

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

ADÉLA BRYCHOVÁ

Praha 2017

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

ADÉLA BRYCHOVÁ

Stupeň vzdělání: bakalář

Název studijního oboru: Radiologický asistent

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

Praha 2017



VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o. p. s.
se sídlem v Praze 5, Duškova 7, PSČ 150 00

Adéla Brychová
3. A RA

Schválení tématu bakalářské práce

Na základě Vaší žádosti ze dne 10. 5. 2016 Vám oznamuji
schválení tématu Vaší bakalářské práce ve znění:

Zobrazovací metody při poranění hrudní a bederní páteře, algoritmu
vyšetření, úloha radiologického asistenta při jejich modifikacích a
provedení

*Imaging Methods with Injuries of Thoracic and Lumbar Spine,
Imaging Algorithms, the Role of Radiological Assistant during Their
Modification and Execution*

Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Ing. Tomáš Viták, Ph.D.

V Praze dne: 1. 11. 2016


doc. PhDr. Jitka Němcová, Ph.D.
rektorka

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, že jsem řádně citovala všechny použité prameny a literaturu a že tato práce nebyla využita k získání stejného nebo jiného titulu.

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 vypracovávání.

ABSTRAKT

BRYCHOVÁ, Adéla. 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. 2017.

Téma bakalářské práce zahrnuje zobrazovací metody v oblasti hrudní a bederní páteře a roli radiologického asistenta u těchto vyšetření, ale zahrnuje také i další oblasti, které jsou u vyšetření relevantní. Práce je rozdělena do několika kapitol, které zahrnují jak teoretické kapitoly vymezující zejména anatomické a patologické charakteristiky páteře a souvisejících oblastí a následně přehled jednotlivých zobrazovacích metod ve vztahu k onemocnění páteře. V každé kapitole je také nutné zmínit v souvislosti se zobrazovací metodou roli radiologického asistenta, jehož funkce odborné a samostatné práce přímo závisí na kvalitě a rychlosti provedení vyšetření u pacienta.

KLÍČOVÁ SLOVA

Pacient, lékař, radiologický asistent, zobrazovací metoda, RTG vyšetření, MR vyšetření, CT vyšetření, anatomie, hrudní páteř, bederní páteř, poranění páteře, polytraumata

ABSTRACT

BRYCHOVÁ, Adéla. 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 Víták, PhD. Prague. 2017.

The subject of the bachelor thesis includes imaging methods in the area of the thoracic and lumbar spine and the role of the radiological assistant in these examinations, but also includes other areas that are relevant to the examination. The thesis is divided into several chapters, which include both the theoretical chapters defining in particular the anatomical and pathological characteristics of the spine and related areas, and subsequently an overview of individual imaging methods in relation to spinal diseases. In each chapter, it is also necessary to mention in relation to the imaging method the role of a radiological assistant whose function of professional and independent work depends directly on the quality and speed of the patient's examination.

KEYWORDS

Patient, physician, radiological assistant, imaging method, X-ray examination, MR examination, CT examination, anatomy, thoracic spine, lumbar spine, spinal cord injury, polytrauma

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

SEZNAM TABULEK

1. ÚVOD	12
2. ANATOMIE PÁTEŘE	14
2.2. Nosné komponenty páteře	16
2.2.1. Tělo obratle (corpus vertebrae).....	16
2.2.2. Oblouk obratle (arcus vertebrae)	16
2.2.3. Výběžky obratle (processus).....	16
2.2.4. Sektory páteře.....	18
2.3. Mícha (medulla spinalis).....	19
2.3.1. Míšňní nervy (nervi spinales)	20
2.4. Poranění páteře – obecné vymezení.....	21
2.4.1. Mechanismus úrazů páteře	21
2.4.2. Klasifikace poranění hrudní a bederní páteře	21
2.4.3. Stabilita páteře a problémy s tímto související.....	22
2.4.4. Poranění míchy.....	23
2.4.5. Epidemiologie	23
2.4.6. Úrazový mechanismus poškození míchy	24
2.4.7. Klasifikace poranění nervových struktur	24
2.5. Patologická fyziologie páteře	25
2.5.1. Funkční vertebrogenní poruchy.....	25
2.5.2. Poruchy statiky	25
2.5.3. Poruchy dynamiky.....	26
2.5.4. Hypermobilita.....	29
2.5.5. Strukturální vertebrogenní poruchy	30
2.5.7. Klasifikace poranění nervových struktur	32
2.5.8. Transverzální léze míchy	33
2.5.9. Patofyziologické a funkční změny po transverzální lézi míchy ..	33
.....	33

2.6.	Paraplegie.....	34
2.6.1.	Paraplegie, její zdravotní důsledky a možná rizika.....	35
2.7.	Přehled možností léčby poranění	36
2.7.1.	Konzervativní způsob léčby	36
2.7.2.	Radikální způsob léčby – operativní léčba.....	37
3.	ŘEHLED ZOBRAZOVACÍCH METOD HRUDNÍ A BEDERNÍ PÁTEŘE	38
3.1.	RTG skiagrafie.....	38
3.2.	RTG vyšetření páteře	39
3.3.	Projekce bederní páteře	39
3.3.1.	Předozaďní projekce, tzv. ventrodorzální projekce	40
3.3.2.	Boční projekce, tzv. laterolaterální projekce.....	40
3.3.3.	Th/L přechod, L/S přechod	40
3.4.	Cílené projekce obratlů	41
3.4.1.	Šikmá projekce, tzv. ventrodorzální projekce	41
3.4.2.	Funkční snímky	41
3.4.3.	Projekce kosti křížové.....	41
3.4.4.	Předozaďní projekce	41
3.4.5.	Boční projekce.....	42
3.5.	Perimyelografie	42
3.6.	Konvenční tomografie	42
3.7.	Výpočetní tomografie – CT vyšetření	43
3.7.1.	Princip CT vyšetření.....	45
3.7.2.	Role radiologického asistenta při CT vyšetření.....	46
3.7.4.	Topogram.....	47
3.7.5.	Axiální řezy	48
3.7.6.	Sagitální rekonstrukce	48
3.8.	Příprava na vyšetření z hlediska radiologického asistenta	48
3.9.	Magnetická rezonance.....	49

3.9.1.MR vyšetření a role radiologického asistenta	51
3.9.2.MR vyšetření páteře	52
3.9.3. MR vyšetření a jeho specifika i ve vztahu k radiologickému asistentovi.....	53
3.10. Scintigrafie páteře.....	54
4. DISKUZE	55
5. ZÁVĚR	56
6. Seznam použité literatury.....	58

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

RTG	rentgen
CT	Computer tomography (počítačová tomografie)
MR	magnetická rezonance
ASIA	American Spinal Injury Association
AIS	ASIA Impairment Scale
MEP	motorických evokovaných potenciálů
SSEP	somatosenzoricky evokované potenciály
EMG	elektromyografické vyšetření
SCIM	Spinal Cord Independence Measure
CC syndrom	cervikokraniální syndrom
CB syndrom	cervikobrachiální syndrom
DK	dolní končetina
HK	horní končetina
TLM	transverzální léze míchy
3D	trojrozměrný obraz
2D	dvojrzměrný obraz
T1W	T1 weighted image - vážený obraz
T2W	T2 weighted image - vážený obraz
STIR	short TI Inversion Recovery

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Protokol na vyšetření hrudní a bederní páteře.....	46
---	----

1. ÚVOD

S poraněním páteře jsou v životě jednotlivce spojena rizika nebezpečí vzniku celoživotních následků a můžeme hovořit o tom, že se jedná o závažné úrazy. Incidence výskytu je zejména u mužů mladších věkových skupin. Typickými zdroji poranění páteře jsou především dopravní nehody, pády z výšek, skoky do mělkých a neprobádaných vod a řada dalších individuálních pracovních, sportovních a rekreačních aktivit.

Je nutné uvést, že s rozvojem technologií v medicíně došlo také k zásadnímu zkvalitnění léčebné a rehabilitační péče o pacienty s tímto typem poranění. Právě přesná diagnostika a exaktní vyšetření spinálních poranění mají rozhodující vliv na výsledky léčebných procesů a mnohdy tyto nové lékařské přístupy pozitivně mění životní a osobní osudy mnoha pacientů v lékařských zařízeních. V souvislosti s incidencí těchto poranění na radiologických pracovištích tvoří zobrazování páteře a páteřního kanálu podstatnou část všech vyšetření v rámci jednotlivých zdravotnických zařízení.

Přesné určení a stanovení míry nestability je základním požadavkem pro volbu vhodného a optimálního způsobu léčby těchto poranění s cílem vyhnout se progresivní deformitě, neurologickému deficitu a problémům s chronickou bolestí. Z tohoto důvodu musí být při těchto vyšetřeních kladen důraz především na kvalitní diagnostiku a přesné zobrazení rozsahu a lokalizace poškození kostních a vazivových struktur. Mimo tohoto se rozvíjí i síť zdravotnických zařízení, kde jsou k dispozici spinální jednotky a tímto je tak zajištěna návaznost hospitalizace spinálních pacientů, která zahrnuje jako spondylochirurgická oddělení až konkrétní rehabilitační ústavy. Technologickým rozvojem a novými technologickými přístupy v medicíně se zefektivňují operativní řešení spinálních poranění, a také možnosti následné léčby v akutních a subakutních stádiích, čímž se snižuje podíl závažných komplikovaných případů.

V rámci bakalářské práce se zaměříme na vymezení role radiologického asistenta při zobrazovacích metodách poranění hrudní a bederní páteře. Práce

je rozdělena do několika kapitol s tím, že jednotlivé problémy specifikované v práci byly formulovány s využitím zdrojů, které jsou uvedeny v závěru práce.

2. ANATOMIE PÁTEŘE

Vzhledem k vzpřímenému držení těla ve stoje a při lokomoci je axiální systém hlavní pohybovou bází, od níž se každý pohyb odvíjí. Obecně lze tvrdit, že není pohyb, který by neměl odezvu v axiálním systému, na druhé straně, také neexistuje pohyb vlastního axiálního systému, který by se nepromítal do organismu. Proto je celý osový systém velmi zranitelný i zraňován (Dylevský, 2009b).

Osový orgán sestávající z hlavy, páteře a pánve je pomyslnou osou postavy. Jeho jednotlivé segmenty vytvářejí linii určující vzhled postavy projevující se staticky držením těla, dynamicky pohybovým chováním. Pokud tvoří jednotlivé segmenty osového orgánu harmonický celek vyjádřený estetickým tvarem postavy, je pohyb vyvážený a ekonomický. Z tohoto důvodu nedochází k předčasné únavě ani ke zvýšenému opotřebení struktury. Poruchy linie těla poukazují na defekty v řídicím systému centrální nervové soustavy nebo na strukturální změny segmentů. Také mají vliv na stav mysli, projevující se změnou pohybového chování (Véle, 2006).

Axiální systém je složen z osového skeletu (páteře), ze spojení na páteři, ze svalů pohybujících a stabilizujících osový skelet. Tvoří ho také kosterní základ hrudníku, jeho spoje, dýchací svaly a svaly pánevního dna. K axiálnímu systému, v širším kontextu, přísluší i řídicí komponenta. Jde o tu část nervové soustavy, která zabezpečuje funkci samostatného systému, respektive je jeho činností přímo ovlivněna (Dylevský, 2009b).

2.1. Anatomická stavba páteře

Z anatomického hlediska je páteř osovým, opěrným skeletem pohybového aparátu jednotlivce. U lidského těla zajišťuje vzpřímenou chůzi a poskytuje ochranu pro míchu a pro míšní kořeny. (Pokorný, 2002) Páteř (columna vertebralis) je složená z 33 - 34 obratlů, 23 meziobratlových plotének a z 24 pohybových segmentů (Dylevský, 2009).

Anatomicky se funkční pohybový segment skládá ze sousedních polovin obratlových těl, páru meziobratlových kloubů, meziobratlové ploténky, fixačního vaziva, ze svalů a svalových fascií (Dylevský, 2009). Z funkčního hlediska má pohybový segment páteře tři základní složky: **nosnou, hydrodynamickou a kinetickou**. Nosnými a pasivně fixačními komponentami segmentu jsou obratle a meziobratlové vazy. Hydrodynamický komponentu představují meziobratlové ploténky a cévní systém páteře. Kinetické a aktivně fixační látkami jsou klouby páteře a svaly (Dylevský, 2009).

Páteř tvoří původně 33 - 34 obratlů, v konečném důsledku je však na páteři jen 24 obratlů, protože křížové a kostrční obratle navzájem srůstají a tvoří kost křížovou a kostrční (Dokládala, Páček, 2006). Počty obratlů v jednotlivých oddílech páteře: (Dokládala, Páček, 2006)

- 7 obratlů krčních (vertebrae cervicales),
- 12 obratlů hrudních (vertebrae thoracicae),
- 5 obratlů bederních (vertebrae lumbales),
- 5 obratlů křížových (vertebrae sacrales) - osa sacrum,
- 4 - 5 obratlů kostrční (vertebrae coccygeae) - osa coccygis

Délka celé páteře dospělého jedince představuje asi 35 % celkové výšky těla. Zakřivení páteře se označuje jako lordóza a kyfóza. Lordóza představuje obloukovité zakřivení klenoucí se dopředu. Kyfóza je obloukovité zakřivení klenoucí se dozadu. Fyziologicky rozeznáváme lordózu krční a bederní a kyfózu hrudní. Vybočení v rovině frontální označujeme pojmem skolióza (Čihák 2001).

Jak již bylo uvedeno výše, páteř lidského jedince je složena z obratlů. Tyto se skládají z těla, oblouku a výběžků. Tělo obratle je jeho nosnou částí a nachází se ventrálně. Naopak dorzálně se na obratli nachází oblouk, který se sestává z čtyř kloubních výběžků, dvou příčných a jednoho trnového. Úkolem je ochrana míchy. První dva krční obratle se stavebně od ostatních obratlů odlišují. Jejich označení je atlas a axis. Atlas nemá vlastní tělo, ale dva oblouky a chybí mu trnový výběžek. Axis je specifický tím, že má tělo nahrazeno zubem (dnes axis), který směřuje do atlasu. Mezi oběma pak také absentuje meziobratlová ploténka. (Fiala, 2008)

2.2. Nosné komponenty páteře

Obratle (vertebrae) tvoří tři flexibilní opěrné sloupce, které umožňují omezenou pohyblivost jednotlivých segmentů i flexibilní lokální zpevnění určitého úseku páteře podle okamžité potřeby. Proto změna jejich tvaru nebo vzájemné polohy narušuje flexibilitu páteře a může ohrozit i míchu. Obratlů jsou podle výše uvedeného rozděleny jsou na 7 krčních s označením (C1 - C7), 12 hrudních (Th1 - Th12), 5 bederních s označením (L1 - L5), 5 obratlů spojením vytváří křížovou kost a 4 - 5 obratlů tvoří kostrč. Všechny obratle s výjimkou prvních dvou, již uvedený atlas a axis, mají podobnou stavbu (Čihák, 2001).

2.2.1. Tělo obratle (corpus vertebrae)

Je nosným prvkem páteře. Kraniálně i kaudálně je tvořeno terminální, meziobratlovou plochou, facies intervertebralis. V případě těla obratle jde o soustavu dvou typů kostí. Kompaktní kost přenáší 45 – 75 % svislého zatížení působícího na obratel a spongiózní kost přenáší zbylé zatížení (Dylevský, 2009a).

2.2.2. Oblouk obratle (arcus vertebrae)

Je zezadu připojen k tělu obratle a ohraničuje otvor obratle (foramen vertebrale), soubor otvorů vytváří páteřní kanál (canalis vertebralis). Oblouk obratle má především protektivní funkci pro míchu. Zdola i shora jsou na oblouku zářezy (incisura vertebralis superior et inferior), které vzájemně tvoří párové meziobratlové otvory (foramina intervertebralis). V těchto částech vystupují míšní nervy a cévy (Dylevský, 2009a).

2.2.3. Výběžky obratle (processus)

Jsou spojeny s obloukem obratle, jejich funkcí je pomoci pohyblivosti obratlů. Slouží jako místa začátků vazů fixujících obratle a svaly zajišťující pohyblivost páteře. Dělí se na čtyři výběžky kloubní (processus articulares superiores et inferiores), dva výběžky příčné (processus transversi) a jeden trnový výběžek (processus spinosus) (Čihák, 2001).

Vazivové spoje, které do této komponenty zapadají, jsou spíše považovány za pasivní části. Na druhé straně jsou významnými akumulátory pohybové energie. Vazivo je také zdrojem informací signalizujících napětí, respektive směr pohybu určitého úseku páteře. Ligamenty omezují pohybový rozsah segmentů, aby nedošlo k poškození struktury. Rozlišujeme dlouhé a krátké vazy. K dlouhým vazům patří přední a zadní podélný vaz (ligamentum longitudinale anterius et posterius). Tyto vazy spojují a zpevňují celou páteř, čímž přispívají k celkové stabilizaci osového orgánu. Známe tři typy vazů krátkých: ligament flava, interspinalia, intertransversalia, které se podílejí na udržování vzpřímené polohy páteře. (Čihák, 2001).

Meziobratlové destičky (Disc intervertebrales) a cévní systém (především žilový) představují hydrodynamické komponenty pohybového segmentu. Intervertebrální disky představují synchondrózy páteře. Jsou útvary z vazivové chrupavky spojující terminální plochy těl presakrálních obratlů od C2 po křížovou kost (os sacrum). Jejich počet je 23. Díky jejich složení absorbují statické i dynamické zatížení páteře. Velikost disku odpovídá vždy rozsahu těl sousedících obratlů, tloušťka disku je v různých úrovních páteře rozličná, také se mění v rámci jednoho disku (Wendsche et al., 2012).

Meziobratlové klouby (articulationes intervertebrales) a kraniovertebrální spojení jsou kinetické a aktivně fixační součástí pohybového segmentu. Meziobratlové klouby plní významnou roli při zajišťování pohybu sousedících obratlů. Spolu s meziobratlovými destičkami vytvářejí funkční jednotky. Tvar kloubních ploch společně s výškou intervertebrálních disků určuje druh a rozsah pohybů v daném úseku páteře (Wendsche et al., 2012).

Svaly jsou kinematickou komponentou pohybového segmentu osového systému, která je zdrojem síly pro stabilizaci axiálního systému, jakož i pro pohyb jeho segmentů. Svaly vytvářejí ucelený komplexní systém umožňující realizaci složitých pohybů mezi jednotlivými segmenty páteře, mezi hlavou a páteří, mezi hrudníkem a pánví a mezi hrudníkem a končetinami (Véle, 2006).

2.2.4. Sektory páteře

Pro účely následné specifikace zobrazovacích metod páteře je nutné specifikovat také sektory páteře. Sektory páteře jsou vyšší funkční jednotky složeno ze skupiny pohybových segmentů. Sektory páteře sice nejsou tak přesně ohraničené jako anatomické úseky páteře, překrývají se, ale lépe vystihují pohybové možnosti axiálního systému (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000). Z funkčního hlediska vypadá rozdělení páteře takto:

- **Horní krční sektor (kraniocervikální)** sahá od C1 k C3 - 4. Zahrnuje v sobě oblast báze lebeční, AO skloubení, čelistní klouby a mechaniku žvýkání. Sektor je dominantním a řídicím článkem celého axiálního systému těla. Kromě toho má také sice nepřímý, ale významný vztah k některým strukturám CNS zasahujícím do řízení motorických funkcí - především k tzv. vestibulární jádrům rodloužení míchy a k mozečku.
- **Dolní krční sektor (cervikobrachiální)** tvoří segmenty C3 - 4 až Th4 - 5. Tento sektor bezprostředně ovlivňuje funkci hrudních pletenců a horních končetin. Dolní krční sektor má vztah k inervaci HKK, k inervaci dýchacích svalů, k cévnímu zásobení míchy i k autonomní inervaci rady vnitřních orgánů.
- **Horní hrudní sektor (cervikotorakální)** v sobě zahrnuje anatomický přechod krční a hrudní páteře (C7 - Th1), horní hrudní aperturu a hrudní obratle až k Th6 - 7. Tento sektor se může zúčastnit symptomatologie tzv. "thoracic outlet syndrome". Z pohledu axiálního skeletu jde často o situaci vyvolanou chorobnými změnami nebo úrazy C5 - C7, příliš dlouhými příčnými výběžky krčních obratlů, apod. Do oblasti horního hrudního sektoru se mohou promítat i poruchy některých vnitřních orgánů: srdce, plic, žaludku, žlučníku a jater.
- **Dolní hrudní sektor** sahá od Th6 - 7 k L1 - 2, zahrnuje v sobě i dolní hrudní aperturu. Tento sektor má bezprostřední vztah k bránici, a k dýchacím funkcím. Promítají se zde i procesy z některých retroperitoneálních orgánů, hlavně z ledvin a slinivky.
- **Horní bederní sektor (torakolumbální)** je tvořen segmenty od Th12 do L3. tento sektor souvisí s dolním hrudním sektorem, který realizuje tzv.

břišní dýchání. Promítají se zde i poruchy dolních břišních orgánů a orgánů velké pánve. Přečodným segmentem je obratel L3, který představuje funkční hranici mezi účinkem svalů upínajících se na kostru hrudníku a svalů směřujících k pánvi.

- **Dolní bederní sektor** je přechodem mezi L4 a S1 a realizuje se zde přenos sil z axiálního skeletu na struktury pánevního kruhu. Tento sektor je průsečíkem iritací vycházejících z kyčelních kloubů, z orgánů malé pánve, pánevního dna, ale i svalstva, které začíná na pánvi a upíná se na stehenní kost, resp. kosti bérce. Horní i dolní bederní sektor mají z hlediska inervace a cirkulace výrazný vztah k dolním končetinám. Inervace poruchy mají proto tendenci k bolestí do DKK s následnými funkčními poruchami svalového systému končetin.

2.3. Mícha (medulla spinalis)

Je součástí centrální nervové soustavy. Probíhá páteřním kanálem (canalis vertebralis), kterým je současně chráněna. Makroskopicky je mícha 40 - 50 cm dlouhá, od 10 - 13 mm široká, je to provazcovitý útvar, obklopený třemi míšními obaly. Začíná výstupem prvního krční nervu, na úrovni křížení pyramidové dráhy (decussatio pyramidum), na kraniocervikálním přechodu. Její kaudální konec je lokalizován na úrovni meziobratlové ploténky L1 - L2, nebo ve výšce těla obratle L2. Od obratle L2 směrem dolů pokračující míšní kořeny vytvářejí cauda equina v durální vaku, který končí ve výšce S2. Podle výstupů kořenů spinálních nervů se mícha rozděluje na čtyři části: krční část (pars cervicalis), hrudní část (pars thoracica), bederní část (pars lumbalis) a křížovou část (pars sacralis). Jednotlivé části se dělí na segmenty, z nichž vycházejí párové míšní nervy (Ambler et al., 2008).

Míchou je přenášena většina proprioceptivních a převážná část exteroceptivních signálů do mozku, eferentní vzruchy ze supraspinálních regulačních okruhů hybnosti, ale i mnoho vegetativních vzruchů. Z těchto důvodů má poškození míchy těžké následky z hlediska motorických,

senzitivních, vegetativních a trofických poruch, jak již bylo uvedeno obecně ve vztahu k poškození páteře. (Malý et al., 1999).

2.3.1. Míšní nervy (nervi spinales)

Z míchy vystupuje 31 párů smíšených míšních nervů. Smíšených proto, že každý míšní nerv se skládá ze zadního kořene (radix dorsalis) a předního kořene (radix ventralis). Zadní senzitivní kořen vytvářejí senzitivní, aferentní vlákna. Prostřednictvím nich se z volných nervových zakončení dostávají podněty do míchy. Přední motorický kořen míšního nervu obsahuje motorické, eferentní axony, prostřednictvím nich jsou přenášeny motorické podněty z míchy do příčně pruhovaného svalstva a k žlázovým buňkám. Po splynutí předního a zadního kořene pokračuje míšní nervy do meziobratlové otvory, ze kterého se vlákna nervu dostanou do příslušného segmentu (Malý et al., 1999).

Z míchy se odděluje 8 párů krčních nervů, 12 párů hrudních, 5 párů bederních, 5 párů křížových a 1 pár kostrční. První krční nerv vyvstává mezi kosti týlní a prvním krčním obratlem, všechny ostatní páry nervů se dostávají ven přes meziobratlové otvory (foramina intervertebralis) mezi sousedícími obratli. Každý míšní nerv ve svém periferním průběhu lidským tělem zásobuje motoricky i senzitivní určitou část, která se nazývá segment. Dermatome se označuje ta povrchová část těla, která je senzitivně inervovaná vlákny zadních míšních kořenů. Podobně jako dermatomy mají i vlákna předních míšních kořenů vůči inervovaným příčně pruhovaným svalům přesně segmentové zastoupení, které se nazývá myotem. (Malý et al., 1999).

Míšní nervy můžeme v souhrnu ještě blíže specifikovat: (Holibková, Laichman, 2006)

- 8 párů míšních nervů krčních - nn. cervicales,
- 12 párů míšních nervů hrudních - nn. thoracici,
- 5 párů míšních nervů bederních - nn. lumbales,
- 5 párů míšních nervů křížových - nn. sacrales,
- 1 pár míšních nervů kostrční - n. coccygeus.

Každý míšňní nervy je smíšený. Vzniká ze dvou míšňních kořenů: radix ventralis (motorický) a radix dorsalis (senzitivní). Ke spojení obou míšňních kořenů dochází ještě v páteřňím kanále. Po výstupu z kanálu se každý míšňní nerv dělí na ramus ventralis, ramus dorsalis, ramus communicans albus a ramus meningeus (Holibková, Laichman, 2006). Rami dorsales nervorum spinalium si zachovávají původňní segmentální uspořádnání a inervují hluboké svaly zad a kůži zad (Holibková, Laichman, 2006). Rami ventrales nervorum spinalium mají segmentální uspořádnání jen v hrudňní části. Jinak tvoří nervové pletence tím, že si vyměňují své vlákna. Rozeznáváme plexus cervicalis (vzniká spojením ventrálních větví míšňních nervů C1 - 4), plexus brachialis (C5 - Th1), plexus lumbalis (L1 - 4) a plexus sacralis (L5 - Co) (Holibková, Laichman, 2006).

2.4. Poranění páteře – obecné vymezení

Při poranění páteře dochází k poškození jednoho nebo více obratlů (luxací, zlomeninou těla nebo oblouku, respektive kombinací luxace a zlomeniny), poškození vaziva a fixačního svalového korzetu (Malý et al., 1999).

2.4.1. Mechanismus úrazů páteře

Mechanismus úrazu páteře může být přímý, který však vzniká zřídka. Přímó působící násilí způsobují zranění páteře v místě kontaktu a jsou v mnoha případech otevřené. (Malý et al., 1999). Ve většine případů je přítomen nepřímý mechanismus vzniku, při nepřímém působení sil na jednotlivé pohybové segmenty. Podle působících sil se rozlišují **vertikální - kompresivní, flekční - extenční a rotační poranění páteře**. Podle patologicko - anatomického obrazu vznikají diskoligamentózní, kostňní nebo kombinované poranění (Dobiáš, 2008).

2.4.2. Klasifikace poranění hrudňní a bederní páteře

V současnosti existuje celá řada různých klasifikačních systémů snažících se kategorizovat poranění páteře. Poranění páteře vzniká na základě působení následujících sil. Kompresivní síly vedou ke kompresivním a tříštivým

zlomeninám. Tahové síly způsobují poranění s transverzální disrupcí, axiální rotační síly odpovídají za rotační poranění (Malý et al., 1999).

V oblasti hrudní a bederní páteře, konkrétně v úseku Th11 - L2 se nejčastěji vyskytují kompresivní zlomeniny. Vyšší zranitelnost thorakolumbálního přechodu je způsobena přenosem sil mezi rigidním úsekem hrudní páteře zpevněné hrudním košem a relativně mobilní bederní páteří. Dalším rozhodujícím faktorem pro místo vzniku zlomeniny je fyziologická hrudní kyfóza a bederní lordóza. V těchto místech dochází k přirozené absorpci axiálních sil, zatímco thorakolumbální přechod je horizontální, a proto má menší kapacitu odolávat kompresi (Wendsche et al., 2012).

2.4.3. Stabilita páteře a problémy s tímto související

Velký počet biomechanických studií páteře poskytl pohled na účast různých částí páteře na zajišťování spinální stability. Stabilizační systém páteře se dá rozdělit na tři podskupiny, **páteř, svaly páteře a nervovou kontrolu páteře** (Panjabi, 2003). Výsledkem neporušeného tvaru skeletu, funkční způsobilosti vaziva a optimální funkce svalového korzetu je funkční stabilita páteře. Tlakové síly působící na páteř přenáší především těla obratlů a meziobratlové ploténky. Zatížení kloubních výběžků je minimální. Pohyb je realizován intervertebrálních disky a klouby. Tvar a sklon jejich kloubních ploch pohyb přesně limituje (Dylevský, 2009b).

Poranění jednotlivých elementů pohybového segmentu páteře rozhoduje o jeho stabilitě (Pokorný et al., 2002). Panjabi definoval klinickou nestabilitu páteře jako ztrátu schopnosti páteře udržet při fyziologické zátěži takové postavení obratlů, aby nedošlo k okamžitému nebo následnému neurologickému deficitu a současně nevznikla závažná deformita a zneschopňující bolest. Panjabi dále definuje nestabilitu páteřního segmentu jako stav, při kterém při fyziologickém pohybu dochází k abnormální pohyblivosti jako je akutní úrazová instabilita, chronická nestabilita, degenerativní nestabilita (Panjabi, 2003).

Stupeň instability je závislý na rozsahu zlomeniny a relativní stabilitě nepoškozených struktur (Malý et al., 1999). Za nestabilní se pokládá stav, při kterém je bezprostředně ohrožena mícha dislokací fragmentu do páteřního

kanálu, nadměrným vychýlením osy nebo přechodovým posunem obratlových těl (Pokorný et al., 2002).

2.4.4. Poranění míchy

Mechanická síla, která je za běžných podmínek aplikována na hlavu, trup a končetiny, se distribuuje páteří, která umožňuje fyziologické pohyby těla, přičemž chrání nervový systém uložený v míše. V případě, že jsou strukturálně elementy páteře poškozené, energie aplikovaná na páteř může být transformována na obsah spinálního kanálu, což vede k poškození míchy. Tkáň míchy je tedy obvykle poškozené po násilném styku se strukturami páteře, které jsou následkem úrazového mechanismu dislokované z jejich fyziologického postavení. Mechanické násilí, které působí v průběhu úrazového děje, může míchu poškodit různým způsobem (Malý et al., 1999).

2.4.5. Epidemiologie

Výskyt poranění páteře je v České republice odhadován na 85 případů na 100 000 obyvatel za rok. Dvě třetiny těchto úrazů postihují mladé muže, jak už bylo naznačeno výše, jejichž průměrný věk je 30 - 40 let. Z celkového počtu připadá 25 % poranění na krční úsek páteře. Z toho horní krční páteř bývá poraněn ve 40 % případů, dolní krční páteř v 60 % případů. Poranění krční páteře současně s poraněním míchy je uváděno ve 20 % případů. Na hrudní a bederní úsek připadá 75 % všech poranění míchy. Nejčastěji bývá poraněný Th - L přechod, Th11 - L2 v 50 %, hrudní páteř bývá postižena, ve 40 % a zbývajících 10 % tvoří poranění dolní bederní páteře a kosti křížové. (ÚZIS, 2016)

Neurologické postižení při postižení hrudní a bederní části páteře bývá zaznamenáno ve 22 – 36 % případů. Nejčastěji se neurologické léze vyskytují v oblasti hrudní páteře. Nejčastější příčinou úrazů bývají z více než 50 % autonehody, na dalších místech jsou úrazy při sportovních aktivitách, konkrétně pak skoky do vody, pády z výšky, při práci, úrazy jako následky poranění při kriminálních činů nebo sebevražedných pokusech (Trojan et al., 2001). Poranění páteře se vyskytuje až ve 30 % jako více etážové a bývá spojeno s jinými poraněními včetně intra abdominálních (Wendsche et al., 2012).

2.4.6. Úrazový mechanismus poškození míchy

Při poranění míchy se rozlišují primární a sekundární mechanismy jejího poškození. Primárním mechanismem je přímé poškození míchy a její traumatizace, ke kterým dochází při nárazech na kostěné struktury páteřního kanálu, kompresí míchy při zlomeninách obratlů kostními úlomky nebo traumaticky lézí intervertebrálních disků. Sekundární poranění míchy je zapříčiněno auto destrukčními změnami, ke kterým dochází po primárním poranění (Náhlovský et al., 2006). Sekundární poškození bývá způsobeno jednak ischemií a jednak biochemickou degradací. Mechanismus, jehož výsledkem je poškození míchy může být: extrémní hyperflexe, extrémní hyperextenze, přímý úder na páteř, rotace (Malý et al., 1999).

2.4.7. Klasifikace poranění nervových struktur

Klinický obraz léze míchy je dán především přechodovým rozsahem jejího poškození a výškovou lokalizací patologického procesu. Aby co nejpřesněji vyhodnotit změny v neurologickém a funkčním nálezu v poúrazovém období, byly pro pacienty s lézí míchy vytvořené specifické vyšetření. U pacientů s lézí míchy se používá vyšetřovací postup podle ASIA (American Spinal Injury Association) protokolu. Na tento postup navazuje vyšetření hodnotící funkční schopnosti.

Neurologické vyšetření podle ASIA protokolu umožňuje stanovit úroveň léze i rozsah léze míchy. Ke stanovení rozsahu poranění míchy je používána škála AIS (ASIA Impairment Scale) s označením stupňů A až E (Kříž, 2009). Neurofyziologické vyšetření poskytuje včasnou diagnostiku neurologického deficitu u pacientů s poraněním míchy, kteří jsou nespolupracující či s poruchou vědomí. Jeho součástí je hodnocení motorických evokovaných potenciálů (MEP), somatosenzoricky evokovaných potenciálů (SSEP) a elektromyografické (EMG) vyšetření. Pro hodnocení disability pacientů byla vytvořena škála SCIM (Spinal Cord Independence Measure) (Kříž, 2009).

2.5. Patologická fyziologie páteře

2.5.1. Funkční vertebrogenní poruchy

Funkční poruchy páteře můžeme rozdělit, podle výše uvedeného obecného členění na:

a) poruchy statiky: aplanace, hyperlordóza, hyperkyfóza a skolióza;

b) poruchy dynamiky: funkční blokády, hypermobilita (Kolář et al., 2009)

Pro funkční patologické poruchy je charakteristický chronicko-intermitentní průběh s intervaly bez bolestí. Rekurentními nádory se časem objevují i bolesti v jiných oblastech, takže se projevuje systémový charakter onemocnění (Kolář et al., 2009).

Na rozdíl od strukturálních poruch, které jsou přesně lokalizované, funkční porucha se nedá vymezit určitou strukturou, lokalizovat se dají jen její projevy. Těmi jsou například spoušťové body, omezení pohyblivosti (blokáda), změny v měkkých tkáních (změny posunlivosti), poruchy statiky či hybných stereotypů, vegetativní změny, jakými jsou například potivost, teplota tkání, dermatografismus a další problémové příznaky. Tyto změny mají dynamický charakter a při vhodné terapii mohou rychle a náhle zmizet. (Kolář et al., 2009)

2.5.2. Poruchy statiky

V sagitální rovině

1. Ve smyslu + → hyperlordóza, hyperkyfóza, vedou k adaptaci;
 - hyperlordóza C páteře má za následek anteflexi hlavy;
 - hyperkyfóza Th páteře - (kompenzační hyperlordóza C a L), vede k anteflexnímu držení ramen;
 - hyperlordóza bederní - způsobuje, že na distální dvě ploténky L4 - L5, L5 - S1 působí velký tlak, což může mít za následek narušení meziobratlové ploténky a radikulární iritaci, současně vede k osteoartróze kyčlí v mladším věku.
 - 2. Ve smyslu - → aplanace - ploché lordózy, kyfózy, u hypermobilních jedinců s volnými vazy, mohou působit entezopatické problémy,

funkční blokády, degeneraci, narušení ploténky L3 a L4 a radikulární symptomatologii (Drápelová, 2010).

Ve frontální rovině

Zakřivení ve frontální rovině označujeme jako skoliózu. Jde o deformitu, která může vznikat z různých příčin. Z hlediska etiopatogeneze rozdělujeme skoliózy na strukturální a nestrukturální. Do první skupiny řadíme skoliózy kongenitální, idiopatické, neuromuskulární, sekundární a také skoliózy při neurofibromatóze.

Do druhé skupiny můžeme přiřadit skoliózu posturální, hysterickou a skoliózu při jiných onemocněních. Nejčastěji se vyskytuje skolióza idiopatická. Kromě zakřivení páteře ve frontální rovině dochází u skolióz i k rotaci a torzi obratlových těl a ke vzniku paravertebálního valu. Processus spinosi jsou otočené na konkávní stranu a dochází také k zúžení spinálního kanálu. (Janíček a kol., 2001)

2.5.3. Poruchy dynamiky

Funkční kloubová blokáda

Nejčastěji se vyskytující funkční poruchou, která postihuje intervertebrální klouby páteře, je funkční kloubní blokáda. Jde o omezení pohybu bez patomorfologických změn. Můžeme ji odstranit a pohyb obnovit. Na druhé straně může být porucha způsobena i zvýšenou pohyblivostí, kterou označujeme jako hypermobilitu. (Rychlíková, 2008).

Jednou z teorií vzniku funkční kloubní blokády je teorie přiskřípnutí meniskoidů. Meniskoidy jsou volné útvary v kloubu. V každém kloubu se nacházejí dva meniskoidy. Předpokládá se, že na základě nevhodného pohybu v kloubu může dojít k zachycení volné části meniskoidu mezi kloubové struktury a tím náhle vzniká kloubní blokáda. Odstranit ji a obnovit tak pohyb v kloubu můžeme mobilizací nebo manipulací. Kromě samotného přiskřípnutí dochází i k dalším změnám, které se týkají nitrokloubní metabolismu

Může docházet také ke skřípnutí cév, což vede k poruše zásobení meniskoidu a vzniku ischémie. Také se může rozvinout prosakování a edém střední části

meniskoidu, což způsobí zvětšování tloušťky meniskoidu, čímž se zhoršují mechanické poměry v kloubní štěrbině. Dochází přitom k vážnutí odtoku toxických produktů metabolismu, což dále ovlivňuje celý stav (Rychlíková, 2008).

Tixotropní teorie blokády vysvětluje vznik funkční kloubní blokády tím, že vlivem delšího působení přibližného tlaku kloubních ploch dochází ke gelifikaci synovií a "přilepení" kloubních ploch. Tím dojde ke ztrátě smykové složky pohybu s omezením funkčního pohybu. Při oddálení kloubních ploch v ose kostí nebo zaúhlením dojde k odtržení kloubních ploch (zvukový fenomén lupnutí) a okamžitého obnovení joint play. Protože hydrataci kyseliny hyaluronové ovlivňuje i sympatická inervace z příslušného míšního segmentu, lze blokádu odstranit i zásahem, který mění tuto inervaci. (Poděbradský, 2009)

Klinické projevy funkční kloubní blokády

Klinicky se funkční kloubové blokády manifestují subjektivními a objektivními příznaky. Mezi subjektivní příznaky patří bolest a omezení pohybu. Bolest je reakcí na nociceptivní podráždění. Toto dráždění vyvolá řadu změn i na ostatních strukturách, které nazýváme reflexní změny. Objektivně nacházíme u funkčních poruch omezení hybnosti kloubu v různých směrech kloubní vůle. Směr omezení pohybu můžeme přesně vyšetřit (Rychlíková, 2008).

Klinický význam kloubních blokády

Funkční blokáda kloubu není jen lokální poruchou v určitém segmentu, ale může vyvolávat poruchy i v dalších oblastech páteře. Reflexním mechanismem může významným způsobem ovlivňovat funkce ostatních částí pohybového systému, orgánů a rovněž může výrazněji ovlivnit klinický obraz a průběh onemocnění. V neposlední řadě je také nociceptivním podnětem v segmentu, a proto subjektivně vyvolává bolest. Podle klinických projevů můžeme funkční kloubové blokády dělit na klinicky němé a klinicky se manifestující. (Rychlíková, 2008)

Klinicky němé funkční kloubní blokády jsou takové, které nemocnému nezpůsobují problémy ani bolest, ale jsou to reflexní změny vznikající v jejich

důsledku, které mohou z času na čas vyvolat problémy. Hyperalgická kožní zóna, která doprovází klinicky němé blokády, je často citlivá na změnu okolní teploty, hlavně na chlad. Prudké náhlé ochlazení nebo dlouhotrvající ochlazení vyvolávají další reflexní změny, především svalový spasmus. Ke klinické manifestaci dochází tím, že se podněty a svalové spazmy sumují a vyvolávají subjektivní bolest, postižený si současně uvědomuje i omezení pohyblivosti, které dříve nevnímal. (Rychlíková, 2008)

Příčiny vzniku funkčních kloubních blokad

Existuje mnoho faktorů, přičemž ne všechny mají rozhodující význam pro vznik funkčních vertebrogenních poruch, ale jejich složitých souhra se projeví výrazným způsobem. (Rychlíková, 2008)

Mezi hlavní příčiny vzniku funkčních kloubních blokad patří:

1. přetěžování a nevhodné zatěžování páteře:

a) krátce trvající přetížení některého úseku páteře v důsledku nevhodné polohy. Po kratší či delší době vzniká bolest, která člověka donutí změnit polohu;

b) náhlý nekoordinovaný pohyb, který je neočekávaný, například se projevuje jako uklouznutí;

c) opakované, delší dobu trvající přetěžování nebo nesprávné zatěžování některého úseku páteře, které kromě funkční kloubní blokády vyvolává i svalový spasmus a další reflexní změny. Změna polohy už nestačí k odstranění bolesti;

d) svalová dysbalance a poruchy pohybových stereotypů;

2. Úrazy;

3. Funkční vertebrogenní poruchy vzniklé v důsledku reflexního mechanismu;

4. hypokineze (Rychlíková, 2008)

Funkční poruchy postihují kůži, podkoží, fascie, svaly a klouby páteře. Do této skupiny patří syndromy jako lumbago, horní a dolní zkřížený syndrom, CC

syndrom, CB syndrom, tenzní bolesti hlavy, akutní blokáda krční páteře, blokády SI kloubů, kokcygodýnia, vertebroardiální syndrom, vertebrogastrický syndrom a mnoho dalších.

Bolesti této etiologie se dají ovlivnit terapií a úplně odstranit. Příčinou vzniku funkčních poruch je multifaktoriální porucha řízení pohybu. Zřetězení problémů zasahuje několik částí lidského těla (Müller, 2005).

2.5.4. Hypermobilita

Pod pojmem hypermobilita rozumíme zvětšený rozsah kloubní pohyblivosti nad běžnou fyziologickou normu, a to jednak ve smyslu joint play, jednak v pasivním a aktivním pohybu (Kolář et al., 2009).

Hypermobilita je specifickou funkční poruchou, která se může týkat jednoho segmentu, více segmentů, nebo může být v rámci celkové hypermobility. Hypermobilita však může vznikat i jako kompenzace omezené hybnosti sousedících pohybových segmentů (Rychlíková, 2008).

Rozeznáváme tři druhy hypermobility:

- 1. lokální patologickou,**
- 2. generalizovanou patologickou,**
- 3. konstituční (Janda a kol., 2004)**

Lokální patologická hypermobilita může být vrozená nebo získaná. Vrozená lokální hypermobilita bývá často přítomna v přechodových oblastech, a to v cervikokraniální a lumbosakrální přechodu. Získaná lokální hypermobilita může být kompenzační, posttraumatická, pooperační, může vznikat na základě rozvolnění ligament, či v důsledku záměrného cvičení. Nejčastěji vzniká mezi jednotlivými obratli jako kompenzační mechanismus blokády. Často vzniká také v oblasti krční páteře po whiplash injury (Rychlíková, 2004).

Generalizovaná patologická hypermobilita se nejčastěji vyskytuje jako příznak při některých neurologických onemocněních. Konstituční hypermobilita je

charakterizována celkovou zvýšenou laxitou nektraktlných tkání - vazů a kloubních pouzder, což umožňuje větší rozsah pohybu, než jsou vžité normy (Rychlíková, 2004). Postihuje celé tělo, i když nemusí být ve všech oblastech ve stejném stupni a nemusí být přesně symetrická. Častější bývá u žen a do jisté míry se mění s věkem. Její příčina není známa, souvisí však pravděpodobně s insuficiencí mezenchýmu (Janda a kol., 2004).

Stackeová a Blažková popisují souvislost svalové hypotonie a konstituční hypermobility jako nedostatek napětí ve svalu což má za následek zhoršenou účinnost míšních servomechanismů, které za normálních okolností tlumí pohyb automaticky před dosažením hranice pohybových možností, v důsledku čehož dochází při náhlých změnách polohy často k mikrotraumatizaci. Laxitou ligament má za následek nejen zvětšení rozsahu kloubní pohyblivosti, ale hlavně zhoršení statické kloubní stability.

Insuficience vnitrosvalového stromů se podílí na celkové svalové hypotonii se sníženou viskoelasticitou. Rovněž výskyt bolestivých spoušťového bodů ve svalech je relativně častější podobně jako svalové bolesti z přetížení. Vyšetření hypermobility spočívá v zásadě v zjištění rozsahu kloubní pohyblivosti. Diagnostika hypermobility je důležitá pro analýzu patogeneze některých pohybových stereotypů, pro stanovení reedukační postupu a pro doporučení denních aktivit.

Existuje mnoho zkoušek, které se používají k objasnění hypermobility. V zásadě však jde o to, abychom jednotlivými testy postihly jednotlivé segmenty těla a abychom odlišili horní a dolní polovinu těla. Často totiž dochází k tomu, že hypermobilita je v horní, resp. dolní polovině těla mnohem více vyjádřena. Naopak stranové rozdíly nejsou tak zřetelné (Stackeová, Blažková, 2009).

2.5.5. Strukturální vertebrogenní poruchy

Bolesti vznikající v důsledku organických poruch jsou vyvolané strukturálními změnami na podkladě získaných a vrozených vad, úrazů, zánětů, degenerativních změn, metabolických chorob a nádorů. Nedají se terapií zcela odstranit a ponechávají určité následky (Müller, 2005).

Mezi hlavní strukturální příčiny vertebrogenních problémů patří:

- postižení meziobratlové ploténky,
- degenerace intervertebrálních (facetových) kloubů,
- spinální stenóza,
- abnormality páteřního kanálu,
- spondylolistéza,
- osteoporóza,
- ankylozující spondylitida,
- záněty,
- nádory (Kolář et al., 2009)

2.5.6. Postižení meziobratlové ploténky

A. Degenerace disku - jde o změnu architektury ploténky s typickou ztrátou hlenové struktury nucleus pulposus a fibrózou ploténky s depozity amyloidu a lipofuchsínu. Prvním projevem procesu degenerace je tvorba trhlin v centru ploténky, které se postupně zvětšují a pokračují do anulus fibrosus. Výsledkem je dutina uvnitř ploténky a zmenšení její výšky, které **je identifikovatelné na nativním RTG snímku**. Dalším projevem degenerativního postižení ploténky jsou osteofyty přilehlých obratlových těl, orientované převážně horizontálně (Kolář et al., 2009).

B. Protruze, herniace disku - v patogenetickém obraze je patrné, že dochází k nadtržení fibrózní prstence obvykle na zadní straně a část pulpózní hmoty se dostane do páteřního kanálu, a to laterální, paramediální či mediální. Rozsah poruchy můžeme rozčlenit do čtyř kategorií:

1. vyklenování (bulging) ploténky - jde o symetrické vyklenování ploténky za hranici těla obratle.

2. herniace (prolaps) ploténky - centrální hmota nucleus pulposus proniká do defektu v anulus fibrosus a dochází k fokální vyklenutí ploténky přes obvod obratle.

3. Vytlačování ploténky - nucleus pulposus penetruje vnější vrstvou anulus fibrosus, ale zůstává ve spojení se zbylou hmotou jádra.

4. Vytlačování se sekvestrací ploténky - lig. longitudinalní posterior je perforované a jeden nebo více volných fragmentů nucleus pulposus migruje v epidurálním prostoru, ne do kořenového kanálu.

Většina klinicky závažných narušení bederních meziobratlových plotének se objevuje na úrovni L4 / L5 a L5 / S1 a způsobují neurologické poruchy v motorických a senzorických oblastech nervových kořenů L5 a S1 (Kolář et al., 2009).

Kořenové (radikulární) syndromy - nejčastější příčinou vzniku bývá narušení meziobratlové ploténky, mohou však vznikat i v důsledku degenerativních změn, tumorů, metastáz, úrazů, apod. Syndrom může být monoradikulární nebo kombinovaný, a to na DK, jakož i na HK. Kořenová iritace vzniká při určitém pohybu, nejčastěji při předklonu a záklonu, protože se při nich zvětšuje tlak na anulus fibrosus (Rychlíková, 2008).

Každý kořenový syndrom má své neurologické, objektivně zjistitelné nálezy, které jsou typické: je to oslabení až vymizení příslušných reflexů, postižení příslušných svalů různého stupně, od hypotonie, následně poruchy citlivosti. Může se vyskytovat hypestezie, hyperestézie, dysestezie a parestézie (Rychlíková, 2008).

2.5.7. Klasifikace poranění nervových struktur

Klinický obraz léze míchy je dán především přechodovým rozsahem jejího poškození a výškovou lokalizací patologického procesu. Aby co nejpřesněji vyhodnotit změny v neurologickém a funkčním nálezu v poúrazovém období, byly pro pacienty s lézí míchy vytvořené specifické vyšetření. U pacientů s lézí míchy se používá vyšetřovací postup podle ASIA protokolu. Na tento postup navazuje vyšetření hodnotící funkční schopnosti. Neurologické vyšetření podle ASIA protokolu umožňuje stanovit úroveň léze i rozsah léze míchy. Ke stanovení rozsahu poranění míchy je používána škála AIS s označením stupňů A až E (Kříž, Chvostová, 2009).

Neurofyziologické vyšetření poskytuje včasnou diagnostiku neurologického deficitu u pacientů s poraněním míchy, kteří jsou nespolupracující či s poruchou vědomí. Jeho součástí je hodnocení motorických evokovaných potenciálů (MEP), somatosenzorické evokovaných potenciálů (SSEP) a elektromyografické (EMG) vyšetření. Pro hodnocení disability pacientů byla vytvořena škála SCIM. (Kříž, Chvostová, 2009).

2.5.8. Transverzální léze míchy

Léze míchy může být lokalizována do určité výškové oblasti, kde postihuje buď celý průřez míchy, nebo jeho část. V takových případech mluvíme o kompletní (úplné) nebo inkompletní (neúplné) transversální lézi (Kříž, Chvostová, 2009). Mícha může být absolutně dilaterovaná, nebo v důsledku sekundárních změn dochází až k její nekróze v důsledku ischémie. Jen v malém procentuálním zastoupení je mícha zcela anatomicky přerušena a úplná klinická ztráta funkcí je připisována sekundárním změnám, které jsou souhrnně označovány jako autodestruktivní. (Kříž, Chvostová, 2009).

Z hlediska globálních následků transversální léze míchy (dále také TLM) lze míchu přerozdělit na tři části. První část míchy nad úrovní jejího poškození má zachovanou funkci. Druhá část míchy v místě jejího léze je zničena a v jejím inervační oblasti je přítomna periferní paréza (může se jednat také o několik segmentů míchy). Třetí část míchy pod úrovní jejího poškození je kompletně zbavena spojení s mozkem a postupně se v jejím inervační oblasti vyvíjí spasticita míšních typu (Trojan et al., 2005).

2.5.9. Patofyziologické a funkční změny po transversální lézi míchy

Důkazem přerušení míchy je spinální šok definovaný jako přechodná fyziologická deprese sensorických a motorických funkcí, která je spojena s poruchou autonomní inervace bezprostředně po úrazu. Přítomna je náhlá ztráta funkcí pod úrovní poškození míchy (Trojan et al., 2005). Z hlediska funkce jednotlivých anatomických struktur (jader či drah) dochází k poruše jednotlivých motorických, senzitivních, autonomních funkcí (Ambler et al., 2008).

Spinální šok je stav dočasný, délka jeho trvání odeznívá postupně. Po úplné lézi míchy se volní činnost těch částí těla, které jsou jí inervované, se nikdy neobnoví. Místo nich se objeví pouze reflexní činnost míchy. Projevují se somatické a vegetativní reflexy, které však mají jinou intenzitu než před poraněním. Po dvou až třech týdnech se začínají objevovat následující změny. Přítomny jsou známky spasticity. Postupně se zvyšuje svalový tonus ve flexorech, i ve více flexorech, než i v extenzorech.

Svaly přesto zůstávají nadále dlouho hypotonické. Důvodem je, že napídací reflexy, které jsou hlavním zdrojem svalového tonu, jsou sníženy. Začínají se objevovat šlachově kosticové reflexy, dlouho však přetrvává hyporeflexe. Přítomny jsou spasmusy. Přetrvává úplná porucha aktivní volní hybnosti, bilaterální plegie, a úplná porucha citlivosti, anestezie pod místem léze. Mírně se zvýší tonus svalstva močového měchýře, při určitém stupni náplně se automaticky vyprazdňuje bez vlastní vůle pacienta. Jde o tzv. automatický měchýř, tento příznak je pokládán za projev míšního automatismu. Dalším z projevů míšního automatismu může být příznak "trojflexe" v kyčelním, kolenním a hlezenním kloubu, v nichž vzniká flexe na bolestivý podnět. Postupně se stav stabilizuje a formuje se obraz paraplegie. (Kolář et al., 2009)

2.6. Paraplegie

Paraplegie vzniká při transversální lézi míchy od segmentu C8 níže. Paraplegii lze diferencovat na vysokou a nízkou. Mícha je při vysoké paraplegii poškozena v segmentu Th1 - Th6, dochází k částečné ztrátě pohyblivosti trupu a úplné ztrátě pohyblivosti dolních končetin. Jedinec má zachovány citlivost od hrudníku nahoru, ale necítí si trup a dolní končetiny. O nízké paraplegii lze hovořit tehdy, pokud došlo k poranění míchy v segmentech Th7 a níže. V tomto případě dochází k úplné nebo částečné ztrátě pohyblivosti dolních končetin, od trupu nahoru je citlivost zachována úplně, na dolních končetinách je přítomna citlivost zachována jen částečně. (Ambler et al., 2008).

2.6.1. Paraplegie, její zdravotní důsledky a možná rizika

U pacientů, kteří jsou delší dobu po úrazu, se mohou vlivem poškození pohyblivosti, citlivosti a autonomních funkcí objevit různé specifické komplikace, a to v různé době od vzniku léze míchy (Kříž, 2009). Pacienti po poškození míchy vyžadují celoživotní dispenzarizace. Průřezový léze míchy může trvale ovlivňovat nejen specifické orgánové systémy přímo inervované a řízené postiženými segmenty míchy ale i celkový makroorganismus (Doležel, 2004). Stav pacientů po akutní pourazové rekonvalescenci a delšími či kratšími obdobími funkční stability přechází do fáze funkčního úpadku. (Doležel, 2004)

Vlivem ztráty pohybu dochází v měkkých tkáních a v kostech ke změnám v jejich složení. Nastává úbytek svalové hmoty, která je postupně nahrazována tukem. Odvápňují se kosti, což vede ke vzniku osteoporózy z inaktivity se zvyšuje se incidence zlomenin. Vlivem změn postury a pohybových stereotypů vzniká přetěžování určitých partií, s přibývajícím věkem se postupně rozvíjejí degenerativní změny. (Kříž, 2009)

Vyskytují se také paraartikulární osifikace, zapříčiňující omezení pohyblivosti v kloubu, v některých případech mohou měnit posturu sedu a zhoršovat samostatnost. (Kolář, 2009) Významným projevem je spasticita, kterou zapříčiňuje přerušeno vliv pyramidové dráhy na periferní motoneurony. (Kolář, 2009) Spasticitu charakterizuje zvýšený svalový tonus, hyperreflexe a klonus. Projevy spasticity jsou různé závažnosti a různé pacienta limitují. (Kříž, 2009) Po určité době se spasticita může zhoršovat, přičemž může vést až ke vzniku kontraktur a deformit. (Kolář et al., 2009)

V rámci kardiovaskulárního systému je u lidí s paraplegií častý výskyt ischemické choroby srdeční. Mezi rizikové faktory patří snížená fyzická aktivita, hypercholesterolemie, obezita, hypertenze, porucha glukózové tolerance, také psychosociální faktory, jako deprese a sociální izolace. Přibývání hmotnosti je častým problémem u lidí s paraplegií. Důvodem je především snížení energetického výdeje organismu vlivem hypokineze a změna metabolismu základních živin, která u člověka se sníženým objemem aktivní svalové hmoty probíhá. (Kříž, 2009)

Další autoři uvádějí urychlené stárnutí pacientů projevující se za 10 - 20 let po poranění míchy. Byl zaznamenán až o 200 % vyšší výskyt kardiovaskulárních onemocnění oproti populaci stejného věku bez TLM a až čtyřikrát vyšší výskyt diabetu u mužů s TLM. (Blackwell et al., 2001) Mezi další komplikace, které se vyskytují v dosti vysoké míře se řadí, komplikace urogenitálního systému, kožní systém je náchylný na dekubity, může být přítomna neuropatická bolest (Kříž, 2009).

2.7. Přehled možností léčby poranění

U poranění páteře je možné z hlediska vhodné léčby klást důraz zejména cíl navrácení pohyblivosti páteře a její ochranné funkce včetně nervových funkcí. Postup léčby je určen podle základní diagnózy na základě souboru možně využitelných zobrazovacích metod ve vztahu ke konkrétnímu pacientovi. Postup léčby je určený základní diagnózou. Cílem léčby je tak dosažení repozice, stabilizace a případně také dekomprese nervových funkcí. Podle typu a závažnosti poranění je možné postupovat v následné terapii a léčbě dvěma směry, a to buď konzervativním způsobem nebo radikálním způsobem ve formě operační léčby, stejně tak je možné postupovat v kombinaci s oběma způsoby lékařského řešení. (Krbec, 2008)

2.7.1. Konzervativní způsob léčby

Do této kategorie je možné zařadit funkční léčbu, léčbu ortézou, sádrovým korzetem, halo-fixací nebo halo-trakcí. Především se takto léčí fraktury bez neurologické léze, s menším stupněm instability. Toto se týká Th a L páteře používají se následující konkrétní metody: (Krbec, 2008)

- a) funkční léčba – je aplikována u některých poranění Th-L páteře. Principem rehabilitace kompresí nebo pro doléčení po operačním výkonu,
- b) Ortéza – je aplikována u Th, L páteře se užívají korzety zejména u klínových zlomenin s minimální kompresí nebo pro doléčení po operačním výkonu,
- c) Sádrové lůžko – je užíváno u Th-L přechodu, kdy se vymodeluje pacientovi ležícím na břiše, úkolem je udržet lordózu L páteře,

- d) Halo trakce – pro Th páteře sem náleží oboustranná Kirschnerova skeletální trakce za kondyly femuru.

2.7.2. Radikální způsob léčby – operativní léčba

Cílem operativního řešení je dosažení repozice, stabilizace a dekomprese.

Repozice

Cílem je obnovení vzájemného vztahu jednotlivých obratlů nebo tvaru těla obratle, provádí se buď náhradou obratle kostním štěpem nebo za pomoci ligamentotaxe, kdy se provádí lordotizace a lehká distrakce. Výsledek operativního řešení je sledován skiaskopicky v boční projekci, případně pooperačně perimyelografií, kdy je možno sledovat durální vak při dalších výkonech na obratlovém těle a kontrolovat neporušenost durálního vaku.

Stabilizace

Provádíme osteosyntézu, která umožňuje přemostění poraněného obratle. Přední osteosyntéza je ukotvena za obratlová těla, zadní je pak zakotvena za oblouky, pedikly nebo výběžky. Tento postup však zajistí pouze dočasnou stabilizaci. Trvalým způsobem je možné dosáhnout pouze zhojením zlomeniny, a to náhradou kostním štěpem nebo za pomoci transpedikulární spongioplastiky, což je patrné zejména u tříštivých zlomenin.

Dekomprese

Tato musí být zacílena podle příčiny. Pokud se jedná o útlak, tak fragmenty z obratlového těla se provádí ligamentotaxe, tedy odstranění úlomků nebo jejich vrácení zpět do obratlového těla. U porušení osy páteřního kanálu kyfotizací, která se vyskytuje obvykle u mnohočetných klínovitých zlomenin v hrudním úseku, tak v tomto případě se provádí lordotizace. U porušení osy transplancí, která nastává u luxačních zlomenin, se dekomprese docílí především repozicí. (Krbec, 2008)

3. ŘEHLED ZOBRAZOVACÍCH METOD HRUDNÍ A BEDERNÍ PÁTEŘE

Diagnostika a vyšetření u jednotlivých poranění je možné řadit podle klinického stavu pacienta. U pacienta, u kterého je podezření na poranění páteře musíme provést nejprve rentgenový snímek a podle aktuálního nálezu je pak pacient případně dále postoupen a poslán na další vyšetření, zejména CT nebo MR vyšetření. Z hlediska lékařské praxe je doporučeno zraněnou osobu uložit na transportní vozík s RTG transparentní deskou na základě čeho je snazší manipulace s pacientem a zejména odpadá potřeba ukládání pacienta na RTG stůl, což může jeho zdravotní stav zhoršit. Polytraumatizovaný pacient, který je v kritickém stavu může být poslán přímo na CT vyšetření, kde je provedeno pacientovi vyšetření celého trupu, a to zejména z důvodu přítomnosti možných mnohačetných poranění.

3.1. RTG skiografie

RTG záření představuje elektromagnetické vlnění, které dosahuje dálek okolo 10⁻⁹ m. Toto záření prochází hmotou i vakuem, jeho šíření je přímočaré, jeho intenzita slábne se čtverem vzdálenosti od zdroje záření. Pro účely praktické diagnostiky aplikujeme rentgenku jako zdroj umělého rentgenového záření. Toto RTG záření vzniká v rentgence prudkým zbržděním elektronů, které se pohybují vysokou rychlostí hmotou, jsou charakteristické vysokým atomovým číslem.

Z hlediska mechanismu fungování nejprve dochází k nažhavení katody. K tomuto dochází v případě, že je mezi katodu a anodu přiloženo napětí o desítkách až stovkách kV. Elektrony nacházející se okolo katody jsou pohybovány směrem k anodě, dojde k nárazu a jejich kinetická energie se změní v záření X. Výsledné záření X je buď:

- **brzdné** – toto je převažující, v tomto případě elektron změní směru letu a zpomalí, vzniklý rozdíl energie je přeměněn na záření různých vlnových délek,

- **charakteristické** – toto je tvořeno některými vlnovými délkami, je založeno na principu přeskoků elektronu na vrstvu blíže k jádru, přitom dojde k uvolnění nadbytku energie ve formě záření X.

Vzniklé záření X je využitelné pro diagnostické účely a je označováno jako primární záření. Jeho tvar je kuželový a v ose kužele probíhá jeho centrální paprsek. Ve hmotě, kterou je možné rozumět tělo pacienta, pak na základě jejího ozáření zářením dochází dále ke vzniku sekundárního záření. Toto sekundární záření se šíří všemi směry a negativním způsobem tak ovlivňuje kontrast a ostrost obrazových nálezů, je nutné jej redukovat.

3.2. RTG vyšetření páteře

Výhodou tohoto diagnostického vyšetření je zejména jeho dostupnost, stejně jako rychlost, nízké náklady na provedení tohoto typu vyšetření. Z hlediska provádění je většina případů RTG snímkování prováděno vleže, a to z hlediska struktury skeletu pacienta – jednotlivce. Podmínkou je to, že to musí pacientův zdravotní stav dovolovat a je nutné zhodnotit postavení páteře, v problémových případech provádíme RTG snímky ve vertikální poloze. Je nezbytné, aby na RTG snímku byly viditelné všechny obratle daného úseku páteře pacienta. Snímky bederní páteře představují velkou radiační zátěž, při provedení tří až čtyř snímků můžeme hovořit o tom, že odpovídají dávce CT vyšetření. Je nutné při vyšetření pracovat obezřetně, zejména při snímkování dětí a žen v reprodukčním věku, je také vhodné vykrýt genitál potřebnými ochrannými pomůckami. Funkční snímky jsou prováděny po vyhodnocení základních snímků a jsou užitečné při diagnostice instability páteře. (Vomáčka, 2012)

3.3. Projekce bederní páteře

Základní snímky jsou zhotovovány u pacienta vleže v předozadní a boční projekci. Na bederní páteři jsou možné numerické varianty, proto musí být zachycen Th12, stejně jako celá kost křížová, včetně křížokyčelních kloubů.

Z hlediska činnosti radiologického asistenta je v rámci přípravy nutné pacienta požádat o odložení oblečení do spodního prádla a odstranění kovových předmětů ze snímkové oblasti. Radiologický asistent dává pacientovi při expozici pokyny – nehýbat se, nadechnout, vydechnout a nedýchat. Pomůcky pro provedení tohoto vyšetření jsou polštářek pod hlavu a fixační pás.

Technologické vybavení zahrnuje snímkový stůl nebo vertigraf se sekundární clonou, případně je také možné použít speciální vyšetřovací komplet pro traumatologii v případě mnohočetných poranění pacienta, dále je to kazeta 15x40 cm, 20x40 cm nebo 30x40 cm uložená na výšku, řádně vyclonit, stranová značka P-L v kaudálním rohu kazety. Expoziční parametry v přibližném rozsahu v rozmezí 80-120 kV v závislosti na použitém přístroji, prováděné projekci a fyziologii konkrétního pacienta.

3.3.1. Předozadní projekce, tzv. ventrodorzální projekce

Je nutné nastavit pacienta do polohy vleže na zádech, pokrčené nohy k vyrovnání bederní lordózy, osa páteře musí být v ose stolu, kaudální okraj kazety pět centimetrů pod horním okrajem symfýzy, centrální paprsek kolmo na střed kazety a na pupek, vzdálenost OK 100 cm.

3.3.2. Boční projekce, tzv. laterolaterální projekce

Poloha pacienta je vleže na zádech, ruce nad hlavou, horizontálně sklopen svazek záření nebo poloha pacienta vleže na boku vertikálním paprskem, lehce pokrčené nohy, ruce složené před obličejem, vzdálenost OK 100 cm, dolní okraj kazety při kostrči, centrální paprsek kolmo na střed kazety a páteře, do výše hřebenů kostí kyčelních, stranová značka zrcadlově.

3.3.3. Th/L přechod, L/S přechod

Tyto úseky by měly být vidět na snímcích hrudní a bederní páteře. Po zhodnocení základních projekcí páteře lékařem lze na jeho vyžádání zhotovit snímky cílené.

3.4. Cílené projekce obratlů

Provádíme centrované snímky na určitý obratel, které jsou prováděny v předozadní a boční projekci, užívá se kazeta 18x24 cm nebo 24x30 cm, centrální paprsek kolmo na konkrétní obratel, vzdálenost OK 100 cm. Jsou indikované až po zhodnocení základních projekcí páteře lékařem.

3.4.1. Šikmá projekce, tzv. ventrodorzální projekce

Její využití je možné až následně jako kontrolní snímkování daného pacienta, není to při aktuálním traumatu. Vyšetření se provádí vleže na zádech se skloněním svaku záření o 30° laterálně, nebo nejprve na zádech a pak zdvižení jedné strany 30° nad úložnou desku stolu, pacienta podložit klínky, horní končetiny u hlavy, dolní okraj kazety při kostrči, centrální paprsek kolmo na střed kazety a páteře do výše hřebene kosti kyčelní, vzdálenost OK 100 cm.

3.4.2. Funkční snímky

Tyto jsou opětovně indikovány až jako kontrolní snímky nebo po zhodnocení základních projekcí lékařem. Nastavení pacienta ze strany radiologického asistenta je vestoje v předozadní projekci v maximálním úklonu doleva a doprava a v boční projekci v maximálním předklonu a záklonu. Kazeta 30x40 cm, kaudální okraj kazety 5 cm pod horním okrajem symfýzy, centrální paprsek kolmo na střed kazety, a to na pupek nebo do výše hřebenů kostí kyčelních, vzdálenost OK 100 cm.

3.4.3. Projekce kosti křížové

Běžně se zobrazí na předozadní a boční projekci bederní páteře. Při cíleném zobrazení těchto kostí postačí formát kazety 24x30 cm na výšku.

3.4.4. Předozadní projekce

Z hlediska radiologického pacienta je nastavení pacienta vleže na zádech, plosky nohou na desce stolu, dolní okraj kazety tři centimetr pod hrot kostrče, centrální paprsek těsně nad symfýzu a skloněný v úhlu až 45° kraniálně, vzdálenost OK 100 cm.

3.4.5. Boční projekce

Shodná s boční projekcí bederní páteře, centrální paprsek směřuje na horní okraj intergluteální rýhy, vzdálenost OK 100 cm, stranová značka zrcadlově.

3.5. Perimyelografie

Jedná se o zobrazovací metodu, která využívá RTG záření pro zobrazení obsahu páteřního kanálu při současné aplikaci kontrastní látky. Aplikace je lumbální cestou, a to po provedení lumbální punkce nebo prostřednictvím subokcipitální cesty, a to mezi C1 a C2. Jedná se o intervenční metodu a je možné ji vhodně nahradit MR vyšetřením, i proto se v současnosti používá jen ve výjimečných případech. Indikace perimyelografie zahrnuje potvrzení přítomnosti a zhodnocení charakteru a významnosti organické léze v oblasti míchy a páteřního kanálu. Toto vyšetření je prováděno jen v případech, kdy není možné použít CT nebo MR vyšetření, typickým důvodem je kontraindikace. (Ambler, 2011)

3.6. Konvenční tomografie

Vyšetření prezentuje postupné zobrazení jednotlivých vrstev snímkaného objektu, ostatní vrstvy jsou záměrně na snímku rozmazané. Zhotovování vrstevových snímků z principu vychází ze skiografie. Zobrazení je pouze jedné vrstvy a tímto potlačení sumace se děje pohybovým neostřením – rozmazáním tkání v jiných úrovních, než je zvolená vrstva. Na základě tohoto je možné na tomogramech zhodnotit jemnější detaily, než je možné na prostých snímcích.

Princip tohoto vyšetření spočívá na trvalé expozici, kdy se proti sobě rovnoměrně pohybují dvě ze tří složek tvorby rentgenového obrazu, jako je ohnisko, objekt, film, většinou rentgenka a kazeta s filmem. V různých průmětech se objekty uložené v rovině osy otáčení promítají stále do stejného místa, a proto jsou zobrazeny ostře. Objekty uložené mimo tuto rovinu se promítnou na různá místa filmu a jsou tudíž rozmazané.

Tomogramy se mají hotovit ve dvou na sobě kolmých projekcích. Radiologický asistent musí předně znát, kterou část těla je nutné vyšetřit a v jaké konkrétní projekci. Musí znát velikost pole, počet vrstev, stejně tak jejich tloušťku a odstupy. Velmi podstatný je úhel kyvu, určující jak silná vrstva objektu bude v tomogramu ostře zobrazena. Doba kyvu je základním expozičním faktorem při tomografii a musí se jí přizpůsobit expoziční hodnoty na rentgenovém přístroji.

Indikace při vyšetření představuje znázornění diskrétních linií lomu u fraktur, sekvestrů, ale i kostní matrix a ohraničení fokálních kostních lézí. Výhody tohoto vyšetření ve srovnání s počítačovou tomografií představují možnost zobrazení sagitálních nebo frontálních vrstev. Při zobrazení cervikokraniálního přechodu poskytuje někdy lepší diagnostickou informaci než sagitální CT rekonstrukce. K nevýhodám patří celková neostrost obrazu, protože úplně vyloučení efektu překrývání není možné. Z pohledu radiologického asistenta je příprava pacienta stejná jako u rentgenově-konvenčních vyšetření. V posledních letech význam tomografie klesá vlivem využívání stále dostupnější výpočetní tomografie a magnetické rezonance.

3.7. Výpočetní tomografie – CT vyšetření

Výpočetní tomografie, také CT vyšetření představuje zobrazovací metodu, která je koncipována na principu digitálního zpracování dat při průchodu rentgenového záření vrstvou v mnoha průměrech. Celý proces je založený na zeslabování svazku zařízení X při jeho průchodu vyšetřovaným pacientem. Je to tomografická metoda, kdy je celé CT vyšetření složeno z většího množství sousedních vrstev, které označujeme jako skeny o šířce 1 – 10 mm. (Nekula, 2005)

CT vyšetření jako zobrazovací metoda je rentgenologická vyšetřovací metoda s velmi velkým rozlišením. Oproti běžnému RTG vyšetření více než stonásobně. V porovnání s klasickým skenováním pomocí rentgenu, v tomto případě se získá umělý digitalizovaný obraz vytvořený počítačem a následně se s ním pracuje. Pro větší rozlišení obrazu se v některých případech používají kontrastní látky, což je specifikováno níže. (Nekula, 2005) CT princip spočívá ve

speciální dělicí dvojrozměrné rovině uvnitř pacienta. Tato rovinná část má výšku z . X-paprsky jsou využity k přechodu jen přes tuto oblast, tedy překrytí a rozptylový efekt jsou značně minimalizovány, ale ne úplně eliminovány. Konečná charakteristika tkání uvnitř skenovaného objemu je a zobrazena pro každý prostorový element přiřazením souřadnic x a y . Tento plošný element je označen jako pixel, což je obrazový element. Objem utvořený účinkem části mající určitou výšku z je pojmenován jako voxel, tzv. objemový element. (Nekula, 2005)

Při vyšetření je pacient zasunut do přístroje. Tomografické RTG zobrazení se docílí takovým způsobem, že vyšetřovaná oblast se prozáří X-zářením pod různými úhly v rozsahu $0 - 180 - 360^\circ$ v jedné rovině, takto získáme několik set projekcí. V přístroji po kruhové dráze kolem těla pacienta obíhá rentgenka a oproti umístěný detektor, vyšetřovaná tkáň prozařuje úzký svazek X-záření a po dopadu na detektor je zaznamenána intenzita a ta je převedena na elektrický signál (Nekula, 2005)

Zaznamenaná intenzita dopadajícího záření se vyhodnocuje a je vždy menší než

intenzita vyzářená z důvodu absorpce tkáně. Pak se metodou zpětné projekce provede rekonstrukce absorpční mapy, kdy takto vznikne hustotou obraz příčného řezu vyšetřovanou oblastí. Posouváním pacienta postupně, podélné a lineární, můžeme vytvořit řady obrazů příčného řezu, které při umístění vedle sebe vytvoří trojrozměrný tomografický obraz. Toto je možné pouze pomocí výkonného počítače, je to náročná výpočetní rekonstrukční procedura. (Nekula, 2005)

Hlavní výhodou CT vyšetření v komparaci s tradičním RTG skenováním je kromě

prostorového zobrazení i podstatně vyšší kontrast. Je se způsobeno principem zobrazení přechodovým řezem pomocí úzkého paprsku bez ovlivnění sousedních vrstev. Dalším důvodem lepšího zobrazení je elektronická detekce X-záření, která zachytí jemnější rozdíly a širší rozsah dynamiky jako klasický RTG film. Metody počítačové rekonstrukce a filtrace obrazu (nastavení jasu, kontrastu) jsou dalším důvodem výborného rozlišení. (Nekula, 2005)

Počítačová tomografie je vhodná zejména pro skenování tvrdých tkání, diagnostikování úrazů páteře, kostí lebky, změn mozku, důležitou roli má při diagnostikování různých nádorových onemocnění, je vhodná pro trojrozměrné snímkování srdce, s nižší dávkou ozáření pacienta jako u klasických RTG snímcích, ale jistá dávka ozáření je zde stále. Velkou výhodou je možnost získání vstupních dat pro tvorbu prostorových modelů 3D. Novější přístroje mají již v počítači nainstalován software, pomocí kterého se vybrané řezy v 2D převádějí na 3D model. (Nekula, 2005)

3.7.1. Princip CT vyšetření

Svazek záření, který vychází z rentgenky, je za pomoci clon zúžený do tvaru vějíře, šířka odpovídá šířce zobrazovací vrstvy. Toto záření prochází tělem pacienta a následně dopadá na detektory, které jsou umístěny na kruhové výseči naproti rentgence, kde je registrováno a převedeno na elektronický signál. Tento je poté digitálně odeslán ke zpracování do počítače. Během jedné expozice se systém v CT přístroji vzhledem k objektu – pacientovi otočí o 360 stupňů. V průběhu rotace jsou změřeny přibližně stovky dat každým detektorem a z nich poté počítač rekonstruuje obraz vyšetřované vrstvy. (Nekula, 2005)

Kvalita výsledného obrazu je ovlivněna kontrastem, což představuje rozdíl mezi denzitami jednotlivých tělních struktur. Odlišuje se histologickým charakterem tkáně, a také expozičními a rekonstrukčními parametry. Tyto parametry tedy nastavujeme s ohledem na radiační zátěž pro pacienta, ale také s ohledem na kvalitu výsledného obrazu části těla pacienta. Stejně jako u předchozího typu vyšetření u polytraumat aplikujeme kontrastní látku, která zajistí zvýšení kontrastu bez ovlivnění parametrů CT přístroje. (Ferda, 2009)

Tabulka 1: Protokol na vyšetření hrudní a bederní páteře

Nastavení	4-8detektorové CT	10-16detektorové CT	32-64detektorové CT
kV	120	120	120
rotační čas (s)	< 1	< 1	< 1
mAs	150-360	150-480	225-480
Efektivní mAs	250-400	250-400	250-400
Kolimace (mm)	1-2	0,625-1,5	0,6-1,2
Pitch faktor	0,6-1,5	0,6-1,5	0,9-1,5
Rekonstrukční přírůstek (mm)	2-3 Pro rekonstrukci 0,7	2-3 Pro rekonstrukci 0,6	2-3 Pro rekonstrukci 0,5
Ploušťka řezu (mm)	2 Pro rekonstrukci 1	2 Pro rekonstrukci 0,75	2 Pro rekonstrukci 0,6

Zdroj: Egermaierová, 2012

3.7.2. Role radiologického asistenta při CT vyšetření

Pacient je při tomto vyšetření vyšetřován vleže na zádech s podloženými nohama a horními končetinami nad hlavou. Je obnažen v oblasti skenování. CT vyšetření páteře je prováděno nativně. Nejprve je zhotoven digitální snímek vyšetřované oblasti, tzv. topogram, a to v sagitální rovině v rozsahu 2 – 3 segmentů, následně ve frontální rovině. Rentgenka ani detektory se nepohybují a pacient ležící na pohyblivém stole projede otvorem v gantry. Na získaném snímku se naplánuje rozsah vyšetření a orientace vrstev je obvykle rovnoběžná s vyšetřovaným obratlovým tělem. V průběhu skenování sklon roviny neměníme, a to proto, aby bylo možné případně provést následnou multiplanární rekonstrukci.

Standardní vyšetření jednoho meziobratlového prostoru musí zahrnout celou výšku intervertebrálního foramen, stejně jako výšku disku i přilehlé krycí destičky obratlů. Při podezření na frakturu obratle musí být v jedné rovině tělo, oblouk i trnový výběžek. Během vyšetření získáváme vrstevné obrazy téměř výhradně v axiální rovině, kdy je následně možné vytvořit rekonstrukce v libovolné rovině. V Th a L úseku je dokumentace zhotovována v měkko

tkáňovém okně 300-450/40-50 a ve skeletálním okně 1000-4000/300-600 (obr. č. 17). Vyšší centrace okna je nutná pro CT po perimyelografii, případně také u vyšetření s bolusem intravenózně podané kontrastní látky. Vyšetření je prováděno podle vyšetřovacího protokolu pro danou anatomickou oblast. Tyto protokoly obsahují technické údaje a konkrétní pracovní postupy pro jednotlivá vyšetření a podle konkrétního přístroje. Většinou jsou přednastaveny výrobcem přístroje, ale každé konkrétní pracoviště si může tyto protokolární parametry upravit.

3.7.3. CT páteře

Toto vyšetření má svoji specifickou hodnotu zejména v zobrazení páteřního kanálu. Je to důležité zejména u tříštivých zlomenin, kdy dochází ke kompresi míšních struktur. V rámci tohoto vyšetření je možné zobrazit také fraktury oblouků, pediklů a příčných výběžků, které jsou špatně viditelné z běžného snímku. CT je také využíváno u plánování před operačním výkonem podle potřeby u daného pacienta.

CT vyšetření je možné indikovat například u špatně viditelných oblastí, jako je konkrétně cervikothorakiální přechod na snímcích, které jsou určeny ke zhodnocení stability poranění před operací, pokud existují rozpory mezi pozitivními neurologickými symptomy a stabilního poranění, které je prokazatelné na snímcích, které jsou zaměřeny na určení typu zlomeniny nebo pokud chceme znát stav, velikost a orientaci pediklů. CT sice nezobrazí dostatečným způsobem míchu nebo ligamentózní struktury, ale podává informace o příčinách útlaku durálního vaku, konkrétně příkladně kostním fragmentem, hematodem nebo výhřez ploténky u daného pacienta. Součástí každého CT vyšetření by mělo být procedením topogramů, axiálních řezů, stejně jako sagitální rekonstrukce. (Černocho, 2000)

3.7.4. Topogram

Ve většině případů se provádí digitální topogram. U translačních zlomenin se doporučuje topogram koronární. Měl by zachycovat minimálně dva obratle a pod místem také léze.

3.7.5. Axiální řezy

V rámci klinické praxe se doporučuje tloušťka řezů 5 mm s překrytím 3 mm. Začátek by měl být v dolní části obratle nad místem léze a konec v horní části obratel pod místem léze tak, aby byly zachyceny i disky u pacienta. Gantry jsou přizpůsobeny tak, aby působily jako paralelní rovina řezů s rovinou krycích plotének obratle. U některých typů fraktur je nutné změnit sklon gantry během vyšetření. (Černocho, 2000)

3.7.6. Sagitální rekonstrukce

Ve většině případů se provádí rekonstrukce v mediální rovině, ale je možné ji určit z axiálních řezů, a to zejména v místě největšího zúžení kanálu. U laterálních tříštivých zlomenin je výhodná rekonstrukce v rovině parasagitální. Rekonstrukce nám zobrazí stranu zadní plochy obratlového těla. Koronární rekonstrukce je vhodná u translačních zlomenin pro zachycení vzájemného posunu obratlů. (Černocho, 2000)

3.8. Příprava na vyšetření z hlediska radiologického asistenta

Je nutné pacientovi doporučit již předem, aby minimálně dvě hodiny před vyšetřením nic nejedl. Pokud se vyšetřují i některé specifické oblasti, tak není možné ani pít. Před vstupem do vyšetřovny je nutné odložit si všechny kovové předměty, stejně jako například brýle nebo elektronické přístroje, apod. stejně tak například ženy nesmí být na vyšetření nalíčené, a to z důvodu, že některé kosmetické přípravky mohou obsahovat částičky kovu. Radiologický asistent uloží pacienta na vyšetřovací stůl. Na vyšetřovanou oblast se přikládá tzv. cívka, která je určena pro zobrazení sledované oblasti. Doba vyšetření je variabilní, je odvozena od dané oblasti těla, přitom rozsah je mezi 15 až 40 minutami.

V průběhu vyšetření se objevují zvuky bouchání, které vydává přístroj a z tohoto důvodu radiologický asistent dává pacientovi sluchátka. Stejně tak

radiologický asistent dává pacientovi do ruky balonek, který je určen pro přivolání radiologického asistenta v případě nutné potřeby. Je nezbytné, aby byl pacient radiologickým asistentem poučen o tom, že po dobu vyšetření se nesmí hýbat a musí být v klidu. Jakýkoliv pohyb může snímek znehodnotit a je nutné pak celé vyšetření opakovat opětovně. U dětských pacientů je možné použití anestezie pro cílené uklidnění dětského pacienta za účelem vyšetření. Je také nutné uvést, že při některých vyšetřeních jsou pacientům podávány kontrastní látky do žíly, ovšem jedná se o specifická vyšetření a o indikaci kontrastní látky rozhoduje vždy lékař.

Pacient je vyšetřovaný vleže na zádech s podloženými nohama a s horními končetinami nad hlavou. Pacient je obnažený v oblasti skenování. CT páteře je prováděno nativně. Nejprve je zhotoven digitální snímek vyšetřované oblasti, tzv. topogram, v sagitální rovině v rozsahu 2-3 segmentů, posléze ve frontální rovině. Rentgenka ani detektory se nepohybují a pacient ležící na pohyblivém stole projede otvorem v gantry. Na získaném snímku se naplánuje rozsah vyšetření a orientace vrstev obvykle rovnoběžně s vyšetřovaným obratlovým tělem. Během skenování sklon roviny neměníme, aby bylo případně možné provést následnou multiplanární rekonstrukci. Vyšetření je prováděno podle vyšetřovacích protokolů pro danou anatomickou oblast. Protokoly obsahují technické údaje a pracovní postupy pro jednotlivá vyšetření a konkrétní přístroj. Většinou jsou přednastavené výrobcem přístroje, ale každé pracoviště si je může následně upravit.

3.9. Magnetická rezonance

Zobrazování magnetickou rezonancí (dále také MR) je koncipováno na principu zjišťování změny magnetických momentů prvků s lichým protonovým číslem uložených v silném statistické magnetovém poli po aplikaci radiofrekvenčních pulsů. (Nekula, 2005) MR tomografie je zobrazovací metoda, je to neinvazivní měřící technika na bázi jaderné magnetické rezonance. Snímky vznikají na zcela rozdílném fyzikálním principu, na jakém je založena absorpce rentgenového záření. Intenzita vzniklého obrazu představuje schopnost

některých atomových jader pohltit vysokofrekvenční energii, v rozmezí krátkých a velmi krátkých rádiových vln. (Nekula, 2005)

Tak jako v rentgenovém zobrazování nebo ultrazvukové technice je intenzita zobrazovaného tkáně funkcí atomové hustoty. Hlavní rozdíl je v kontrastu, který je ovlivněn velkým počtem fyzikálních veličin. Jednou z nejvýznamnějších veličin je relaxační proces vyjadřující schopnost atomů přemísťovat absorbovanou

energii. Obraz vzniklý magnetickou rezonancí se svým rozsáhlým informačním obsahem výrazně odlišuje od snímků vzniklých rentgenovým nebo ultrazvukovým skenováním. V MR zobrazování se většinou zobrazují atomy vodíku $1H$, jejich prostorová distribuce. Atom vodíku je nejvíce se vyskytujícím prvkem v lidském organismu a z hlediska jaderné magnetické rezonance je také nejsnáze měřitelným prvkem. Vhodnou volbou zobrazovací metody se ovlivňuje kontrast mezi normální a patologickou tkání. (Nekula, 2005)

Změna kontrastu je ovlivněna mikrostrukturou skenovaného tkáně a fyzikálně chemickými vlastnostmi tohoto tkáně. Skenování pomocí MR poskytuje jedinečné možnosti při zobrazování řezů nebo celých objemů lidského těla v libovolné orientaci bez změny polohy pacienta. Svou mnohostranností, citlivostí a nezávadností spolu s vynikající rozlišovací schopností se MR tomografie zařadila mezi nejvýznamnější inovace v medicíně v 20. století a můžeme konstatovat, že svůj nezastupitelný význam v rámci diagnostiky má také v medicíně 21. století. (Nekula, 2005)

Princip magnetické rezonance je založen na schopnosti atomových jader nacházejících se ve standardním magnetickém poli pohltit energii tohoto pole. Toto probíhá jen u atomových jader, které mají ne nulový náboj a zároveň nenulový magnetický moment. Jádro vodíku, respektive proton vodíku má největší magnetický moment. Proton vodíku se v lidském organismu vyskytuje nejvíce, a proto je nejvhodnějším jádrem pro zobrazování MR. Magnetické momenty jader vodíku jsou náhodně orientované v prostoru, z toho důvodu jako celo makroskopický, objekt, čili část těla pacienta nepředstavuje magnet. Pokud uložíme objekt - pacienta do přístroje MRI-skeneru, do statického magnetického

pole, dojde k částečnému uspořádání jader a tím k jeho slabému zmagnetizování. (Nekula, 2005)

Ozáření objektu vysokofrekvenčním elektromagnetickým polem určité frekvence způsobí, že vyslaný impuls (fotony) se srazí s protonem vodíku, který přijme energii vyslaného impulzu a tímto se proton vychýlí. Proton se snaží zbavit přebytečné energie vysláním fotonu, aby se mohl vrátit do svého původního stavu. Foton, který byl vyslán protonem je zaznamenán a nese informace o struktuře a funkci skenovaného tkáně. Signály z iontů v magnetickém poli zaznamenává přístroj. Pomocí složité výpočetní techniky jsou tyto údaje zpracovávány a výsledkem je obraz. (Nekula, 2005)

MR přístroj je složen z magnetu, který může mít různé síly magnetického pole, dále je složen z Radiové vysílače, radiofrekvenční přijímací cívky a výkonného počítače. Musí mít pracovní stanici a dokonalý post processingový systém zpracování dat. Vnitřek magnetu tvoří tzv. tunel, do kterého je během vyšetření uložen pacient. (Nekula, 2005)

3.9.1. MR vyšetření a role radiologického asistenta

Vyšetření MR přístrojem trvá v rozmezí 15 minut až do jedné hodiny, v závislosti

na rozsahu vyšetření, toto vyšetření je pro pacienta nebolestivé. V některých případech se při vyšetření používají kontrastní látky. Tyto látky jsou důvodem zkrácení relaxačních časů protonů v okolí. Skenování magnetickou rezonancí se doporučuje pro všechny orgány, tímto způsobem se vyšetřuje mozek, cévy, páteř, břicho, hrudník, zjišťuje se výskyt různých zánětů a nádorů. Pokud je u těhotných žen nedostačující vyšetření pomocí ultrazvuku, lze je vyšetřit a zobrazit

plod pomocí magnetické rezonance. (Nekula, 2005)

Nevýhodou této metody je vysoká hlučnost přístroje při vyšetřování pacienta, který je umístěn v tunelu. Z tohoto důvodu se pacientovi nasazují sluchátka, do kterých se mu pouští hudba, případně se k němu pomocí těchto sluchátek promlouvá lékař. Další nevýhodou metody skenování pomocí MRI a CT spočívá v tom, že někteří pacienti mají strach nechat se diagnostikovat v tomto přístroji,

respektive v "tunelu" buď metodou MRI, nebo CT z důvodu strachu z úzkých, stísněných prostor. (Nekula, 2005)

Nosnost lehátek byla v minulosti na starších přístrojích MRI a CT omezena na 120 kg, což byla další nevýhoda. Dnešní výrobci MRI a CT přístrojů udávají nosnost lehátek 150 kg pro evropský trh a 180 kg pro americký trh. Vyšetření pomocí MRI je nemožné u pacientů s kovovými implantáty a u pacientech s implantovaným kardiostimulátorem. Také do místnosti, kde se nachází přístroj MR, je zakázáno vjet s kovovými předměty. Rekonstrukce a analýza MR signálu se uskutečňuje pomocí matematického postupu Fourierovou transformací. Jednotlivým frekvenčním složkám se určí velikosti a fáze a na rekonstrukci obrazu se použijí vypočtené hodnoty. Výstupem z této metody skenování tkání je série řezů 2D, z nichž se v počítači pomocí vhodného programu vytvoří 3D obraz. (Nekula, 2005)

3.9.2. MR vyšetření páteře

Z hlediska indikace MR vyšetření je možné uvést, že zobrazuje onemocnění mozku, míchy a páteře, stejně jako poruchy muskuloskeletálního systému. Z tohoto důvodu rozlišujeme stupně závažnosti myelopatie, jako kompletní přerušení míchy, závažné ložiskové parenchymové krvácení do míchy, potenciálně reverzibilní petechiální krvácení, potenciálně reverzibilní edém a přímý útlak míchy bez signálových změn. U pacientů, kteří jsou v chronickém stádiu o prodělaném zranění páteře nebo polytraumatech s následným pozdním zhoršováním, neurologické symptomatologie se MR nejvhodněji uplatňuje v diferenciaci příčin, jako jsou především kanalikulární stenóza, atrofie míchy, myelomalácie a posttraumatická syringohydromyelie (Černocho, 2000)

Základní zobrazení je v sagitální rovině, a také ve vybraných transverzálních rovinách, v některých případech jsou doplněny také o koronální roviny. Mimo základních T1 a T2 vážených obrazů jsou rozhodující také sekvence s potlačením tuku u konkrétního pacienta. 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 dřeně 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)

3.9.3. MR vyšetření a jeho specifika i ve vztahu k radiologickému asistentovi

Pokud se provádí vyšetření nativně, není v podstatě žádná zásadní příprava nutná. Při příchodu musí radiologický asistent zkontrolovat pacientovu žádanku a musí dát pacientovi přečíst s vyplnit informovaný souhlas, který se vztahuje k jeho anamnéze a možných kontraindikací při vyšetření. Pokud není pacient způsobilý k vyplnění dotazníku, nezbytné, aby potřebné údaje byly součástí žádanky k vyšetření.

Kontraindikace k MR vyšetření jsou zejména:

- Existence kardiostimulátoru nebo kochleárního implantátu,
- Kovové materiály v těle, konkrétně pak feromagnetické jako je osteosyntéza, protézy, insulinové pumpy, stomatologické implantáty, nitroděložní tělíška a další.
- Prodělané srdeční, cévní nebo mozkové operace z důvodu přítomnosti kovových svorek,
- Cizí tělesa v těle pacienta v souvislosti například s úrazem pacienta,
- Psychické překážky, typicky klaustrofobie,
- První trimestr těhotenství.

V případě, že má pacient kompatibilní kardiostimulátor, který je modifikovaný v kompatibilním MR režimu, musí mít pacient potvrzení od ošetřujícího lékaře. Neměl by však být přímo zobrazovaná oblast hrudníku. (Seidl, 2012) Můžeme hovořit o tom, že v současnosti již existují kardiostimulátory, u kterých je možno snímat celou páteř. Pokud je pacient neklidný nebo nespolupracující, tímto jsou myšleni zejména dětští pacienti, je možné podat analgosedaci nebo je možné uplatnit celkovou anestezii.

Radiologický asistent požádá pacienta, aby si odložil všechny kovové předměty z těla a oblečené 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 radiologickým asistentem. (Seidl, 2012)

3.10. Scintigrafie páteře

Jedná se o metodu nukleární medicíny, která je koncipována na principu zobrazení distribuce radiofarmaka do skeletu a odhalení intenzity kostního metabolismu u patologických ložisek, kde dochází k přestavbě kostní tkáně. Takové ložisko se manifestuje zvýšenou akumulací ve srovnání s okolní tkání. Tato metoda je z hlediska poranění páteře indikována především u neprokázaných zlomenin z RTG vyšetření. 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 nepřilíš specifická (Seidl, 2012).

4. DISKUZE

Při poranění hrudní a bederní páteře se diagnostika stále dělí do dvou hlavních skupin podle typu a tím pádem i závažnosti poranění.

U méně závažných typů poranění je RTG snímek stále metodou, která se používá jako první. Je to hlavně z důvodu jeho dobré dostupnosti, nižší nákladovosti než u ostatních vyšetření a také rychlosti jakou se dá snímek pořídít. Podle výsledku vyšetření se poté případně přistupuje k dalším diagnostickým metodám jako je CT nebo MR.

U pacientů s polytraumaty by se měla vyšetřovat páteř v celém svém rozsahu, k čemuž využíváme CT – důvodem je rychlost vyšetření které ale zároveň přehledně zobrazuje podstatné poranění a poškození páteře i dalších tělesných struktur.

Jedním z důležitých bodů úspěšného nakládání s pacientem, který utrpěl těžké poranění páteře je samozřejmě včasné poskytnutí pomoci, vyhnutí se zbytečné neodborné manipulaci a na neposledním místě správné zhodnocení jeho stavu a bezpečné dopravení pacienta do nejbližšího nemocničního zařízení se specializovaným traumacentrem, kde mu bude poskytnuta ta nejlepší komplexní péče.

Spousta poranění je ohrožováno pozdními následky zejména z důvodu nediodnostikovaných či pozdě diagnostikovaných poranění.

Pacienti bývají často zbytečně převáženi do nedostatečně vybavených nemocničních zařízení, kde je s nimi ne zcela vhodně zacházeno a to má doapd na zhoršování jejich zdravotního stavu.

Správná a včasná diagnostika je tedy zásadní pro další průběh léčby a samotné vyléčení a uzdravení pacienta pokud možno s bez následků a role radiologického asistenta je jedna z těch, která ji může ovlivnit.

5. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo formulovat konkrétní přehled zobrazovacích metod, jejich principy, stejně jako specifické činnosti radiologického asistenta u těchto typů poranění v rámci jednotlivých zobrazovacích metod. Jak bylo uvedeno v teoretické části práce, zabývali jsme se jak anatomickým vymezením hrudní a bederní páteře, ale také problémy a traumaty hrudní a bederní páteře s ohledem na jejich klasifikaci a stabilitu páteře daného jednotlivce. Například nativní RTG a CT vyšetření jsou u traumat páteře poměrně často užívanou diagnostickou metodou. MR vyšetření poskytuje doplňující informace, které se týkají zasažení a postižení měkkých struktur za předpokladu, že se vyskytnou neurologické symptomy a je v tomto ohledu nutné toto řešit, tak tato metoda se jeví jako velmi efektivní.

Myelografie a scintigrafické vyšetření jsou z hlediska poranění páteře okrajovými zobrazovacími metodami, které jsou používány spíše ve výjimečných případech, proto se také jimi v popisu a ve specifikaci zabýváme jen rámcově. Musíme uvést, že u těchto typů poranění nelze ihned s jistotou určit, o jaké změny se jedná, zda jsou vratného nebo nevratného charakteru, toto je možné určit právě zejména za pomoci uvedených zobrazovacích metod, a také s určitým časovým odstupem.

Poranění hrudní a bederní páteře jsou závažná poranění, a to zejména proto, že při současném poranění páteře, a také při poškození míchy může dojít během krátkého časového úseku k okamžité částečné nebo trvalé invaliditě zraněné osoby a na základě tohoto dochází k radikálním změnám v životě postiženého jednotlivce. V tomto ohledu správná diagnostika a použití vhodných metod zásadní. Stejně tak je důležitá role radiologického asistenta, který musí být správně odborně vybaven, ale také musí být schopen efektivně komunikovat s pacientem a instruovat jej při vyšetření, a také odborně a rychle provádět úkony, které vedou k rychlé diagnostice poranění páteře v hrudní a bederní oblasti.

Význam zobrazovacích metod je také důležité v průběhu léčby nebo po terapii, a také je to vhodná metoda vedoucí směřující k plánování operačních výkonů u

konkrétního pacienta. Užití zobrazovacích metod, jako jsou skiografie, skiaskopie, výpočetní tomografie, magnetická rezonance, případně scintigrafie, je při diagnostice traumat nezbytné, neboť poskytují důležitou informaci o charakteru, lokalizaci a rozsahu poranění. Zvolení vhodné zobrazovací metody nebo souboru metod je v kompetenci lékaře. Radiologický asistent, který ve většině případů pracuje samostatně, je pak zodpovědný za odborné a rychlé provedení vyšetření, jak už bylo uvedeno výše. Správným provedením se zamezí případnému opakování vyšetření, vyšší radiační zátěži pro pacienta a minimalizuje se riziko nesprávně určené diagnózy. Na kvalitu zobrazovacích metod a lékařské péče má vliv také modernizace a technologický rozvoj zobrazovacích přístrojů zobrazovacích metod, a proto se musí radiologičtí asistenti stále vzdělávat. Můžeme předpokládat, že technologický rozvoj bude mít i nadále stále významný vliv na efektivitu a nové možnosti vybraných zobrazovacích metod.

6. 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.

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

ČIHÁK, R. *Anatomie 1. 2. vyd.* Praha: Grada, 2001. 497 s. ISBN 80-7169-970-5.

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

DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009a. 532 s. ISBN 978-80-247-3240-4.

DYLEVSKÝ, I. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009b. 180 s. ISBN 978-80-247-1648-0.

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.

CHUDÁČEK, Z. *Radiodiagnostika 1. 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

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

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.

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

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

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

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

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