

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2022**

**David Šebesta**

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví (B5345)

**David Šebesta**

Studijní obor: Radiologický asistent

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


**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: Ing. Petra Smetáková

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 31. 3. 2022



.....

podpis

## **Abstrakt**

Příjmení a jméno: Šebesta David

Katedra: Katedra záchranářství, diagnostických oborů a veřejného zdravotnictví

Název práce: Radiodiagnostické zobrazovací metody při poranění krční, hrudní a bederní páteře, algoritmy vyšetření a úloha radiologického asistenta při jejich provedení

Vedoucí práce: Ing. Petra Smetáková

Počet stran – číslované: 65

Počet stran – nečíslované: 21

Počet příloh: 1

Počet titulů použité literatury: 24

Klíčová slova: páteř, poranění páteře, rentgenové vyšetření, výpočetní tomografie, magnetická rezonance

### **Souhrn:**

Bakalářská práce se zabývá traumatickými poraněními páteře a zobrazovacími metodami užívanými při jejich diagnostice. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část je zaměřena na anatomický popis páteře, poranění páteře, užívané zobrazovací metody, průběhy jednotlivých vyšetření a roli radiologického asistenta při těchto vyšetřeních. Praktická část je zaměřena na analýzu souboru pacientů s traumatickým poraněním páteře a statistické zpracování získaných dat dle předem daných kritérií jako jsou pohlaví, věk, použité zobrazovací metody atd.

## **Abstract**

Surname and name: Šebesta David

Department: Department of paramedic science, medical diagnostics and public health

Title of thesis: Radiodiagnostic methods used in imaging of cervical, thoracic and lumbar spine injuries, the algorithms of these examinations and role of radiology assistant during these examinations

Consultant: Ing. Petra Smetáková

Number of pages – numbered: 65

Number of pages – unnumbered: 21

Number of appendices: 1

Number of literature items used: 24

Keywords: spine, spine injuries, x-ray examination, computed tomography, magnetic resonance imaging

### Summary:

This bachelor's thesis deals with traumatic spine injuries and diagnostic methods used in their imaging. The thesis consists of a theoretical part and a practical part. The theoretical part is focused on anatomical description of spine, traumatic injuries, diagnostic methods, algorithms of the examinations and the part of radiology assistant during these examinations. The practical part is focused on analysis of group of patients with traumatic spine injuries and statistical elaboration of acquired data according to given criteria such as sex, age, used diagnostic methods etc.

## **Poděkování**

Děkuji Ing. Petře Smetákové za odborné vedení práce, poskytování rad a cenné připomínky při tvorbě této práce. Dále děkuji MUDr. Filipu Heidenreichovi za pomoc při sběru informací a poskytnutí materiálních podkladů pro praktickou část práce.

# OBSAH

SEZNAM GRAFŮ .....	10
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	11
SEZNAM TABULEK .....	12
SEZNAM ZKRATEK .....	13
ÚVOD.....	15
TEORETICKÁ ČÁST .....	16
1 ANATOMIE PÁTEŘE .....	16
1.1 Stavba páteře.....	16
1.2 Anatomie obratlů .....	16
1.2.1 Krční obratle .....	17
1.2.2 Hrudní obratle.....	17
1.2.3 Bederní obratle .....	17
1.2.4 Křížové obratle .....	17
1.2.5 Kostrční obratle .....	17
1.3 Spojení na páteři .....	18
1.4 Zakřivení páteře .....	18
1.5 Pohyblivost páteře.....	18
1.6 Mícha .....	19
2 PORANĚNÍ PÁTEŘE .....	20
2.1 Epidemiologie .....	20
2.2 Klasifikace poranění páteře .....	20
2.3 Poranění krční páteře .....	21
2.3.1 Poranění z hyperflexe (46–79 %) .....	21
2.3.2 Poranění z hyperextenze (20–38 %).....	22
2.3.4 Poranění při flexi a rotaci (12 %) .....	23
2.3.5 Poranění při vertikální kompresi (4 %) .....	23
2.3.7 Zlomeniny atlasu (C1).....	24
2.3.8 Zlomeniny dens axis (C2).....	24
2.5 Poranění hrudní a bederní páteře .....	25
2.5.1 Poranění typu A – kompresní poranění .....	25
2.5.2 Poranění typu B – distrakční poranění .....	26
2.5.3 Poranění typu C – rotační poranění .....	26
2.5.4 Luxační a subluxační poranění .....	26
2.6 Poranění míchy .....	27
3 ZOBRAZOVACÍ METODY .....	28

3.1	Skiagrafické snímkování (RTG).....	28
3.1.1	Princip metody.....	28
3.1.2	Projekce krční páteře .....	30
3.1.3	Projekce hrudní páteře .....	32
3.1.4	Projekce bederní páteře .....	33
3.1.5	Projekce na křížovou kost a kostrč .....	34
3.1.6	Algoritmus RTG vyšetření a úloha radiologického asistenta .....	35
3.2	Výpočetní tomografie (CT).....	37
3.2.1	Princip metody.....	37
3.2.2	Algoritmus CT vyšetření a úloha radiologického asistenta.....	39
3.3	Magnetická rezonance (MRI) .....	41
3.3.1	Princip metody.....	41
3.3.2	Algoritmus MRI vyšetření a úloha radiologického asistenta .....	44
3.4	Scintigrafie.....	46
3.4.1	Princip metody.....	46
3.4.2	Algoritmus scintigrafického vyšetření a úloha radiologického asistenta .....	46
	PRAKTICKÁ ČÁST .....	47
4	CÍL A ÚKOLY PRÁCE .....	47
4.1	Hlavní cíl.....	47
4.2	Dílčí cíle.....	47
5	METODIKA PRÁCE .....	48
6	HYPOTÉZY A VÝZKUMNÉ OTÁZKY .....	49
6.1	Hypotézy pro kvantitativní výzkum .....	49
6.2	Výzkumné otázky pro kvalitativní výzkum.....	49
7	CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU .....	50
8	KVANTITATIVNÍ VÝZKUM – ANALÝZA SOUBORU A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ.....	51
8.1	Rozdělení pacientů podle pohlaví.....	51
8.2	Rozdělení pacientů podle věku .....	53
8.3	Rozdělení pacientů podle postiženého úseku páteře.....	55
8.4	Rozdělení pacientů podle úrazové diagnózy.....	57
8.5	Rozdělení vyšetření podle použité zobrazovací metody.....	59
8.6	Rozdělení pacientů podle zobrazovací metody první volby .....	61
8.7	Rozdělení pacientů podle doplňující zobrazovací metody .....	62
9	KVALITATIVNÍ VÝZKUM – SOUBOR KAZUISTIK.....	63
9.1	První kazuistika.....	64
9.2	Druhá kazuistika .....	66



9.3	Třetí kazuistika .....	68
9.4	Čtvrtá kazuistika .....	70
9.5	Pátá kazuistika .....	72
	DISKUZE .....	74
	ZÁVĚR .....	80
	SEZNAM LITERATURY .....	81
	SEZNAM PŘÍLOH .....	84
	PŘÍLOHY .....	85

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Podíl mužů a žen ve zkoumaném souboru.....	51
Graf 2: Rozdělení pacientů podle věku .....	53
Graf 3: Rozdělení pacientů podle postiženého úseku páteře .....	55
Graf 4: Četnost diagnóz u pacientů .....	58
Graf 5: Rozdělení vyšetření podle použité zobrazovací metody.....	59
Graf 6: Zobrazovací metoda první volby .....	61
Graf 7: Nejčastější doplňující zobrazovací metoda.....	62

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Projekce C-páteře dle Sandberga .....	30
Obrázek 2: AP projekce C-páteře .....	30
Obrázek 3: Pravá šikmá projekce C-páteře .....	31
Obrázek 4: Bočná projekce C-páteře .....	31
Obrázek 5: Bočná projekce Th-páteře .....	32
Obrázek 6: AP projekce Th-páteře .....	32
Obrázek 7: Šikmá projekce .....	34
Obrázek 8: Bočná projekce L-páteře .....	34
Obrázek 9: AP projekce L-páteře .....	34
Obrázek 10: Bočná projekce na křížovou kost a kostrč .....	35
Obrázek 11: AP projekce na křížovou kost a kostrč .....	35
Obrázek 12: CT vyšetření C-páteře s frakturou C1, transversální řez .....	64
Obrázek 13: MRI vyšetření C-páteře s frakturou C1, sagitální řez .....	65
Obrázek 14: RTG vyšetření C-páteře s fixací, bočná projekce .....	65
Obrázek 15: MRI vyšetření C-páteře s frakturou C2, sagitální řez .....	66
Obrázek 16: RTG vyšetření C-páteře s fixací C1–C2, bočná projekce .....	67
Obrázek 17: CT vyšetření C-páteře, sagitální řez .....	67
Obrázek 18: Kontrolní CT vyšetření Th-páteře, sagitální řez .....	68
Obrázek 19: CT vyšetření Th-páteře, sagitální řez .....	68
Obrázek 20: RTG vyšetření Th- páteře s fixací, AP projekce .....	69
Obrázek 21: RTG vyšetření Th-páteře s fixací, bočná projekce .....	69
Obrázek 22: MRI vyšetření C-páteře s frakturou C4– C6, sagitální řez .....	70
Obrázek 23: CT vyšetření C-páteře s frakturou C4– C6, sagitální řez .....	70
Obrázek 24: RTG vyšetření vyšetření C- páteře se skoliózou, AP projekce .....	71
Obrázek 25: RTG vyšetření vyšetření C-páteře se skoliózou, bočná projekce .....	71
Obrázek 26: RTG vyšetření L-páteře s frakturou L3, bočná projekce .....	72
Obrázek 27: RTG vyšetření L-páteře s frakturou L3, AP projekce .....	72
Obrázek 28: CT vyšetření L-páteře s frakturou L3, sagitální řez .....	73

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Typy poranění krční páteře způsobených hyperflexí .....	21
Tabulka 2: Typy poranění krční páteře způsobených hyperextenzí .....	22
Tabulka 3: Typy poranění krční páteře způsobených flexí a rotací .....	23
Tabulka 4: Typy poranění krční páteře způsobených vertikální kompresí .....	23
Tabulka 5: Zlomeniny atlasu dle Gehweilera.....	24
Tabulka 6: Zlomeniny dentu dle Andersona .....	24
Tabulka 7: Magerlova AO-ASIF klasifikace.....	25
Tabulka 8: CT protokoly pro vyšetření páteře.....	40
Tabulka 9: MR protokoly pro vyšetření páteře .....	45
Tabulka 10: Podíl mužů a žen ve zkoumaném souboru .....	51
Tabulka 11: Rozdělení pacientů podle věku.....	53
Tabulka 12: Rozdělení pacientů podle postiženého úseku páteře .....	55
Tabulka 13: Úrazové diagnózy podle Mezinárodní klasifikace nemocí .....	57
Tabulka 14: Četnost diagnóz v souboru pacientů.....	57
Tabulka 15: Rozdělení vyšetření podle použité zobrazovací metody .....	59
Tabulka 16: Zobrazovací metoda první volby.....	61
Tabulka 17: Nejčastější doplňující zobrazovací metoda .....	62

## SEZNAM ZKRATEK

AO-ASIF.....	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen – Association for the Study of Internal Fixation
AG.....	angiografie
AP .....	anteroposterior
C- .....	cervikální
cm.....	centimetr
CT .....	computed tomography
CTDI .....	computed tomography dose index
C/Th .....	cervicothorakální
DECT .....	dual energy computed tomography
DSCT .....	dual source computed tomography
FOV .....	field of view
HDP .....	hydroxydifosfonát
HU.....	Hounsfield unit
i.v. ....	intravenózně
kV.....	kilovolt
L-.....	lumbální
LS.....	lumbosakrální
mAs.....	miliampérsekunda
MDCT .....	multi detector computed tomography
MDP.....	methylendifosfonát
MKN .....	mezinárodní klasifikace nemocí

mm ..... milimetr

MR ..... magnetická rezonance

MRI ..... magnetic resonance imaging

PA ..... posteroanterior

PD ..... proton density

proc. .... processus

RTG ..... rentgen

SI ..... sakroiliakální

STIR ..... short tau inversion recovery

TE ..... time to echo

Th- ..... thorakální

Th/L ..... thorakolumbální

TR ..... time to repeat

TSE ..... turbo spin echo

WHO ..... world health organisation

# ÚVOD

Pro tuto bakalářskou práci bylo zvoleno téma Radiodiagnostické zobrazovací metody při poranění krční, hrudní a bederní páteře, algoritmy vyšetření a úloha radiologického asistenta při jejich provedení. Poranění páteře patří mezi nejzávažnější poranění, která mohou mít pro člověka fatální následky. Podle Světové zdravotnické organizace k úrazům páteře nejčastěji dochází při dopravních nehodách, pádech z výšky nebo při násilných činech, postihují všechny věkové skupiny a několikanásobně při nich stoupá riziko předčasného úmrtí. (1)

Poranění páteře vznikají, pokud je přetížena odolnost páteře, nejčastěji z mechanických příčin. Samotné poškození kostěných struktur páteře může být spojeno s poškozením okolních vazivových struktur nebo s poškozením míchy, což s sebou přináší řadu neurologických potíží. Klíčovou roli ve správné diagnostice poranění a následné léčbě hrají zobrazovací metody.

Zobrazovací metody umožňují zobrazení kostí, vnitřních orgánů a jiných struktur lidského těla a v dnešní době mají v diagnostice nezastupitelné místo. Mezi nejčastěji využívané zobrazovací metody patří rentgenové vyšetření, vyšetření výpočetní tomografií a vyšetření magnetickou rezonancí. Vyšetření pomocí zobrazovacích metod provádí v nemocnicích a jiných zdravotnických zařízeních radiologičtí asistenti.

Cílem této práce je vytvoření uceleného přehledu zobrazovacích metod, které se při diagnostice poranění páteře využívají. Teoretická část je věnována anatomickému popisu páteře, popisu a dělení poranění páteře a popisu jednotlivých používaných zobrazovacích metod. Jsou také popsány průběhy jednotlivých vyšetření a úloha radiologického asistenta při jejich provedení. V praktické části jsou statisticky zpracovány informace získané zkoumáním souboru pacientů Kliniky zobrazovacích metod ve FN Plzeň v daném časovém úseku podle daných kritérií. Výzkum je doplněn pěti kazuistikami popisujícími případy konkrétních pacientů s důrazem na použité zobrazovací metody.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1 ANATOMIE PÁTEŘE

### 1.1 Stavba páteře

Páteř (*columna vertebralis*) zastává funkci nosné opory a pohyblivého pilíře celého těla. Spolu s hrudníkem a lebkou tvoří osový skelet. Páteř člověka se skládá z celkem 33–34 obratlů, které jsou navzájem pevně, ale zároveň pohyblivě propojeny. (2)

Podle typu a umístění jednotlivých obratlů dělíme páteř na segmenty:

- Krční – tvořen 7 krčními obratli (*vertebrae cervicales*) označovanými C1–C7.
- Hrudní – tvořen 12 hrudními obratli (*vertebrae thoracicae*) označovanými Th1–Th12.
- Bederní – tvořen 5 bederními obratli (*vertebrae lumbales*) označovanými L1–L5.
- Křížový – tvořen 5 křížovými obratli (*vertebrae sacrales*) označovanými S1–S5, které srůstají v kost křížovou (*os sacrum*).
- Kostrční – tvořen 4–5 kostrčními obratli (*vertebrae coccygeae*) označovanými Co1–Co5, které srůstají v kost kostrční (*os coccygis*). (2)

### 1.2 Anatomie obratlů

Na typickém obratli rozlišujeme tělo (*corpus vertebrae*), oblouk (*arcus vertebrae*) a výběžky. Tělo obratle má nosnou funkci. Oblouk je na dorsální straně připojen k tělu a jejich spojením vzniká obratlový otvor (*foramen vertebrale*). Souborem jednotlivých obratlových otvorů vzniká páteřní kanál (*canalis vertebralis*), jímž prochází mícha. Z obratlového oblouku odstupuje celkem sedm výběžků. Nepárový trnový výběžek (*processus spinosus*) směřuje dozadu a můžeme ho na zádech nahmatat. Dva příčné výběžky (*processus transversi*) míří do stran a jejich funkcí je upevnění svalů a některých žebber. Pohyblivé spojení obratlů zajišťují dva páry kloubních výběžků (*processus articulares*), z nichž jeden pár směřuje nahoru a jeden dolů. Jednotlivé strukturální charakteristiky však dávají každému typu obratlů svůj specifický tvar. (2) (3)



### **1.2.1 Krční obratle**

Obecná stavba krčních obratlů platí pro C3–C7. Tělo mají nízké s okrouhlým až ledvinovitým tvarem. Foramen vertebrale má trojúhelníkový tvar. Proc. spinosus je na konci rozeklaný (mimo C7). Atlas a axis (C1 a C2) se svou stavbou od ostatních krčních obratlů liší. (3)

Atlas (C1) jako jediný obratel nemá tělo, na jeho místě se nachází dva spojené kostěné oblouky. Celý obratel je protažený do stran. Foramen vertebrale má tvar džbánu. Vnitřní stranou předního oblouku je kloubně spojen s dens axis. Rotace atlasu kolem dens axis umožňuje rotaci lebky do stran. (3)

Axis (C2) se svým tvarem blíží typické stavbě krčního obratle, na horní straně má však nápadný zub (dens axis), jenž je původním tělem C1 a jež je kloubně s C1 spojený. (3)

### **1.2.2 Hrudní obratle**

Hrudní obratle disponují mohutnějším tělem s polokruhovitým tvarem. Foramen vertebrale má kruhovitý tvar. Jejich procc. transversi směřují dorso-laterálně. Mají dlouhý proc. spinosus, který se sklápí kaudálně. Na hrudní obratle se kloubně napojují žebra. (3)

### **1.2.3 Bederní obratle**

Pro bederní obratle jsou typická mohutná těla s ledvinovitým tvarem. Foramen vertebrale má trojúhelníkový tvar a jeho obsah se v kaudálním směru zmenšuje. Bederní obratle postrádají procc. transversi, namísto nich se zde nachází procc. costales, jež jsou pozůstatky zakrnělých žeberec. Proc. spinosus má tvar čtyřhranné destičky oploštěné ze stran. (3)

### **1.2.4 Křížové obratle**

Křížové obratle srůstají v kost křížovou (os sacrum), která je kloubně napojená na pánevní kosti a tvoří tak součást pánve. Kraniálně je široká, kaudálně se zužuje. V oblasti L5/S1 se nachází promontorium. Na dorsální straně kosti se nachází canalis sacralis jakožto pokračování páteřního kanálu. (2) (3)

### **1.2.5 Kostrční obratle**

Kostrčních obratlů je 4–5 a jejich těla srůstají v kost kostrční (os coccygis), která je chrupavčitě spojená s kostí křížovou. Oblouky kostrčních obratlů zanikly. (2) (3)

### 1.3 Spojení na páteři

Těla jednotlivých obratlů spojují:

- Meziobratlové ploténky (disci intervertebrales) – pevné, ale zároveň pružné destičky z vazivové chrupavky. Je jich celkem 23 (první mezi C2/C3, poslední mezi L5/S1).
- Vazy (ligamenta) páteře – dlouhé (rozpínají se v celé délce páteře) a krátké (spojují pouze sousední obratle).
- Meziobratlové klouby – tvořeny pomocí procc. articulares jednotlivých obratlů.
- Kraniovertebrální skloubení – umožňuje připojení lebky k páteři a pohyby lebkou.
- Speciální spojení – např. synchondrózy (nepohyblivá chrupavčitá spojení křížových a kostrčních obratlů, postupem času osifikují). (2)

### 1.4 Zakřivení páteře

Páteř má svá fyziologická zakřivení, která jsou patrná zejména v sagitální rovině. Jedná se o tzv. lordosu (konvexní zakřivení dopředu) a kyfosu (konvexní zakřivení dozadu). Lordosa vzniká svalovou činností a kyfosa je pozůstatek po jednotném kyfotickém zakřivení celé páteře během ontogeneze. Obě zakřivení se na páteři v kraniokaudálním směru střídají: krční lordosa, hrudní kyfosa, bederní lordosa a tzv. promontorium (kyfotické zalomení páteře mezi L5 a os sacrum). Zakřivení dodávají páteři pružnost. Za zmínku stojí také skoliosa neboli vybočení páteře do stran ve frontální rovině. Téměř každá páteř má v klidu mírné vybočení, nejčastěji v oblasti Th3–Th5. Toto vybočení označujeme jako fyziologická skoliosa. (2)

### 1.5 Pohyblivost páteře

Celková pohyblivost páteře (v její presakrální části) je dána součtem pohybů mezi jednotlivými obratli. K pohybu mezi obratli dochází díky stlačování meziobratlových plotének, pohyby jsou dále usměrňovány pomocí meziobratlových skloubení. (2)

Pohyby páteře dělíme na předklony (anteflexe), záklony (retroflexe), úklony (lateroflexe), otáčecí pohyby (rotace) a krouživé pohyby (cirkumdukce), které vznikají jejich kombinací. (2)

## 1.6 Mícha

Mícha je spolu s mozkem součástí centrálního nervového systému. Prochází páteřním kanálem v oblasti C1–L2 a je dlouhá 40–50 cm. Je tvořena bílou a šedou hmotou a je obalena míšními obaly. Zastává funkci převodní, je také centrem jednoduchých reflexů. Z míchy odstupují přední a zadní míšní kořeny, které se posléze spojují v nervový svazek. Mícha se dělí na míšní segmenty. Míšní segment je taková část míchy, ze které odstupuje jeden pár míšních nervů. Míšních nervů je celkem 31 párů (8 krčních, 12 hrudních, 5 bederních, 5 křížových a 1 kostrční). Mícha se kaudálně zužuje a končí v oblasti L1–L2, dále pokračuje jako svazek nervů, tzv. cauda equina. (4) (5)

## 2 PORANĚNÍ PÁTEŘE

### 2.1 Epidemiologie

Mezi poranění páteře zahrnujeme poškození obratlů, meziobratlových plotének, vazů, cév, míchy a nervových kořenů. Ve většině případů dochází k poranění nepřímým působením síly ve směru podélné osy páteře (flexe, extenze, rotace, vertikální distakce či komprese nebo jejich kombinace). Přímé působení sil (např. úder, střelná rána, pád předmětu) bývá méně časté. Mezi nejčastější příčiny poranění patří dopravní nehody, pády z výšky, sportovní aktivity nebo zavalení. Poranění páteře mohou být samostatná (monotraumata) nebo spojená s postižením dalších orgánů (polytraumata). (6)

Výskyt poranění páteře se odhaduje přibližně na 85 případů na 100 000 obyvatel za rok. Z toho dvě třetiny případů připadají na muže ve věku 30–40 let. Z celkového počtu připadá na krční segment asi 25 % všech poranění, z toho bývá horní krční páteř poraněna ve 40 % případů, dolní krční páteř v 60 % případů. Ve 20 % případů je poranění krční páteře spojeno s neurologickým postižením. 75 % všech poranění připadá na hrudní a bederní segmenty, nejčastěji bývá postižen Th/L přechod. Až 50 % postižení bývá v úseku Th11–L2, ve 40 % je postižena hrudní páteř, ve zbývajících 10 % bederní páteř a křížová kost. Spojení s neurologickým postižením bývá až v 36 % případů. (6)

### 2.2 Klasifikace poranění páteře

Klasifikace poranění páteře je důležitá pro posouzení stability nebo případné nestability jednotlivých obratlů a páteře jako celku. Stabilita páteře je schopnost zachovávat vzájemné vztahy mezi obratli tak, aby při fyziologickém zatížení nebyly ohroženy nervové struktury. Rozlišujeme nestabilitu akutní, která vzniká bezprostředně po úrazu, dále nestabilitu chronickou, která se vyvíjí postupně a nestabilitu neurologickou. (7)

Současná klasifikace vychází z teorie sloupců. Holdsworth v r. 1970 rozdělil páteř na dva sloupce – přední, který obsahuje obratlové tělo a ploténku a zadní, který obsahuje oblouk, výběžky, vazy a meziobratlové klouby. V r. 1983 rozdělil Denis páteř na 3 sloupce – přední sloupec obsahoval přední 2/3 těla a ploténky, střední sloupec obsahoval zadní 1/3 těla a ploténky a zadní sloupec obsahoval oblouk, výběžky a vazy. Pokud jsou postiženy dva sousední sloupce, je poranění vždy nestabilní. Postižení pouze v předním sloupci je stabilní. V r. 1994 zavedl Magerl dvousloupcovou velmi podrobnou klasifikaci vycházející z Holdsworthovy klasifikace, která ale neumožňovala popsat závažnost poranění. V r. 1995

proto vznikla modifikovaná AO-ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen – Association for the Study of Internal Fixation) Magerlova klasifikace, která kromě sloupců dělí postižení do tří skupin (A, B, C) dle závažnosti. Tato klasifikace se používá k popisu poranění hrudní a bederní páteře. Pro poranění krční páteře existují speciální klasifikace. (7)

## 2.3 Poranění krční páteře

Jednotlivé obratle C-páteře bývají postiženy se sestupnou četností v pořadí C2-C6-C5-C7-C3-C4-C1. Obratlové tělo bývá postiženo v 50 % případů, obratlový oblouk ve 30 % případů. Většina zlomenin postihuje dvě etáže. U dětí, které mají relativně velkou a těžkou hlavu a slabé šíjové svalstvo, je až 70 % zlomenin krční páteře v oblasti C1–C3. (7)

(8)

### 2.3.1 Poranění z hyperflexe (46–79 %)

Poranění způsobená hyperflexí a jejich stabilitu popisuje Tabulka 1.

Tabulka 1: Typy poranění krční páteře způsobených hyperflexí

Typ poranění	Stabilita
Klínovitá zlomenina (kompresní) bez porušení zadní hrany	Stabilní
Klínovitá zlomenina (kompresní) s porušením zadních vazů	Nestabilní
Jednostranná luxace facet	Stabilní
Jednostranná zlomenina facet	Většinou stabilní
Zlomenina processus spinosus	Stabilní
Flekční „tear-drop“ zlomenina (odtržení ventrokaudální strany těla a ruptura předního podélného vazů)	Velmi nestabilní
Přední subluxace	Potenciálně nestabilní
Tříštvá zlomenina s porušením zadní hrany	Nestabilní
Oboustranná zlomenina facet	Nestabilní

Oboustranná luxace facet	Nestabilní
Atlantookcipitální disrupce (mnohdy fatální hned po úraze)	Nestabilní
Chanceho zlomenina (linie lomu postihující všechny 3 sloupce)	Nestabilní

Zdroj: Neuwirth, Jiří a Šprindrich, Jan. *Kompendium muskuloskeletálního zobrazování. Hradec Králové : NEUW, 2016. ISBN 978-80-903322-6-9, vlastní zpracování*

### 2.3.2 Poranění z hyperextenze (20–38 %)

Poranění způsobená hyperextenzí a jejich stabilitu popisuje Tabulka 2.

Tabulka 2: Typy poranění krční páteře způsobených hyperextenzí

Typ poranění	Stabilita
Avulze (odtržení) přední části oblouku C1	Může být stabilní i nestabilní
Zlomenina zadní části oblouku C1	Nestabilní
Zlomenina oblouku	Nestabilní
Extenční „tear-drop“ zlomenina	Může být stabilní i nestabilní
Oboustranná transpedikulární zlomenina C2 („Hangman’s fracture“ – zlomenina oběšenců)	Může být stabilní i nestabilní
Subluxace (neúplné vykloubení)	

Zdroj: Neuwirth, Jiří a Šprindrich, Jan. *Kompendium muskuloskeletálního zobrazování. Hradec Králové : NEUW, 2016. ISBN 978-80-903322-6-9, vlastní zpracování*

### 2.3.4 Poranění při flexi a rotaci (12 %)

Poranění způsobená flexí a rotací a jejich stabilitu popisuje Tabulka 3.

Tabulka 3: Typy poranění krční páteře způsobených flexí a rotací

Typ poranění	Stabilita
Jednostranná zlomenina facet	Většinou stabilní
Jednostranná luxace facet	Stabilní
Zlomenina processus costotransversarius	Stabilní

Zdroj: Neuwirth, Jiří a Šprindrich, Jan. *Kompendium muskuloskeletálního zobrazování. Hradec Králové : NEUW, 2016. ISBN 978-80-903322-6-9, vlastní zpracování.*

### 2.3.5 Poranění při vertikální kompresi (4 %)

Poranění způsobená vertikální kompresí a jejich stabilitu popisuje Tabulka 4.

Tabulka 4: Typy poranění krční páteře způsobených vertikální kompresí

Typ poranění	Stabilita
Jeffersonova zlomenina (tříštvrtá zlomenina prstence C1 na 3–4 místech)	Velmi nestabilní
„Burst“ (tříštvrtá) zlomenina	Stabilní (kromě C1)
Zlomenina prstence či massa lateralis s jednou linií lomu	Stabilní

Zdroj: Neuwirth, Jiří a Šprindrich, Jan. *Kompendium muskuloskeletálního zobrazování. Hradec Králové : NEUW, 2016. ISBN 978-80-903322-6-9, vlastní zpracování*

### 2.3.7 Zlomeniny atlasu (C1)

Pro popis zlomenin atlasu se používá Gehweilerova klasifikace, viz Tabulka 5.

Tabulka 5: Zlomeniny atlasu dle Gehweilera

Typ	RTG obraz
I.	Zlomenina předního oblouku atlasu
II.	Zlomenina zadního oblouku atlasu
III.	Jeffersonova zlomenina
IV.	Zlomenina massa lateralis C1
V.	Zlomenina processus transversus C1

Zdroj: Ryba, Luděk, a další. Poranění horní krční páteře. Brno : Ortopedická klinika LF MU a FN Brno, 2016, vlastní zpracování

### 2.3.8 Zlomeniny dens axis (C2)

Zlomeniny dentu se vyskytují cca v 6 % případů. V 8 % bývají spojeny se zlomeninou C1. Pro jejich popis se používá Andersonova klasifikace, viz Tabulka 6. (7)

Tabulka 6: Zlomeniny dentu dle Andersona

Typ	Nález	Četnost (%)	Stabilita
I.	Avulze hrotu	5–8	Stabilní
II.	Zlomenina baze	54–67	Nestabilní
III.	Subdentální zlomenina		Stabilní

Zdroj: Ryba, Luděk, a další. Poranění horní krční páteře. Brno : Ortopedická klinika LF MU a FN Brno, 2016, vlastní zpracování



## 2.5 Poranění hrudní a bederní páteře

Pro popis poranění hrudní a bederní páteře se používá modifikovaná Magerlova klasifikace, tzv. AO-ASIF klasifikace (viz. Tabulka 7). Morfologicky dělí fraktury na tři skupiny (A, B, C), z nichž každá skupina má další tři podskupiny. Rozdělení vyjadřuje míru nestability poranění. Míra nestability stoupá dle typu od A k C. (7)

Tabulka 7: Magerlova AO-ASIF klasifikace

Typ	Podskupiny
A – kompresní poranění	A1 – klínovitá impakční zlomenina
	A2 – zlomenina štěpného typu
	A3 – tříštivá (burst) zlomenina
B – poranění předního a/nebo zadního sloupce v distrakci	B1 – dorzální flekční/extenční poranění (převažuje poranění ligament)
	B2 – dorzální flekční/extenční poranění (převažuje poranění kostí)
	B3 – vertikální hyperextenční poranění
C – poranění předního a zadního sloupce s rotací	C1 – typ A s rotací
	C2 – typ B s rotací
	C3 – rotačně-translační poranění

Zdroj: Kočiš, Ján a Peter Wendsche et al. *Poranění páteře*. Praha : Galén, 2013. ISBN 978-80-7262-965-7, vlastní zpracování

### 2.5.1 Poranění typu A – kompresní poranění

Kompresní poranění vznikají nejčastěji působením velkého vertikálního tlaku v kombinaci s nadměrnou flexí. Poraněno bývá obratlové tělo.

- A1 – stabilní klínovité zlomeniny postihující první 2/3 obratlového těla.
- A2 – štěpné zlomeniny, postiženy bývají první dva sloupce, míra nestability souvisí s možným posunem fragmentů.

- A3 – tříštivé zlomeniny, postiženo bývá celé obratlové tělo, možný posun fragmentů a následný útlak míchy v páteřním kanále. (9)

### 2.5.2 Poranění typu B – distrační poranění

U distračních poranění bývá postižena zadní část obratle, ploténka nebo vazy. Vyskytuje se zde vysoká míra nestability.

- B1 – porušen je zadní sloupec v důsledku roztržení systému vazů s následnou luxací či subluxací.
- B2 – fleční postižení, charakteristická je tzv. Chanceho zlomenina, kdy dochází k oddálení zlomených částí oblouku (typické pro autonehody vlivem připoutání bezpečnostním pásem).
- B3 – vertikální hyperextenční poranění, při kterých dochází k příčnému roztržení meziobratlové ploténky. Postiženy bývají obvykle všechny sloupce. (9)

### 2.5.3 Poranění typu C – rotační poranění

Rotační poranění vznikají, pokud dojde k rotačnímu posunu mezi úlomky obratlů. Vyznačují se nejvyšší mírou nestability.

- C1 – zlomeniny typu A s rotací
- C2 – zlomeniny typu B s rotací
- C3 – pro rotačně-translační poranění je typické mnohočetné zlomení oblouku, výběžků nebo žeber většinou ve spojení s přerušением míchy. Vykazují nejvyšší míru nestability. (9)

### 2.5.4 Luxační a subluxační poranění

Při luxačním poranění páteře sklouzává tělo obratle (většinou ventrálním směrem) a dochází k přeskoku a zaklínění kloubů. Luxace může jednostranná nebo oboustranná. Oboustranná luxace bývá často spojena s poškozením míchy. (10)

Při subluxačním poranění páteře sklouzává tělo obratle, ale ne v takovém rozsahu, jako je tomu u luxace. Nedochozí také k zaklínění kloubů. Dochází k mírnému rozšíření meziobratlových prostorů dorzálně. (10)

Luxační fraktury patří mezi nejzávažnější typy poranění páteře. Často je při nich poškozen páteřní kanál a mícha, proto bývají spojeny s řadou neurologických potíží. (10)

## 2.6 Poranění míchy

Poranění páteře bývají často spojeny s poraněním nervových struktur – míchy a míšních kořenů. Samostatné poranění míchy (bez současného poranění páteře) bývá vzácnější. Nejčastější bývá postižena krční oblast a oblast Th/L přechodu. Podle mechanismu vzniku můžeme poranění míchy rozdělit na primární a sekundární. U primárních poranění je mícha poškozena nárazem na kost, útlakem kostního fragmentu nebo vyhřezlou ploténkou, případně přímým poškozením (např. bodná rána). Sekundární poranění vznikají v důsledku biochemických mechanismů (např. edém) po primárním poranění. (10) (5)

Míšní poranění dělíme na:

- Míšní komoce (otřes)
- Míšní kontuze (zhmoždění) – může být způsobena zlomeninou obratle, kostěným fragmentem, vyhřezlou ploténkou, subluxací obratlového těla.
- Míšní komprese (útlak) – vzniká mechanickým působením, např. kostním fragmentem, vyhřezlou ploténkou nebo epidurálním krvácením.
- Míšní dilacerace (rozdrcení) – nejzávažnější poškození, spojeno s trvalým ochrnutím.
- Míšní edém (otok) – vzniká bezprostředně po úrazu. (5)

Mezi následky poškození míchy patří poruchy hybnosti a cití, v některých případech až kvadruplegie (úplné nebo částečné ochrnutí všech končetin a trupu) nebo smrt. Při přerušení míchy (míšní lézi) se následky odvíjí od výše léze a od toho, zda byla přerušena celá mícha nebo pouze její část. (5)

## 3 ZOBRAZOVACÍ METODY

### 3.1 Skiagrafické snímkování (RTG)

#### 3.1.1 Princip metody

Skiografie je neinvazivní radiodiagnostická metoda, při které dochází k průchodu rentgenového záření vyšetřovanou oblastí. Záření vzniká v rentgence diagnostického rentgenu a ve vyšetřované oblasti dochází k jeho částečné absorpci a rozptylu (oba parametry závisí na složení vyšetřovaných tkání). Po průchodu vyšetřovanou oblastí se záření registruje a v závislosti na použité technologii vzniká rentgenový obraz. Původně se rentgenové snímky získávaly vyvoláváním fotografických filmů, tento způsob je však v dnešní době považován za zastaralý a snímky se dnes v naprosté většině případů zhotovují digitálně. Oproti klasickým snímkům mají digitálně získané snímky větší kvalitu, je možná jejich úprava (tzv. post-processing), je usnadněna jejich archivace a v neposlední řadě je důležitá i jejich menší časová náročnost. Digitální snímky mohou vznikat dvěma způsoby – přímou a nepřímou digitalizací. (11)

Při nepřímé digitalizaci se záření prošlé vyšetřovanou oblastí zachytává na kazetě s paměťovou fólií s citlivou vrstvou obsahující rentgenově stimulační fosfor. V závislosti na množství dopadajícího záření dochází k excitaci elektronů do vyšších energetických hladin a vzniku tzv. latentního obrazu. Poté je kazeta s takto vzniknutým latentním obrazem přenesena do čtecího zařízení, kde dochází ke skenování fólie laserem. Množství takto uvolněné energie je registrováno a latentní obraz je převeden do digitální podoby. Následně dochází k intenzivnímu ozáření paměťové fólie laserem, čímž se zbývající latentní obraz vymaže a kazeta je připravena k opětovnému použití. Celý proces od expozice po hotový digitální obraz trvá 0,5–2 minuty. (12)

U přímé digitalizace dochází k přímému převodu dopadajícího rentgenového záření na elektrický signál uvnitř detektoru přístroje (tzv. flat panelu). Využívají se dva typy detektorů – detektory s přímou nebo nepřímou konverzí. Detektory s přímou konverzí přímo převádějí rentgenové záření na elektrický signál. Tyto detektory obsahují polovodiče vyrobené z amorfního selenu. U detektorů s nepřímou konverzí dochází nejdříve k převodu rentgenového záření na světelnou energii ve scintilátoru detektoru, následně dochází k dopadu světla na polovodičové fotodiody vyrobené z amorfního křemíku a vzniku

elektrického signálu. Celý proces přímé digitalizace je oproti nepřímé digitalizaci urychlen a výsledný obraz vzniká již po několika vteřinách od expozice. (11)

Rentgenový obraz je dvojrozměrné zobrazení trojrozměrného objektu. Zachycuje sumaci absorpcí rentgenového záření ve všech tkáních, kterými záření prošlo nezávisle na pořadí průchodu jednotlivými tkáněmi. Tkáně, které absorbují více záření, vytváří na snímku zastínění. Naopak tkáně, které záření absorbují méně, vytváří na snímku projasnění. Terminologie popisu rentgenových snímků však vychází z klasického snímkování, a protože klasický snímek je negativ, oblast zastínění se na snímku projeví jako světlá, oproti tomu oblast projasnění jako tmavá. (11) (12)

Při zobrazování většiny oblastí se pořizují snímky ve dvou projekcích, nejčastěji předozadní (popř. zadopřední) a bočné. Snímky ve dvou a více projekcích poskytují lepší informace o prostorovém uložení struktur a umožňují nalezení změn, které by pouze z jediné projekce nemusely být patrné. Označení předozadní projekce (AP, antero-posterior) znamená, že záření prošlo pacientem z ventrální strany dorsálně. U zadopředních projekcí (PA, postero-anterior) je tomu přesně naopak. U označení bočných projekcí je důležité, která strana vyšetřované oblasti těla se nachází blíže detektoru – u pravé bočné projekce je tedy blíže detektoru pravá část těla, u levé naopak. Nesmírně důležité je označení stran na výsledném snímku (používají se písmena P a L pro jednotlivé strany, umístěná obvykle v rohu snímku). U neoznačeného snímku nelze nikdy s jistotou určit, která strana je která.

Skiografie slouží nejčastěji k zobrazení skeletu, zubů, hrudníku a břicha. Ve většině případů bývají snímky první zvolenou zobrazovací metodou. Absolutní kontraindikace k vyšetření nejsou. Relativní kontraindikací u snímkování (a u všech jiných vyšetření využívajících ionizační záření) je těhotenství. (12)

### 3.1.2 Projekce krční páteře

- Předozadní (AP) projekce:

Pacient stojí zády k vertigrafu nebo leží na stole na zádech. Hlava je v mírném záklonu tak, aby spojnice ušního lalůčku a ústního koutku byla kolmá k úložné desce. Centrální paprsek míří kolmo na zobrazovací systém (někdy může být sklopen 10-15° kraniálně). Míříme na horní okraj štítné chrupavky, cloníme na oblast zájmu. Ohnisková vzdálenost je min. 100 cm, napětí 75 kV, používáme sekundární clonu. Při expozici dáváme pacientovi povel: nehýbat, nedýchat, nepolykat.

- Předozadní projekce dle Sandberga (projekce na C1, C2):

Pacient stojí zády k vertigrafu nebo leží na stole na zádech. Ústa má maximálně otevřena, spojnice horního rtu a kořene nosu je rovnoběžná s úložnou deskou. Centrální paprsek směřuje kolmo na zobrazovací systém, míříme cca 1 cm kaudálně od řezáků. Ohnisková vzdálenost je min. 100 cm, napětí 75 kV, používáme sekundární clonu. Při expozici dáváme pacientovi povel: nehýbat, nedýchat, nepolykat.

Obrázek 2: AP projekce C-páteře



Zdroj:

<https://radiopaedia.org/articles/cervical-spine-ap-view?lang=us>

Obrázek 1: Projekce C-páteře dle Sandberga



Zdroj: <https://radiopaedia.org/articles/cervical-spine-odontoid-view?lang=us>

- Bočná projekce:

Pacient stojí (případně sedí) bokem k vertigrafu, ramena maximálně stlačuje dolů. Centrální paprsek míří kolmo na zobrazovací systém, míříme na střed krční páteře za angulus mandibulae. Cloníme na oblast zájmu. Ohnisková vzdálenost je 180 cm, napětí 80 kV, používáme sekundární clonu. Při expozici dáváme pacientovi povel: nehýbat, nedýchat, nepolykat.

- Šikmá předožadní projekce:

Tato projekce slouží k zobrazení meziobratlových otvorů. Pacient stojí zády k vertigrafu tak, že osa těla svírá s úložnou deskou úhel 45°. Centrální paprsek míří kolmo na zobrazovací systém, míříme na střed krční páteře. Ohnisková vzdálenost je 180 cm, napětí 80 kV, používáme sekundární clonu. Při expozici dáváme pacientovi povel: nehýbat, nedýchat, nepolykat.

Mezi další projekce krční páteře patří tzv. funkční (dynamické) projekce. Bývají indikovány k posouzení dynamiky páteře a pozorujeme na nich obratle při funkčním zatížení např. v předklonu, záklonu nebo úklonu.

Obrázek 4: Bočná projekce C-páteře



Zdroj:

<https://radiopaedia.org/articles/cervical-spine-odontoid-view?lang=us>

Obrázek 3: Pravá šikmá projekce C-páteře



Zdroj:

<https://radiopaedia.org/articles/cervical-spine-ap-oblique-view?lang=us>

### 3.1.3 Projekce hrudní páteře

- Předozadní (AP) projekce:

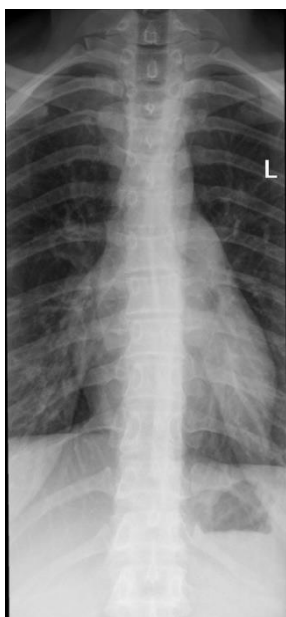
Pacient leží na zádech na stole, případně stojí zády k vertigrafu. Centrální paprsek míří kolmo na zobrazovací systém, míříme na střed hrudní kosti. Cloníme na oblast zájmu. Ohnisková vzdálenost je 100 cm, napětí 77 kV, používáme sekundární clonu. Při expozici dáváme pacientovi povel: nadechnout, nedýchat. Na správně provedeném snímku jsou vidět obratle C7 a L1.

- Bočná projekce:

Pacient leží na (většinou levém) boku na stole, případně stojí bokem k vertigrafu. Horní končetiny jsou uloženy nad hlavou. Hlava je podložena, aby byla v jedné rovině s páteří, dolní končetiny jsou mírně pokrčené v kolenou. Centrální paprsek míří kolmo na zobrazovací systém, míříme na dolní úhel naléhající lopatky. Cloníme na oblast zájmu. Ohnisková vzdálenost je 100 cm, napětí 85 kV, používáme sekundární clonu. Při expozici dáváme pacientovi povel: nadechnout, nedýchat.

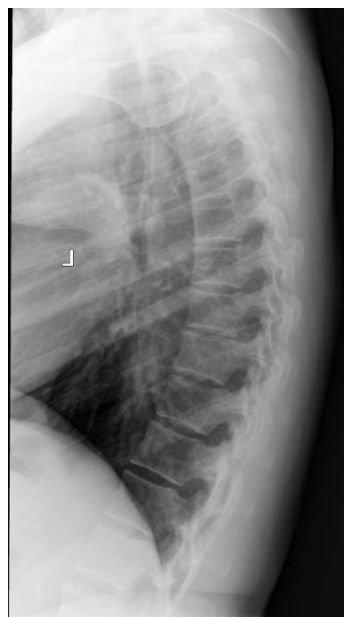
Kvůli poloze ramen je na bočním snímku oblast přechodu C/Th páteře obtížně viditelná. Pro zobrazení tohoto přechodu se používají šikmé projekce, zejména šikmá zadopřední („plavecká“) projekce.

Obrázek 6: AP projekce Th-páteře



Zdroj: <https://radiopaedia.org/articles/thoracic-spine-ap-view-2?lang=us>

Obrázek 5: Bočná projekce Th-páteře



Zdroj: <https://radiopaedia.org/articles/thoracic-spine-lateral-view-2?lang=us>



### 3.1.4 Projekce bederní páteře

- Předozadní (AP) projekce:

Pacient leží na zádech na stole, případně stojí zády k vertigrafu. Horní končetiny jsou podél těla, dolní lehce pokrčeny v kolenou, aby páteř dolehla na stůl. Centrální paprsek míří kolmo na zobrazovací systém, míříme na střed bikristální spojnice. Cloníme na oblast zájmu. Ohnisková vzdálenost je 100 cm, napětí 80 kV, používáme sekundární clonu. Při expozici dáváme pacientovi povel: nadechnout, vydechnout, nedýchat. Na správně provedeném snímku je vidět obratel Th12, část os sacrum a ideálně obě SI skloubení.

- Bočná projekce:

Pacient leží na (většinou levém) boku na stole, horní končetiny má pod hlavou, dolní končetiny pokrčené v kyčlích a kolenou. Centrální paprsek míří kolmo na zobrazovací systém, míříme na střed bederní páteře, na horní hranu lopaty kyčelní kosti. Cloníme na oblast zájmu. Ohnisková vzdálenost je 100 cm, napětí 90 kV, používáme sekundární clonu. Při expozici dáváme povel pacientovi: nadechnout, vydechnout, nedýchat.

- Šikmá předozadní projekce:

Pacient stojí zády k vertigrafu, je natočen o 45° k úložné desce. V případě ležícího pacienta je vyšetřovaná strana nadzvednuta a případně podložena. Horní končetiny jsou uloženy mimo oblast expozice. Centrální paprsek míří kolmo na zobrazovací systém, míříme na střed bederní páteře cca 3 cm nad hranu kyčle. Cloníme na oblast zájmu. Ohnisková vzdálenost je min. 100 cm, napětí 85 kV, používáme sekundární clonu. Při expozici dáváme pacientovi povel: nadechnout, vydechnout, nedýchat.

Mezi další projekce bederní páteře patří, obdobně jako u krční páteře, tzv. funkční (dynamické) projekce. Bývají indikovány k posouzení dynamiky páteře a pozorujeme na nich obratle při funkčním zatížení např. v předklonu, záklonu nebo úklonu.

Obrázek 9: AP projekce L-páteře



Zdroj:  
<https://radiopaedia.org/articles/lumbar-spine-appa->

Obrázek 8: Bočná projekce L-páteře



Zdroj:  
<https://radiopaedia.org/articles/lumbar-spine-lateral-view->

Obrázek 7: Šikmá projekce L-páteře



Zdroj:  
<https://radiopaedia.org/articles/lumbar-spine-oblique-view-2?lang=us?lang=us>

### 3.1.5 Projekce na křížovou kost a kostrč

- Předozadní (AP) projekce:

Pacient leží na zádech na stole, dolní končetiny má lehce pokrčené. Centrální paprsek míří kolmo na zobrazovací systém (někdy skláníme 10° kaudálně), míříme a cloníme na oblast zájmu. Ohnisková vzdálenost je 100 cm, napětí 80 kV, používáme sekundární clonu. Při expozici dáváme pacientovi povel: nehýbat, nedýchat. Tato projekce slouží k cílenému zobrazení os sacrum a os coccygis. Za standardních podmínek jsou obě kosti součástí běžných snímků bederní páteře.

- Bočná projekce:

Pacient leží na (většinou levém) boku na stole, dolní končetiny má pokrčené v kolenou a v kyčlích pro vyrovnání lordosy. Centrální paprsek míří kolmo na zobrazovací systém. Pokud snímujeme kostrč, míříme cca 10 cm pod kyčelní hranu a 3 cm dorzálně od centra okraje kyčelní lopaty. Cloníme na oblast zájmu. Ohnisková vzdálenost je 100 cm, napětí 80–90 kV, používáme sekundární clonu. Při expozici dáváme pacientovi povel: nehýbat, nedýchat.

Obrázek 11: AP projekce na křížovou kost a kostrč



Zdroj:

<https://radiopaedia.org/articles/sacrum-ap-view-2?lang=us>

Obrázek 10: Bočná projekce na křížovou kost a kostrč



Zdroj:

<https://radiopaedia.org/articles/sacrum-and-coccyx-lateral-view-1?lang=us>

### 3.1.6 Algoritmus RTG vyšetření a úloha radiologického asistenta

Vyšetření se provádí na základě žádanky, kterou pacientovi vystaví ošetřující lékař. Po příchodu na pracoviště se pacient hlásí na příjmové recepci, kde se registruje. Žádanku si pacient přinese sám nebo ji radiologický asistent obdrží z příjmové recepce (záleží na zvyklostech konkrétního pracoviště). S konkrétní žádankou na vyšetření provede radiologický asistent identifikaci pacienta – s pomocí údajů na žádance nebo v databázi a následným ověřením osobních údajů pacienta potvrdí, že jde o správnou osobu. V případě žen do 50. roku života je vznesen dotaz na potvrzení či vyvrácení těhotenství. Pacient se následně přesouvá do převlékací kabinky, kde v závislosti na prováděném vyšetření může být požádán o vysvěcení až do spodního prádla (u žen včetně podprsenky). Pro větší komfort si pacienti mohou ponechat bavlněné tílko či nátlčník, neurčí-li radiologický asistent jinak. V závislosti na vyšetření musí také pacient odložit náušnice, řetízky, prstýnky, piercingy či zubní protézy, vše dle instrukcí radiologického asistenta. Radiologický asistent si na přístroji nastaví vhodný vyšetřovací protokol, případně upraví technické parametry. Poté nastaví pacienta do vyšetřovací polohy na stole, u vertigrafu nebo přesune detektor pod/za pacienta (u nepohyblivých pacientů). U pacientů na sedačce či lůžku pomáhá s manipulací doprovod pacienta – rodinný příslušník, sanitář či sestra. U dětí a osob v reprodukčním věku používáme ochranné pomůcky k ochraně reprodukčních orgánů, umožňuje-li to vyšetření. Po nastavení pacienta do vhodné polohy radiologický asistent nastaví centrální paprsek rentgenky na požadovanou oblast, vycloní na oblast zájmu

a instruuje pacienta případnými pokyny. Pokud je pacienta nutno při vyšetření držet, je doporučeno, aby jej držel rodinný příslušník, sanitář nebo sestra, ne radiologický asistent. Následuje expozice a pořízení snímku. Radiologický asistent zkontroluje, zda byl snímek proveden správně a provede post-processing (označí strany, upraví jas a kontrast, provede ořez apod.). Posledním krokem je nahrání snímku do databáze pro následný popis lékařem.

Na pracovištích, kde je přítomno více radiologických asistentů, bývá zvykem, že jeden radiologický asistent obsluhuje počítač, kde do systému zadává pacienty, nastavuje vyšetřovací protokoly a následně upravuje a ukládá snímky, zatímco druhý radiologický asistent přijímá pacienty do převlékacích kabinek, nastavuje je do vyšetřovací polohy a provádí expozici. Celý proces vyšetření je tak výrazně urychlen.

## 3.2 Výpočetní tomografie (CT)

### 3.2.1 Princip metody

Výpočetní tomografie (CT – computed tomography), občas nesprávně označovaná jako počítačová tomografie, je radiodiagnostická metoda umožňující zobrazení vyšetřované oblasti v sérii řezů. Podobně jako u skiografie je i princip CT založen na různé míře absorpce rentgenového záření ve tkáních vyšetřované oblasti. Postupným získáním rentgenových projekcí v různých úhlech a jejich následnou matematickou rekonstrukcí vzniká výsledný obraz. Míru absorpce záření některých tkání je možné změnit vhodným použitím kontrastní látky. Přístroj umožňující CT vyšetření se nazývá výpočetní tomograf. (13)

Hlavními součástmi CT přístroje jsou posuvný vyšetřovací stůl a vyšetřovací prstenec (tzv. gantry), kde je uložena rentgenka a systém detektorů. Svazek záření vycházející z rentgenky je secloněn do tvaru vějíře. Šíře tohoto vějíře udává šíři zobrazované vrstvy a obvykle se pohybuje od 0,5 do 5 mm. Po průchodu tělem pacienta dopadá záření na detektory uložené na části kruhové výseče naproti rentgence. Zde je množství dopadajícího záření registrováno a převedeno na elektrický signál, který je následně odeslán do počítače, kde je dále zpracován. Během pořízení (akvizice) jedné vrstvy se celý systém rentgenka-detektor otočí okolo pacienta o 360°. Celý tento proces (akviziční čas) trvá 0,3–2 vteřiny a během této doby proběhnou řádově stovky měření. Z dat těchto měření následně počítač rekonstruuje obraz dané vrstvy. Tento typ přístrojů, kdy kolem pacienta rotuje systém rentgenka – detektor, označujeme jako tzv. přístroje 3. generace a v praxi se s nimi setkáme nejčastěji. U některých přístrojů jsou detektory stacionárně umístěny po celém obvodu gantry a kolem pacienta rotuje pouze rentgenka (tzv. přístroje 4. generace). (12) (14)

U současných přístrojů jsou detektory složeny z více řad „užších“ detektorů umístěných v řadách vedle sebe. To znamená, že při expozici jedné vrstvy je zhotoven větší počet tenkých vrstev. Pokud je žádoucí zobrazit širší vrstvu, signál z několika sousedních řad detektorů se spojí. Přístroje s tímto typem detektorů označujeme jako MDCT (multi – detector CT). Sběr dat může probíhat dvěma způsoby. Při konvenčním CT vyšetření dochází vždy mezi zhotovením jednotlivých vrstev k malému posunu vyšetřovacího stolu s pacientem o zvolenou vzdálenost. Vzdálenost posunu je mnohdy shodná se šíří vrstvy, čímž je zajištěno pokrytí celé vyšetřované oblasti. U tzv. spirálních (helikálních) CT dochází ke kontinuálnímu posunu vyšetřovacího stolu během expozice (dráha rentgenky se tak jeví

jako spirála). Vodorovná vzdálenost, o kterou se stůl mezi dvěma sousedními oběhy rentgenky posune, se označuje jako pitch-faktor, udává se v mm a jeho hodnotu lze měnit. (12) (14)

Za zmínku stojí také CT přístroje, které obsahují dvě rentgenky. Tyto dva systémy rentgenka – detektor jsou uloženy kolmo k sobě a při vyšetření mohou pracovat současně. Přístroje označujeme jako DSCT (Dual Source CT). DSCT může pracovat ve dvou základních vyšetřovacích režimech. V prvním případě pracují obě rentgenky při stejném napětí. To přináší zejména výhodu zkrácení akvizičního času (má význam např. u CT srdce). Ve druhém režimu pracují obě rentgenky při různém napětí s možností snímání dvojí energií (DECT – Dual Energy CT). Tím získáme dva různé obrazy téhož místa, což přináší detailnější zobrazení anatomie struktur nebo také lepší rozlišení různých druhů tkání (např. lepší rozlišení různých druhů ledvinových kamenů). Alternativou DECT je použití jednoho systému rentgenka – detektor, kdy během akvizice dochází k automatickému přepínání napětí na rentgence. (14)

Získané obrazy jednotlivých vrstev jsou digitální. Tvoří je matice bodů (obvykle v počtu 512x512). Míra absorpce rentgenového záření v jednotlivých částech vyšetřované vrstvy se označuje jako denzita a udává se v Hounsfieldových jednotkách (HU – Hounsfield unit, pojmenované po objeviteli CT G. N. Hounsfieldovi). Škála HU má rozsah od -1000 do 3000 HU a vychází ze dvou referenčních bodů: hodnota 0 HU odpovídá denzitě vody a hodnota -1000 HU odpovídá denzitě vzduchu. Jednotlivé stupně denzit se na výsledném obrazu projeví jako stupně šedi. Při zkoumání obrazu nás však často zajímají rozdíly ve tkáních s podobnou denzitou, navíc lidské oko dokáže rozlišit pouze asi 16 odstínů šedi. Z tohoto důvodu si z celé škály denzit volíme pro zobrazení jenom její malou část, tzv okno. Vhodným nastavením rozsahu okna tak získáme požadované zobrazení denzit vyšetřovaných tkání. Změny denzit tkání můžeme také docílit podáním kontrastní látky. (12) (14)

CT vyšetření trvá obvykle 5–15 minut, z toho samotné měření trvá pouze několik vteřin. Během vyšetření je důležité, aby se pacient nehýbal (u některých nespolupracujících pacientů se vyšetření provádí v sedaci nebo anestezii). Indikací k CT vyšetření je mnoho, mezi nejčastější patří např. potvrzení/vyloučení přítomnosti ložiskových lézí tumorů, dále traumata celého těla nebo cévní mozkové příhody. V mnoha případech se CT vyšetření indikuje současně s vyšetřením magnetickou rezonancí. Absolutní kontraindikace k CT

vyšetření nejsou, relativní kontraindikací je těhotenství. U vyšetření s podáním kontrastní látky hraje důležitou roli alergická anamnéza pacienta. (12)

### **3.2.2 Algoritmus CT vyšetření a úloha radiologického asistenta**

Pro provedení CT vyšetření páteře není nutná žádná speciální příprava pacienta. Po příchodu pacienta na pracoviště a jeho registraci je pacient radiologickým asistentem informován o průběhu vyšetření. U žen je vznesen dotaz na případné těhotenství. U CT vyšetření, kde se podává kontrastní látka, je velmi důležitá alergická anamnéza pacienta, CT páteře se však provádí nativně bez podání kontrastní látky (kontrastní látka se podává u vyšetření na metastázy). Pacient v převlékací kabince odloží přebytečný oděv, obuv a všechny kovové předměty, které by v průběhu vyšetření mohly způsobovat artefakty. Následně se přesune na vyšetřovací stůl, kde si lehne na záda (nepohybliví pacienti jsou za pomoci sanitáře nebo sestry opatrně přesunuti). Pro případné vyrovnání bederní lordosy mohou být pacientovi podložena kolena. Radiologický asistent zajede s vyšetřovacím stolem a pacientem do gantry, kde pacienta pomocí laserů nastaví do správné polohy. Dále poučí pacienta o následujícím průběhu vyšetření, zejména o nutnosti se nehýbat a poslouchat případné další pokyny týkající se např. dýchání.

Radiologický asistent následně zhotoví tzv. topogram – stůl s pacientem projede gantry a je zhotoven 2D skiagrafický obraz vyšetřované oblasti, na kterém radiologický asistent nastaví rozsah vyšetření, vyšetřovací rovinu, počet skenů, případně sklon gantry. Následuje samotné CT vyšetření, kdy vyšetřovací stůl s pacientem pomalu projíždí gantry za kontinuální expozice, během níž jsou pořízeny skeny, ze kterých radiologický asistent následně zhotovuje finální obrazovou dokumentaci. Pokud pacient nedostal kontrastní látku, může odejít (pacienti, kterým byla podána kontrastní látka, zůstávají před odchodem 15–20 minut v čekárně, pro řešení případných nežádoucích účinků).

Pokud je poranění páteře součástí polytraumatu a je nutné akutní CT, nastaví radiologický asistent v počítači celotělový vyšetřovací protokol. Po příjezdu již stabilizovaného pacienta se zajištěným žilním vstupem je pacient přesunut na vyšetřovací stůl. Nejprve se provede nativní sken hlavy a C-páteře (pro vyloučení krvácení – krev má na obraze stejně jako kontrastní látka hyperdenzní efekt). Poté následuje aplikace kontrastní látky do žilního vstupu pomocí automatického injektoru a proběhne sken hrudníku, břicha a pánve. Následuje rekonstrukce dat a tvorba obrazu. Délka tohoto vyšetření je u akutních případů klíčová. Vyšetření trvá cca 5 minut.

V Tabulce 8 jsou pro ukázkou uvedeny parametry pro jednotlivé vyšetřovací protokoly užívané při CT vyšetření páteře.

Tabulka 8: CT protokoly pro vyšetření páteře

	C-páteř	Th-páteř	L-páteř
Topogram	Boční	Boční	Boční
kV	120	120	120
mAs	180–290	200–350	280–500
CTDI vol	12–20 mGy	12–25 mGy	20–35 mGy
Kolimace (mm)	u MDCT 0,5–1,2	u MDCT 0,5–1,2	u MDCT 0,5–1,2
Pitch	0,8–1,2	0,8–1,2	0,8–1,2
Tloušťka vrstvy (mm)	0,75–1	0,75–1	0,75–1

Zdroj: Ministerstvo zdravotnictví České republiky. Národní radiologické standardy - výpočetní tomografie. Věstník MZ ČR. 2016, vlastní zpracování



### 3.3 Magnetická rezonance (MRI)

#### 3.3.1 Princip metody

Zobrazování magnetickou rezonancí (MRI – magnetic resonance imaging) patří v současné době mezi nejmodernější diagnostické metody. Tato metoda využívá fyzikální fenomén zvaný nukleární magnetická rezonance. Princip metody spočívá ve zjišťování změn magnetických momentů jader s lichým protonovým číslem umístěných v silném vnějším magnetickém poli po dodání radiofrekvenčních pulsů. Hlavní výhodou MRI je nulová radiační zátěž. Je vhodná pro zobrazení měkkých tkání, zejména CNS.

Atomové jádro obsahuje protony a neutrony, které neustále rotují kolem vlastní osy, tento pohyb se označuje jako spin. Pohybem částice s elektrickým nábojem (v tomto případě protonu) dochází ke vzniku magnetického pole a částice tak vykazuje magnetický moment. Atom vodíku  $^1\text{H}$  ve svém jádře obsahuje jediný proton (lichý počet) a v lidském těle je nejvíce zastoupeným prvkem, proto se v MRI využívá právě změn magnetických momentů vodíku (teoreticky je však možné využít i jiné prvky, např.  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{23}\text{Na}$ ,  $^{31}\text{P}$ ). Za normálních podmínek se jednotlivé magnetické momenty protonů ruší a tkáň se chová nemagneticky. Pokud vložíme zkoumanou tkáň do silného vnějšího magnetického pole, jednotlivé spiny protonů se uspořádají do dvou opačných směrů – tzv. paralelní a antiparalelní polohy. Paralelní poloha je energeticky výhodnější, paralelně uspořádaných protonů je tedy více než antiparalelních. Výsledný vektor tkáňové magnetizace vzniklý součtem jednotlivých magnetických momentů protonů již není nulový, má jeden směr a je rovnoběžný se siločarami vnějšího magnetického pole – hovoříme o podélné magnetizaci. V tomto stavu koná magnetický moment dva druhy pohybu. Prvním pohybem je spin a druhým pohybem je rotace po plášti pomyslného kužele, kterou označujeme jako precese. Frekvence precesního pohybu se označuje jako Larmorova frekvence a její velikost závisí na intenzitě vnějšího magnetického pole a na typu atomového jádra (vyjádřeném pomocí gyromagnetického poměru). Pokud dojde k dodání energie ve formě elektromagnetického pulzu o frekvenci shodné s Larmorovou frekvencí, dochází k jevu magnetické rezonance, což se projeví dvěma způsoby – dojde jednak k synchronizaci precesních pohybů protonů a jednak ke zmenšení rozdílu paralelně a antiparalelně uspořádaných protonů. Výsledkem je zmenšení vektoru podélné magnetizace a vznik vektoru příčné magnetizace. Po skončení elektromagnetického pulzu dochází postupně k návratu do původního stavu. Doba, za kterou k tomu dojde, se označuje jako relaxační čas. Doba, za kterou se vrátí pulzem vychýlené protony zpět do paralelní polohy, se označuje jako T1-relaxační čas (konkrétně se jedná

o dobu, za kterou dojde k obnovení vektoru podélné magnetizace na 63 %). Doba, za kterou dojde k desynchronizaci precesních pohybů protonů, se označuje jako T2-relaxační čas (konkrétně jde o dobu, za kterou vektor příčné magnetizace klesne na 37 %). Velikost obou relaxačních časů závisí zejména na složení hmoty v okolí zkoumaných protonů. Série elektromagnetických pulzů potřebná pro získání signálu se označuje jako sekvence. Signál, který při měření získáváme, se registruje pomocí přijímacích cívek. Pro získání co nejkvalitnějšího signálu musí být přijímací cívky uloženy co nejblíže vyšetřované oblasti. (12) (14)

Pokud je vyšetřovaná oblast umístěná v homogenním magnetickém poli, příčný elektromagnetický pulz vyvolá odpověď v celém objemu vyšetřované oblasti, čímž je znemožněna lokalizace signálu. Vnější magnetické pole proto upravujeme pomocí gradientních cívek – vytváříme tzv. magnetický gradient. Magnetický gradient rostoucí podélně s dlouhou osou těla umožní, že dojde k rezonanci protonů pouze v daném místě („řezu“) se shodnou hodnotou Larmorovy frekvence a frekvence elektromagnetického pulzu (protony v ostatních místech nebudou rezonovat, a tudíž neposkytnou žádný signál). Tento gradient se označuje jako „slice selecting gradient“ (gradient určující rovinu řezu). Jedna souřadnice však ke kompletní prostorové orientaci nestačí. Přidáním dalšího gradientu, tentokrát v rovině kolmé na dlouhou osu těla, docílíme rozdělení protonů do „sloupců“. V každém sloupci budou mít protony jinou frekvenci precese. Tento gradient se označuje jako „frequency encoding gradient“ (frekvenci určující gradient). Poslední gradient se nachází ve směru sloupců a během měření je zapnut pouze na krátký okamžik před aplikací samotného frekvenčního gradientu. To ovlivní frekvenci precese protonů v jednotlivých sloupcích v závislosti na vzdálenosti – protony ovlivněné větší intenzitou gradientu budou mít větší frekvenci precese. Po odeznění tohoto gradientu se frekvence precese protonů v každém sloupci opět srovná, protony však už nebudou kmitat ve stejné fázi, nýbrž v rozdílné podle toho, jak moc byly gradientem ovlivněny. Tento gradient se nazývá „phase encoding gradient“ (fázi určující gradient). Výsledná poloha voxelu ve vyšetřované oblasti je tedy tvořena výběrem zobrazovaného řezu (tomoroviny) a kódována fází a frekvencí. (12) (15)

Rekonstrukce obrazu z naměřených dat probíhá pomocí tzv. Fourierovy rekonstrukční metody. Prvním krokem je výběr tomoroviny pomocí roviny určujícího gradientu – v tomorovině budou všechny protony konat precesní pohyb se stejnou frekvencí i fází. Druhým krokem je aplikace fázového gradientu, po jehož odeznění budou protony

konat precesní pohyb se stejnou frekvencí, ale různou fází (výběr řádků). Třetím krokem je aplikace frekvenčního gradientu, pomocí kterého dojde k rozdělení protonů podle rozdílné frekvence precese (výběr sloupců). Během trvání frekvenčního gradientu se přijímací cívkou detekuje vyzařovaný signál. Tím je získán jeden řádek matice dat, který je vzorkován po sloupcích. Po uplynutí tzv. repetiční doby se celá sekvence (předchozí tři kroky) opakuje tolikrát, kolik je potřeba získat řádků matice. Parametry gradientů určujících tomografii a frekvenci zůstávají stejné, ale při každém opakování se změní velikost fázového gradientu – tím jsou naměřeny další vzorkované řádky matice dat. Posledním krokem je tzv. inverzní 2D Fourierova transformace, pomocí které se z každého voxelu získá signál určující jas každého pixelu na výsledném MRI obraze. (15)

Charakteristiku výsledného MRI obrazu určuje volba sekvence. Každá sekvence má svoje výhody i nevýhody a jejich použití závisí na konkrétním typu MRI vyšetření. Vhodnou volbou sekvence lze výsledný signál tzv. váhovat požadovaným parametrem, kterým může být např. T1-relaxační čas (odtud název T1-vážený obraz), T2-relaxační čas (T2-vážený obraz), hustota protonů (PD – proton density), apod. Každé váhování obrazu je vhodné pro jiné zobrazení. Např. T1-vážená sekvence poskytuje vysoký kontrast tuku a tkáňového parenchymu, zatímco tekutiny jsou bez kontrastu. T2-vážená sekvence poskytuje vysoký kontrast tekutin a slabý kontrast tuku a měkkých tkání. PD sekvence poskytuje podobný kontrast pro tuk, měkké tkáně i tekutiny. (15)

V indikovaných případech se provádějí sekvence po aplikaci paramagnetické kontrastní látky obsahující gadolinium. Od kontrastních látek používaných např. u CT se ale princip liší v tom, že nepozorujeme přímo kontrastní látku, ale změny v molekulách vody způsobené přítomností kontrastní látky v jejich sousedství. (12)

Délka vyšetření se pohybuje řádově v desítkách minut (obvykle trvá 20–30 minut) a závisí na rychlosti přístroje a počtu sekvencí. Při popisu MRI obrazu označujeme oblasti s vysokou intenzitou signálu (na obraze světlé) jako hypersignální, oblasti s nízkou intenzitou signálu (na obraze tmavé) jako hyposignální. Izosignální oblasti vykazují podobnou intenzitu signálu, asignální nulovou. Protože je intenzita signálu stejných tkání na různých typech sekvencí různá, je potřeba při popisu uvést vždy i typ sekvence. (12)

MRI se používá nejčastěji při zobrazení onemocnění mozku, míchy a páteře. K dalším indikacím patří poruchy pohybového aparátu, protože pomocí MRI lze zobrazit všechny jeho součásti – kosti (zejména dřev), vazy, šlachy, svaly, chrupavky i tekutiny.

Při synchronizaci s EKG lze provést vyšetření srdce. Lze také provést vyšetření orgánů hrudníku, břicha i pánve. Indikace k MRI a CT vyšetření jsou do jisté míry podobné. K obecným výhodám MRI oproti CT patří nulová radiační zátěž, větší citlivost při zobrazení měkkých tkání a možnost zobrazení v libovolné rovině. Mezi nevýhody patří doba a cena vyšetření a také poněkud „přísnější režim“ při vyšetření. Absolutní kontraindikací je přítomnost elektronicky řízených implantátů, jako jsou např. kardiostimulátory, kochleární implantáty, inzulinové pumpy nebo neurostimulátory (u MR – kompatibilních zařízení kontraindikace neplatí). Další absolutní kontraindikací je přítomnost cizího kovového tělesa v mozku a očnici. Mezi relativní kontraindikace patří přítomnost cizích feromagnetických těles v těle, klaustrofobie a obezita (gantry má průměr cca 60–70 cm). Za zmínku také stojí hlučnost přístroje, která může občas (zejména u malých dětí) komplikovat vyšetření. U neklidných pacientů (zejména u dětí a starších osob) se vyšetření někdy provádí v sedaci nebo anestezii. Přestože nebyly prokázány vedlejší účinky MRI vyšetření, nedoporučuje se vyšetření provádět během prvního trimestru těhotenství. Vyšetření s podáním kontrastní látky se u těhotných pacientek až na nezbytné případy neprovádí. U kojících žen se nedoporučuje 24 hodin po podání kontrastní látky kojit. (12)

### **3.3.2 Algoritmus MRI vyšetření a úloha radiologického asistenta**

Pokud je MRI páteře prováděno nativně, není nutná žádná speciální příprava pacienta. Po příchodu na pracoviště a kontrole žádanky k vyšetření obdrží pacient informovaný souhlas k vyšetření, který si pečlivě přečte a vyplní. Informovaný souhlas má za úkol pacienta stručně seznámit s vyšetřením, zjistit jeho anamnézu a případné kontraindikace k vyšetření. U pacientů nezpůsobilých k vyplnění informovaného souhlasu musí být požadované údaje přiloženy k žádance k vyšetření. Pacienti s MR–kompatibilním kardiostimulátorem musí předložit potvrzení lékaře o provedení nastavení kardiostimulátoru do vyšetřovacího režimu. U pacientů s klaustrofobií je nutná sedace nebo celková anestezie za dohledu anesteziologa.

Pacient je následně požádán, aby se v převlékací kabině svlékl do spodního prádla a aby odložil veškeré kovové předměty. Poté se přesouvá na vyšetřovací stůl, kde se položí na záda. U pacientů na lůžku probíhá přesun na stůl za pomoci nemocničního personálu. Radiologický asistent poučí pacienta o průběhu a délce vyšetření, vysvětlí, že je důležité se během vyšetřování nehýbat a nereagovat na zvuky vydávané přístrojem. Pro snížení

hlučnosti přístroje může pacient dostat sluchátka. Do ruky také dostane balónek pro případnou komunikaci s radiologickým asistentem. V závislosti na vyšetřované oblasti je přiložena cívka, u vyšetření páteře se používají povrchové, preferenčně multikanálové cívky. Následuje zajištění vyšetřovacího stolu s pacientem do gantry, centrace pomocí laserů a samotné vyšetření. U vyšetření s kontrastní látkou proběhne nejprve nativní vyšetření a následně vyšetření s podáním kontrastní látky. Oba výsledky jsou pak porovnány.

K vyšetření jednotlivých úseků páteře se využívají standardizované protokoly. Páteř je zobrazována v sagitální a transverzální rovině, někdy doplněné o koronární rovinu. Mezi nepoužívanější sekvence patří tzv. Turbo Spin Echo (TSE) sekvence v T1 a T2 vážených obrazech. Vyšetření je také vhodné doplnit sekvencemi s potlačením signálu tuku (STIR sekvence). (16)

Pro ukázkou jsou v Tabulce 9 uvedeny parametry u konkrétních vyšetřovacích protokolů C-, Th- a L-páteře.

Tabulka 9: MR protokoly pro vyšetření páteře

Úsek	Typ	Sekvence	FOV (mm)	Vrstva (mm)	Pixel (mm)	TR (ms)	TE (ms)
Krční	T2	TSE	250–280	3	0,7x0,7	3000-5000	80-100
Krční	T1	TSE	250-280	3	0,8x0,7	430–650	10
Hrudní	T2	TSE	350–400	3–4	0,8x0,8	3000–5000	80–100
Hrudní	T1	TSE	350–400	3–4	0,9x0,8	430–650	10
Bederní	T2	TSE	280–340	3–4	0,9x0,7	3000–5000	80–100
Bederní	T1	TSE	280–340	3–4	0,7x0,7	430–650	10

Zdroj: Mechl, Marek, Tintěra, Jaroslav a Žižka, Jan. *Protokoly MR zobrazování*. Praha : Galén, 2014. ISBN 978-80-7492-109-4, vlastní zpracování

MRI páteře trvá cca 25 minut (s kontrastní látkou 35 minut). Nežádoucí účinky po podání kontrastní látky se vyskytují naprosto ojediněle. Pokud pacient pociťuje nevolnost nebo závratě, informuje o tom radiologického asistenta. V opačném případě může po vyšetření odejít.

## 3.4 Scintigrafie

### 3.4.1 Princip metody

Scintigrafie je diagnostická metoda nukleární medicíny, která umožňuje zjištění patologického procesu již na metabolické úrovni. Principem metody je změna distribuce radiofarmaka v těle v závislosti na probíhajících patologických procesech a následné zobrazení této distribuce pomocí přístroje zvaného gamakamera. Na rozdíl od RTG nebo CT vyšetření nevzniká detekované záření v rentgence, nýbrž v radiofarmaku podaném pacientovi. (17)

Radiofarmakum je látka obsahující radionuklid a nosné médium. Radionuklid má své specifické vlastnosti důležité pro vyšetření – poločas rozpadu, aktivitu a charakter záření. Nosné médium, na které je radionuklid navázán, je různě specificky vychytáváno různými orgány. Pro scintigrafii páteře se jako radiofarmakum používá nejčastěji  $^{99m}\text{Tc}$ -MDP (methylen difosfonát) nebo  $^{99m}\text{Tc}$ -HDP (hydroxydifosfonát). (17)

Scintigrafie jako diagnostická metoda má své uplatnění zejména při zjišťování zánětlivých procesů, nádorového bujení nebo degenerativních změn. Při diagnostice poranění páteře je metodou volby pouze v případech neprokázaných zlomenin z RTG snímků. (17)

### 3.4.2 Algoritmus scintigrafického vyšetření a úloha radiologického asistenta

Příprava na scintigrafické vyšetření zahrnuje dobrou hydrataci pacienta, protože radiofarmakum se vylučuje ledvinami. U poranění páteře se provádí tzv. třífázová scintigrafie. Po příchodu na pracoviště a následné registraci pacient odloží přebytečný oděv a položí se na vyšetřovací stůl. Radiologický asistent nastaví pacienta do vhodné polohy a nitrožilně vpraví do těla radiofarmakum. Během první fáze dochází k pořizování snímků již během aplikace radiofarmaka – během této fáze se zobrazuje krevní perfuze. Druhá fáze nastává 4–10 minut po podání radiofarmaka – během této fáze zobrazujeme permeabilitu kapilár. Třetí fáze nastává 2–4 hodiny po podání radiofarmaka – během této fáze zobrazujeme metabolický obrat, resp. osteoblastickou aktivitu. (18)

# PRAKTICKÁ ČÁST

## 4 CÍL A ÚKOLY PRÁCE

### 4.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem praktické části této práce je zkoumat vybraný soubor pacientů za účelem zjištění faktorů podmiňujících výskyt poranění páteře a nejpoužívanějších zobrazovacích metod při jejich diagnostice.

### 4.2 Dílčí cíle

1. Zjistit, u kterých pacientů nejčastěji dochází k poranění páteře.
2. Zjistit nejpoužívanější zobrazovací metody při diagnostice poranění páteře.
3. Představit používané zobrazovací metody na vybraných kazuistikách.

## 5 METODIKA PRÁCE

Pro praktickou část práce byla zvolena kombinace kvantitativního a kvalitativního výzkumu.

V kvantitativním výzkumu byly analyzovány a statisticky zpracovány údaje o pacientech s poraněním páteře získané z nemocniční databáze FN Plzeň. Statistické zpracování bylo provedeno na základě následujících kritérií: věk a pohlaví pacientů, poraněný úsek páteře, diagnóza poranění, první použitá zobrazovací metoda, doplňující zobrazovací metody. Údaje získané z kvantitativního výzkumu jsou dále porovnány s údaji získanými z teoretických zdrojů.

Pro kvalitativní výzkum bylo vybráno 5 kazuistik. Kazuistiky jsou zaměřeny na diagnózy poranění pacientů a použité zobrazovací metody.

Data o pacientech byla zpracována v programu Microsoft Excel a pro větší přehlednost získaných výsledků byly vytvořeny tabulky a grafy.



## **6 HYPOTÉZY A VÝZKUMNÉ OTÁZKY**

### **6.1 Hypotézy pro kvantitativní výzkum**

1. Předpokládáme, že poranění páteře je častější u mužů.
2. Předpokládáme, že k poranění páteře dochází nejčastěji u lidí ve věku 20–29 let.
3. Předpokládáme, že nejčastěji bývá poraněn krční úsek páteře.
4. Předpokládáme, že nejčastější diagnózou u poranění páteře je zlomenina obratle.
5. Předpokládáme, že nejčastěji používanou metodou při diagnostice poranění páteře je RTG vyšetření.
6. Předpokládáme, že při diagnostice poranění páteře slouží ve většině případů jako zobrazovací metoda první volby RTG vyšetření.
7. Předpokládáme, že při diagnostice poranění páteře slouží ve většině případů jako doplňující zobrazovací metoda CT vyšetření.

### **6.2 Výzkumné otázky pro kvalitativní výzkum**

1. Jaký je rozdíl v zobrazení páteře na CT oproti MRI?
2. Jaké jsou indikace k vyšetření MRI při poranění páteře?
3. Pro které diagnózy se osvědčilo vyšetření CT?

## **7 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU**

V praktické části práce jsou použita data získaná ze sledovaného souboru pacientů prostřednictvím databáze FN Plzeň Medicalc. Jedná se o pacienty Kliniky zobrazovacích metod FN Plzeň v období 1.1. 2021 – 31.3. 2021, kteří byli v tomto období vyšetřováni pro poranění páteře. Soubor obsahuje informace o 338 pacientech s diagnózou poranění páteře a celkově 484 provedených vyšetřeních, které byly použity pro získání výsledků praktické části. Je důležité poznamenat, že soubor obsahoval informace jak o prvotních vyšetřeních pacientů, tak o případných následných kontrolách, proto docházelo během statistického zpracování dat dle daných kritérií k případnému filtrování souboru tak, aby bylo dosaženo požadovaných výsledků.

Informace o pacientech jsou anonymní a byly nám poskytnuty se souhlasem FN Plzeň. Sběr dat proběhl v březnu 2022.

## 8 KVANTITATIVNÍ VÝZKUM – ANALÝZA SOUBORU A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

### 8.1 Rozdělení pacientů podle pohlaví

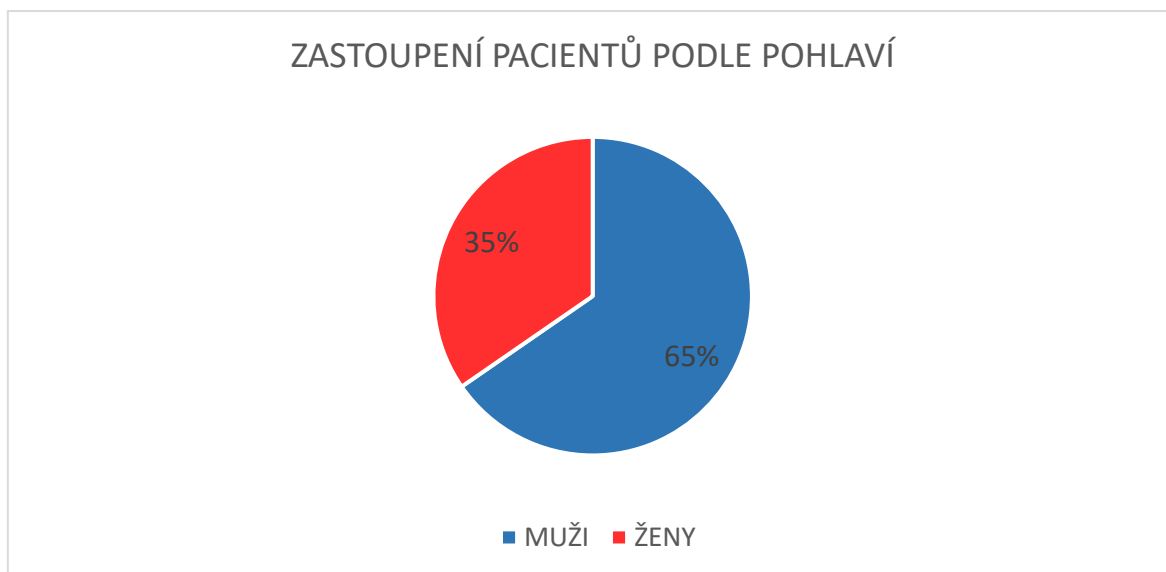
V této analýze je znázorněno složení zkoumaného souboru pacientů na základě pohlaví. Hypotézou je, že poranění páteře se vyskytují častěji u mužů než u žen. Hypotéza vychází ze statistiky Světové zdravotnické organizace, která uvádí, že napříč státy celého světa se poranění páteře a míchy vyskytují minimálně dvakrát častěji u mužů než u žen. (1) Do souboru bylo zahrnuto 338 pacientů. Výsledky měření jsou znázorněny v Tabulce 10 a Grafu 1.

Tabulka 10: Podíl mužů a žen ve zkoumaném souboru

Pohlaví	Počet v souboru
Muži	221
Ženy	117

Zdroj: Data z FN Plzeň, vlastní zpracování

Graf 1: Podíl mužů a žen ve zkoumaném souboru



Zdroj: Data z FN Plzeň, vlastní zpracování

Z naměřených dat vyplývá, že během daného období bylo na Klinice zobrazovacích metod FN Plzeň vyšetřeno kvůli poranění páteře téměř dvojnásobné množství mužů než žen. Mezi nejčastější příčiny poranění páteře patří pády z výšky a dopravní nehody. Hypoteticky lze předpokládat, že pády z výšky (např. z žebříků, stromů, lešení) i dopravní nehody (zejména nehody na motocyklech) bývají častější u osob mužského pohlaví. Hypotéza je potvrzena.

## 8.2 Rozdělení pacientů podle věku

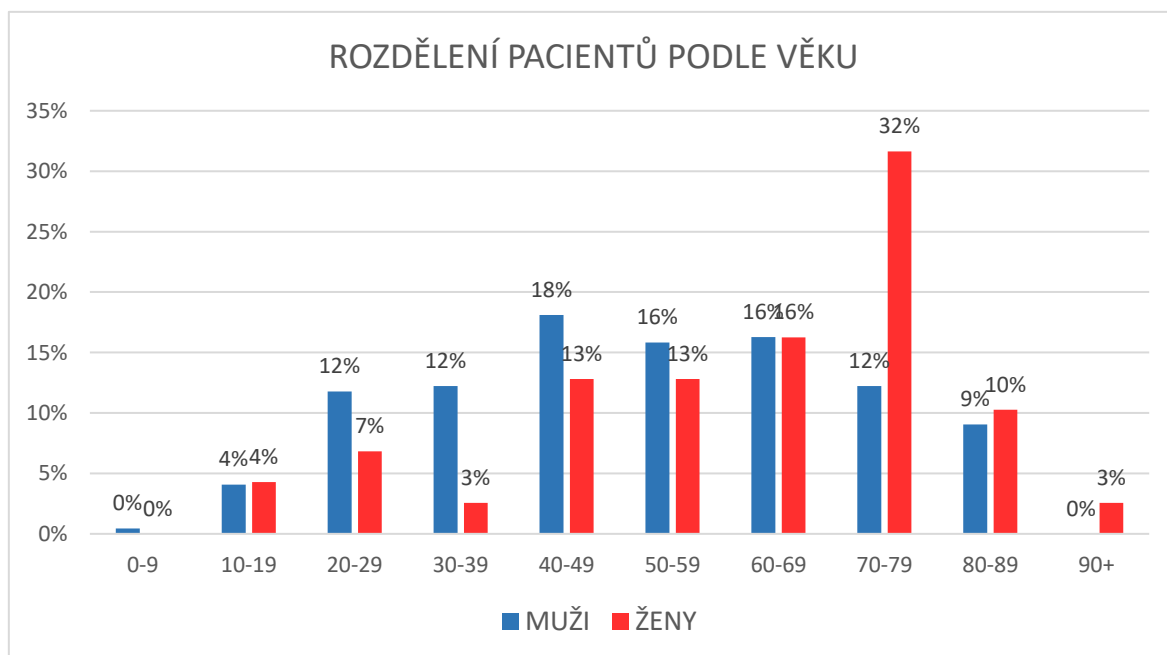
V této analýze je znázorněno rozdělení pacientů ve zkoumaném souboru do věkových kategorií. Hypotézou je, že poranění páteře se nejčastěji vyskytují u osob ve věku 20–29 let. Hypotéza vychází z předpokladu, že nejčastější příčinou poranění páteře a míchy jsou dopravní nehody, které často postihují mladší, méně zkušené řidiče. Studie na toto téma rovněž uvádí, že poranění páteře a míchy postihují převážně osoby ve věku do 50 let. (19) (20). Do souboru bylo zahrnuto všech 338 pacientů. Výsledky měření jsou znázorněny v Tabulce 11 a Grafu 2.

Tabulka 11: Rozdělení pacientů podle věku

Věková kategorie	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90+
Muži	1	9	26	27	40	35	36	27	20	0
Ženy	0	5	8	3	15	15	19	37	12	3
Celkem	1	14	34	30	55	50	55	64	32	3

Zdroj: Data z FN Plzeň, vlastní zpracování

Graf 2: Rozdělení pacientů podle věku



Zdroj: Data z FN Plzeň, vlastní zpracování

Z naměřených dat vyplývá, že se poranění páteře u pacientů mužského pohlaví vyskytovalo nejčastěji ve věku 40–49 let, druhou a třetí nejpočetnější kategorií bylo 50–59 a 60–69 let. Tento výsledek může být hypoteticky zapříčiněn zvýšenou frekvencí pracovních úrazů v kombinaci s narůstajícím věkem u mužů daného věku. U pacientek ženského pohlaví byla suverénně nejpočetnější skupinou kategorie 70–79 let, následovaná kategorií 60–69 let. Tento výsledek je patrně zapříčiněn zvýšenou frekvencí úrazů v běžném životě pacientů, která je pro pacienty v důchodovém věku typická. U obou pohlaví se poranění páteře vyskytovala nejméně v kategoriích 0–9 a 90+ let. Hypotéza je vyvrácena.

### 8.3 Rozdělení pacientů podle postiženého úseku páteře

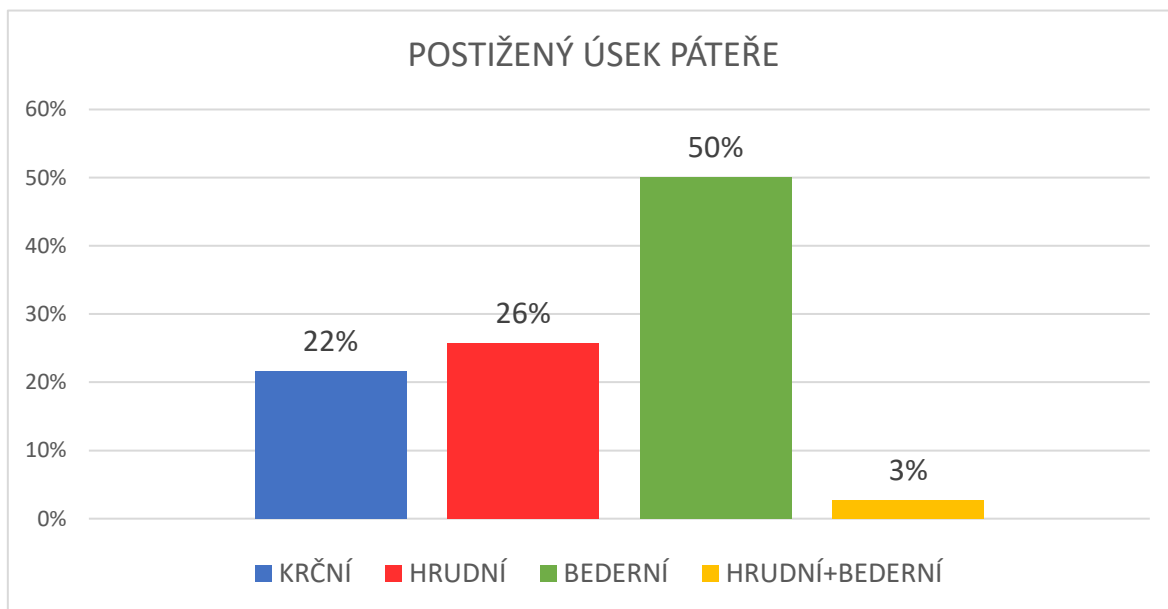
Následující analýza rozděluje pacienty ve zkoumaném souboru podle toho, který úsek páteře byl poraněn. Hypotézou je, že se u pacientů nejčastěji vyskytovalo poranění krčního úseku páteře. Hypotéza vychází z předpokladu, že krční obratle jsou svou velikostí a stavbou slabší než obratle hrudní či bederní a při dopravních nehodách bývá často postižen právě krční úsek páteře. Studie zkoumající incidenci poranění páteře a míchy ve světě rovněž uvádí, že nejčastěji bývá postižen krční úsek páteře. (20) (21) Do souboru bylo zahrnuto všech 338 pacientů. Výsledky jsou znázorněny v Tabulce 12 a Grafu 3.

Tabulka 12: Rozdělení pacientů podle postiženého úseku páteře

Krční	Hrudní	Bederní	Hrudní+bederní
73	87	169	9

Zdroj: Data z FN Plzeň, vlastní zpracování

Graf 3: Rozdělení pacientů podle postiženého úseku páteře



Zdroj: Data z FN Plzeň, vlastní zpracování

Ze získaných dat vyplývá, že polovinu všech poranění páteře u pacientů tvořila poranění bederního úseku. Zbývající polovina poranění se vyskytovala v hrudním úseku v 26 % a v krčním úseku ve 22 %. Kombinované poranění více úseků páteře se vyskytovalo pouze u 9 pacientů a postihovalo hrudní a bederní úsek. Jiné kombinované poranění se v souboru pacientů nevyskytlo. Příčinou velkého množství poranění bederního úseku může být velký počet pacientů staršího věku ve zkoumaném souboru. U těchto pacientů bývají častou příčinou poranění pády, při kterých často dochází k nárazu v hrudní či bederní oblasti páteře. Hypotéza je vyvrácena.



## 8.4 Rozdělení pacientů podle úrazové diagnózy

Tato analýza dělí pacienty ve zkoumaném souboru na základě jejich úrazové diagnózy. V analýze jsou použity diagnózy celkově 300 pacientů. Ze souboru byli odstraněni pacienti, u kterých nebyla v souvislosti s diagnózou provedena žádná zobrazovací metoda. Získané diagnózy byly pomocí Mezinárodní klasifikace nemocí rozděleny na zlomeniny obratlů, podvrtnutí a natažení daných úseků páteře a edémy a otřesy míchy (viz Tabulka 13). Hypotézou je, že nejčastěji se vyskytující úrazovou diagnózou u pacientů je zlomenina obratle. Hypotéza vychází z předpokladu, že při pádech či dopravních nehodách bývá častým typem poranění páteře právě zlomenina obratle. Výsledky měření jsou znázorněny v Tabulce 14 a Grafu 4.

Tabulka 13: Úrazové diagnózy podle Mezinárodní klasifikace nemocí

Kódové označení v MKN	Diagnóza
S120	Zlomenina atlasu
S121	Zlomenina axisu
S122	Zlomenina jiného krčního obratle
S134	Podvrtnutí a natažení krční páteře
S140	Otřes a edém krční míchy
S220	Zlomenina hrudního obratle
S320	Zlomenina bederního obratle
S335	Podvrtnutí a natažení bederní páteře

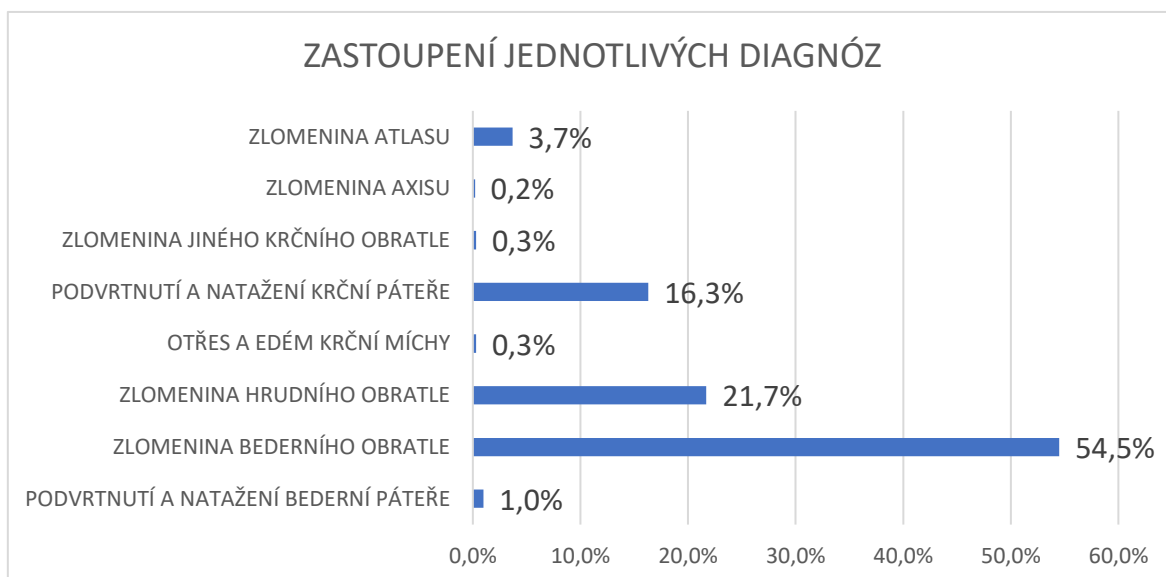
Zdroj: Mezinárodní klasifikace nemocí, vlastní zpracování

Tabulka 14: Četnost diagnóz v souboru pacientů

Diagnóza	S120	S121	S122	S134	S140	S220	S320	S335
Počet	11	6	1	49	1	65	164	3

Zdroj: Data z FN Plzeň, vlastní zpracování

Graf 4: Četnost diagnóz u pacientů



Zdroj: Data z FN Plzeň, vlastní zpracování

Z naměřených dat vyplývá, že v krčním úseku je nejčastější diagnózou podvrtnutí a natažení krční páteře. Ze zlomenin obratlů se nejčastěji vyskytovaly zlomeniny atlasu, zlomeniny axisu nebo ostatních krčních obratlů byly minimální. V hrudním úseku se jiné diagnózy, než zlomeniny hrudního obratle nevyskytly, za to tvořily téměř čtvrtinu všech diagnóz. V bederním úseku byla nejčastější diagnózou zlomenina bederního obratle, tvořila více než polovinu všech diagnóz. U jednoho pacienta se vyskytlo poškození míchy v krčním segmentu, u jiných pacientů se poškození míchy nevyskytlo. V rámci celé páteře tvoří nejčastější úrazovou diagnózu zlomeniny obratlů, které dohromady představovaly 80 % všech diagnóz. Hypotéza je potvrzena.

## 8.5 Rozdělení vyšetření podle použité zobrazovací metody

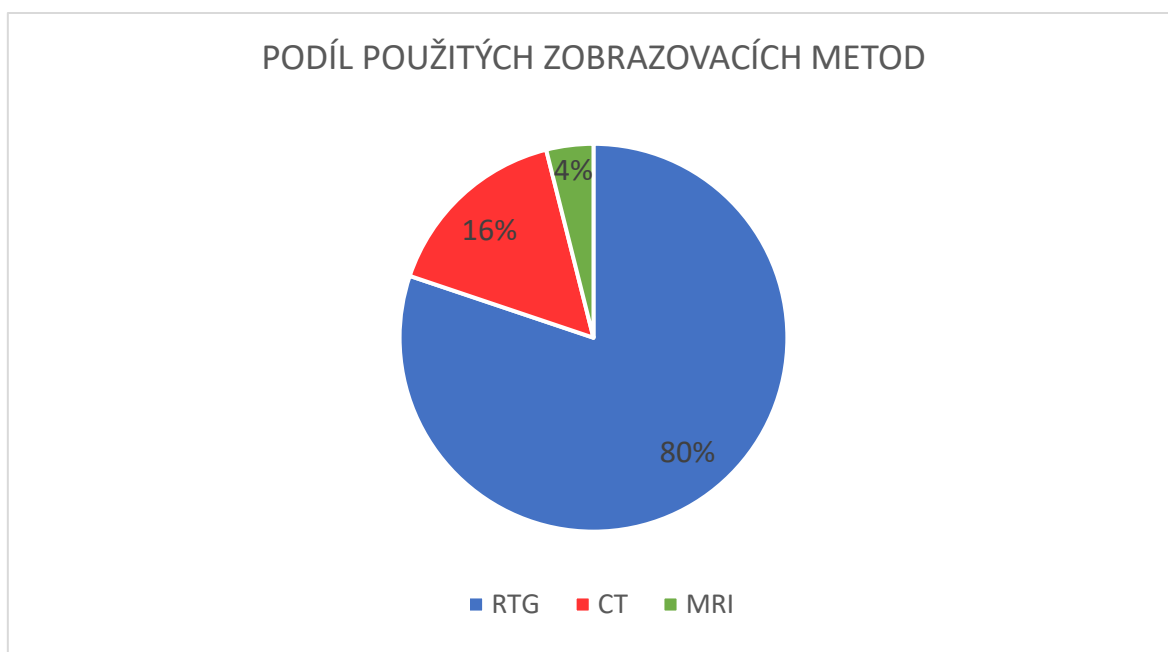
Následující analýza znázorňuje počet všech vyšetření poranění páteře, které na Klinice zobrazovacích metod FN Plzeň v období 1.3. 2021–31.3. 2021 proběhly, a dělí je podle použité zobrazovací metody. Pro analýzu bylo použito všech 484 vyšetření, která jsou tvořena zobrazovacími metodami první volby, doplňujícími vyšetřeními a kontrolami. Hypotézou je, že nevíce využívanou metodou při diagnostice poranění páteře je RTG vyšetření. Hypotéza vychází z předpokladu, že RTG vyšetření je základní diagnostickou metodou při poranění páteře z důvodu jednoduchosti, rychlosti a ceny provedení. Výsledky měření jsou znázorněny v Tabulce 15 a Grafu 5.

Tabulka 15: Rozdělení vyšetření podle použité zobrazovací metody

RTG	CT	MRI	CELKEM
388	77	19	484

Zdroj: Data z FN Plzeň, vlastní zpracování

Graf 5: Rozdělení vyšetření podle použité zobrazovací metody



Zdroj: Data z FN Plzeň, vlastní zpracování

Ze získaných dat vyplývá, že nejpoužívanější zobrazovací metodou v diagnostice poranění páteře je RTG vyšetření (skiagrafické snímkování), které bylo použito v 80 % případů. Následovalo použití CT v 16 % případů a MRI bylo použito ve 4 %. Vysoká četnost využití RTG vyšetření je patrně zapříčiněna tím, že během rekonvalescence pacientů a pravidelných kontrol jejich zdravotního stavu bývá často RTG vyšetření metodou volby nezávisle na zobrazovací metodě zvolené při prvním vyšetření (z důvodu rychlosti a jednoduchosti provedení oproti MRI vyšetření a nižší radiační zátěži oproti CT vyšetření). Hypotéza je potvrzena.

## 8.6 Rozdělení pacientů podle zobrazovací metody první volby

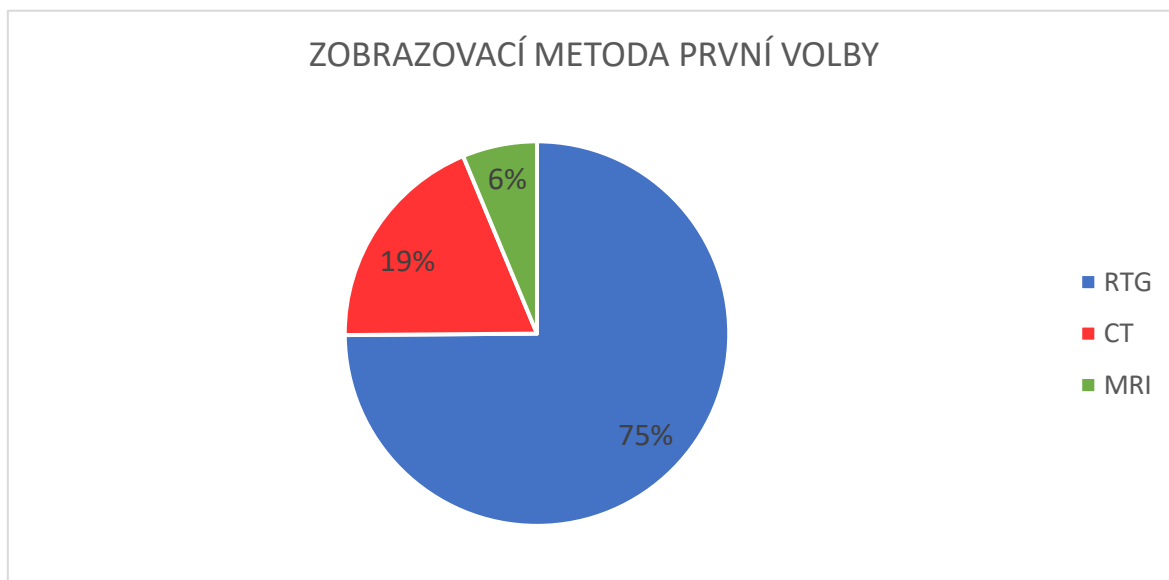
Tato analýza má za úkol rozdělit pacienty podle toho, která zobrazovací metoda byla při jejich prvotním vyšetření použita jako první. Pro provedení analýzy však nejprve bylo nutné rozdělit pacienty v souboru podle toho, zda se jednalo o prvotní vyšetření nebo následnou kontrolu. Do souboru bylo zahrnuto celkem 207 pacientů. Hypotézou je, že zobrazovací metodou první volby je RTG vyšetření. Stejně jako u předchozí analýzy vychází hypotéza z předpokladu, že RTG vyšetření je základní diagnostickou metodou při poranění páteře z důvodu jednoduchosti a rychlosti provedení. Výsledky měření jsou znázorněny v Tabulce 16 a Grafu 6.

Tabulka 16: Zobrazovací metoda první volby

Zobrazovací metoda	RTG	CT	MRI
Počet	155	39	13

Zdroj: Data z FN Plzeň, vlastní zpracování

Graf 6: Zobrazovací metoda první volby



Zdroj: Data z FN Plzeň, vlastní zpracování

Ze získaných dat vyplývá, že v 75 % všech případů poranění páteře tvoří zobrazovací metodu první volby RTG vyšetření. Zbývající část tvoří CT vyšetření a MRI vyšetření v poměru 3:1. Hypotéza je potvrzena.

## 8.7 Rozdělení pacientů podle doplňující zobrazovací metody

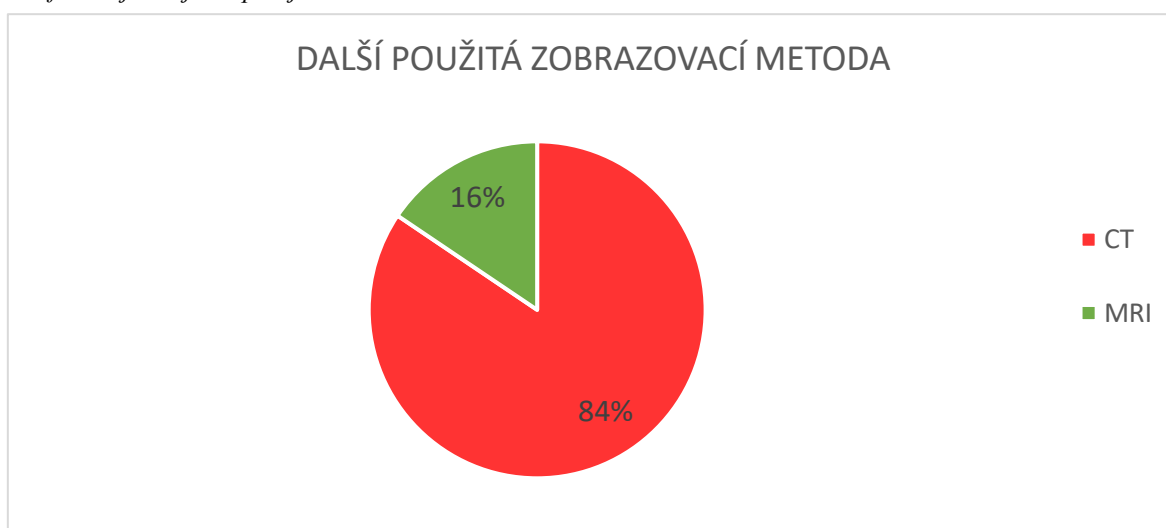
Následující analýza má za úkol znázornit, která zobrazovací metoda byla použita jako doplňující v případě, kdy byl pacient při svém prvotním vyšetření vyšetřen několika zobrazovacími metodami. Je důležité poznamenat, že pokud je během prvotního vyšetření pacienta použito více zobrazovacích metod, RTG vyšetření je v naprosté většině případů zobrazovací metodou první volby, následovanou vyšetřením CT nebo MRI. Tato analýza se tedy zaměří pouze na vyšetření CT a MRI. Do souboru bylo zahrnuto 45 pacientů, u kterých bylo použito více zobrazovacích metod. Předpokládanou hypotézou je, že nejčastější doplňující zobrazovací metodou je CT vyšetření. Hypotéza vychází z předpokladu, že častým typem poranění jsou zlomeniny, které jsou lépe znázorněny CT vyšetřením. Výsledky měření jsou zobrazeny v Tabulce 17 a Grafu 7.

Tabulka 17: Nejčastější doplňující zobrazovací metoda

Doplňující zobrazovací metoda	Počet pacientů
CT	38
MRI	7

Zdroj: Data z FN Plzeň, vlastní zpracování

Graf 7: Nejčastější doplňující zobrazovací metoda



Zdroj: Data z FN Plzeň, vlastní zpracování

Ze získaných dat vyplývá, že ve většině případů je jako doplňující zobrazovací metoda zvoleno CT vyšetření, které bylo zvoleno u 84 % pacientů. Ve zbývajících případech bylo zvoleno MRI vyšetření. Hypotéza je potvrzena.

## **9 KVALITATIVNÍ VÝZKUM – SOUBOR KAZUISTIK**

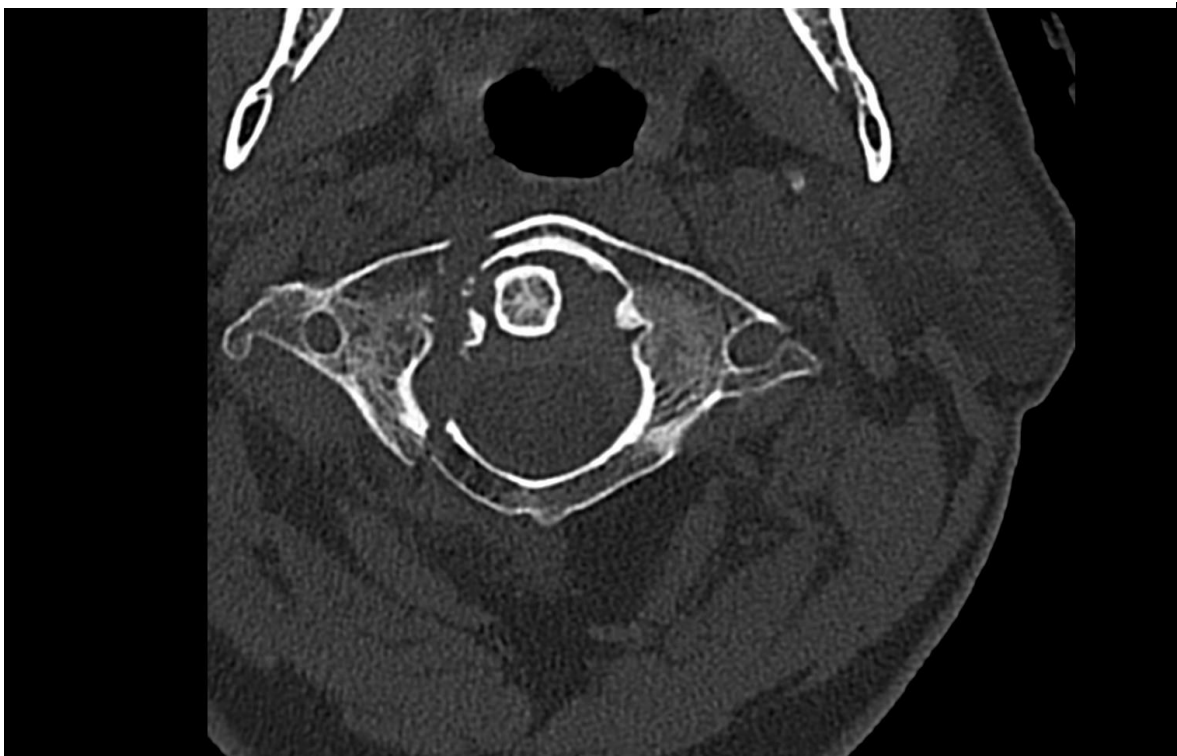
Pro doplnění kvantitativního výzkumu a názornost typických patologií a užití zobrazovacích metod bylo zvoleno pět pacientů s různými diagnózami poranění páteře, u kterých byla provedena vyšetření různými zobrazovacími metodami. Jednalo se o pacienty Kliniky zobrazovacích metod FN Plzeň vyšetřené v období 1.1. 2021 – 31.3. 2021. Ke kvalitativnímu výzkumu byly stanoveny výzkumné otázky, k jejichž zodpovězení byly použity informace z anamnézy pacientů doplněné o komentáře lékaře. Jednotlivé kazuistiky obsahují obrazovou dokumentaci vyšetření.

## 9.1 První kazuistika

Pacientem je muž ve věku 54 let. Do FN Plzeň byl přivezen po autonehodě. S ohledem na mechanismus úrazu bylo vstupně provedeno CT vyšetření v režimu traumaprotokol (proběhlo nativní vyšetření mozku a C-páteře, dále s podáním jodové kontrastní látky i.v. vyšetření krku, hrudníku, břicha a pánve až po proximální femury).

**Nález na CT:** Z CT vyšetření byla diagnostikována zlomenina předního i zadního oblouku C1 vpravo, obratlová těla posunuta nebyla. Dále byla zjištěna osteochondróza C5/C6, artróza a stenóza meziobratlových otvorů C3/C4–C5/C6, vše v rámci degenerativních změn.

Obrázek 12: CT vyšetření C-páteře s frakturou C1, transversální řez



Zdroj: Data z FN Plzeň

S ohledem na kostní trauma C-páteře bylo indikováno MRI vyšetření.

**Nález na MRI:** Fraktura C1 popisovaná z CT nebyla na MRI dobře patrná. Nebylo prokázáno posunutí obratlových těl. Prokázáno prosáknutí měkkých tkání v okolí C1/C2 a paravertebrálně C1–C3. Nebyly prokázány žádné další traumatické změny skeletu, ruptury vazů nebo poranění plotének. Osteochondróza C3/C4–C5/C6. Páteřní kanál bez zúžení. Mícha bez ložisek.



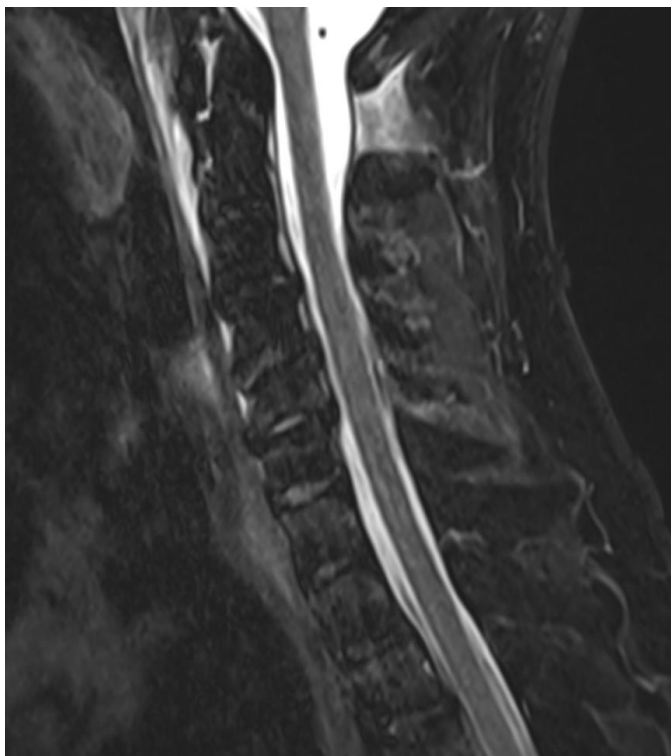
Pro podezření na rozsáhlejší poranění vazů C-páteře bylo zopakováno MRI vyšetření (C-páteř nativně + po podání gadoliniové kontrastní látky i.v.)

**Nález na MRI:** Fraktura přední i zadní část oblouku C1 vpravo. Ligamenta bez ruptur, je však přítomná abrupce fragmentu C1 vpravo, na které je inzerce vazů. Ostatní vazivové struktury bez průkazu ruptury.

Následně byla provedena transpedikulární metalická fixace C1–C2 ke stabilizaci zlomeniny obou obratlů. K ověření pozice fixace bylo provedeno standardní RTG C-páteře.

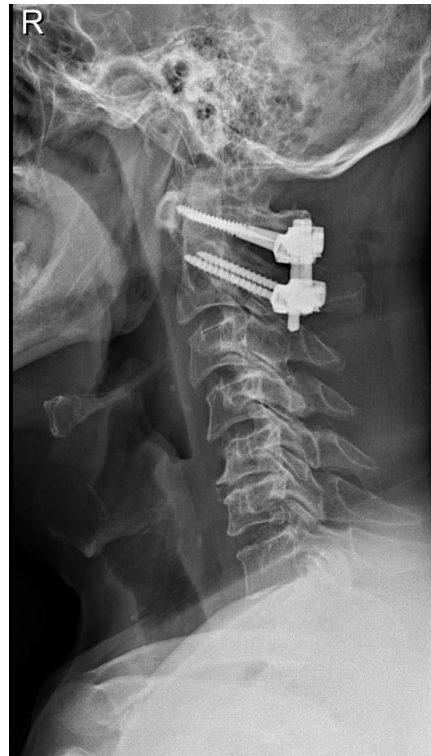
**Nález na RTG:** Stav po transpedikulární fixaci C1/C2 v dobrém postavení. Ventrální posun těl C3 a C4 o 2 mm, snížení disku C5/C6 s ventrálními spondylofyty a unkovertebrální artrózou.

*Obrázek 13: MRI vyšetření C-páteře s frakturou C1, sagitální řez*



*Zdroj: Data z FN Plzeň*

*Obrázek 14: RTG vyšetření C-páteře s fixací, boční projekce*



*Zdroj: Data z FN Plzeň*

## 9.2 Druhá kazuistika

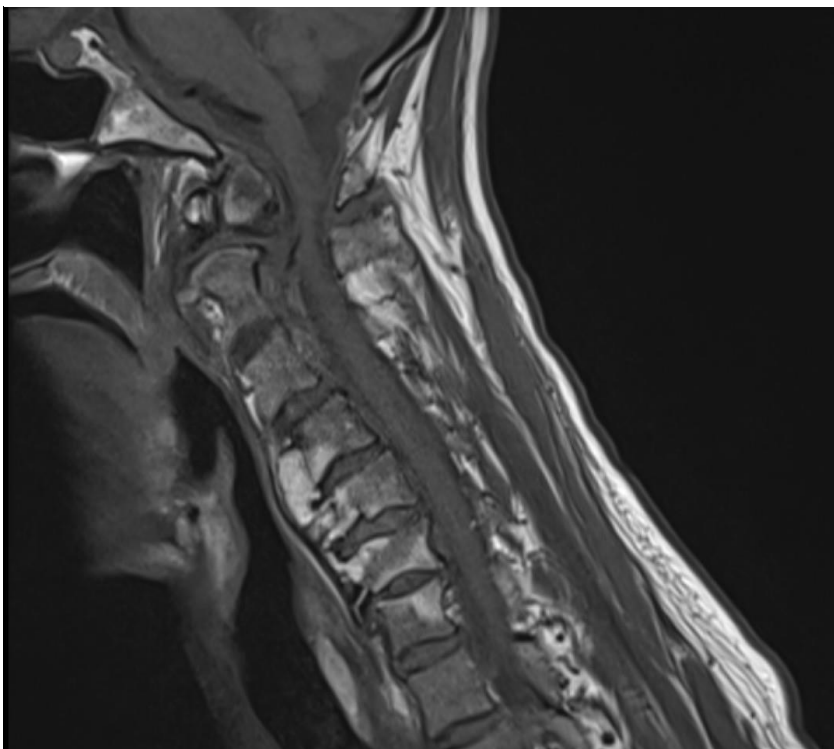
Pacientem je muž ve věku 54 let po starším traumatu C2, nyní s vytvořeným pakloubem (v důsledku poruchy hojení fraktury) a kvadruparézou (ochrnutím všech končetin). Bylo provedeno RTG vyšetření C-páteře s dynamickými snímky k vyloučení nestability v pakloubu.

**Nález na RTG:** Stav po starší fraktuře dentu s vytvořeným pakloubem a dorsální dislokací o 4 mm a zúžením páteřního kanálu. Páteř se na funkčních snímcích v horní polovině rozvíjí, v dolní polovině pouze diskrétně. Objemné přemostňující ventrální spondylofyty v rozsahu C4 až C6. Ostatní obratle bez posunu či zřetelných traumatických změn.

U pacienta provedena MRI s mírným vypodložením hlavy k zobrazení zejména vazivových struktur při pakloubu dentu axisu.

**Nález na MRI:** Pakloub nezhojené fraktury baze dentu C2 obratle starého data (II. typu dle Andersona a D. Alonza), s dislokací dorzálně o max 4,5 mm. Způsobuje stenózu kanálu páteřního na max 8 mm předozadně, s prakticky vymizením likvorových prostor a myelopatií v rozsahu dentu i těla C2 obratle.

*Obrázek 15: MRI vyšetření C-páteře s frakturou C2, sagitální řez*

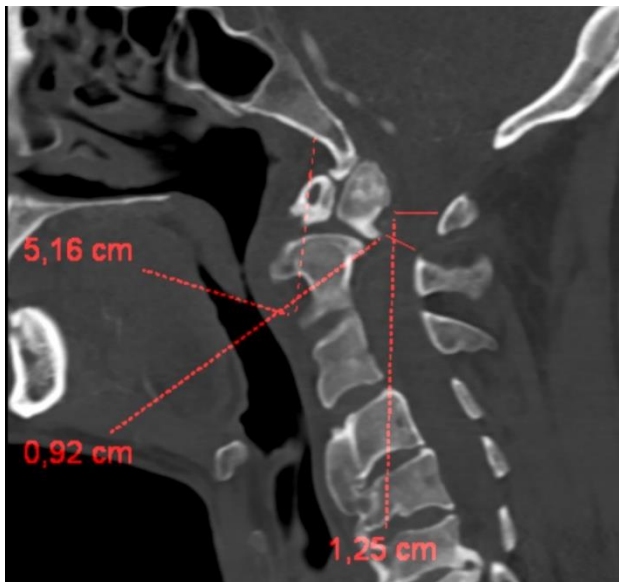


*Zdroj: Data z FN Plzeň*

V rámci předoperační rozvahy stran pakloubu dentu C2 doplněno CT AG krčních a mozkových tepen.

**Nález na CT AG:** Volné řečiště, bez okluze, bez stenózy. Tortuozita (zvlněnost) až coiling (spirálovitost) v polovině C1 a. carotis int. dx. Stav po fraktuře dentu C2 s pakloubem a dislokací dentu, bez alterace vertebrálních tepen.

Obrázek 17: CT vyšetření C-páteře, sagitální řez



Zdroj: Data z FN Plzeň

Obrázek 16: RTG vyšetření C-páteře s fixací C1–C2, boční projekce



Zdroj: Data z FN Plzeň

Poté byla provedena operační stabilizace C1–C2 úseku páteře a kontrolní RTG k ověření pozice implantátů.

**Nález na RTG:** Mírná kyfotizace C-páteře. Stav po transpedikulární fixaci C1/C2 v dobrém postavení. Ventrální přemosťující spondylofyty C4–C7. Bez posunu obratlů. Vícečetné jemné kalcifikace v měkkých tkáních šíje.

### 9.3 Třetí kazuistika

Pacientem je muž ve věku 56 let. Pacient upadl venku na hýždě, trauma Th-páteře. Na externím RTG popsána fraktura Th6, ve FN bylo provedeno CT k ověření rozsahu poranění Th-páteře.

**Nález na CT:** Kompresivní fraktura Th7 s výrazným ventrálním klínovitým snížením až na 1/3 původní výšky. Mírná komprese předního dolního okraje obratle Th6 s lehkým zaklíněním. Zvýrazněna hrudní kyfóza a zároveň mírná prominence dorsální hrany Th7 do páteřního kanálu, který je zúžen na 10 mm. Obratlové oblouky bez poranění.

Obrázek 19: CT vyšetření Th-páteře, sagitální řez



Zdroj: Data z FN Plzeň

Obrázek 18: Kontrolní CT vyšetření Th-páteře, sagitální řez



Zdroj: Data z FN Plzeň

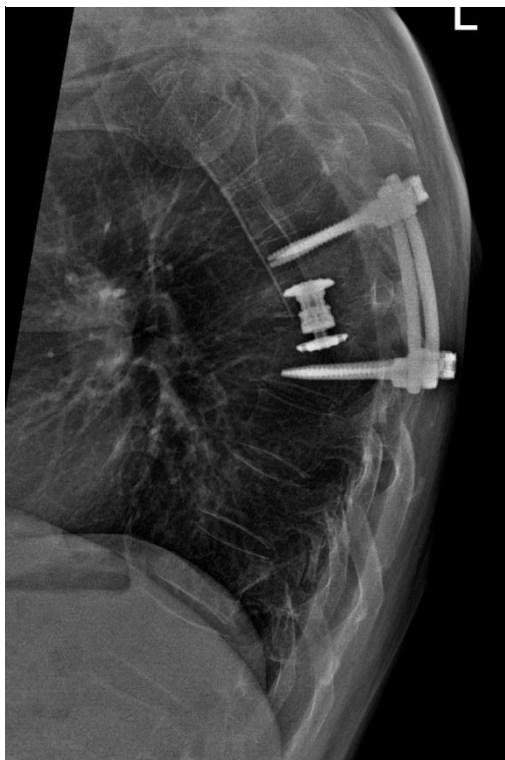
Pacientovi byla provedena operační stabilizace fraktury a kontrolní CT Th-páteře před zvažovanou reoperací z předního přístupu.

**Nález na CT:** Transpedikulární fixace kompresivní fraktury Th7 ve správném postavení, obratlové tělo s neměnným snížením centrálně a mírnou prominencí dorsální hrany do páteřního kanálu. Lehká progrese fluidothoraxu oboustranně.

Následovalo kontrolní RTG Th-páteře s odstupem měsíce po reoperaci.

**Nález na RTG:** Fixace Th6–Th8 s náhradou těla Th7 v dobrém postavení.

*Obrázek 21: RTG vyšetření Th-páteře s fixací, bočná projekce*



*Zdroj: Data z FN Plzeň*

*Obrázek 20: RTG vyšetření Th- páteře s fixací, AP projekce*



*Zdroj: Data z FN Plzeň*

## 9.4 Čtvrtá kazuistika

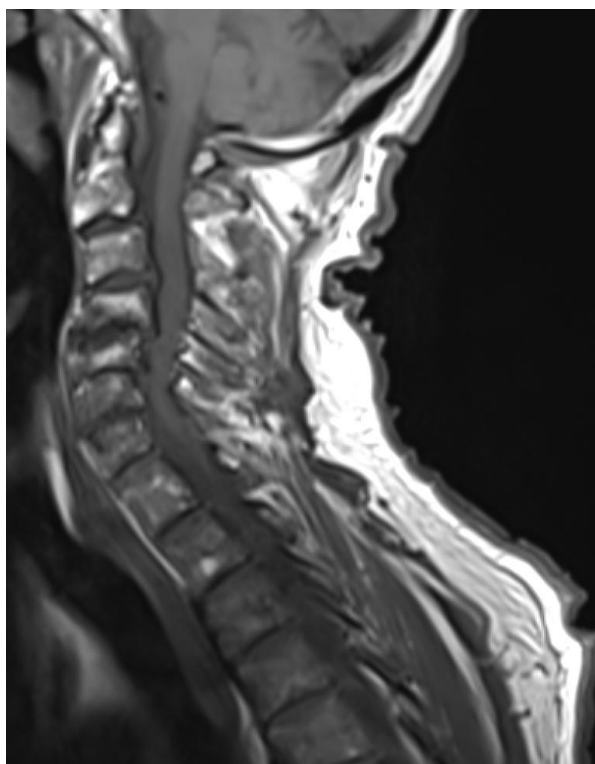
Pacientem je muž ve věku 73 let. Pacient čerstvě po pádu s těžkou kvadruparézou, externě provedené CT s podezřením na fraktury obratlů C4–C6, neurochirurg indikuje MRI krční a horní hrudní páteře.

Obrázek 23: CT vyšetření C-páteře s frakturou C4–C6, sagitální řez



Zdroj: Data z FN Plzeň

Obrázek 22: MRI vyšetření C-páteře s frakturou C4–C6, sagitální řez



Zdroj: Data z FN Plzeň

**Nález na MRI:** Vyšetření horší kvality pro pohybové artefakty. Kyfotické postavení C-páteře. Obratlová těla C4–C6 jsou snižená a předozadně protáhlá. Pokročilé degenerativní změny v oblasti C4/C5–C6/C7. V tomto rozsahu je absolutní stenóza páteřního kanálu (sagitálně zúžen na cca 5 mm) a také myelopatie míchy v délce 25 mm. Edém obratlových těl C4–C7 a také ligamentózních struktur v okolí oblouků. Zachycený horní Th úsek bez komprese, bez hernie, páteřní kanál a intervertebrální foramina volná.

Poté bylo provedeno operační řešení stenózy C-páteře bez stabilizace zlomenin s následnou RTG kontrolou.

**Nález na RTG:** Diskrétní sinistrokonvexní skolióza C-páteře. Stav po laminektomii C4–6 a částečně C7, v těchto etážích pokročilá osteochondróza a degenerativní změny. Kyfotizace horní poloviny C-páteře, dorsální posun těl C4 a C5 o 5 mm. Masivní kalcifikace v oblasti krkavic.

*Obrázek 24: RTG vyšetření vyšetření C- páteře se skoliózou, AP projekce*



*Zdroj: Data z FN Plzeň*

*Obrázek 25: RTG vyšetření vyšetření C-páteře se skoliózou, bočná projekce*



*Zdroj: Data z FN Plzeň*

## 9.5 Pátá kazuistika

Pacientem je muž ve věku 26 let. Pacient je po autonehodě, kdy automobil havaroval několikrát přes střechu. Externí CT prokazuje frakturu L3. Pacient pro občasnou bolest propagující se do pravé hýždě a po zadní straně levé dolní končetině navštívil neurochirurgickou ambulanci, neurochirurg indikuje kontrolní RTG bederní páteře.

**Nález na RTG:** Kompresní fraktura těla L3 s odlomením drobného fragmentu předního horního okraje, jeho pozice se nemění.

S odstupem měsíce nemocný přichází na kontrolu do neurochirurgické ambulance, kde je indikováno kontrolní RTG a poté CT.

**Nález na RTG:** Stav po kompresní fraktuře těla L3 s odlomením předního horního okraje, pozice se nemění proti minulému vyšetření, neměnné je i snížení obratlového těla L3. Jinak je výše obratlových těl normální, bez posunu.

*Obrázek 27: RTG vyšetření L-páteře s frakturou L3, AP projekce*



*Zdroj: Data z FN Plzeň*

*Obrázek 26: RTG vyšetření L-páteře s frakturou L3, bočná projekce*



*Zdroj: Data z FN Plzeň*



**Nález na CT:** Stav po kompresi horní krycí desky L3 s ventrálním snížením cca o 1/3, bez progresu snížení. Horní přední okraj je odlomen, jsou zde počínající reparativní změny. V úrovni L2/L3 naznačena kyfotizace, jinak napřímění bederní lordózy, bez posunu obratlových těl. Počínající protruze disku L2/L3 na 3 mm, bez herniace, bez redukce durálního vaku. Foramina volná. Spina bifida S1.

*Obrázek 28: CT vyšetření L-páteře s frakturou L3, sagitální řez*



*Zdroj: Data z FN Plzeň*

Neurochirurg dále indikuje operační řešení na obratli L3, pacient je ale dále bez záznamu v klinickém systému.

## DISKUZE

Praktická část práce je rozdělena na kvantitativní a kvalitativní výzkum. Kvantitativní výzkum se věnuje sběru dat ze zkoumaného souboru pacientů, kteří byli v období 1.1. 2021 – 31.3. 2021 vyšetřeni na Klinice zobrazovacích metod ve FN Plzeň kvůli poranění páteře. Soubor obsahoval informace o celkem 338 pacientech a 484 provedených vyšetřeních a informace z něj získané byly následně analyzovány a podle předem stanovených kritérií statisticky zpracovány. Mimo jiné bylo zkoumáno složení pacientů na základě pohlaví, věku, poraněného úseku páteře, diagnózy poranění, první použité zobrazovací metody a doplňující zobrazovací metody. Ke každé analýze byla předem stanovena hypotéza.

První analýza se zabývala složením pacientů podle pohlaví. Hypotézou bylo, že se poranění páteře vyskytují častěji u mužů. WHO uvádí, že poranění páteře postihují muže minimálně dvakrát častěji než ženy. (1) Rovněž studie National Spinal Cord Injury Statistical Center z r. 2019, která zkoumala výskyt poranění páteře a míchy v USA u 33000 pacientů uvádí, že 78 % pacientů s poraněním páteře a míchy byli muži. (19) Z vlastního statistického zpracování získaných dat vyplynulo, že se ve zkoumaném vzorku nacházelo 65 % mužů a 35 % žen. Hypotéza byla tedy potvrzena. Skutečnost, že poranění páteře postihují častěji muže, může vycházet z příčin, které poranění páteře způsobují. Mezi nejčastější příčiny patří dopravní nehody a pády z výšky. U dopravních nehod lze předpokládat vyšší podíl mužů např. mezi profesionálními řidiči. Rovněž pády z výšky, např. z žebříků, stromů, lešení apod. bývají častými pracovními úrazy postihujícími právě muže. Mezi další příčiny poranění páteře patří sportovní úrazy či úrazy způsobené násilím.

Druhá analýza se zabývala složením pacientů podle věku. Pro větší přehlednost bylo vytvořeno deset věkových kategorií, do kterých byli pacienti rozděleni. Hypotézou bylo, že se nejvíce pacientů bude nacházet v kategorii 20–29 let. Tato hypotéza vycházela z teoretických zdrojů. WHO uvádí, že u mužů se poranění páteře vyskytují nejčastěji ve věkové kategorii 20–29 let a dále v pozdějším věku (70+ let). Ženy pak bývají postiženy nejvíce v 15–19 letech a dále rovněž v pozdějším věku (60+ let). (1) Studie National Spinal Cord Injury Statistical Center uvádí jako průměrný věk pacientů 29–43 let. (19) Z vlastního statistického měření vyplynulo, že nejvíce pacientů nezávisle na pohlaví se nacházelo v kategorii 70–79 let. Do této kategorie spadalo 44 % všech pacientů. Druhou nejpočetnější kategorií byla kategorie 60–69 let s 32 % pacientů. Co se mužů týče, nejvíce poranění páteře

se vyskytovalo v kategorii 40–49 let, pouze jeden pacient spadl do kategorie 0–9 let a v kategorii 90+ let se nevyskytoval nikdo. Zbývající počet pacientů mužského pohlaví byl, na rozdíl od žen, relativně rovnoměrně rozdělen mezi zbývající věkové kategorie. U žen se nejvíce pacientek vyskytovalo v kategorii 70–79 let. Do této kategorie spadalo téměř dvojnásobné množství pacientek oproti druhé nejpočetnější kategorii, kterou bylo 60–69 let. V kategorii 90+ let se vyskytovaly 3 pacientky, v kategorii 0–9 let žádná pacientka. Hodnoty získané vlastním měřením a hodnoty z teoretických zdrojů se liší. Hypotéza byla vyvrácena. Vysoká četnost poranění páteře u starších pacientů může být vysvětlena častými úrazy v běžném životě pacientů, které jsou pro lidi v důchodovém věku typické. U mužů lze vysoký výskyt ve věku 40–49 let odůvodnit zvýšenou frekvencí pracovních úrazů (zejména pádů) v kombinaci s narůstajícím věkem. Menší podíl mladších lidí, u kterých jsou typická poranění páteře spojená s dopravními nehodami, lze odůvodnit tím, že zkoumaný soubor kvůli povaze této práce nedosahuje rozsahu jako zmíněné studie a byl omezen pouze na pacienty FN Plzeň a nepokrýval tedy dostatečně rozsáhlou oblast a dostatečně dlouhý časový úsek.

Třetí analýza se zabývala rozdělením pacientů podle postiženého úseku páteře. Hypotézou bylo, že nejvíce postiženým úsekem páteře bývá krční úsek. Hypotéza vycházela z předpokladu, že krční obratle jsou svojí stavbou náchylnější k poškození než obratle hrudní či bederní. Rovněž nejčastější příčinou poranění páteře bývají dopravní nehody, u kterých bývá často postižen právě krční úsek páteře. Kočiš a Wendsche uvádí, že až 75 % všech případů postihují hrudní a bederní úsek, z toho až 50 % případů připadá na Th/L přechod, 40 % na hrudní páteř a zbývajících 10 % na bederní páteř a os sacrum. (6) Studie Kanadských vědců z r. 2015 zkoumajících změny v epidemiologii poranění páteře v průběhu 11 let uvádí, že nejčastěji bývá poraněn krční úsek páteře právě z důvodu vysoké spojitosti s dopravními nehodami. (20) Ostatní studie na toto téma rovněž uvádí, že nejčastěji bývá poraněn právě krční úsek páteře. (19) (21) Vlastním měřením byl zjištěno, že nejvíce postiženým úsekem byl bederní úsek, který byl postižen u poloviny pacientů. Ze zbývajících poloviny případů připadalo 22 % na krční úsek, 26 % na hrudní úsek a 3 % na kombinované poškození hrudního a bederního úseku. Jiná kombinace poranění se v souboru nevyskytla. Naměřené hodnoty a hodnoty z teoretických zdrojů se liší, hypotéza byla vyvrácena. Rozdílnost výsledků může být, podobně jako u předchozí analýzy, odůvodněna tím, že kvůli povaze práce nedosahoval zkoumaný soubor požadované velikosti a nepokrýval dostatečnou oblast a časový úsek. Informace byly sbírány z období ledna až března. V tomto období lze

předpokládat zvýšenou frekvenci pádů z důvodu možných zledovatělých povrchů nebo např. zvýšenou frekvencí sportovních úrazů (pády na lyžích či bruslích).

Čtvrtá analýza měla z úkol rozdělit pacienty podle diagnózy jejich poranění. V souboru se nacházelo celkem 8 různých diagnóz, které byly pro větší přehlednost za pomoci Mezinárodní klasifikace nemocí sepsány do tabulky. Hypotézou bylo, že nejčastěji vyskytující se diagnózou je zlomenina obratle. Hypotéza vycházela z předpokladu, že při dopravních nehodách a pádech dochází nejčastěji právě ke zlomeninám (zejména u starších lidí). Neuwrirth a Šprindrich uvádí, že naprostá většina poranění páteře má formu zlomenin. Poranění míchy bez přítomnosti zlomenin bývají vzácnější. (7) Ostatní studie zkoumaly příčiny poranění, nejčastější úrazové diagnózy však neuvádí. Z vlastního měření vyplynulo, že 80 % všech diagnóz představovaly zlomeniny obratlů. Největší podíl nesly zlomeniny bederních obratlů (54 %), následované zlomeninami hrudních obratlů (22 %) a zlomeniny krčních obratlů představovaly 4 % (z toho se v naprosté většině případů jednalo o zlomeniny C1). Zbývajících 20 % všech případů tvořilo podvrtnutí a natažení páteře, konkrétně krčního a bederního úseku. U jediného pacienta se vyskytlo poranění krční míchy. U jiných pacientů nebyla mícha poškozena. Hypotéza byla potvrzena. Vysoká četnost zlomenin bederních a hrudních obratlů u pacientů navazuje na předchozí analýzu, která potvrdila, že byly postiženy nejčastěji tyto úseky páteře.

Pátá analýza popisuje všechna provedená vyšetření na Klinice zobrazovacích metod FN Plzeň za zkoumané období. Z měření vyplynulo, že z celkových 484 provedených vyšetření připadalo 80 % na RTG vyšetření, 16 % na CT vyšetření a 4 % na MRI vyšetření. Ve zkoumaném souboru byla zahrnuta jak prvotní vyšetření pacientů, tak případné kontroly. Vysoké množství provedených RTG vyšetření v souboru má patrně za příčinu právě podíl kontrolních vyšetření. Kontroly mají velmi často podobu RTG vyšetření z důvodu jednoduchosti provedení, nízké časové náročnosti oproti MRI vyšetření a menší radiační zátěži oproti CT vyšetření.

Šestá analýza popisuje rozdělení pacientů podle použité zobrazovací metody první volby. Hypotézou bylo, že nejčastěji používanou zobrazovací metodou první volby je RTG vyšetření. Hypotéza vycházela z předpokladu, že i přes stále větší dostupnost podrobnějších zobrazovacích metod je RTG vyšetření pro svou jednoduchost, rychlost a mnohdy dostatečnou vypovídající hodnotu nejčastěji využívanou zobrazovací metodou. Dalším předpokladem bylo, že pokud byl pacient při svém prvotním vyšetření vyšetřen několika

zobrazovacími metodami, z výše uvedených důvodů bylo RTG vyšetření použito jako první. Pro tuto analýzu museli být ze souboru vyřazeni všichni pacienti, u kterých se nejednalo o prvotní vyšetření. Do souboru bylo zahrnuto celkem 207 pacientů. Z naměřených hodnot vyplynulo, že RTG vyšetření tvořilo zobrazovací metodu první volby v 75 % případech. Zbývající případy připadají na vyšetření CT a MRI v poměru 3:1. Hypotéza byla potvrzena.

Poslední analýza se zabývala rozdělením těch pacientů, kteří byli při svém prvotním vyšetření vyšetřeni více zobrazovacími metodami a měla za úkol popsat četnost doplňujících zobrazovacích metod. Hypotézou bylo, že větší podíl doplňujících zobrazovacích metod tvoří CT vyšetření. Hypotéza vycházela z předpokladu, že nejčastější formou poranění páteře bývají zlomeniny, které jsou lépe znázorněné pomocí CT vyšetření. MRI vyšetření lépe zobrazuje míchu a měkké tkáně, jejichž poškození bývá méně časté. Z naměřených dat vyplynulo, že doplňující zobrazovací metodu tvořilo v 84 % případů CT vyšetření a ve zbývajících 16 % případů MRI vyšetření. Hypotéza byla potvrzena.

Z celkových 6 hypotéz, z nichž většina vycházela z údajů poskytnutých teoretickými zdroji, byly pomocí výsledků kvantitativního výzkumu potvrzeny 4 hypotézy. Při interpretaci výsledků je však třeba brát v potaz relativně malou velikost zkoumaného souboru a omezený časový úsek (z důvodu povahy této práce) v porovnání s uvedenými zdroji a studii, které zkoumaly tisíce pacientů během delších časových úseků a v rozsáhlejších oblastech.

Pro doplnění kvantitativního výzkumu byl vytvořen kvalitativní výzkum, který popisuje případy pěti zvolených pacientů s různými úrazovými diagnózami páteře, kteří byli vyšetřeni různými zobrazovacími metodami. Ke každému případu byly stanoveny výzkumné otázky, jejichž zodpovězení vychází ze získaných informací.

První kazuistika popisuje případ 54letého muže po autonehodě, kterému bylo provedeno vstupní CT vyšetření v režimu traumaprotokolu. CT vyšetření prokázalo zlomeninu předního a zadního oblouku C1 a degenerativní změny v krční oblasti. Kvůli povaze traumatu bylo indikováno MRI vyšetření, které prokázalo prosáknutí měkkých tkání a vyloučilo poškození páteřního kanálu. Kvůli podezření na rozsáhlejší poškození vazů bylo indikováno další MRI vyšetření s podáním kontrastní látky. Toto vyšetření prokázalo zlomeninu předního i zadního oblouku C1. Byla provedena transpedikulární metalická fixace C1–C2 ke stabilizaci zlomeniny obou obratlů. K ověření pozice fixace bylo provedeno standardní RTG vyšetření C-páteře.

Druhá kazuistika popisuje případ 54letého muže po starším traumatu C2 s vytvořeným pakloubem a kvadruparézou. Pro vyloučení nestability v pakloubu bylo provedeno RTG vyšetření C-páteře s dynamickými snímky. Vyšetření zobrazilo stav po starší fraktuře dentu s vytvořeným pakloubem a zúžení páteřního kanálu. Poté bylo provedeno MRI vyšetření k zobrazení vazivových struktur, které potvrdilo pakloub nezhojené fraktury dentu C2 a odhalilo stenózu páteřního kanálu a praktické vymizení likvorových prostor v oblasti C2. V rámci předoperační rozvahy bylo provedeno CT AG krčních a mozkových tepen, které prokázalo volné řečiště a vyvrátilo stenózy. Poté byla provedena operační stabilizace C1–C2 úseku páteře a kontrolní RTG k ověření pozice implantátů.

Třetí kazuistika popisuje případ 56letého muže, který upadl na hýždě. Externě provedené RTG vyšetření prokázalo zlomeninu Th6, ve FN pak bylo indikováno CT vyšetření k ověření rozsahu poranění páteře. CT vyšetření prokázalo kompresivní frakturu Th7 a zúžení páteřního kanálu. Pacientovi byla následně provedena operační stabilizace fraktury a kontrolní CT Th-páteře před zvažovanou reoperací. CT vyšetření potvrdilo správné postavení transpedikulární fixace. Po měsíci od operace bylo provedeno kontrolní RTG vyšetření.

Čtvrtá kazuistika popisuje případ 73letého muže po pádu s těžkou kvadruparézou. Externě bylo provedeno CT vyšetření a ve FN bylo indikováno MRI vyšetření pro podezření na zlomeniny C4–C6. Vyšetření prokázalo edém obratlových těl C4–C7 a absolutní stenózu páteřního kanálu v této oblasti. Následně bylo provedeno operační řešení stenózy C-páteře bez stabilizace zlomenin s následnou RTG kontrolou.

Pátá kazuistika popisuje případ 26letého muže po autonehodě. Externě provedené CT vyšetření prokázalo zlomeninu L3. Pacient kvůli bolesti navštívil neurochirurgickou ambulanci, kde bylo indikováno kontrolní RTG vyšetření, které prokázalo kompresní frakturu těla L3 s odlomením drobného fragmentu. Po měsíci přišel pacient na kontrolu do neurochirurgické ambulance, kde bylo indikováno RTG a CT vyšetření. RTG vyšetření neodhalilo žádné změny, CT vyšetření poukázalo na počínající reparativní změny v postižené oblasti a odhalilo počínající protruzi disku. Bylo indikováno operační řešení na obratli L3, další záznamy o pacientovi se ale v systému nenacházely.

U zkoumaných kazuistik jednotlivých pacientů je možné odpovědět na stanovené výzkumné otázky.

**První výzkumná otázka:** Jaký je rozdíl v zobrazení páteře na CT oproti MRI?

**Odpověď:** CT vyšetření poskytuje lepší zobrazení kostěných struktur. Využívá se zejména k prokázání zlomenin obratlů, posunu obratlových těl, lokalizaci fragmentů apod. MRI vyšetření oproti tomu poskytuje detailnější zobrazení měkkých tkání, např. vazů, chrupavek, plotének a zejména míchy. U zkoumaných pacientů byla pomocí MRI vyšetření prokázána např. stenóza páteřního kanálu či edém ligamentózních struktur.

**Druhá výzkumná otázka:** Jaké jsou indikace k vyšetření MRI při poranění páteře?

**Odpověď:** MRI vyšetření páteře se indikuje zejména v případech, kdy je podezření na poškození páteřního kanálu či měkkých tkání páteře. Využívá se k průkazu patologií vazů, plotének, míchy nebo míšních nervů. Oproti CT vyšetření nevyužívá MRI vyšetření ionizující záření, je proto možné jej bez problémů opakovat.

**Třetí výzkumná otázka:** Pro které diagnózy se osvědčilo vyšetření CT?

**Odpověď:** CT vyšetření se osvědčilo při průkazech zlomenin obratlových oblouků, kompresních zlomenin obratlových těl, případně posunu obratlových těl. Dále se osvědčilo při průkazu degenerativních změn. U jednoho pacienta byl pomocí CT AG vyšetřen stav vertebrálních tepen.

## ZÁVĚR

Poranění páteře patří mezi jedna z nejzávažnějších poranění, při kterých může být ohrožen život pacienta. I v případech, kdy život bezprostředně ohrožen není, můžou mít tato poranění devastační následky, které si pacient ponese po zbytek života. Mezi nejčastější příčiny těchto poranění patří zejména dopravní nehody, dále pády z výšek, úrazy spojené s násilím nebo úrazy při sportu. Klíčovou roli v léčbě poranění páteře hrají zobrazovací metody, které umožňují zjistit typ a rozsah poranění, od kterých se následně odvíjí postup při léčbě. (1)

Cílem této práce bylo poskytnout ucelený přehled zobrazovacích metod využívaných při diagnostice poranění páteře. V teoretické části je popsána stavba a pohyblivost páteře jako celku, dále anatomie jednotlivých obratlů a anatomie míchy. V další kapitole jsou popsána poranění páteře, konkrétně epidemiologie poranění, jejich klasifikační systémy a jednotlivé typy. Poslední část se věnuje jednotlivým zobrazovacím metodám. U každé zobrazovací metody je popsán její princip, vznik obrazu, průběh samotného vyšetření a úloha radiologického pacienta při daném vyšetření.

V praktické části je zkoumán soubor pacientů Kliniky zobrazovacích metod FN Plzeň a získaná data jsou následně statisticky zpracována dle daných kritérií. Z výsledků výzkumu praktické části lze vyvodit závěr, že mezi nejčastěji využívané zobrazovací metody při diagnostice poranění páteře patří RTG vyšetření, které tvoří základ diagnostiky poranění páteře. Je ze všech používaných zobrazovacích metod nejrychlejší a nejjednodušší. Velmi často je zobrazovací metodou první volby a metodou volby při kontrolách. CT vyšetření poskytuje detailnější zobrazení zejména kostěných struktur a využívá se např. k průkazu zlomenin, lokalizaci fragmentů nebo posunu obratlových těl, které nejsou na RTG vyšetření dobře patrné. CT vyšetření se také využívá u polytraumat. MRI vyšetření jako jediná zobrazovací metoda nevyužívá ionizující záření a má své nezastupitelné místo v zobrazení měkkých tkání páteře, zejména míchy. Oproti ostatním vyšetřením je však časově a cenově nejnáročnější.

Závěrem lze říci, že zobrazovací metody v dnešní době jsou základním kamenem v diagnostice poranění nejen páteře, ale i ostatních částí těla a jsou nedílnou součástí každodenních vyšetření. Neustálý vývoj tohoto zdravotnického oboru umožňuje snazší určení správné diagnózy, od které se následně odvíjí léčba pacienta a zvyšují se tak šance na uzdravení.



## SEZNAM LITERATURY

1. **World Health Organisation.** *International Perspectives on Spinal Cord Injury.* 2013. ISBN 978 92 4 156466 3.
2. **Čihák, Radomír.** *Anatomie 1.* Praha : Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3817-8.
3. **Netter, Frank H.** *Netterův anatomický atlas člověka.* Brno : CPRESS, 2016. ISBN: 9788026411765.
4. **Čihák, Radomír.** *Anatomie 3.* Praha : Grada, 2004. ISBN 80-247-1132-X.
5. **Peterová, Věra.** *Páteř a mícha.* Praha : Galén, 2005. ISBN 80-7262-336-2.
6. **Kočíš, Ján a Peter Wendsche et al.** *Poranění páteře.* Praha : Galén, 2013. ISBN 978-80-7262-965-7.
7. **Neuwirth, Jiří a Šprindrich, Jan.** *Kompendium muskuloskeletálního zobrazování.* Hradec Králové : NEUW, 2016. ISBN 978-80-903322-6-9.
8. **Ryba, Luděk, a další.** *Poranění horní krční páteře.* Brno : Ortopedická klinika LF MU a FN Brno, 2016.
9. **Černoch, Zdeněk.** *Neuroradiologie.* Hradec Králové : Nucleus HK, 2000. ISBN 80-901753-9-2.
10. **Nekula, Josef.** *Zobrazovací metody páteře a páteřního kanálu.* Hradec Králové : Nucleus HK, 2005. ISBN 80-86225-71-2.
11. **Ferda, Jiří, a další.** *Základy zobrazovacích metod.* Praha : Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-173-5.
12. **Heřman, Miroslav et al.** *Základy radiologie.* Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-2901-4.
13. **Kymplová, Jaroslava.** Katalog metod v biofyzice. *Portál 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy.* [Online] 18. 01 2008. <https://portal.lf1.cuni.cz/clanek-793-katalog-metod-v-biofyzice>. ISSN 1803-6619.

14. **Seidl, Zdeněk, a další.** *Radiologie pro studium i praxi.* Praha : Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4108-6.
15. **Sedlář, Martin, Staffa, Erik a Mornstein, Vojtěch, et al.** Zobrazovací metody využívající neionizující záření. [Online] 2013. [http://www.med.muni.cz/biofyz/zobrazovacimetody/files/zobrazovaci\\_metody.pdf](http://www.med.muni.cz/biofyz/zobrazovacimetody/files/zobrazovaci_metody.pdf).
16. **Weichet, Jiří a Malíková, Hana.** Zobrazování míchy. *Neurologie pro praxi.* [Online] 2017. <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2017/06/05.pdf>.
17. **Kupka, Karel, Šámal, Martin a Kubinyi, Jozef.** *Nukleární medicína.* Praha : P3K, 2015. 978-80-87343-54-8.
18. **Jiskrová, Hana.** Portál 1. lékařské fakulty UK. *Scintigrafie skeletu.* [Online] [Citace: 20. 02 2022.] [https://el.lf1.cuni.cz/unm\\_vysetreni\\_skeletu](https://el.lf1.cuni.cz/unm_vysetreni_skeletu).
19. **University of Alabama.** Spinal Cord Injury Facts and Figures at a Glance. *The National Spinal Cord Injury Database.* [Online] 2019. <https://www.nscisc.uab.edu/Public/Facts%20and%20Figures%202019%20-%20Final.pdf>.
20. **Thompson C, Mutch J, Parent S, Mac-Thiong JM.** The changing demographics of traumatic spinal cord injury: An 11-year study of 831 patients. *National Library of Medicine.* [Online] 2015. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4397204/>.
21. **Singh A, Tetreault L, Kalsi-Ryan S, Nouri A, Fehlings MG.** Global prevalence and incidence of traumatic spinal cord injury. *National Library of Medicine.* [Online] 2014. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4179833/>.
22. **Mechl, Marek, Tintěra, Jaroslav a Žižka, Jan.** *Protokoly MR zobrazování.* Praha : Galén, 2014. ISBN 978-80-7492-109-4.
23. **Ministerstvo zdravotnictví České republiky.** Národní radiologické standardy - výpočetní tomografie. *Věstník MZ ČR.* 2016.
24. **Kang Y, Ding H, Zhou HX, Wei ZJ, Liu L, Pan DY, Feng SQ.** Epidemiology of worldwide spinal cord injury: a literature review. *Dovepress.* [Online] 2017. <https://www.dovepress.com/epidemiology-of-worldwide-spinal-cord-injury-a-literature-review-peer-reviewed-fulltext-article-JN>.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1: Povolení sběru informací ve FN Plzeň .....	85
---	----

# PŘÍLOHY

## Příloha 1: Povolení sběru informací ve FN Plzeň



**FAKULTNÍ NEMOCNICE PLZEŇ**  
Útvar náměstka pro ošetrovatelskou péči  
Edvarda Beneše 13, 305 99 Plzeň - Bory  
alej Svobody 80, 304 60 Plzeň - Lochotín  
IČO 00669006 tel.: 377 401 111, 377 103 111

Vážený pan  
David Šebesta  
Student oboru Radiologická asistence  
Fakulta zdravotnických studií - Katedra záchranářství, diagnostických oborů a veřejného zdravotnictví  
Západočeská univerzita v Plzni

### Povolení sběru informací ve FN Plzeň

Na základě Vaší žádosti Vám jménem Útvaru náměstkyně pro ošetrovatelskou péči FN Plzeň **uděluji souhlas** se sběrem informací o zobrazovacích metodách / statistickém využití metod používaných u pacientů *Kliniky zobrazovacích metod (KZM)* FN Plzeň. Informace budete získávat v souvislosti s vypracováním Vaší bakalářské práce s názvem „*Radiodiagnostické zobrazovací metody při poranění krční, hrudní a bederní páteře, algoritmy vyšetření a úloha radiologického asistenta při těchto vyšetřeních*“.

Podmínky, za kterých Vám bude umožněna realizace Vašeho šetření ve FN Plzeň:

- Vrchní radiologický asistent KZM souhlasí s Vaším postupem.
- Vaše šetření osobně provedete.
- Vaše šetření nenaruší chod pracoviště ve smyslu provozního zajištění dle platných směrnic FN Plzeň, ochrany dat pacientů a dodržování Hygienického plánu FN Plzeň. Vaše šetření bude provedeno za dodržení všech legislativních norem, zejména s ohledem na platnost zákona č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování, v platném znění.
- Sběr informací pro Vaši bakalářskou práci budete provádět v době Vašich, školou schválených, praktik na pracovišti KZM, **pod přímým vedením MUDr. Filipa Heidenreicha, vedoucího lékaře KZM** FN Plzeň.
- Obrazové, popř. i další údaje ze zdravotnické dokumentace pacientů, které budou uvedeny ve Vaší práci, musí být zcela anonymizovány.
- Po zpracování Vámi zjištěných údajů poskytnete zdravotnickému oddělení / klinice či organizačnímu celku FN Plzeň závěry Vašeho šetření, pokud o ně projeví oprávněný pracovník ZOK / OC zájem a budete se aktivně podílet na případné prezentaci výsledků Vašeho šetření na vzdělávacích akcích pořádaných FN Plzeň.

Toto povolení nezakládá povinnost zdravotnických pracovníků s Vámi spolupracovat, pokud by spolupráce s Vámi narušovala plnění pracovních povinností zaměstnanců, jejich soukromí, či pokud by spolupráce s Vámi zaměstnanci pociťovali jako újmu. Účast zdravotnických pracovníků na Vašem šetření je dobrovolná.

Přeji Vám hodně úspěchů při studiu.

Mgr. Bc. Světluše Chabrová  
manažerka pro vzdělávání a výuku NELZP  
zástupkyně náměstkyně pro oš. péči

Útvar náměstkyně pro oš. péči FN Plzeň  
tel.: 377 103 204, 377 402 207  
e-mail: [chabrovas@fnplzen.cz](mailto:chabrovas@fnplzen.cz)

1. 3. 2022