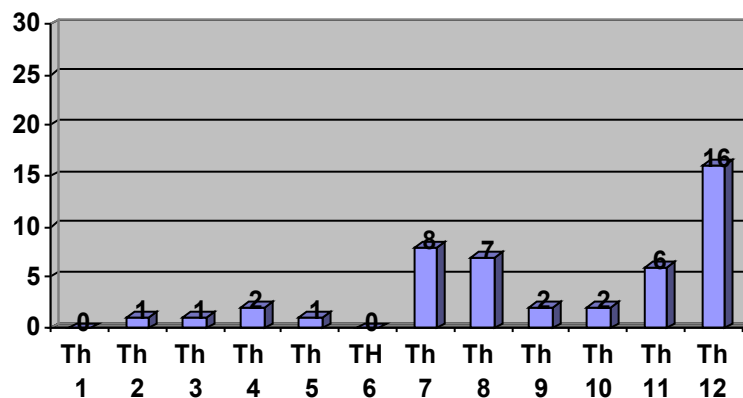
*Graf č. 1 – Věková charakteristika souboru*

Sledování byli pacienti s poraněním hrudní a bederní páteře. **Graf č. 2 a 3** ukazuje přesné rozdělení poranění jednotlivých obratlů podle četnosti výskytu. *Nejčastěji byly postiženy obratle Th 12 a L 1, což odpovídá faktu, že nejpostiženější oblast je právě oblast Th - L přechodu.*

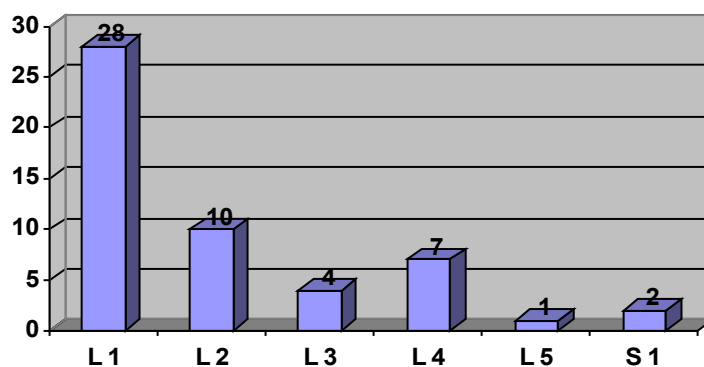
*29 % pacientů z našeho souboru bylo postiženo osteoporotickou zlomeninou. Jednalo se tedy o 24 pacientů, respektive pacientek, protože se jednalo výhradně o ženy.*

*Vícečetné poranění obratlů se vyskytlo u 11 pacientů (13 % ze sledovaného souboru).*





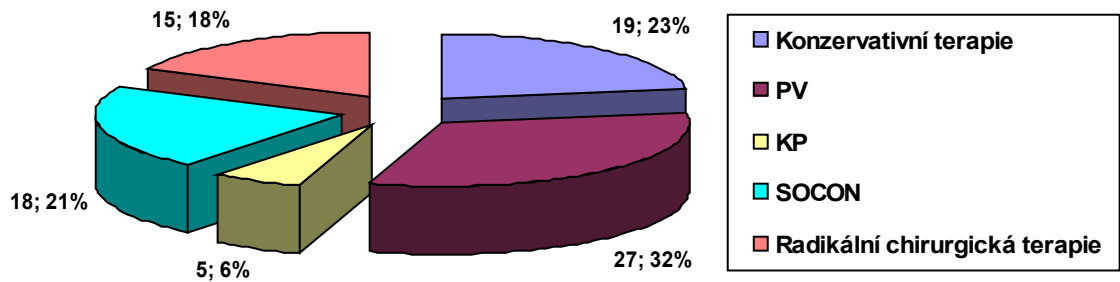
Graf č. 2 – Počet poranění jednotlivých hrudních obratlů



Graf č. 3 – Počet poranění jednotlivých bederních a křížových obratlů

Pacienti byli léčeni buď léčbou *konzervativní*, která zaujímá menší procento – 23 % nebo z větší části některou z *operačních modalit* – 77 %. Mezi operační modalitě počítáme radikální neurochirurgickou operaci s náhradou obratlového těla, instrumentální stabilizaci (SOCON) a intervenční výkony - perkutánní vetrebroplastiku (PV) a kyfoplastiku (KP).

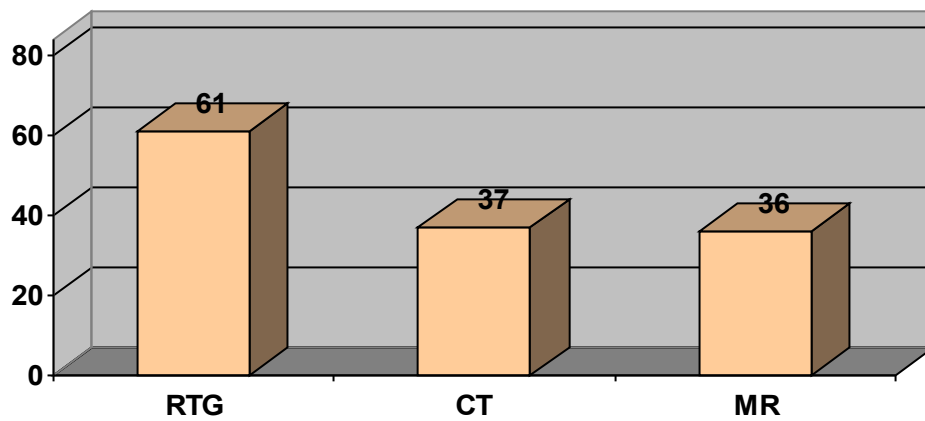
**Graf č. 4** ukazuje jednotlivě přesné množství provedených léčebných modalit i jejich procentuální zastoupení.



Graf č. 4 – Zastoupení jednotlivých léčebných modalit

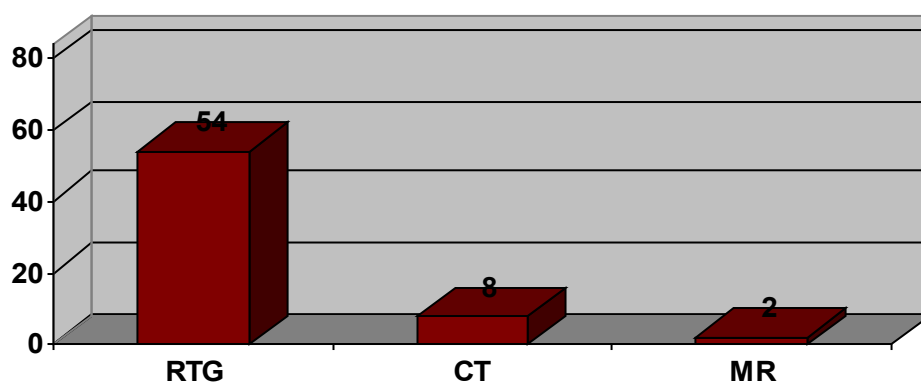
Jako vstupní vyšetření byla prováděna skiografie, CT a MR. Největší zastoupení mezi vstupními vyšetřeními mají prosté snímky neboli *skiografie*. Ty byly provedeny u 61 pacientů, což činí 73 % z celku. CT nebo MR vyšetření bylo provedeno zhruba u stejně velké skupiny pacientů – CT u 37 pacientů (44 %) a MR u 36 pacientů (43 %).

Na *spádových pracovištích* bylo provedeno a dopraveno s pacientem 15 *skiagrafičkových vyšetření* (25 % ze všech provedených *skiagrafií*) a 5 CT vyšetření (14 % ze všech provedených CT vyšetření).



Graf č. 5 – Vstupní vyšetření

U pacientů léčených operační metodou byla prováděna kontrolní pooperační vyšetření. Jednalo se tedy o 65 pacientů. U 83 % operativně léčených pacientů byla provedena kontrolní *skiagrafie*, to je u 54 pacientů. V menší míře potom CT u 8 pacientů (12 %) a MR pouze u 2 pacientů (3 %).



*Graf č. 6 – Pooperační vyšetření*

Mezi vstupními vyšetřeními jsme se setkali celkem se sedmi chybami radiologických asistentů. 3 chyby byly nalezeny na prostých snímcích, 2 chyby na CT vyšetřeních a 2 chyby na vyšetřeních magnetickou rezonancí. Což tedy činí 5 % chybu mezi vstupními *skiagrafičnými* vyšetřeními a zhruba 5,5 % chybu u CT a MR vyšetření. Podrobněji se chybami radiologických asistentů zabýváme v diskuzi.

## 5. DISKUZE

### 5.1 Věková charakteristika souboru

*Průměrný věk našeho souboru byl 55 let. Rozložení jednotlivých četností poranění odpovídá obecným znalostem, kdy u mužů dominovala poranění v mladém a středním věku. Průměrný věk mužů v našem souboru byl 47 let. Vyšší výskyt poranění u mužů v mladém věku je dán charakterem poranění a to jsou nejčastěji automobilové nehody či úrazy při sportu. Průměrný věk žen v našem souboru byl vyšší než u mužů, 60 let. U starších žen dominuje spoluúčast osteoporózy a pádu. Věková charakteristika souboru není v rozporu s literárními údaji.*

*Výskyt sdružených poranění páteře, tedy postižení více obratlů, se také zhruba shoduje s literaturou, která uvádí výskyt u 20 % pacientů. V našem souboru se objevilo u 13 % pacientů.*

### 5.2 Vstupní vyšetření pacienta

Jako vstupní vyšetření bylo u 73 % pacientů provedena *skiografie*, u 44 % *CT vyšetření* a u 43 % *vyšetření MR*. Za dostatečné vyšetření lze považovat *skiografii* pouze v případě stabilních kompresivních zlomenin, kdy je jasně daný mechanismus úrazu a odpovídající klinický nález. V případě nestabilních zlomenin je nutné doplnit další vyšetřovací metodu. Jako vhodnější se ukazuje použití magnetické rezonance a to zejména pro výborné zobrazení diskoligamentózního aparátu. Vyšetření pomocí výpočetní tomografie považujeme za doplňkové a jeho využití je pro zobrazení nejasných nálezů na MR nebo v případě kontraindikací magnetické rezonance. CT má větší výpovědní hodnotu zejména pro postižení skeletu.

U pacientů s osteoporotickou zlomeninou je velmi vhodné vyšetření pomocí magnetické rezonance. Tito pacienti mají bolesti zad, ale nemusí být známý úraz. Tato zlomenina může vzniknout na základě minimální zátěže a velmi často se jedná o

zlomeniny vícečetné. Naše sestava obsahovala 24 pacientů s osteoporotickou zlomeninou a u 15 z nich, tedy u 63 % bylo provedeno vyšetření MR.

U ostatních pacientů byl jasně daný mechanismus a doba úrazu.

Na radiologické klinice ve FN HK se při vyšetření MR standardně používá sekvence STIR, která určí stáří zlomeniny. Jako alternativa vyšetření MR při jeho kontraindikaci je zhotovení CT a následně zhotovení scintigrafického vyšetření osového skeletu, které nám také prokáže edém při akutní zlomenině, ovšem jedná se o vyšetření málo specifické, mající nízkou rozlišovací schopnost. V souhlase s literaturou je i rozvrstvení jednotlivých typů vyšetření.

### **5.3 Typy navigace operačních výkonů**

Pro operační výkony na páteři lze použít navigaci pomocí skiaskopického C ramene či pomocí CT. Pro větší operační výkony typu radikálních operací či stabilizací se na radiologické klinice FN HK, stejně jako na jiných pracovištích používá *mobilní skiaskopické C rameno*.

Perkutánní vertebroplastiku a kyfoplastiku lze provádět pod kontrolou CT či C ramena nebo na angiografickém kompletu. Každá z metody navigace má své výhody a nevýhody a výběr záleží na zvyklostech pracoviště. Většina těchto intervenčních výkonů u pacientů v našem souboru byla provedena na *angiografickém kompletu*. Skiaskopická navigace pomocí angiografického kompletu umožňuje dobrou vizualizaci pediklů pro přístup, tak i nejkvalitnější skiaskopickou kontrolu pro plnění obratle kostním cementem. *CT navigace* je zde považována za vhodnou zejména u pacientů se skoliózou či atypickou anatomii obratle. Dále je výhodnější pro ošetření horní hrudní páteře a krční páteře.

Pacienti léčení některou z neurochirurgických operací a pacienti léčení pomocí intervenčního výkonu (vertebroplastika a kyfoplastika) zaujímají v našem souboru zhruba stejnou část. Intervenční výkony nyní prožívají určitý boom, zejména pro minimální zátěž pro pacienta a také pro svoji vysokou efektivitu v indikovaných případech. Vzhledem k tomu, že hlavní indikace vertebroplastik a kyfoplastik je u

pacientů s osteoporotickou zlomeninou, je *celkové věkové spektrum* vyšší (v průměru 65 let), než u pacientů *radikálně operovaných*. U těchto pacientů je *průměrný věk* 42 let.

#### **5.4 Nejčastější chyby ve vstupních vyšetřeních**

Na vstupních vyšetřeních jsme se setkali ve *3 případech s chybou na prostých snímcích*. Jednalo se o *nedostatečné zobrazení zadních elementů obratlových těl na bočním snímku* v důsledku špatné centrace snímku. Jednalo se o případy, kdy snímky byly zhotoveny na vakuové dlaze, čili za nestandardních podmínek. Největším problémem při snímkování na vakuové dlaze je zobrazení zejména vrcholu hrudní kyfózy, kde v některých případech i přes největší snahu nelze hodnotitelný snímek zhotovit. V tomto případě záleží na stavu pacienta a samozřejmě na dohodě s doprovázejícím lékařem. Vakuovou dlahu je možné vyfouknout a zhotovit prosté snímky za standardních podmínek, nebo rovnou provést CT vyšetření problémového úseku. V případech pacientů z našeho souboru bylo provedeno CT vyšetření.

Další námi prokázanou chybou vstupního vyšetření byl ve 2 případech *nedostatečný rozsah vyšetření CT*. Za nedostatečné je nutno považovat takové vyšetření, u kterého nejsou zobrazeny celé pedikly obou sousedních obratlů, v případě postižení více obratlů pak pedikly kontaktních nezlomených obratlů. Vyloučení případné infrakce pediklu je nutné před zavedením šroubové fixace. Případné zavedení šroubu do zlomeného pediklu by mohlo vést k nepříjemným a zbytečným komplikacím operace. Tato chyba vede k nutnosti vyšetření opakovat. Tak i v případě pacientů z našeho souboru.

Poslední chybou bylo u 2 pacientů *provedení magnetické rezonance bez vyšetření sekvence STIR*, která je vysoce senzitivní pro určení edému a pomáhá rozpoznat zlomeninu akutní od starší zlomeniny. Měla by být prováděna u všech poranění páteře, v případě že chybí, je nutné udělat sekvenci STIR dodatečně, stejně jako u našich pacientů.



*Obr. č. 9 – Nedostatečný rozsah CT vyšetření; MPR*

Chybně provedená vyšetření je třeba provádět znova, což vede nejen k zvýšení radiační zátěže v případě rentgenových metod, ale i k vyšší finanční náročnosti pro zdravotní pojišťovny na vykázanou péči. Je tedy nutné na tyto aspekty pomýšlet a při vyšetřování se takových chyb vyvarovat. Jako dobrou pomůcku lze použít vytvoření standardů pro dané pracoviště a všechny pacienty s určitým druhem poranění vyšetřovat v daném rozsahu a danou metodikou.

## 6. ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci jsme se snažili informovat o problematice poranění hrudní a bederní páteře se zaměřením na práci radiologického asistenta. Role radiologického asistenta v diagnostice i terapii pacientů s poraněním thorakolumbální páteře je důležitá. Je nezbytné, aby radiologický asistent správně ovládal postupy při všech diagnostických vyšetřeních, které provádí. Stejně tak je zásadní i dobré začlenění do operačního týmu a dohoda s operátorem, při terapeutických zákrocích.

Důsledkem nekvalitně odvedené práce radiologického asistenta může být špatné nebo pozdní stanovení diagnózy, přičemž radiologický asistent nese odpovědnost za nadbytečnou radiační zátěž nemocného, v případě opakovaného rentgenového vyšetření. Nutností je tedy zhotovení kvalitního vyšetření ve standardním rozsahu a v i případě navigace vlastního ošetření zlomeniny se řídit obecnými pravidly radiační ochrany se snahou o minimalizaci dávky pro pacienta.



## 7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ČERNOCH, Zdeněk et al. *Neuroradiologie*. 1. vyd. Hradec Králové : NUCLEUS HK, 2000. 588 s. ISBN 80-901753-9-2.
2. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie I*. 2. upr. vyd. Praha : Grada Publishing, 2001. 516 s. ISBN 80-7169-970-5.
3. DYLEVSKÝ, Ivan, TROJAN, Stanislav. *Somatologie (I) : Učebnice pro střední zdravotnické školy*. 2. rozš. vyd. Praha : Avicenum, 1990. 272 s. ISBN 80-201-0039-3.
4. FERDA, Jiří, NOVÁK, Milan, KREUZBERG, Boris. *Výpočetní tomografie*. Praha : Galén, 2002. 663 s. ISBN 80-7262-172-6.
5. HARRIS, John H., HARRIS, William H. *The radiology of emergency medicine*. Philadelphia : LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS, 2000. 938 s. ISBN 0-683-30679-0.
6. CHUDÁČEK, Zdeněk. *Radiodiagnostika*. 1. vyd. Brno : IDVPZ Brno, 1995. 293 s. ISBN 80-7013-144-4.
7. KRAHULA, O., LACMAN, J. Perkutánní vertebroplastika. *Praktická radiologie*. Hradec Králové : 2003, roč. 8, č. 4, s. 8-9. ISSN 1211-5053.
8. KRBEK, Martin. Poranění páteře.  
[http://www.med.muni.cz/to.cs/Traumatologie/Ortopedie\\_B/Ortopedie\\_2/Ortopedie\\_2.htm](http://www.med.muni.cz/to.cs/Traumatologie/Ortopedie_B/Ortopedie_2/Ortopedie_2.htm), 16.2.2007
9. MUMENTHALER, Marco, MATTLE, Heinrich. *Neurologie*. Eugen Hinterbuchner, Praha : Grada Publishing, 2001. 652 s. ISBN 80-7169-545-9.
10. NÁHLOVSKÝ, Jiří et al. *Neurochirurgie*. 1. vyd. Praha : Galén, 2006. 606 s. ISBN 80-7262-319-2.
11. ORT, Jaroslav, STRNAD, Sláva. *Radiodiagnostika II. část*. 1. vyd. Brno : IDVPZ Brno, 1997. 124 s. ISBN 80-7013-240-X.
12. PETEROVÁ, Věra et al. *Páteř a mícha*. Praha : Galén, 2005. 188 s. ISBN 80-7262-336-2.
13. PUTZ, Reinhard, PABST, Reinhard. *Sobotta : Atlas of Human Anatomy, Volume 2, Thorax, Abdomen, Pelvis, Lower Limb*. 13th Edition. Munich : URBAN & FISCHER, 2001. 405 s. ISBN 0-781-73177-1.

14. REIMER, Peter, PARIZEL, Paul M., STICHNOTH, Falko A. *Clinical MR Imaging : A Practical Approach*. 2nd edition. Heidelberg : Springer, 2003. 597 s. ISBN 3-540-43467-4.
15. RYŠKA, Pavel, KLZO, Ludovít a kol. Perkutánní vertebroplastiky a kyfoplastiky v léčbě zlomenin. *Postgraduální medicína*. Praha : 2006, roč. 8, č. 1, s. 850-854. ISSN 1212-4184.
16. SINGER, Jan, HEŘMANSKÁ, Jindřiška. *Principy radiační ochrany*. 1. vyd. České Budějovice : Jihočeská universita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2004. 111 s. ISBN 80-7040-708-5.
17. Standardy pro ČLS JEP : Léčení úrazů hrudní a bederní páteře. <http://www.unbr.cz/article.asp?nArticleID=11&nDepartmentID=26&nLanguageID=1> , 1.9.2006
18. ŠMORANC, Pavel. *Rentgenová technika v lékařství*. 2. vyd. Pardubice : E a J PRINT, 2005. 264 s. ISBN 80-85438-19-4.
19. ULLMAN, Vojtěch. Aplikace ionizujícího záření, jaderné a radiační metody. <http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm> , 25.11. 2006
20. URBÁNEK, Jan et al. *Nukleární medicína*. 3. vyd. Jilemnice : Gentiana, 2000. 146 s. ISBN 80-902133-9-1.
21. VÁLEK, Vlastimil a kol. *Moderní diagnostické metody : Výpočetní tomografie*. Brno : IDVPZ Brno, 1998. 84 s. ISBN 80-7013-294-9.
22. VÁLEK, Vlastimil, ŽIŽKA, Jan. *Moderní diagnostické metody : Magnetická rezonance*. Brno : IDVPZ Brno, 1996. 45 s. ISBN 80-7013-225-6.
23. VIŠŇA, Petr, HOCH, Jiří a kol. *Traumatologie dospělých*. Praha : MAXDORF s. r. o., 2004. 157 s. Jessenius. ISBN 80-7345-034-8.

## **8. KLÍČOVÁ SLOVA**

Radiologický asistent

Poranění páteře

Skiografie

Výpočetní tomografie

Magnetická rezonance

Perkutánní vertebroplastika

Perkutánní kyfoplastika

Radiační ochrana

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

C – cervikální, krční

CT – počítačová tomografie

event. - eventuelně

FN HK – Fakultní nemocnice v Hradci Králové

KP – kyfoplastika

L – lumbální, bederní

MKN – mezinárodní klasifikace nemocí

MPR – multiplanární rekonstrukce

MR – magnetická rezonance

např. - například

op. – operační

PV – perkutánní vertebroplastika

RTG – rentgenové vyšetření

S – sakrální, křížová

Th – thorakální, hrudní

tzv. – takzvaný

WC – window center, střed okna

WW – window width, šíře okna

## 9. PŘÍLOHY

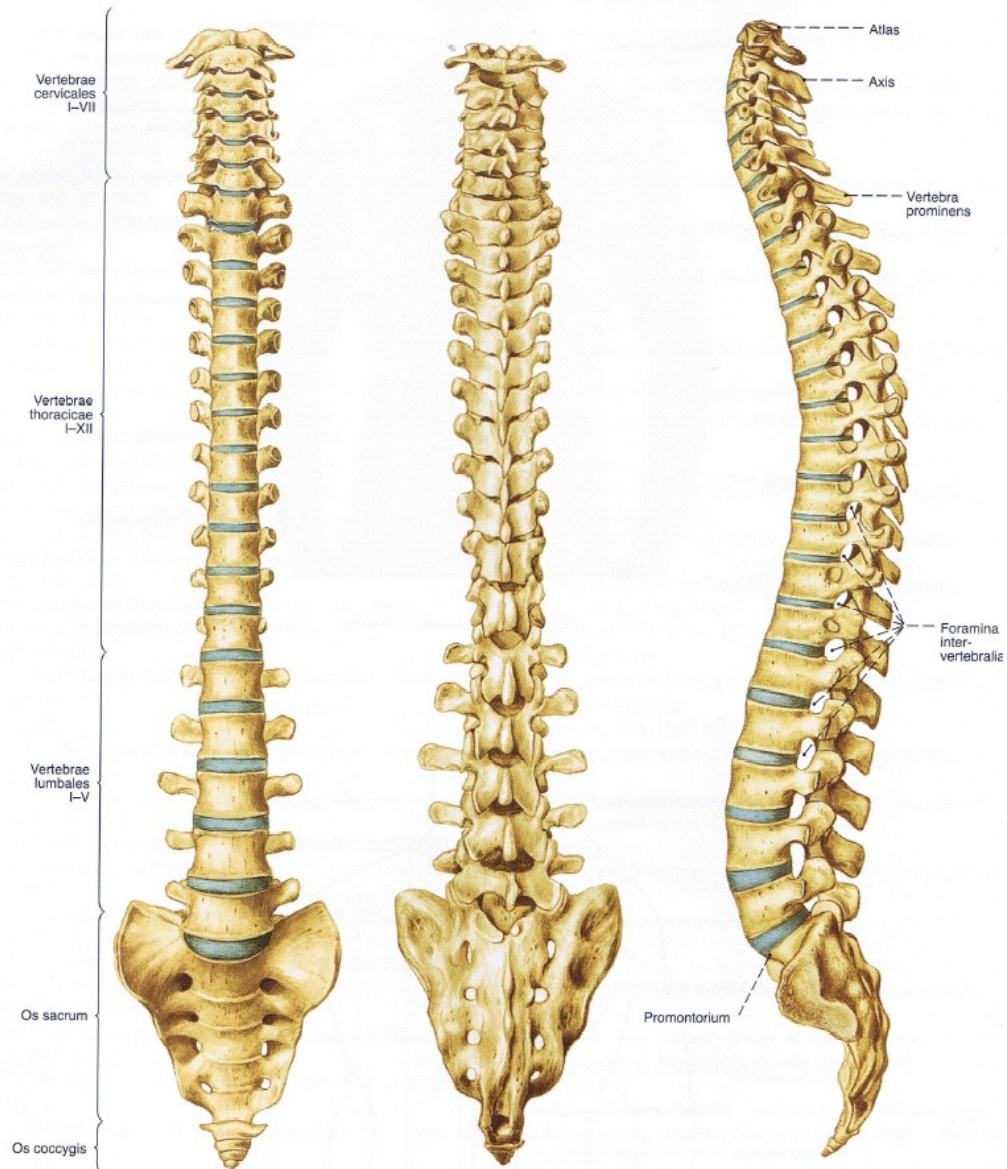


Fig. 708 Vertebral column, Columna vertebralis; the intervertebral discs are indicated in blue; ventral view (30%).

Fig. 709 Vertebral column, Columna vertebralis; dorsal view (30%).

Fig. 710 Vertebral column, Columna vertebralis; the intervertebral discs are indicated in blue; left lateral view (30%).

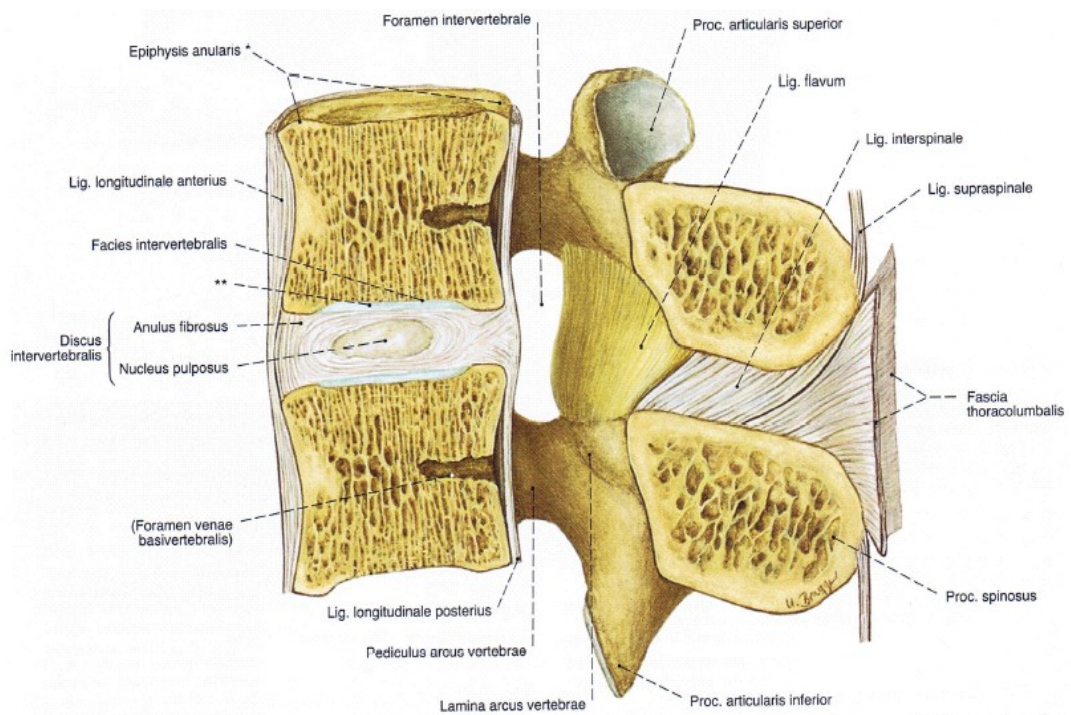


Fig. 773 Lumbar segment of movement; schematic, median section (120%).

\* Rim of vertebral body.  
 \*\* Hyaline cartilaginous covering of the end plate of the vertebral body, a nonossified portion of its epiphysis.

*Příloha č. 2 - Anatomie páteře; bederní segment (13)*

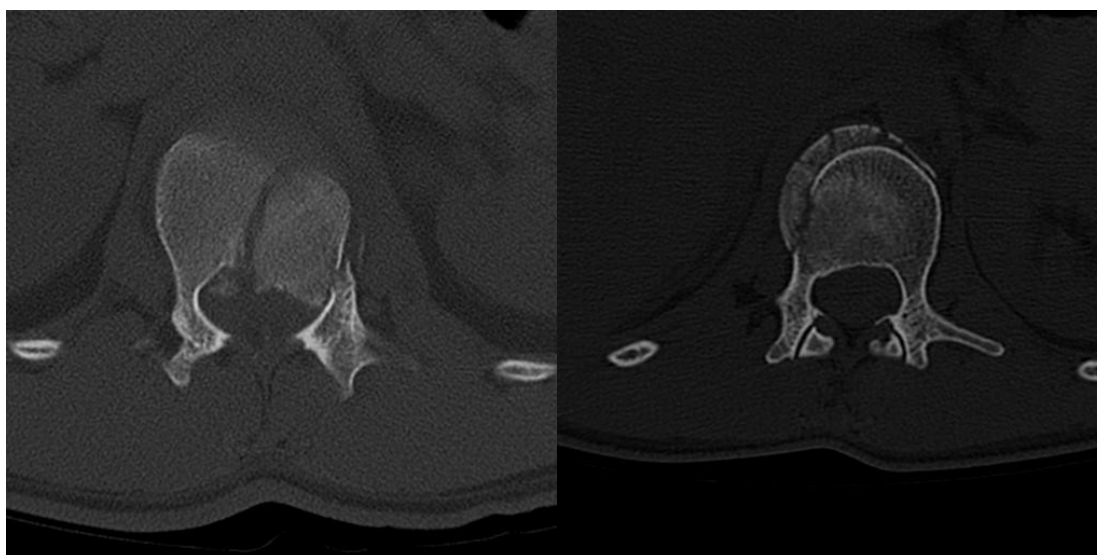


*Příloha č. 3 – Tříštvrtá fraktura L1; boční projekce (5)*

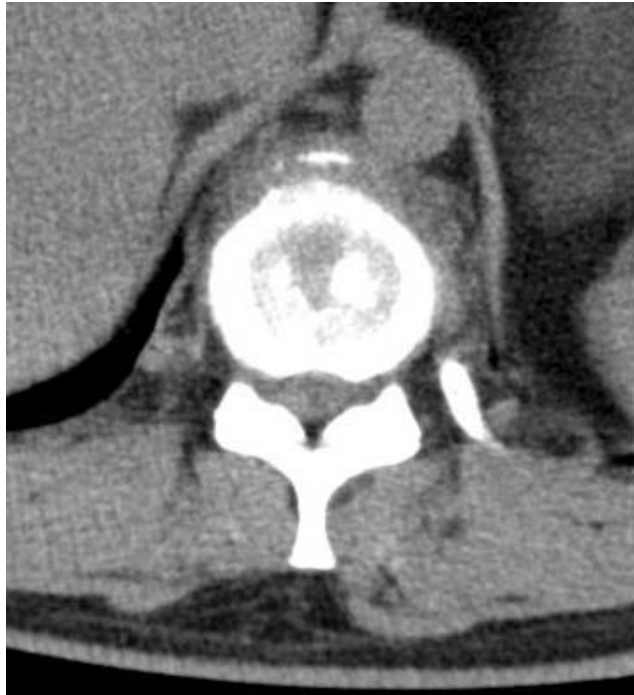




*Příloha č. 4 – Kompresivní zlomenina L1; boční projekce*



*Příloha č. 5 – CT obraz fraktury obratle v kostním okně; vlevo tříštvivá fraktura, vpravo kompresivní*



*Příloha č. 6 – CT obraz fraktury obratle v „spinálním“ okně, zde je znatelný paravertebrální hematom*



*Příloha č. 7 – Nestabilní fraktura Th 6, stabilní fraktura Th 7 a Th 11; MR obrazy, sekvence T2, T1 a STIR v sagitální rovině*





*Příloha č. 8 – Plánování axiálních řezů na poraněný obratel Th 6 na T2 sekvenci v sagitální rovině*



*Příloha č. 9 – T2 sekvence, axiální řez na poraněný obratel Th 6*



*Příloha č. 10 - Celotělová scintigrafie – čerstvá fraktura obratle Th 7, fraktura obratle Th 12 před 10-ti lety*



*Příloha č. 11 – Kompresivní fraktura Th 12 před terapeutickým výkonem; boční snímek*



*Příloha č. 12 - Kompresivní fraktura Th 12 (stejný pacient jako v příloze č. 11) po perkutánní kyfoplastice; boční snímek*