



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  

---

**FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ**  
**Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**

**Význam periradikulárního terapeutického výkonu  
navigovaného pod CT kontrolou pro pacienty  
s bolestmi zad**

**The Importance of Periradicular Therapeutic  
Performance Navigated under CT Control for  
Patients with Back Pain**

**Bakalářská práce**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Radiologický asistent

Autor bakalářské práce: Nela Rauscherová

Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Petr Jelínek

---

**Kladno 2023**

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Rauscherová** Jméno: **Nela** Osobní číslo: **499628**  
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**  
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**  
Studijní program: **Specializace ve zdravotnictví**  
Studijní obor: **Radiologický asistent**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Význam periradikulárního terapeutického výkonu navigovaného pod CT kontrolou pro pacienty s bolestmi zad**

Název bakalářské práce anglicky:

**The Importance of Periradicular Therapeutic Performance Navigated under CT Control for Patients with Back Pain**

Pokyny pro vypracování:

Bakalářská práce se bude zabývat periradikulárním terapeutickým výkonem prováděným pod CT kontrolou u pacientů s obtížemi v oblasti bederní páteře bez indikace k operaci z důvodu hernie disku. V teoretické části bude popsána anatomie struktur bederní páteře, problémy spojené s výhřezem meziobratlové ploténky, dále nejčastější indikace k periradikulárnímu terapeutickému výkonu a průběh vyšetření. V praktické části bude na základě dotazníkového šetření u pacientů, kteří absolvovali výkon opakovaně, provedena analýza efektu terapeutického výkonu. Předmětem bakalářské práce bude zjistit efektivitu výkonu a jeho význam pro pacienty.

Seznam doporučené literatury:

- [1] SÚKUPOVÁ, Lucie, Radiační ochrana při rentgenových výkonech - to nejdůležitější pro praxi, ed., Praha: Grada Publishing, 2018, ISBN 978-80-271-0709-4
- [2] DYLEVSKÝ, Ivan, Somatologie: pro předmět Základy anatomie a fyziologie člověka, ed. 3. přepracované a doplněné vydání, Praha: Grada Publishing, 2019, Aeskulap, ISBN 978-80-271-2111-3
- [3] MALÍKOVÁ, Hana, Principles of Imaging Methods for Medical Students, ed., Charles University, Karolinum, 2022, ISBN 978-80-246-5059-2

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

**MUDr. Petr Jelínek**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

**MUDr. Jan Kraner**

Datum zadání bakalářské práce: **14.02.2023**

Platnost zadání bakalářské práce: **20.09.2024**

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Význam periradikulárního terapeutického výkonu navigovaného pod CT kontrolou pro pacienty s bolestmi zad vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne 30.04.2023

.....  
Nela Rauscherová

## PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala v první řadě vedoucímu práce, panu doktoru Jelínkovi, za jeho cenné rady a zkušenosti, které mi během naší spolupráce předal. Bylo mi ctí s ním pracovat a nesmírně si vážím času, který mi věnoval. Dále bych velice ráda poděkovala mému konzultantovi, panu doktoru Kranerovi, který mi byl též vždy oporou a jehož rady mi nespočetněkrát pomohly. Každému studentovi bych přála takovýto profesionální přístup.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá významem periradikulárního terapeutického výkonu pro skupinu osob trpící bolestí v oblasti bederní páteře z důvodu výhřezu meziobratlové ploténky. Je zaměřena na pacienty, kteří podstoupili tento výkon opakovaně, a je u nich tedy možné zkoumat a analyzovat výsledný efekt.

V teoretické části je nejprve jasně definována anatomie struktur bederní páteře, problematika meziobratlových plotének a míšních nervů, indikace k výkonu a možné nejčastější kontraindikace, které jsou s tímto výkonem spojené. Dále přibližuje průběh vyšetření a úlohu radiologického asistenta při samotném výkonu. Část práce je věnována i popisu CT přístroje pro maximální pochopení principu výše zmíněného terapeutického výkonu.

V praktické části je pomocí dotazníkového šetření zkoumána efektivita výkonu na vzorku 54 pacientů docházejících na pracoviště Nemocnice AGEL Louny. Výsledky jsou interpretovány pomocí grafů. Data z tohoto výzkumu jsou poté porovnávány a hodnoceny.

### **Klíčová slova**

Hernie disku; Bederní páteř; Počítačová tomografie; Intervenční výkon; Obstřík

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis deals with the importance of periradicular therapeutic intervention for a group of people suffering with pain in the lumbar spine due to intervertebral disc prolapse. It focuses on patients who have undergone this procedure repeatedly, and it is therefore possible to examine and analyse the resulting effect in these patients.

The theoretical part first clearly defines the anatomy structures of the lumbar spine, the problems of the intervertebral discs and spinal nerves, indications for the procedure and the most common contraindications associated with this disability. It also presents the course of the examination and the role of the radiological assistant during the procedure itself. A part of the work is also devoted to the description of the CT machine for maximum understanding of the principle of the above-mentioned therapeutic procedure.

In the practical part, the effectiveness of the procedure on a sample of fifty-four patients attending the AGEL Louny Hospital is investigated by means of a questionnaire survey. The results are interpreted using graphs. Data from this research are then compared and evaluated.

## **Keywords**

Disc Herniation; Lumbar Spine; Computer Tomography; Interventional Procedure; Injection

## Obsah

Úvod.....	10
Cíle práce.....	11
1 ANATOMIE .....	12
1.1 Páteř člověka .....	12
1.2 Bederní páteř .....	13
1.3 Kost křížová.....	14
1.4 Kost kostrční.....	16
1.5 Meziobratlové destičky.....	17
1.6 Vazy páteře .....	18
1.7 Mícha a míšní nervy .....	19
1.7.1 Senzitivní a motorické neurony .....	21
1.7.2 Sympatikus a parasympatikus .....	21
1.7.3 Pleteň bederní .....	22
1.7.4 Pleteň křížová .....	23
2 CT (COMPUTED TOMOGRAPHY).....	24
2.1 Historie CT a generace CT.....	24
2.2 Konstrukce a princip CT.....	25
2.3 Rekonstrukce CT obrazu .....	26
2.4 Helikální CT a multidetektorové CT .....	27
2.5 Hounsfieldovy jednotky (HU).....	28
2.6 Skenovací parametry.....	28
2.6.1 Doba rotace rentgenky .....	29
2.6.2 Proud rentgenky.....	29

2.6.3	Pitch faktor .....	30
2.6.4	Napětí rentgenky.....	30
2.6.5	Tloušťka řezu.....	31
2.6.6	Konfigurace detektoru.....	31
2.6.7	Rekonstrukční algoritmus.....	31
2.7	Kontrastní látky .....	31
2.8	Radiační ochrana .....	32
3	PERIRADIKULÁRNÍ TERAPIE.....	34
3.1	Popis průběhu výkonu .....	34
3.2	Léčebná směs.....	36
3.3	Instrumentárium.....	37
4	INDIKACE .....	40
4.1	Kořenové syndromy.....	40
4.2	Hernie, protruze a bulging meziobratlové destičky.....	41
4.3	Sekvestrace ploténky.....	43
4.4	Lumbální spinální stenóza .....	43
4.5	Spondylolistéza.....	43
4.6	Spondylolýza.....	44
4.7	Fasetový syndrom .....	44
5	KONTRAINDIKACE A MOŽNÉ KOMPLIKACE .....	45
	Metodika.....	46
	Výsledky .....	50
	Diskuze .....	61
	Závěr .....	67



Seznam použitých zkratek.....	69
Seznam použité literatury .....	70
Seznam použitých obrázků .....	76

## ÚVOD

Bolesti v zádech jsou u dnešní populace více než běžné. Přijít na samotné jádro bolesti však mnohdy nemusí být lehké a často to bývá běh na dlouhou trať. K pomoci jsou však v dnešní době stále modernější a dokonalejší modality, které příčinu vzniku bolesti velice snadno odhalí. Velkým pomocníkem se stal objev CT přístroje, díky němuž se rozšířila jak diagnostika nejrůznějších onemocnění, tak i terapie řízena CT obrazem, s čímž se rozšířil i počet intervenčních výkonů. [30]

S intervenčními výkony obecně se můžeme dnes setkat prakticky na každém nemocničním pracovišti. Jsou pro nás velkým přínosem a usnadňují mnohým pacientům život. V poslední době se rozmohl velký trend léčby neinvazivními či velmi málo invazivními metodami, které člověka v rámci možností nijak neohrožují, avšak přinášejí s sebou velké plusy nejen v úlevě od bolesti. Mezi tyto metody můžeme zařadit mimo jiné i periradikulární intervenční výkon (PRT – periradikulární terapie).

PRT prováděný pod CT kontrolou je jednou z možností volby při bolestivých obtížích bederní páteře, které velice často vyzařují do dolní končetiny a způsobují tak nepříjemné potíže. Jedná se o minimálně invazivní ošetření, které poskytuje úlevu od bolesti v mnohých případech až na několik měsíců.

## CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této bakalářské práce je zjistit výsledný efekt a účinnost periradikulárního terapeutického výkonu prováděného pod CT kontrolou. Vybraným pacientům z Nemocnice AGEL Louny je předložen dotazník s otázkami týkajícími se tohoto výkonu a jednotlivé odpovědi jsou dále vyhodnocovány a interpretovány pomocí grafů.

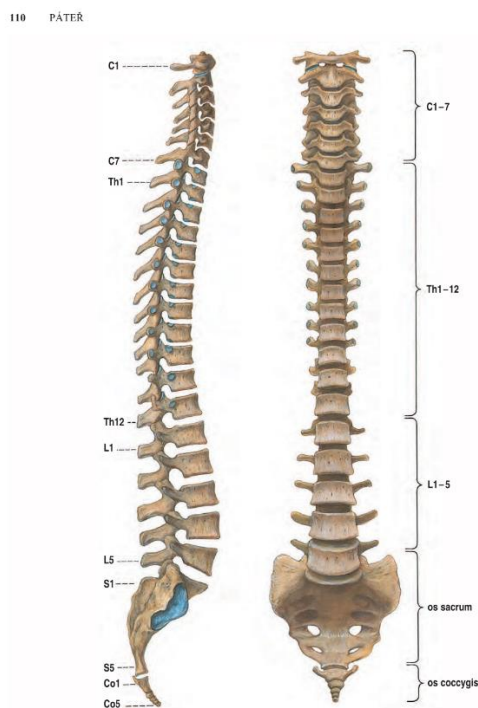
Dílčími cíli je zjistit subjektivní pocit pacienta při aplikaci PRT vzhledem k jeho efektu. V kontextu jeho efektu dále vyhodnotit účinnosti efektu opakovaných výkonů, zjistit věkový horizont nejčastějšího využití PRT, rozložení indikace PRT dle pohlaví. Následujícím úkolem je objasnit, jaký typ výhřezu se u obou skupin pohlaví vyskytuje nejčastěji a zda se výsledky shodují s literaturou zabývající se tímto tématem.

Část práce je též věnována teorii týkající se anatomie bederní páteře a CT přístroje, který se k tomuto výkonu používá. Dále jsou zde objasněna fakta související se samotným periradikulárním terapeutickým výkonem, indikacemi, kontraindikacemi a možnými komplikacemi.

# 1 ANATOMIE

## 1.1 Páteř člověka

Páteř člověka (viz obr. 1) je složená z jednotlivých obratlů, které jsou mezi sebou spojeny pevně, ale zároveň pohyblivě, aby splňovaly svou funkci. Obratle můžeme dále rozdělit podle lokalizace v těle na krční, *vertebrae cervicales*, hrudní, *vertebrae thoracicae*, bederní, *vertebrae lumbales*, křížové, *vertebrae sacrales*, a kostrční, *vertebrae coccygeae*. Počty jednotlivých skupin obratlů se mohou mírně lišit, avšak u většiny populace se jedná o 7 obratlů krčních, 12 hrudních, 5 bederních, 5 křížových, které se mohou spojit v kost křížovou, a 4-5 obratlů kostrčních srostlé v kost kostrční. Skupinka obratlů krčních, hrudních a bederních je souhrnně označována jako pohyblivá část páteře, skupinka obratlů křížových a kostrčních nese název nepohyblivá část páteře. [1; 2]



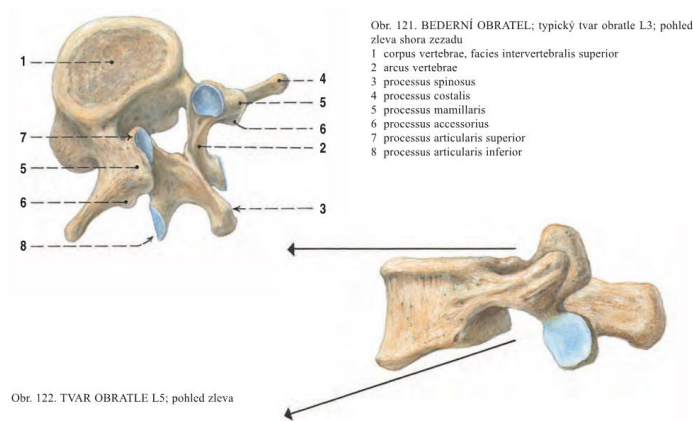
Obrázek 1 – Páteř člověka [2, str. 110]

## 1.2 Bederní páteř

Obratle bederní páteře (L1 až L5; viz obr. 2), patří mezi největší a nejmohutnější v porovnání s ostatními. Jsou složeny z těla obratle, *corpus vertebrae*, dále oblouku obratle, *arcus vertebrae*, a jednotlivých výběžků, *processus*. Mezi výběžky řadíme výběžek trnový, *processus spinosus*, párové výběžky kloubní, *processus articulares*, a transversální, *processus transversales*, (v některé literatuře nalezneme název kostální, coby rudimenty žeber). Posledními výběžky, které nalezneme v oblasti bederního obratle, jsou dva malé hrboleky přisedlé k zadnímu okraji *processus articularis superior*. Konkrétně se jedná o *processus mammilaris*, kraniálnější a větší hrbolek, a *processus accessorius*, kaudálnější a menší hrbolek. Vzájemné spojení jednotlivých obratlů je uskutečněno jednak pomocí meziobratlové ploténky spojující pružně sousedící obratlová těla a dále pomocí páru meziobratlových kloubků, kdy vždy dolní kloubní výběžky horního obratle artikulují s horními kloubními výběžky obratle dolního.

Tělo obratle, nosný prvek páteře, je transversálně rozměrnější a vysoké asi 30 mm. Jeho terminální plochy mají ledvinovitý tvar. Tělo páteřního obratle bederního (L5) je vpředu vyšší než vzadu a v přechodu mezi L5 a křížovou kostí tvoří charakteristické zalomení zvané *promontorium*. Oblouk obratle je kostěná vzpruha ze zadní části připevněná k tělu obratle. Při bazi oblouku odstupují párové transversální výběžky a na ně nasedající horní, *processus articulares superiores*, a dolní, *processus articulares inferiores*, výběžek artikulační. Oddíl oblouku mezi transversálním výběžkem a tělem obratle se nazývá pedikl, *pediculus arcus vertebrae*. Mezi pedikly dvou sousedících obratlů vzniká prostor – *foramen intervertebrale*, jímž prochází odstupující míšní nerv. Dorzálně od transversálních výběžků pokračuje oblouk k výběžku spinóznímu, v němž se obě strany oblouku spojují. Kompletní oblouk tvoří zadní stěnu *foramen*

*vertebrale*. V kontextu na sebe napojených obratlů toto představuje kostěnou část zadní stěny kanálu páteřního. Mezi oblouky sousedících obratlů jsou rozepjata *ligamenta flava*, která přechází dorzálně v intespinózní vaz. Kanálem páteřním prochází vak tvrdé pleny, *saccus durae matris*, který v bederním úseku do výše L1-L2 obsahuje míchu, která zde končí a pokračuje dále jako *filum terminale* adherující k zadní stěně prvního coccygeálního obratle. Od L1-L2 distálně obsahuje vak tvrdé pleny již jen odstupující míšní nervy souhrnně nazývané *cauda equina*. [1; 2]

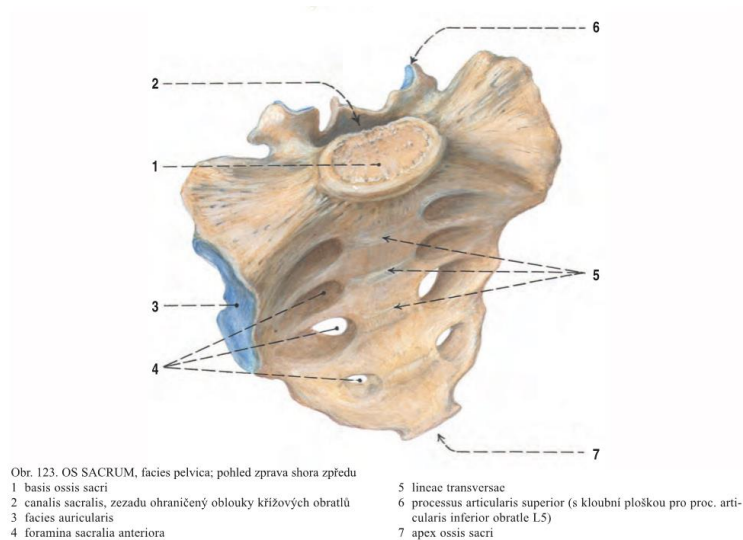


Obrázek 2 – Bederní obratel [2, str. 113]

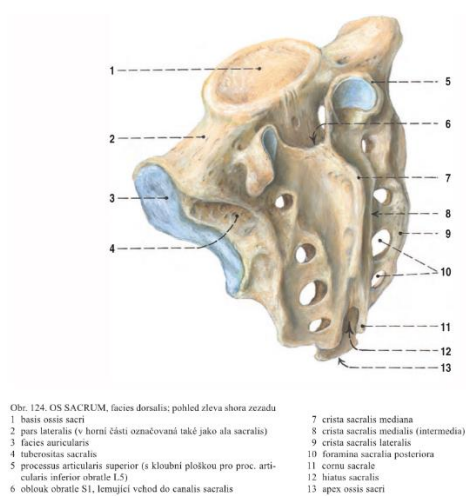
### 1.3 Kost křížová

Kost křížová, *os sacrum*, (viz obr. 3 a 4) je spojena z pěti křížových obratlů (S1 až S5) postupně srůstajících v jednu celistvou kost a připomíná tvar trojúhelníku. Přední část směřující do pánevní oblasti, *facies pelvica*, je mírně konkávní a její plocha je v podstatě hladká. Pouze ve středu můžeme nalézt čtyři přerušované příčné hrany, *lineae transversae*, vzniklé zánikem původních těl obratlů. Laterálně od těchto hran na přední straně kosti se nacházejí otvory, *foramina sacralia anteriora*. Zadní část kosti křížové, *facies dorsalis*, je naopak konvexní a objevuje se zde větší množství svislých kostěných hran. Ty jsou pozůstatkem původních

trnových výběžků křížových obratlů. Na zadní straně opět nalezneme *foramina sacralia posteriora*. V kaudální části se kost křížová zužuje a bývá spojena pomocí chrupavky s kostrčí. V kraniální části se rozšiřuje, na plochu obratle S1 navazuje meziobratlová destička umístěná mezi L5 a S1. Horní plocha obratle S1 se nazývá *basis ossis sacri*. Přední okraj báze vyčnívající do otvoru malé pánve nese název *promontorium*. V této oblasti se vyskytují i *processus articulares superiores*, jakožto kloubní výběžky křížové kosti. Jsou k nalezení při odstupě oblouku obratle S1 pro skloubení s dolními kloubními výběžky L5. Křížová kost je tedy součástí páteře, pánve a podílí se na funkci pletence dolní končetiny. Uprostřed křížové kosti můžeme nalézt křížový kanál, *canalis sacralis*, což je otvor navazující na páteřní kanál. Je důležité zmínit, že tímto otvorem již neprochází mícha, ale objevují se zde kořeny míšních nervů. Na opačném konci od *canalis sacralis* nalezneme *hiatus sacralis*, což můžeme pojmenovat jako neuzavřený oblouk obratle S5. Laterálně od tohoto otvoru se nachází párové výběžky, které směřují kaudálním směrem, *cornua sacralia*. Mezi jednu z posledních částí patří *partes lateralis ossis sacri*, to jsou pozůstatky zbytků žeber vyskytující se v horní části kosti. Zde nalezneme i drsnou plochu, *tuberositas sacralis*, jakožto místo pro úchyt zadního a mezikostního křížokyčelního vazů. V neposlední řadě nesmíme opomenout *facies auricularis*, rozsáhlou kloubní plochu pro křížokyčelní kloub na laterální straně kosti křížové. Kaudální zakončení kosti křížové označujeme jako *apex ossis sacri*, což nám v podstatě představuje dolní terminální plošku těla obratle S5. [1; 2]



Obrázek 3 – Kost křížová (pohled zpredu) [2, str. 113]



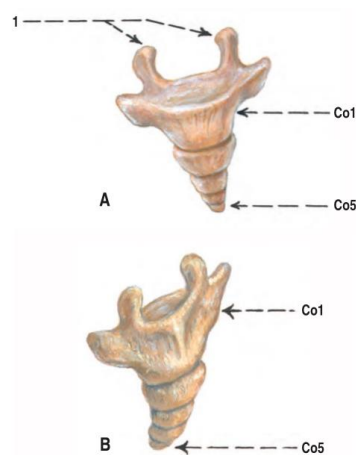
Obrázek 4 – Kost křížová (pohled zezadu) [2, str. 114]

## 1.4 Kost kostrční

Kost kostrční, *os coccygys*, (viz obr. 5) má tvar trojúhelníku a tvoří ji řádově 4-5 kostrčních obratlů. Horní plocha kostrče, tedy její báze, je oválná a napojuje se na zakončení kosti křížové, *apex ossis sacri*. V horní části se nacházejí kostrční rohy, *cornua coccygea*, které vybočují kranálně, a zbytky zaniklých kloubních



výběžků. Kostrč a kost křížová jsou spolu spojeny vazivovou chrupavkou. [1; 2; 3]



Obr. 125. OS COCCYGIS  
A pohled zprava shora zepředu  
B pohled zleva shora zezadu  
1 cornua coccygea

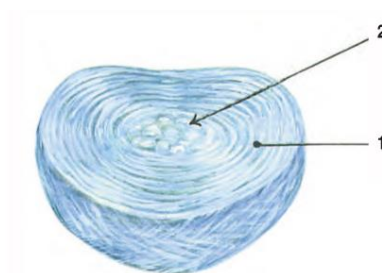
Obrázek 5 – Kost kostrční [2, str. 115]

## 1.5 Meziobratlové destičky

Meziobratlové destičky (ploténky), *disci intervertebrales*, jsou plochy mezi těly jednotlivých obratlů, které mají kruhovitý tvar. Jsou tvořeny chrupavkou a vyskytují se v pohyblivé (presakrální) části páteře, od C2 po S1. Celkový počet těchto destiček je tedy 23. Mohou mít různou velikost, která se odvíjí od vzdálenosti mezi obratli, a podílí se na celkové délce páteře, tudíž i výšce lidského těla.

Intervertebrální destičky se konkrétně skládají z *anulus fibrosus* a *nukleus pulposus*. *Anulus fibrosus* je vnější část disku. Jednotlivé lamely jsou složeny z vazivové chrupavky a fibrózního vaziva a mají prstencovitý tvar (viz. obr 6). Celkem se zde těchto lamel nachází ve většině případů 10 až 12. Druhou nezbytnou částí je *nukleus pulposus* nacházející se ve vnitřní části. To si můžeme představit jako jádro intervertebrálního disku složené ze silnějšího vazivového obalu a vyplněné tekutinou. Při pohybu páteře se posouvá z jedné strany na

druhou podle směru ohybu, vždy na opačnou stranu od stlačené části *anulus fibrosus*. Intervertebrální destičky jsou k tomuto pohybu uzpůsobeny. [1; 2; 3]



Obr. 131. DISCUS INTERVERTEBRALIS; pohled shora zpředu  
1 anulus fibrosus  
2 nucleus pulposus

Obrázek 6 – Meziobratlová destička [2, str. 121]

## 1.6 Vazy páteře

Obratle bederní páteře jsou pevně spojeny především díky vazům a svalům. Vazy rozdělujeme podle délky na krátké a dlouhé.

Mezi dlouhé vazy řadíme přední podélný vaz, *ligamentum longitudinale anterius*. Jedná se o vaz složený z kolagenního vaziva s šířkou přibližně 20 až 25 mm. Jak již název napovídá, je uložen vpředu, vede od atlasu až po kost křížovou a je napojen na těla obratlů. Fixuje tedy celou anteriorní část páteře a omezuje posun meziobratlové ploténky směrem k břišní části. Při záklonu dochází k jeho natažení. Nachází se v něm spousta nervových vláken, což znamená že se podílí i na inervaci a tím i na pohybu páteře. Na *lig. longitudinale anterius* navazuje *lig. sacrococcygeum anterius*, který vede vpředu od kosti křížové až po kost kostrční. Zadní podélný vaz, *ligamentum longitudinale posterius*, patří těž mezi dlouhé vazy a prochází od týlní kosti po kost křížovou. Vede dorzálně podél obratlů, natahuje se při předklonu. Oproti přednímu podélnému vazů je užší a na meziobratlovou ploténku naléhá více, přičemž brání jejímu vyklenutí do páteřního kanálu. Nejmenší šíře zadního podélného vazů je v oblasti bederní páteře, ochrana meziobratlové ploténky zde tedy není tak velká, proto v tomto

úseku dochází nejčastěji k hernii disku. Na *lig. longitudinale posterius* se připíná *ligamentum sacrococcygeum posterius profundum* vedoucí od přední části sakrálního kanálu až po zadní část kostrče. Posledním dlouhým vazem je *lig. sacrococcygeum posterius* nacházející se v oblasti kosti křížové na její dorzální ploše.

Mezi krátké vazy bederní páteře patří vazy žluté, konkrétně *ligamenta flava* a *ligamenta interarcualia*. *Ligg. flava* mezi sebou propojují oblouky obratlů. Mají velký počet elastický vláken, proto je pro ně charakteristická žlutá barva, a zpevňují páteř při předklonu. Dalšími krátkými vazy jsou *ligamenta interspinalia*, která k sobě vážou trnové výběžky. Na rozdíl od žlutých vazů nevykazují velký pohyb, jelikož jsou tvořeny vlákny kolagenního vaziva, které je pevnější. Brání oddalování trnových výběžků především při předklonu. Podél těchto vazů vedou stejnosměrně i interspinální svaly. Do krátkých vazů řadíme dále *ligg. intertransversalia*, což jsou vazy probíhající skrz příčnými výběžky spolu s intertransversálními svaly. Skládají se opět z kolagenních vláken, takže jejich síla není velká. Omezují pohyb hlavně při předklonu a úklonu naproti ohýbané straně páteře. Jako poslední do skupiny vazů můžeme zařadit *retinaculum caudale cutis*, což je vazivovitý úpon připínající se od konce kostrče na kůži v této oblasti. [1; 2; 39]

## 1.7 Mícha a míšní nervy

Mícha hřbetní, *medulla spinalis*, se nachází v páteřním kanálu. Její délka je kratší než samotná páteř, především kvůli rychlejšímu vývojovému růstu páteře. Její začátek mapujeme u dospělého jedince od týlní kosti, od *foramen magnum*, po oblast bederní páteře L1 či L2. Jedná se o tenký provazec složený z nervové tkáně. Mezi okosticí a tvrdou míšní plenou, *dura mater spinalis*, se nachází epidurální prostor. Tvrdá míšní plena tvoří vnější obal míchy, pod ní nalezneme spinální vak, *saccus durae matris spinalis*. Epidurální prostor zahrnuje oblast spinálního

vaku. Dalším míšním obalem je *arachnoidea spinalis*, pod ní se nachází subarachnoideální prostor. *Pia mater spinalis* je míše nejbližší.

Na ventrální a dorzální straně míchy si můžeme povšimnout zářezů, které ji pomyslně rozdělují na dvě poloviny. Na obou polovinách nalezneme ještě další dvě menší rýhy. Motorická vlákna míšních nervů se uskupují do tzv. předních míšních kořenů a vedou z předního žlábků. Ze zadního žlábků vedou směrem do míchy senzitivní vlákna, která formují zadní míšní kořeny. Seskupení nervových párů vycházejících z míchy lze pojmenovat jako míšní segment. Mícha je tvořena z šedé hmoty nacházející se uvnitř míchy s centrálním kanálkem uprostřed. Šedá hmota se skládá z nervových buněk, tzv. jader. Dále zde nalezneme bílou hmotu, která ohraničuje míchu a je složena ze skupin odlišných nervových vláken, tzv. drah. Součástí míchy jsou i přední a zadní míšní rohy. Přední míšní rohy obsahují jádra motorických nervů (Alfa motoneurony), jejich axony jsou motorickými vlákny míšních nervů (přední kořeny míšního nervu). Zadní míšní rohy obsahují jádra, na kterých končí vybraná senzitivní vlákna míšních nervů (zadní kořeny míšního nervu). [1; 4; 40]

Na míše nalezneme dvě rozšíření, a to v části krční, *intumescencia cervicalis*, a bederní, *intumescencia lumbalis*. Po stranách do míchy vstupují a vystupují kořeny míšních nervů, kterých je celkem 31. Krčních nervů je 8 párů, hrudních nervů 12 párů, bederních nervů 5 párů, křížových nervů také 5 párů a kostrčních nervů zde nalezneme 1 pár (vzácně až 3 páry). V oblasti *intumescencia cervicalis*, u obratlů C3 až T2, se odděluje *plexus cervicobrachialis*, který inervuje krk, bránici a horní končetiny. V oblasti *intumescencia lumbalis*, přibližně u obratlů T9 až L1/L2, vychází *plexus lumbosacralis*, který inervuje pánev a dolní končetiny. [4; 5; 6]

Pro oblast bederní páteře je důležitý *plexus lumbalis*, neboli pleteň bederní, a *plexus sacralis*, pleteň křížová.

### 1.7.1 Senzitivní a motorické neurony

Motorické neurony, jak již z názvu napovídá, se podílejí na motorice, hybnosti těla. Informace se tedy do příčně pruhovaných kosterních svalů dostávají pomocí motorických drah z páteřní míchy či mozku. Směr vedení vzruchů je z centrálního nervového systému do periferie, proto se tyto neurony nazývají také eferentní.

Senzitivní neurony přesouvají naopak informace z periferie do centrálního nervového systému, proto nesou název aferentní. Napomáhají jim k tomu smyslové orgány a kůže. Rozpoznávají, zaznamenávají a zpracovávají změny z okolního prostředí, na které se potom snaží reagovat. [9]

### 1.7.2 Sympatikus a parasympatikus

Autonomní nervový systém se funkčně dělí na dvě části, *pars sympathica*, sympatikus, a *pars parasympathica*, parasympatikus. Hraje důležitou roli při inervaci hladké svaloviny vnitřních orgánů, dále kůže a cév a řídí činnost srdce a žláz. Neurony sympatiku a parasympatiku dále můžeme rozdělit na centrální a periferní, kde každý z nich plní svoji danou funkci.

Centrální oddíl sympatiku je utvořen z *nuclei intermediolaterales*. Ty jsou uchovávány v rozích šedé hmoty míšních segmentů C8-L3. Jelikož se jedná o tento oddíl páteře, je sympatikus označován jako thorakolumbální systém. Periferní oddíl zajišťují párové sympatické kmeny, *trunci symphatici*, které nalezneme podél stran páteře. Jsou v něm také uložena ganglia sympatických kmenů spojená *rami interganglionales*. Sympatikus je aktivován při činnostech, jenž souvisí s výdejem energie a katabolickými reakcemi. Ovlivňuje zvyšování srdeční frekvence, sílu stahu myokardu, rozšiřuje průdušky, či zvyšuje tlak krve.

Parasympatikus má jádra v hlavové části, *pars cranialis*, a v části křížové, *pars sacralis*. Hlavová část je vázána na hlavové nervy s vlastními parasympatickými gangliony. Křížová část se váže na druhý až čtvrtý křížový nerv. Pregangliová vlákna vystupují z *nukleus intermediolateralis* míšních segmentů kosti křížové, konkrétně S2 až S4. Ty dále pokračují jako *nervi splanchnici sacrales* a vedou do *plexus hypogastricus inferior*. Křížová část inervuje část trávicí trubice, močový měchýř a vnitřní pohlavní orgány. Parasympatikus na rozdíl od sympatiku ovlivňuje ukládání energie a anabolické reakce. Dále má za následek zpomalení srdeční činnosti, zužuje průdušky a nabuzuje peristaltiku trávicího systému, sekreci žláz a stah *m. detrusor*. [7; 9]

### 1.7.3 Pleteň bederní

Do *plexus lumbalis* patří segmenty Th12 až L4. Nalezneme zde tři smíšené, tedy motorické i senzitivní, nervy *nervus iliohypogastricus*, *nervus ilioinguinalis* a *nervus genitofemoralis*. Pro *nervus iliohypogastricus* (vystupující z oblasti Th12-L1) je typická motorická inervace dolní části svalů břišních a kůže, která se nachází v oblasti třísla. *Nervus ilioinguinalis* (vystupující z oblasti L1) inervuje senzitivně přední část kůže genitálů muže i ženy. *Nervus genitofemoralis* (vystupující z oblasti L1-L2) dále senzitivně inervuje přední stranu stehna a malou část mediální strany stehna. U ženy senzitivně inervuje část genitálů, u mužů inervuje část genitálů motoricky i senzitivně. Poté zde můžeme nalézt další senzitivní nerv, *nervus cutaneus femoralis lateralis* (vystupující z oblasti L2-L3), který inervuje oblast laterálního stehna. Z této pleteně dále v neposlední řadě vychází objemný nerv stehenní, *nervus femoralis* (vystupující z oblasti L2-L4), který má za následek inervaci čtyřhlavého svalu stehenního, krejčovského svalu, kůži na přední straně stehna, vnitřní straně bérce a části hřbetu nohy. Jednou z hlavních větví *nervus femoralis* je *nervus saphenus* (vystupující z oblasti L2-L4), který můžeme označit jako koncovou senzitivní větev. Dalším nervem bederní pleteně je *nervus obturatorius*, ucpavačský nerv. Ten se nachází podél stěny malé pánve, kudy se i

dostává do stehna. Zde inervuje adduktory stehna a kůži a svaly ve vnitřní části stehna a kolenního kloubu. [5; 6; 7]

#### 1.7.4 Pletěň křížová

*Plexus sacralis* zahrnuje spojení míšních nervů S1-S5 spolu se spojkami z míšních nervů L4 a L5. Jedná se o nejvíce mohutnou nervovou pletěň, která inervuje další části dolní končetiny opět senzitivně i motoricky. Mezi první větve pleteně křížové můžeme zařadit *nervus gluteus superior* (vystupující z oblasti L4- S1) a *nervus gluteus inferior* (vystupující z oblasti L5-S2), které společně motoricky inervují sval hýžďový. Střední a malý sval hýžďový a napínač stehenní povázky je inervován pomocí *nervus gluteus superior*. Velký sval hýžďový je inervován díky *nervus gluteus inferior*. Dále zde nalezneme, *nervus cutaneus femoris posterior* (vystupující z oblasti S1-S3), který senzitivně inervuje kůži zadní části stehna. *Nervus pudendus* (vystupující z oblasti S2-S4) inervuje vnější svěrač řitní a kůži kolem řitního otvoru, kůži hráze a vnější genitál. Největší nerv, který patří do pleteně křížové a je zároveň i největším nervem lidského těla, je *nervus ischiadicus* (vystupující z oblasti L5-S2 a spojky z L4, S3), který inervuje flexory kolenního kloubu a větší část velkého přitahovače. *Nervus ischiadicus* vstupuje z pánve do zadní strany stehna a dále se dělí na *nervus fibularis* a *nervus tibialis*. *Nervus tibialis* inervuje všechny svaly v oblasti zadní strany bérce a dostává se podél vnitřního kotníku do chodidla, kde se dělí na *nervus plantaris lateralis et medialis*. Tyto nervy inervují krátké svaly a svaly chodidla. *Nervus fibularis* má za následek inervaci dlouhého a krátkého svalu lýtkového a svalů v oblasti přední strany bérce. [5; 6; 7]

## 2 CT (COMPUTED TOMOGRAPHY)

Výpočetní tomografie (z angl. Computed Tomography) je zařízení využívající ionizující záření k zobrazení anatomických struktur. Vybrané struktury se zobrazují ve 3 rovinách, axiální, sagitální a koronární, díky čemuž můžeme docílit mnohem přesnějšího zobrazení v různých hloubkách, než je tomu tak u klasického skiagrafického snímku. Tato modalita patří v dnešní době mezi jednu z nejpoužívanějších a zaznamenáváme u ní neustálé zdokonalování. [12; 18]

### 2.1 Historie CT a generace CT

Za nejvýznamnější datum v historii radiodiagnostiky lze považovat rok 1895, kdy W. C. Roentgen objevil a popsal RTG záření, tehdy nazývané záření X (X jakožto něco neznámého). Poté se klasická skiografie rapidně rozšířila, avšak měla jeden zásadní nedostatek, a to překryv orgánů a dalších struktur v místě emitovaného záření přes sebe. Nebylo možné samostatně vyhodnotit jednotlivé struktury a bylo tedy potřeba vymyslet další metodu, která by zobrazení jednotlivých vrstev těla umožňovala.

Až konec šedesátých let byl v CT diagnostice velkým převratem, jelikož Godfrey Newbold Hounsfield poprvé popsal princip CT přístroje a začal se zabývat jeho konstrukcí. Také Allan McLeod Cormack přispěl do historie stejný objevem prakticky ve stejný čas a spolu s Hounsfieldem obdrželi za tento výkon Nobelovu cenu. První výzkumný CT skener byl zaveden do provozu roku 1971 a první klinický CT skener roku 1974. Výpočet a samotné zobrazení jedné vrstvy CT obrazu trvalo však něco kolem 20 minut. Od té doby se začaly CT přístroje postupně vyvíjet a zdokonalovat.

Existuje 5 typů generací CT přístrojů. První generace byla konstrukčně nejjednodušší a nejstarší. RTG záření vycházející z rentgenky se soustřeďovalo



do tenkého tužkového svazku o rozměru 3 mm v axiálním směru a v podélném směru dosahovalo 13 mm, což korelovalo s tloušťkou řezu. Soustava byla tvořena rentgenkou a jedním detektorem uloženým naproti a tvořila dohromady translační a rotační pohyb. Maximální rekonstruovaná oblast byla velice krátká, pouhých 24 cm, a bylo tedy možné zhotovit jen CT hlavy. Druhá generace již byla poněkud modernější. Na rozdíl od té první využívala větší množství detektorů, zpravidla kolem 30, a svazek vycházející z rentgenky měl více vějířovitý tvar. Mnohonásobně se tak urychlila doba vyšetření. Třetí generace CT již využívá jen rotačního pohybu rentgenky spolu s detektory a má mnohem širší rozptyl vějířovitého svazku než generace druhá. Detektorů je zde také oproti druhé generaci větší množství, zde se pohybujeme kolem celkového počtu 300 až 700 detektorů. Ty jsou uloženy v soustavě na kruhové dráze naproti rentgence ve více řadách. Čtvrtá generace je od těch zbylých poněkud odlišná, zde se setkáváme s detektory uloženými podél celé dráhy prstence a kolem pacienta se otáčí jen rentgenka. Počet detektorů se pohybuje od 600 do 4800 kusů. Nejmodernější generací je generace pátá. Jedná se CT s elektronovým svazkem navržené pro zobrazení srdce. Všechny části tohoto CT přístroje jsou statické, místo rentgenky je zde W prstenec a naproti jsou uloženy detektory. [13; 35; 36]

## **2.2 Konstrukce a princip CT**

CT přístroj lze rozdělit na 2 hlavní části, stůl a gantry. Stůl je pohyblivá část přístroje a pokládá se na něj pacient. Gantry je vzhledem ke stolu statická část přístroje, má kruhový tvar s vnitřním otvorem na průjezd stolu. Nachází se v něm soustava rentgenky a soustava detektorů, které se otáčí kolem pacienta. Tyto dvě části jsou umístěny uvnitř prstence naproti sobě. Rentgenka je zdrojem ionizujícího záření, které prochází skrze pacienta. Vlivem odlišné absorpce ionizujícího záření tkáněmi je po průchodu tělem toto záření různě zeslabováno. Prošlé fotony jsou následně detekovány detektory.

Díky měření jednotlivých rozdílů zeslabení získáme důležitá data, která jsou poté počítačem zpracována pomocí technik rekonstrukcí obrazu (například filtrované zpětné projekce či modernější iterativní rekonstrukce) a vzniká axiální CT obraz. Ten je možný díky dalším následným rekonstrukcím vyobrazit i ve zbylých rovinných projekcích, sagitální a koronární. [10; 11; 12]

### 2.3 Rekonstrukce CT obrazu

Pokud chceme zrekonstruovat CT obraz, je potřeba vypočítat hodnotu zeslabení RTG záření v jednotlivých pixelech. Poté jsme teprve schopni definovat materiál, který se v daném pixelu (voxelu) nachází. Využívají se k tomu 2 základní rekonstrukční algoritmy, filtrovaná zpětná projekce a iterativní rekonstrukce. Jejich cílem je zjistit hodnoty pixelů v matici.

Zpětná filtrovaná projekce využívá znalost profilů zeslabení z rozličných úhlů. Paprsky procházejí skrz matici v jednotlivých projekcích, vycházejícímu paprsku je přiřazena číselná hodnota pro jeden sloupec (řádek) matice. Toto číslo vydělíme počtem projekcí a výslednou hodnotu rozdělíme na stejné díly do jednoho řádku v matici. V jedné řadě tedy budou vedle sebe hodnoty se stejným číslem. Postupujeme stejně i u dalších řádků a stejný postup zopakujeme u všech projekcí. Každému dílu v matici je přiřazeno množství čísel podle projekcí, tyto čísla sečteme a vyjde nám zrekonstruovaná matice v jednom CT řezu. Číselné hodnoty v matici odpovídají zeslabení. Totožně postupujeme ve všech řezech.

Pro iterativní rekonstrukci můžeme využít data z již zrekonstruované matice pomocí zpětné filtrované projekce nebo použijeme novou výchozí matici, například s nulovými hodnotami. Známe výsledné profily zeslabení pro jednotlivé projekce. Pokud tedy máme matici s nulovými hodnotami a určitou hodnotu profilu zeslabení v dané rovině, hodnotu zeslabení rozdělíme rovným dílem do pixelů v dané řadě. Postup opět zopakujeme u všech řad jedné roviny.

Postup u druhé roviny je již odlišný, jelikož využíváme data získaná z první roviny. Porovnááme součet hodnot v pixelech první řady druhé roviny a daného profilu zeslabení. Od číselné hodnoty daného profilu zeslabení odečteme součet pixelů první řady druhé roviny. Výsledné číslo rozdělíme rovnoměrně podle počtu pixelů v řadě a přičteme ho k datům z první roviny. U druhé řady druhé roviny opět nejprve porovnááme data z daného profilu zeslabení a data ze součtu pixelů druhé řady druhé roviny. Od dat z profilu odečteme součet pixelů druhé řady druhé roviny. Výsledek opět rozdělíme rovnoměrně mezi pixely druhé řady druhé roviny a k datům ho přičteme. Stejně postupujeme i u třetí řady. U třetí projekce opět známe profily zeslabení. Postupujeme stejně jako u druhé projekce porovnáváním profilů zeslabení a součtů pixelů v jednotlivých řadách. Výsledek od sebe odečteme a rozdělíme rovným dílem mezi pixely ve směru. Celý postup můžeme reprodukovat podle velikosti matic, výše je uveden postup pro matici 3x3 pixely.

Z uvedeného popisu je zřejmé, že iterativní rekonstrukce je mnohonásobně složitější než zpětná filtrovaná projekce. Je nutné mít dostatečný prostor pro sběr dat, kterých je při iterativní rekonstrukci více. [37]

## 2.4 Helikální CT a multidetektorové CT

Pojmem helikální (neboli spirální) CT označuje termín pro kontinuální rotaci soustavy rentgenky a detektorů kolem pacienta spolu s posunem stolu. Dráha rentgenky ke vztahu k pacientovi má tedy tvar šroubovice. Získaná data máme z celého skenovaného objemu v krátkém čase a můžeme je dále rekonstruovat v jednotlivých vrstvách a rovinách.

V současné době je standardem, že jsou CT přístroje vybaveny detektorovým systémem, který obsahuje více řad detektorů složených vedle sebe, nazývaný jinak také multidetektorový (z angl. Multislice CT). Běžně se můžeme setkat

s detektory, které jsou schopny zaznamenat od 4 až do 640 řezů na jednu rotaci rentgenky. Lze skenovat dvěma různými technikami, a to sekvenčně a spirálně. V případě sekvenčního skenování náběru dat je možné zaznamenat více vrstev (řezů) najednou za jednu otočku rentgenky. Při spirálním skenování lze skenovat rychleji, a to bez ztráty jemného prostorového rozlišení. Jednotlivé struktury se zobrazí vždy ve stupni šedi podle absorpce rentgenového záření. [10; 11; 13; 16]

## 2.5 Hounsfieldovy jednotky (HU)

Hounsfieldova stupnice znázorňuje číselnou hodnotu absorpce rentgenového záření po průchodu hmotou (lidským tělem). Lze ji rozdělit přibližně na 4000 stupňů, od -1000 do +3000. Nejdůležitější číslo je 0 HU odpovídající absorpci vody, od které je celá stupnice odvozena. Látky s nejmenší absorpcí mají zápornou denzitu a přiřazujeme jim tmavší odstíny šedi (například vzduch odpovídající -1000 HU). Látky s absorpcí vyšší mají naopak světlejší odstín šedi a jejich denzita je kladná (například kost odpovídající přibližně +1000 HU). Lidské oko ale nedokáže rozlišit takovou velkou škálu stupňů šedi, proto se využívá pouze vybraná část denzitní škály, takzvané okno (plicní okno, kostní okno atd.). [10; 11]

## 2.6 Skenovací parametry

Znalost jednotlivých parametrů expozice by měla být nedílnou součástí povědomí všech radiologických asistentů pracujících na CT přístroji. Skenovací parametry ovlivňují vztah mezi kvalitou obrazu a dávkou záření a jejich správnou kombinací tak můžeme snížit radiační zátěž pacienta, a přitom zachovat přijatelnou kvalitu obrazu. [17; 18]

Mezi základní skenovací parametry lze zařadit podle Lucie Súkupové „*dobu rotace rentgenky, proud a napětí rentgenky, pitch faktor, tloušťku rekonstruovaného řezu, konfiguraci detektoru a rekonstrukční algoritmy.*“ [19]

### **2.6.1 Doba rotace rentgenky**

Dobou rotace rentgenky je myšleno její otočení o úhel  $360^\circ$  v prstenci gantry. U novějších CT přístrojů se běžně dostaneme k hodnotě od 0,25 sekund až k 1 sekundě. Pokud je doba otočení rentgenky kolem pacienta rychlejší, prochází skrze něj méně fotonů RTG záření. Pokud je rotace pomalejší, prochází jich naopak více, což má za následek výsledné snížení šumu a lepší rozlišení i méně kontrastních struktur. Je však důležité také zmínit, že čím déle bude trvat rotace, tím déle bude trvat samotné vyšetření a pacient tím obdrží vyšší celkovou dávku. [19]

### **2.6.2 Proud rentgenky**

Proud rentgenky lze definovat jako proud, díky kterému vzniká tok nabitých částic mezi kladně a záporně nabitou elektrodou, anodou a katodou. Počet částic v daném prostoru je tedy úměrný proudu rentgenky. Pokud se hodnota proudu zvýší, dojde k regulaci šumu ve výsledném obraze, ale opět se zde potýkáme i s vyšší radiační zátěží pro pacienta. [19]

Téměř na každém CT přístroji se dnes setkáme s automatickou modulací proudu (z angl. Automatic Tube Current Modulation, zkr. ATCM). Jedná se o systém, který automaticky mění hodnotu proudu ve směru kraniálním a kaudálním při průjezdu pacientem v ose gantry. Tento typ modulace nazýváme podélná modulace. Dále je systém schopen měnit hodnotu proudu během rotace rentgenky kolem pacienta. Ke správné funkci těchto algoritmů se však potřeba vždy nastavit pacienta do správné centrační polohy. [20; 24]

### 2.6.3 Pitch faktor

Pitch faktor definujeme jako „podíl posunu stolu na jednu rotaci rentgenky a celkové kolimace svazku.“ [21] Pokud nabírá větších hodnot, stůl se posunuje rychleji a díky tomu se sníží celkový skenovací čas. Opět ale musíme počítat s narůstáním šumu v obraze a snížením rozlišení v oblastech s nižším kontrastem. U pitch faktoru, který nabírá hodnot nižších, je tomu naopak.

Odhad navýšení či snížení radiační zátěže pacienta spojený se změnou hodnoty pitch faktoru však není tak jednoduchý jako u změn jiných parametrů. Tento faktor je závislý především na automatické modulaci proudu, která optimalizuje kvalitu obrazu automaticky a spolu s ní i další expoziční parametry včetně výše zmíněného. Pokud se radiologický asistent rozhodne například navýšit hodnotu pitch faktoru, nemůže s jistotou počítat i se snížením radiační zátěže. [21]

### 2.6.4 Napětí rentgenky

K rentgence je připojeno vysoké napětí, které má za následek tok elektronů z katody a jejich následné urychlení. Běžně se lze setkat s hodnotami napětí v rozmezí od 80 do 140 kV. Jakmile toto napětí snížíme, dojde k poklesu produkce elektronů a sníží se i pronikavost RTG záření tělem pacienta. Záleží však na jeho objemu. Pokud je pacient objemnější, absorbuje se v něm více nízkoenergetických fotonů, pronikavost je nižší, což má poté nepříznivý vliv na poměr signál/šum a zvyšuje se tak celková dávka. Naopak u pacientů méně objemnějších je vhodné napětí snížit. Interaguje menší množství fotonů, nízkoenergetických fotonů je tedy také méně, a kontrast obrazu je mnohonásobně lepší. [22; 23]

### **2.6.5 Tloušťka řezu**

Při náběru dat vždy nabíráme několik řezů najednou. Tloušťka rekonstruovaného řezu se může měnit podle potřeby. Nesmí se ale opomenout zásadní pravidlo, že není možné rekonstruovat řez o velikosti, která je nižší než šířka detekčního elementu. Pokud je však šířka řezu příliš malá, dochází zde k menší interakci fotonů a výsledný CT obraz tak obsahuje více šumu. [25]

### **2.6.6 Konfigurace detektoru**

Běžně se setkáváme s detektory, které jsou víceřadé a jednotlivé detekční elementy mají různý počet a tloušťku, lze je různě spojovat a rozdělovat. Maximální počet datových elementů je ve valné většině případů totožný jako maximální počet nabíraných řezů. [26]

### **2.6.7 Rekonstrukční algoritmus**

Pro úpravu hrubých dat je potřeba využít rekonstrukční algoritmus, kernel. Jedná se o filtr, který utlumuje artefakty tvořící se při rekonstrukci obrazu pomocí zpětné projekce. Může vyhlazovat a zaostřovat vybrané oblasti a podílet se na redukci šumu v obraze. Není však bezchybný a lze u něj upozorovat i negativní dopad na výsledný obraz, jako například rozmazání hran. [27]

## **2.7 Kontrastní látky**

Kontrastní látky využíváme ke zvýraznění anatomických struktur, které by bez jejich použití nebyly tolik viditelné. Rozdíly v absorpci rentgenového záření jsou poté více znatelné. Existují různé druhy těchto látek a také různé způsoby podání.

Kontrastní látky dle druhu kontrastu lze rozdělit na pozitivní a negativní. Pozitivní kontrastní látky se vyznačují svým vysokým kontrastem a na obraze se

zobrazují světlo. Mezi ně můžeme zařadit například baryové či jodové kontrastní látky. Negativní kontrastní látky mají naopak nízký kontrast a na obraze se zobrazují tmavě. Do této skupiny můžeme zařadit například vodu, manitol či vzduch.

Dle způsobů podání dělíme kontrastní látky na látky podané perorálně (ústí), intravaskulárně (do cévy), intrathékálně (do prostoru mezi mozkem a míchou), perrektálně (do rekta), intraartikulárně (do kloubu), intrakavitálně (do dutiny). [10; 14]

## 2.8 Radiační ochrana

Při výkonech, které s sebou nesou riziko ozáření, je potřeba dodržovat základní pravidla radiační ochrany. Jejím cílem je plně vyloučit vznik deterministických účinků a co nejvíce snížit pravděpodobnost vzniku stochastických účinků do takové míry, která je pro společnosti akceptovatelná. [28]

Mezi nejdůležitějších principy radiační ochrany řadíme princip zdůvodnění, optimalizace, nepřekročení dávkových limitů a ochrany zdroje ionizujícího záření. Princip zdůvodnění je založený na principu zdůvodňování lékařských ozáření pod podmínkou prospěšnosti pro pacienta. Je důležité, aby lékař vždy zvážil, zda není možné použít jiné metody bez ionizujícího záření, které pacienta nijak neohrožují. Dále se princip zdůvodnění aplikuje na běžně používané předměty, které produkují ionizující záření. I zde je potřeba zvážit, zda není možné použít předměty obdobně funkční, avšak bez rizika vnějšího ozáření. Obecně platí, že při jakéhokoliv činnosti týkající se zdrojů ionizujícího záření je potřeba řádně definovat důvod použití a možné přínosy a ztráty. Princip optimalizace úzce souvisí s principem ALARA, z angl. As Low As Reasonably Achievable. Ten spočívá v dodržování základních pravidel radiační ochrany,



abychom ozáření osob a pravděpodobnost ozáření snížili tak, jak je rozumně dosažitelné. Jeho cílem je dostat se na stupeň ochrany, který nebude při použití dalších prostředků nijak ovlivňovat konečnou újmu. Bereme tedy v potaz 2 protipóly, míru zdravotního rizika a náklady vynaložené na ochranu zdraví. Princip aplikace dávkových limitů definuje limity obecné, pro pracovníky a pro studenty. Obecné limity platí primárně pro obyvatelstvo, mimo tuto skupinu jsou výše zmínění radiační pracovníci a studenti. Důležité je též radiační monitorování, jehož cílem je kontrola dávkových limitů na pracovištích, ve výpustích, v okolí. Řadíme do něj i osobní monitorování. [13; 15; 28]

Dodržujeme ochranu časem, vzdáleností a stíněním. Pokud snížíme čas pobytu u zdroje ionizujícího záření, sníží se i radiační zátěž. Dávka stoupá lineárně s dobou pobytu v místnosti se zdroji ionizujícího záření. Je dobré mít tento fakt na paměti a pobývat u zdroje co nejnižší možný čas. Ochrana vzdáleností využívá principu, že dávkový příkon klesá s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje. V praxi lze tedy využít různé ochranné či bezpečnostní pomůcky, které zdroj ionizujícího záření oddálí od těla. Ochrana stíněním je založena na znalosti absorpce ionizujícího záření. Existují materiály, které jsou schopny odstínit ionizující záření a tím opět chránit osoby vyskytující se v blízkosti zdroje ionizujícího záření. Využívá se zde exponenciální zákon pro zeslabení intenzity svazku fotonů. [15; 28]

## 3 PERIRADIKULÁRNÍ TERAPIE

Periradikulární terapii (PRT) lze zařadit mezi miniinvazivní zákroky. Spočívá v aplikaci léčebné směsi, tzv. obstríku, do postiženého místa lumbální páteře, což by mělo vést k úlevě od bolesti v důsledku degenerativních či jiných změn. Tento výkon tedy podstupují pacienti, které trápí útlak kořene nervu vycházející z míchy nejčastěji v důsledku vyhrěznutí intervertebrálního disku, kterým se tato bakalářská práce zabývá. Jedná se o krátký zákrok, který provádí vždy odpovídající lékař s asistencí radiologického asistenta a zdravotní sestry na radiodiagnostickém oddělení na CT přístroji. Celková doba trvání se pohybuje okolo 30 minut.

### 3.1 Popis průběhu výkonu

Pacient je k výkonu PRT odeslán nejčastěji z ambulance bolesti či neurologické ambulance na žádost neurologa, přičemž je u něj prokazatelně potvrzena diagnóza kořenových syndromů. Předcházet by mělo vždy CT vyšetření postiženého úseku bederní páteře.

Před výkonem samotným je potřeba pacienta řádně poučit o průběhu výkonu a podat mu informovaný souhlas. Ten zahrnuje především souhlas s vyšetřením a s podáním jodové kontrastní látky, vyplňují se zde také případné alergie. Informovaný souhlas se ohrazuje možnými nežádoucími účinky či komplikacemi, které by mohly při výkonu vzniknout. Je důležité také zjistit, zda je pacient hydratovaný, lačný (uvádí se přibližně 3 hodiny před vyšetřením především z důvodu polohy na břicho) a zda před výkonem nepoužil žádné návykové látky. Pokud pacient se vším souhlasí a splňuje všechny výše uvedené podmínky, může se pokračovat dále.

Zdravotní sestra před výkonem připraví intervenční stůl, který obsahuje instrumentárium včetně léčivých přípravků zdokumentované na obr. 7 a obr. 8. Na obr. 7 lze vidět pomůcky zabaleny, na obr. 8 již připraveny na PRT. Jelikož se jedná o výkon zasahující do vnitřního prostředí pacienta, je nutné, aby veškeré nástroje byly sterilní. Místnost s CT přístrojem je před začátkem též řádně vydezinfikována. Vše je provedeno dle platné vyhlášky Ministerstva zdravotnictví České republiky.

Výkon začíná tím, že je pacient odveden do převlékací místnosti, kde si odloží oděv. Záleží na zvyklostech daného pracoviště, ale nejčastěji se pacient svlékne pouze do spodního prádla. Dále je odveden do vyšetřovací místnosti k CT přístroji. Položí se na vyšetřovací stůl hlavou směrem ke gantry do pronační polohy, ruce má skrčeny v loktech před sebou, hlavu na polštářku. Poté už se nesmí hýbat, začíná se s výkonem.

Radiologický asistent vybere správný vyšetřovací CT protokol pro vyšetření k cílení PRT. Dále se na kůži pacienta v postiženém úseku bederní páteře do osy laseru CT položí kovový předmět (kovový drátek o šíři 1 mm a délce dle postiženého úseku). Nejprve je zhotoven bočný topogram dané oblasti bederní páteře. Po výběru postiženého segmentu se provede CT skenování a ze zhotovených axiálních skenů se vybere jeden referenční. Ten disponuje místem nejvhodnějšího přístupu pro punkční jehlu. Lékař změří na počítači vzdálenost od lokalizačního drátku po místo vpichu punkční jehly a určí hloubku punkční jehly a její nejvhodnější sklon směrem k odstupujícímu kořenu, viz obr. 9.

Následně je místo vpichu vydezinfikováno a do kůže se aplikuje injekční stříkačkou lokální anestetikum, mezokain, který místo znecitliví. Dále je v místě vpichu proveden tenký řez skalpelem pro lepší vstup punkční jehly. Poté nastává samotná transkutánní punkce pomocí Chiba jehly, kterou provádí odpovědný

lékař. Pro ověření správného vstupu je po vytažení mandrenu do oblasti výstupu nervového kořene aplikováno malé množství jodové neionické kontrastní látky přes hadičku a injekční stříkačku a jsou vyhotoveny další CT skeny. Pokud je jehla umístěna správně, je do oblasti aplikována léčebná směs obsahující složku kortikoidů a anestetika spolu s KL a následně je hadička se zbytkem směsi propláchnuta aqou. Jehla se vytáhne a místo vpichu je přelepeno sterilními longetami. Směs s kontrastní látkou nám po vyhotovení CT skenů ukáže, jak vypadá distribuce léčebné směsi v oblasti postiženého nervového kořene. Ideálně by měla být léčebná směs viditelná v epidurálním prostoru, jak lze vidět na obr. č. 10.

Tímto periradikulární výkon končí a pacient se odebere zpět do převlékací místnosti. Po výkonu je však nutné vydržet přibližně 30 minut v čekárně, kdyby se objevily nějaké komplikace. Vždy je nakázáno podstoupit výkon za doprovodu další osoby, neboť je možné, že bude u pacienta dočasně omezena hybnost především dolní končetiny. Dále je také doporučeno po zbytek dne přetrvávat v polosedu, aby anestetická směs nezatekla páteřním kanálem například do dýchacího centra uloženého v prodloužené míše. [29]

### **3.2 Léčebná směs**

K periradikulárnímu terapeutickému výkonu se používá léčebná kortikoidní směs zvaná Depo-Medrol spolu s anesteickou směsí zvanou Marcaine. Depo-Medrol obsahuje léčivou látku zvanou methylprednisolon-acetát, což je látka patřící mezi kortikosteroidy či steroidy. Depo-Medrol mimo jiné také snižuje otok postižené oblasti výhřezu, čímž významně ulevuje od nepříjemných pocitů sužujících pacienta. Má účinek protizánětlivý, imunosupresivní a antialergický. Marcaine je lokální anestetikum využívané k znecitlivění části těla při chirurgickém výkonu. Jeho léčivá látka se nazývá bupivacaini hydrochloridum monohydricum. Tyto 2 injekční roztoky jsou při přípravě v injekční stříkačce

smíchány s neionickou jodovou kontrastní látkou. Kortikoidy spolu s anestetikem slouží k utlumení bolesti bederní páteře a k utlumení bolesti vystřelující do dolních končetin. [34]

### **3.3 Instrumentárium**

K této intervenci je potřeba CT přístroj a sterilní stůl s následujícím instrumentáriem:

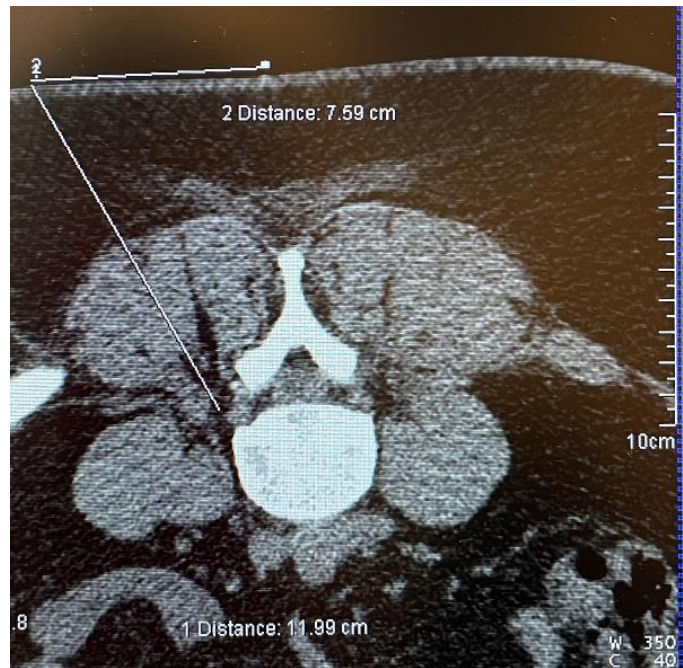
- Sterilní chirurgické rukavice
- Kompresy z gázy
- Spojovací hadička
- Chiba jehla 22G
- Skalpel
- Injekční stříkačky
- Jodová kontrastní látka Omnipaque 350
- Sodium Chloride 0,9 %
- Depo-Medrol
- Aqua – fyziologický roztok
- Marcaine
- Injekční jehla pro znecitlivění místa vpichu 21G
- Injekční jehla pro Aqua 18G



Obrázek 7 – Zabalené instrumentárium pro PRT [zdroj vlastní]



Obrázek 8 – Instrumentárium připravené pro PRT [zdroj vlastní]



Obrázek 9 – Měření vzdálenosti pro vstup Chiba jehly [zdroj vlastní]



Obrázek 10 – Optimální distribuce léčebné směsi [zdroj vlastní]

## 4 INDIKACE

Indikací k periradikulárnímu výkonu z důvodu přítomnosti kořenových syndromů existuje několik. Mezi jednu z nejčastějších příčin řadíme výhřez meziobratlové ploténky. Dále se může jednat o uvolnění sekvestru ploténky, stenózu spinálního kanálu, spondylolistézu nebo spondylolýzu, či fasetový syndrom. [30; 31]

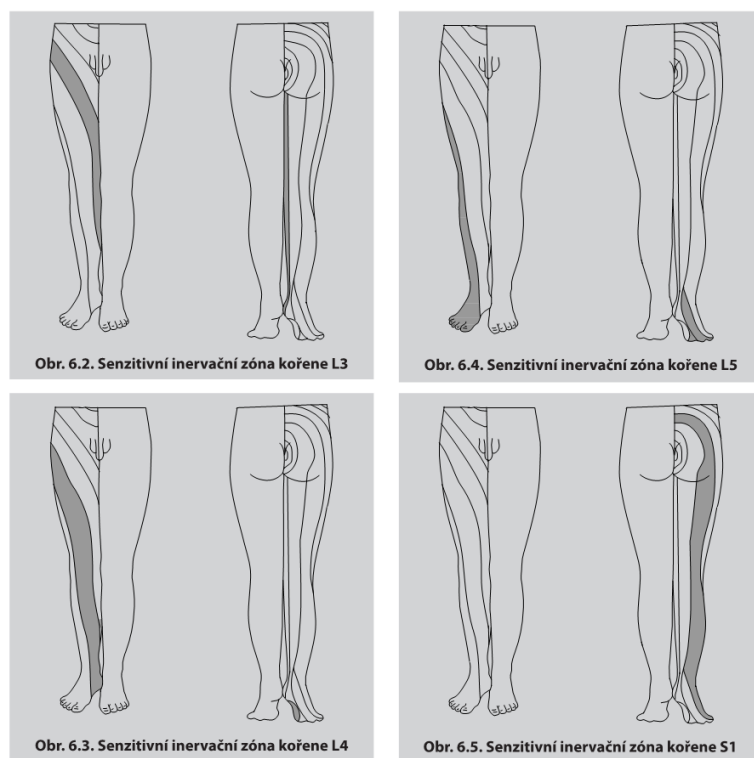
### 4.1 Kořenové syndromy

Kořenové syndromy jsou způsobeny utlačením kořene míšního nervu vystupujícího z míchy. Nejčastěji se můžeme setkat s postižením míšního kořene v oblasti L5 a S1, v průměru se uvádí procentuální zastoupení kolem 90 %. Postižení v oblasti L4 se vyskytuje zhruba v 10 % případů, ve zbylých úsecích pouze vzácně. Četněji je toto onemocnění diagnostikováno u mužů, celkově u věkových skupin mezi 40. až 60. rokem života. [8; 30]

Projevují se hlavně bolestmi, paresteziemi v oblasti příslušného dermatomu, tedy části kůže, která je senzitivně inervována příslušným míšním kořenem. Dále je častá také snížená citlivost, svalová slabost odpovídající dermatomu. Hlavním příznakem bývá bolest části postižené páteře, ne vždy však musí být přítomna. Oslaben může být i myotatický reflex, neboli reflex vyvolávající bolest. [1; 8]

Jednotlivé míšní kořeny mají své senzitivní inervační zóny. Při utlačením kořene v L1 a L2 jsou typické projevy v oblasti stehna, především ventrální a proximální. Kořeny vystupující z L3 inervují plochu od velkého trochanteru přes přední stranu stehna až po koleno. Kořeny z L4 inervují přední plochu stehna, od dermatomu L3 směrem od vnitřního bérce k vnitřnímu chodidlu. Kořeny L5 ovlivňují vnější oblast stehna, vedou laterálně podél kolene přes dorzum nohy k palci. Kořen S1 inervuje zadní plochu stehna, přes lýtko zevně až k malíku. [8]





Obrázek 11 – Inervační zóny jednotlivých kořenů [8, str. 107]

## 4.2 Hernie, protruze a bulging meziobratlové destičky

Výhřez meziobratlové destičky, známý též pod názvem hernie disku, lze definovat jako „stav, kdy je hmota meziobratlové ploténky dislokovaná mimo fyziologický prostor disku“ [8]. Nejčastěji se tak tomu děje díky ztrátě vody uvnitř destičky, která poté ztrácí svou pružnost a vlákna se začnou uvolňovat. Disk může poté tíhou obratlů snadno vyhřeznout. *Anulus fibrosus* je u hernie narušený. [8; 33; 38]

Protruze označuje neúplný výhřez meziobratlové destičky. Jedná se o propagaci *nucleus pulposus* do *anulus fibrosus*, přičemž meziobratlová destička není plně porušena a nenarušuje ve velké míře míšní nervy. Ve většině případů se jedná o symetrickou mediální protruzi. [38]

Bulging znamená zvětšení plochy meziobratlové destičky, nikoli však její narušení či vyhřeznutí. Destička tedy pouze přesahuje přes okraj obratlového těla. Vzniká na podkladě vyššího množství vody uvnitř disku, což může být způsobeno například zvýšenou námahou, úrazem, lézemi, či degenerativními změnami. [38]

I během života se velikost a funkce meziobratlových disků mění. Nejvýznamnějším rizikovým faktorem je bez pochyby věk, v průběhu stárnutí se velikost disků zmenšuje a jsou podrobeny většímu tlaku obratlů. Dále jsou ohroženi zejména méně aktivní jedinci či jedinci trávící více času v autě, osoby s chronickým kašlem, úplně bez rizika nejsou ani těhotné ženy nebo osoby zvedající nepřiměřeně těžkou zátěž. To vše může způsobit vyklenutí disku směrem do těla obratle, který je na rentgenovém snímku viditelný jako takzvaný *Schmorlův uzel*, nebo směrem k páteřnímu kanálu, což může vést k utlačení míchy či míšních nervů. Typy výhřezů vzhledem k vyklenutí disku mimo fyziologickou oblast ve směru k páteřnímu kanálu označujeme jako dorzomediální (utlačuje durální vak ve střední rovině), paramediální (dorzolaterální; utlačuje durální vak a kořenovou pochvu), foraminální (zasahuje do foramen intervertebrale) a extraforaminální (utlačuje míšní kořen). [2; 30; 33; 38]

Pokud se chce člověk vyvarovat výhřezu disku, je nutné dodržovat tzv. čtvero příkázání:

1. *Nikdy nezvedáme předměty v předklonu nebo při neúplném napřímení trupu.*
2. *Zvedaný předmět vždy těsně přitáhneme k tělu.*
3. *Musíme-li snížit polohu těla, pak vždy do podřepu a s napřímeným trupem.*
4. *Předměty zvedáme vždy pomalu, s plánem pohybu – neukvapeně. [2, str. 136]*

### 4.3 Sekvestrace ploténky

Pojem sekvestrace ploténky označuje stav, kdy se část meziobratlové ploténky odtrhne od celku a zasahuje do epidurálního prostoru. Může se v prostoru pohybovat kaudálním či kraniálním směrem, častěji kaudálně. Tento volný útržek má mnohdy za následek útlak kořene nervu a vznik kořenových syndromů. [33]

### 4.4 Lumbální spinální stenóza

Stenózu páteřního kanálu bederní páteře značíme jako stav, při kterém je zúžen páteřní kanál, nebo *foramen intervertebrale* v bederní páteři. Prostor pro nervy a cévy je tedy zmenšený. Normální velikost páteřního kanálu na předozadním snímku bederní páteře by se měla pohybovat nad 16 mm. Pokud je na předozadním snímku u druhého bederního obratle interpedunkulární vzdálenost naměřena pod 30 mm, jedná se již o stenózu. Důvody vzniku mohou být různé, avšak nejčastěji se jedná o degenerativní změny. Stenóza páteřního kanálu může být primární a sekundární. Primární vzniká již od narození, sekundární vlivem degenerativních změn. [32; 33; 38]

### 4.5 Spondylolistéza

Spondylolistéza označuje stav, kdy je obratel, konkrétně jeho tělo, vysunuto vzhledem k obratli, který je uložený pod ním. Dochází k zúžení foramin a vzniká sekundární stenóza páteřního kanálu. Spondylolistézu dělíme na vrozenou a získanou. Příčinou vzniku bývají nejčastěji změny ve velikosti disku a degenerativní změny na intervertebrálních kloubech. Nejhojněji se vyskytuje v dolní polovině páteře u obratle L4 a L5. [8; 33; 38]

## 4.6 Spondylolýza

Spondylolýzu definujeme jako odtržení obratlového oblouku v *pars interarticularis*, přičemž oblouk se může odlomit buď z jedné strany nebo z obou. S tímto jevem se opět setkáváme nejčastěji v oblasti L4 a L5. [33]

## 4.7 Fasetový syndrom

Fasetový syndrom patří mezi onemocnění intervertebrálních kloubů. Vzniká na podkladě degenerativních změn, především kvůli snížení meziobratlové destičky. Pohyb intervertebrálních kloubů je poté větší a jsou více namáhány, jelikož dochází k natažení páteřních vazů. Pokud jsou degenerativní změny četné, velice často způsobuje stenózu páteřního kanálu a dochází k utlačení míšních nervů. Diagnostika fasetových syndromů však nebývá snadná. [38]

## 5 KONTRAINDIKACE A MOŽNÉ KOMPLIKACE

Kontraindikací k periradikulárnímu terapeutickému výkonu není mnoho. Lze je rozdělit na 2 druhy, absolutní a relativní. Mezi absolutní kontraindikace patří stavy, při kterých nelze výkon provést. Jedná se tedy například o krvácivé a těžké stavy pacienta, těhotenství. Další absolutní kontraindikací je nespolupracující pacient či pacient, který při výkonu nevydrží ležet v poloze na břiše. Relativní kontraindikací může být alergická reakce na některou z použitých léčebných či anestetických směsí. Dále se může jednat o infekční onemocnění, přičemž po jejich plném doléčení výkon provést lze. Relativní kontraindikací je i menstruace či těžší formy parézy.

Jako při každém intervenčním výkonu se i u periradikulární terapie můžeme setkat s možnými komplikacemi. Sledování výkonu pod CT má však velkou výhodu v neustálém kontrolování vstupu jehly k intervertebrálnímu prostoru, a tak je téměř vždy zákrok bez komplikací. Může se však stát, že bude léčebná směs aplikována do intradurálního prostoru či přímo do kořene nervu. Intradurální aplikace může mít za následek chvilkovou bolest hlavy, nevolnost či závrať. Jelikož se ale ke kontrole používají kontrastní látky a látky anestetické, není vyvrácena možnost alergické reakce s možným nástupem anafylaktického šoku. Není vyloučena ani dočasná parestezie dolní končetiny, proto je příkázáno podstupovat výkon za doprovodu další osoby. Výkon provádí radiolog, který by měl mít důkladné vzdělání, znalosti a zkušenosti, díky kterým přispívá k zamezení výše zmíněných komplikací. [29]

## METODIKA

Pro vyhodnocení výsledků analyzujících efekt periradikulárního terapeutického výkonu byl použit dotazník (viz DOTAZNÍK K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI) předložený 54 pacientům na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice AGEL Louny, kteří podstoupili tento výkon v rozmezí let 2015 až 2023. Na výše zmíněném oddělení se ročně provede přibližně 100 PRT výkonů. Nejen k intervenčním výkonům se zde využívá CT přístroj se šestnácti řadami detektorů.

Pacienti byli vybráni z informačního systému IKIS za předpokladu splnění daných podmínek. Bylo nutné, aby pacienti podstoupila výkon opakovaně, tedy alespoň dvakrát, aby bylo možné efekt výkonu dále zkoumat. Další podmínkou byla indikace týkající se pouze jednostranné hernie disku a pacient nesměl být dále odeslán na operaci, která by konečné výsledky ovlivňovala. Dále bylo nutné, aby osoby podstoupili výkon pouze na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice AGEL Louny, aby výsledky týkající se výkonu byly co nejhomogennější. Dotazovaní odpovídali subjektivně podle svých zkušeností na základě telefonické komunikace či osobního setkání. Výsledná data byla dále zpracována do grafů, postupně podle otázek z dotazníkového šetření. Veškeré osobní informace pacientů nebyli nijak zveřejněny a odpovědi na otázky byly anonymní.

## DOTAZNÍK K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Dobrý den,

jmenuji se Nela Rauscherová a studuji na fakultě FBMI ČVUT. Ráda bych Vás požádala o vyplnění dotazníku k bakalářské práci na téma Význam periradikulárního terapeutického výkonu navigovaného pod CT kontrolou pro pacienty s bolestmi zad. Předem mnohokrát děkuji za pomoc a velice si vážím Vašeho času. Veškeré informace zde uvedené jsou anonymní a slouží pouze k vyhodnocení analýzy efektu tohoto terapeutického výkonu. Vaše odpovědi prosím zakroužkujte, či k nim doplňte další komentář.

### 1. Jsem

Muž / Žena

### 2. Můj věk je

Do 30 let / 31-40 let / 41-50 let / 51-60 let / 61-70 let / 71-80 let / 81+ let

DIAGNÓZA, KTERÁ VEDLA K INDIKACI PRT

### 3. Výhřez disku

Dorzomediálně / Dorzoaterálně / Foraminálně / Extraforaminálně

Konkrétní postižený kořen: \_\_\_\_\_

### 4. Jednalo se o volný sequestr

Ano / Ne

## 5. Bolest, která vedla k indikaci PRT

Bederní páteř / Dolní končetina / Jiná: \_\_\_\_\_

VÝSLEDNÝ EFEKT

## 6. Ohodnoťte subjektivní pocit, jaký jste měl/a 1.měsíc od aplikace PRT

Bolest v bederní krajině: a.) Lepší než před intervencí o \_\_\_\_ %

b.) Horší než před intervencí o \_\_\_\_ %

c.) Nezměněna

Bolest v dolní končetině: a.) Lepší než před intervencí o \_\_\_\_ %

b.) Horší než před intervencí o \_\_\_\_ %

c.) Nezměněna

Jiný efekt: \_\_\_\_\_ (popište)

## 7. Bolest během intervence



## 8. Recidiva bolesti

Ne / Ano

(Pokud ano, za jakou dobu: \_\_\_\_\_)



## 9. Intenzita bolesti po navrácení bolesti

Silnější, než před intervencí / Slabší, než před intervencí / Stejná

## 10. Opakování intervence

Počet opakování: \_\_\_\_\_

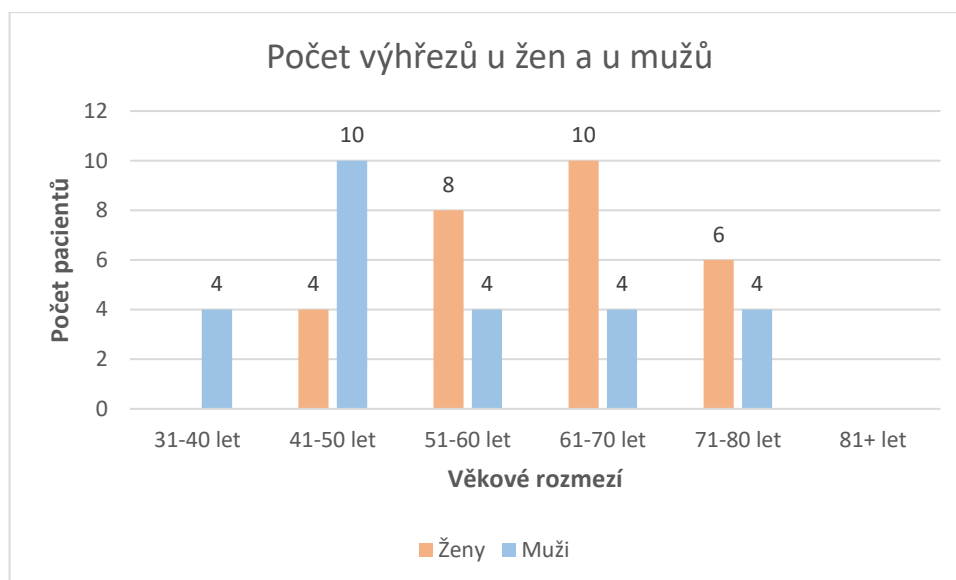
Interval opakování: \_\_\_\_\_

Efekt opakované intervence

Stejný / Účinnější / Méně účinný

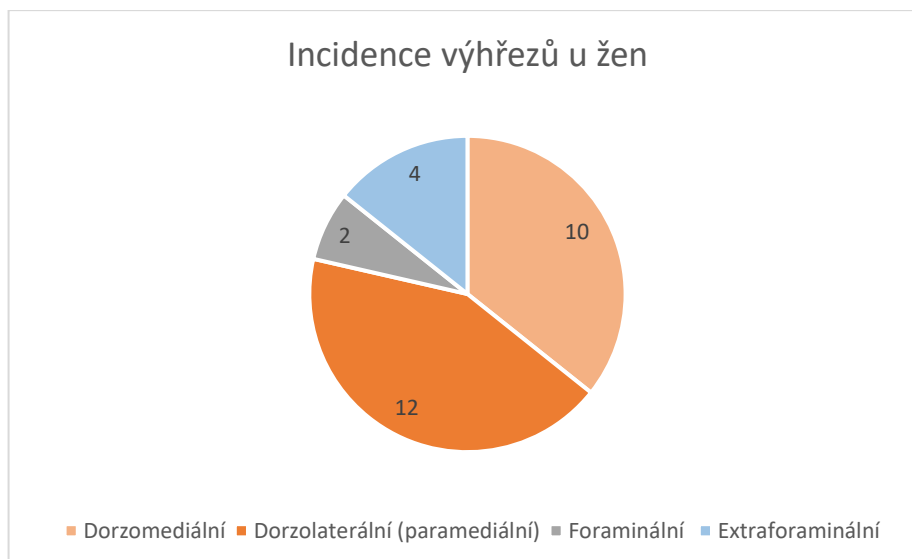
## VÝSLEDKY

Níže jsou uvedeny výsledky, které vyplývají z dotazníkového šetření předložené pacientům docházející na radiodiagnostické oddělení Nemocnice AGEL Louny.



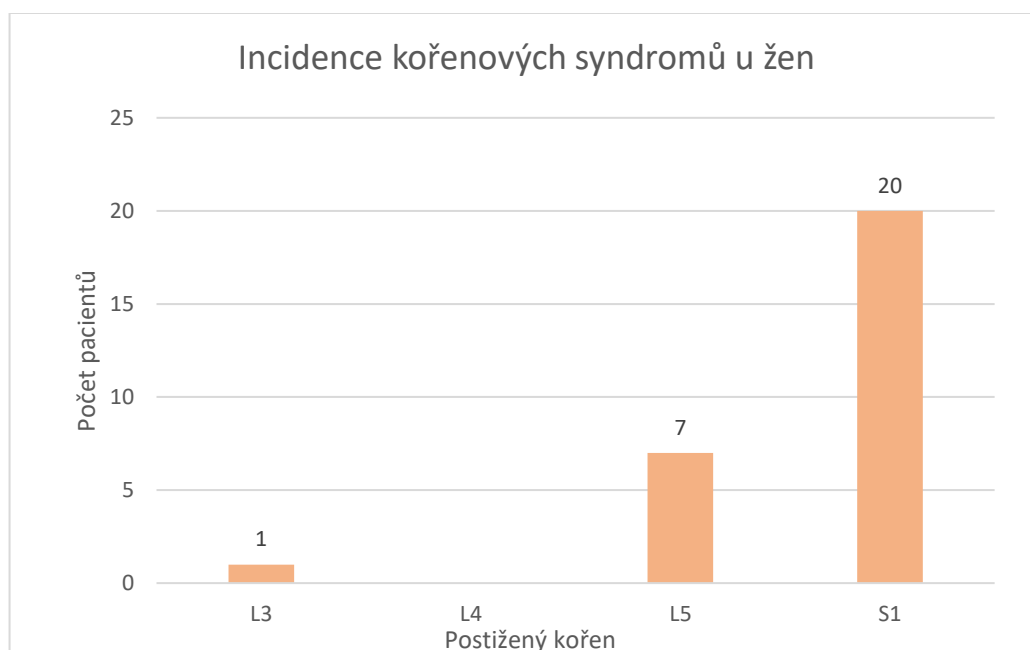
Obrázek 12 – Počet výhřezů u žen a u mužů [zdroj vlastní]

Ve výše znázorněném grafu (obr. č. 12) lze vidět rozdíl mezi počtem žen a mužů, kteří podstoupili periradikulární terapeutický výkon. Vše je rozděleno do věkových kategorií. Incidence výhřezu u pacientů pod 30 let nebyla u dotazníkového šetření zjištěna. PRT ve věkovém rozmezí od 31 do 40 let podstoupili z dotazovaných pouze 4 muži. Mezi 41 až 50 lety podstoupilo výkon 10 mužů a 4 ženy. V rozmezí 51 až 60 let se podrobili výkonu celkem 4 muži a 8 žen. 4 muži a 10 žen navštívili radiodiagnostické oddělení mezi 61 až 70 lety. Mezi 71 až 80 lety podstoupili PRT 4 muži a 6 žen. Nad 81 let incidence tohoto výkonu zjištěna nebyla. Z grafu je patrné, že výkon podstoupili pacienti nejhojněji v rozmezí 41 až 70 lety života.



Obrázek 13 - Incidence výhřezů u žen [zdroj vlastní]

Z grafu (obr. č. 13) je patrné, že nejčastějším typem výhřezu u dotazovaných pacientek se stal výhřez dorzolaterální, neboli paramediální. Z celkového počtu 54 dotazovaných byla incidence toho výhřezu u 12 pacientek. 10 respondentek se potýkalo s dorzomediální hernií, 4 pacientky s extraforaminální hernií. Nejméně byla zastoupena hernie foraminální, která byla zjištěna u 2 pacientek.



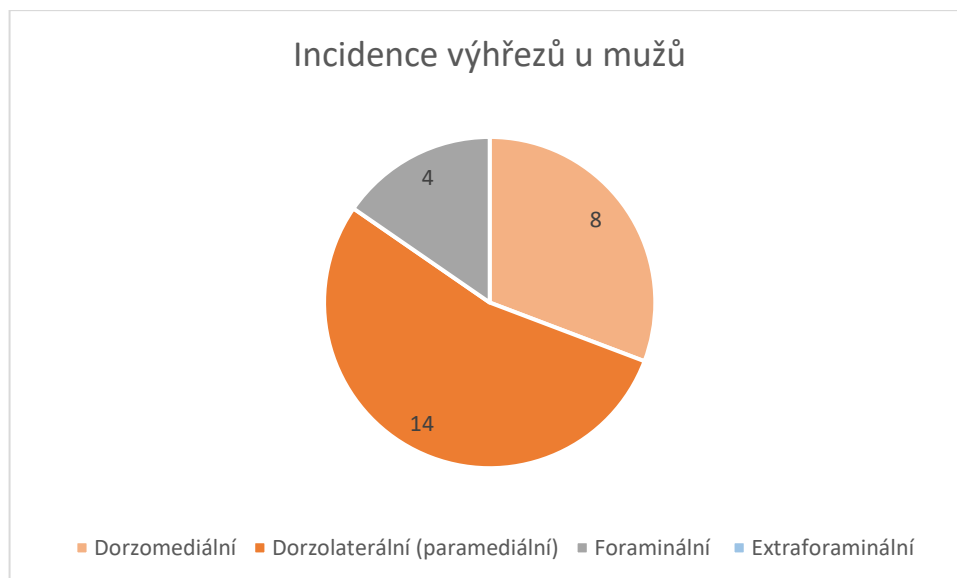
Obrázek 14 - Incidence kořenových syndromů u žen [zdroj vlastní]

Následující graf (obr. č. 14) ukazuje, v jaké oblasti bederní páteře došlo k výhřezu, konkrétněji, jaký postižený kořen způsoboval obtíže. U jedné pacientky se jednalo o kořenový syndrom v oblasti L2/L3 při postižení kořene L3. Žádná z respondentek se nepotýkala s utlačením kořene L4. V oblasti L4/L5 s utlačením kořene L5 byla zaznamenána hernie u 7 pacientek. Nejhojněji byla zastoupena hernie v oblasti bederní páteře v úseku L5/S1 s utlačením kořene S1 u celkového počtu 20 respondentek.



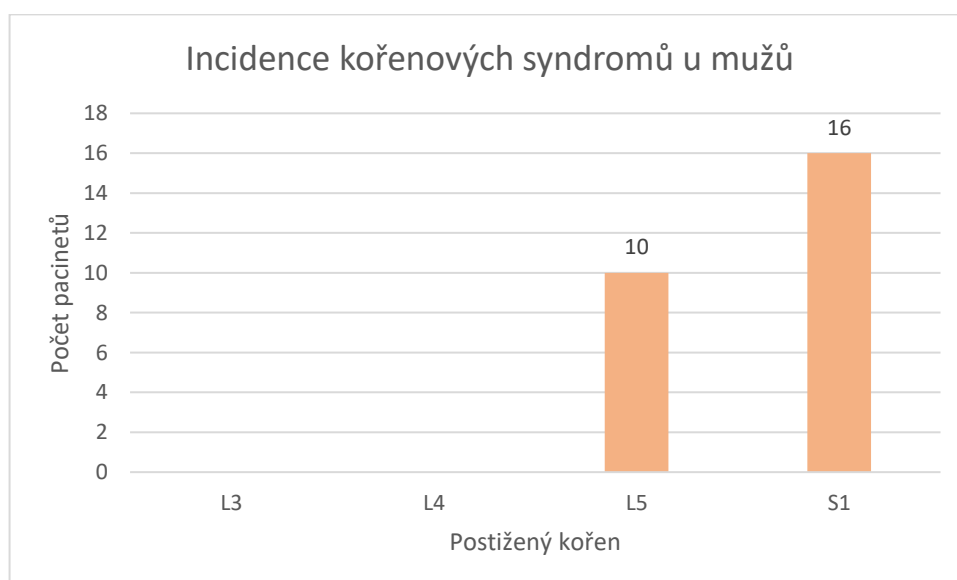
Obrázek 15 - Výskyt sekvestrace u žen [zdroj vlastní]

Tento graf (obr. č. 15) nastiňuje, zda se u pacientek s hernií disku objevil i volný sekvestr či nikoliv. Pouze u 2 respondentek byl zjištěn volný sekvestr, u zbylých 26 se jednalo o hernii bez sekvestrace.



Obrázek 16 - Incidence výhřezů u mužů [zdroj vlastní]

Graf (obr. č. 16) ukazuje počet a druh výhřezu u mužů. Nejčastěji byl indikován výhřez dorzolaterální u celkového počtu 14 pacientů. Druhým nejčastějším výhřezem se stal výhřez dorzomediální, který byl indikován u 8 pacientů. Hernie foraminální byla zastoupena 4 dotazovanými. Extraforaminální hernie se neobjevila u žádného z dotazovaných.



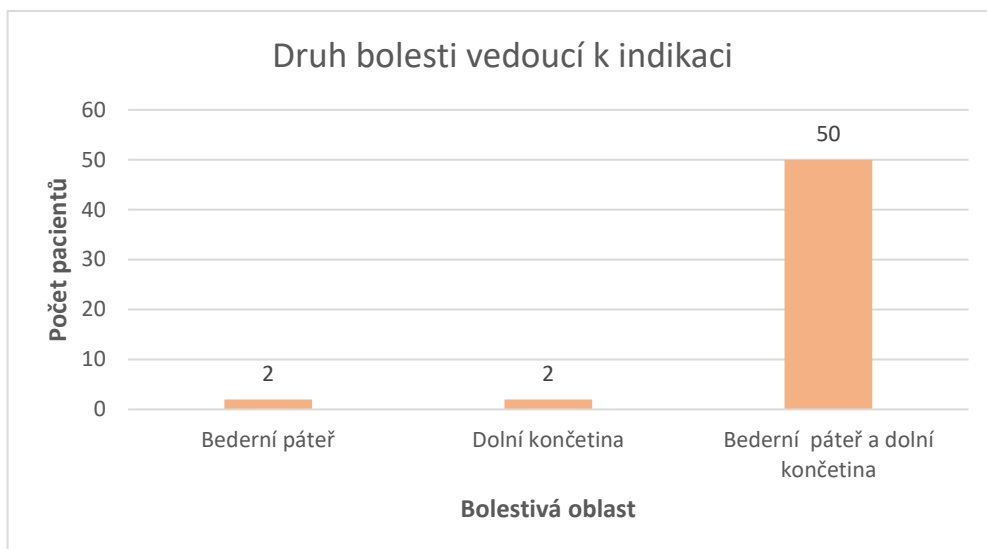
Obrázek 17 - Incidence kořenových syndromů u mužů [zdroj vlastní]

Následující graf (obr. č. 17) zobrazuje incidenci jednotlivých výhřezů u mužů. Lze vidět, že nejvíce byl zjištěn výhřez v oblasti L5/S1 s narušením nervového kořene S1, který trápí 16 z dotazovaných mužů. 10 pacientů je postiženo výhřezem v oblasti L4/L5 s narušením kořene L5. Žádný z dotazovaných se nepotýká s postižením nervového kořene L4 ani nervového kořene L3.



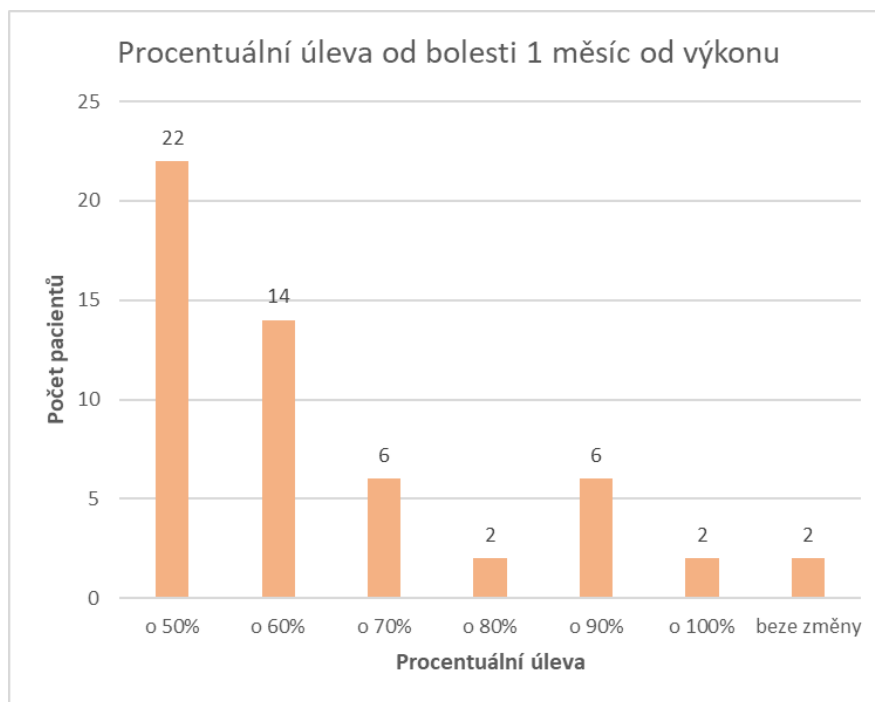
Obrázek 18 - Výskyt sekvestrace u mužů [zdroj vlastní]

Následující graf (obr. č. 18) přibližuje, kolika mužům byl diagnostikován volný sekvestr při hernii disku. U 20 respondentů se volný sekvestr neobjevil a jednalo se tedy o hernii bez sekvestrace, zatímco u 6 pacientů byla prokázána přítomnost volného sekvestru.



Obrázek 19 - Druh bolesti vedoucí k indikaci [zdroj vlastní]

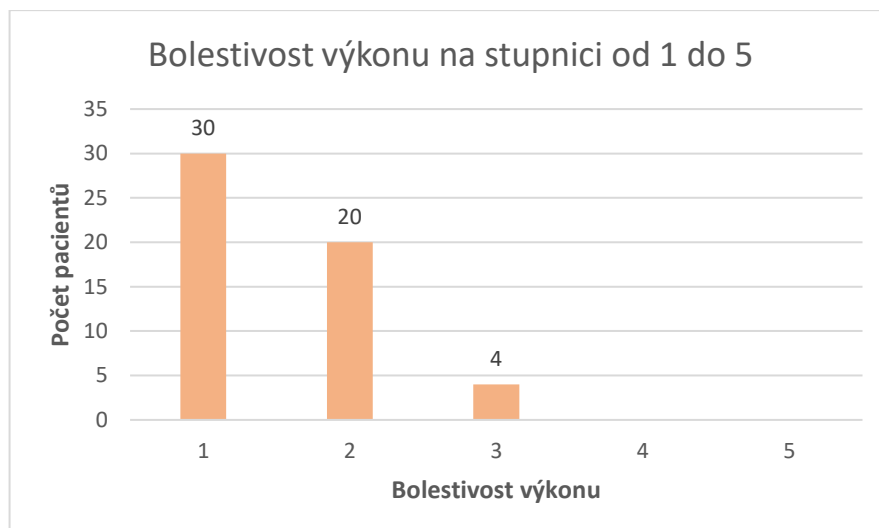
Zde (obr. č. 19) je znázorněn druh bolesti, který vedl k PRT výkonu. Pacienti byli dotazováni, zda se jednalo o bolest postihující pouze bederní páteř, dolní končetinu nebo obě z těchto možností. Nejčastěji se objevila odpověď, která potvrzovala bolestivost jak bederní páteře, tak i dolní končetiny. Pouze u 2 pacientů přetrvávala bolest pouze v oblasti lumbální páteře. Stejný počet pacientů tvrdil, že cítil bolest primárně v dolní končetině.



Obrázek 20 - Procentuální úleva od bolesti 1 měsíc po výkonu [zdroj vlastní]

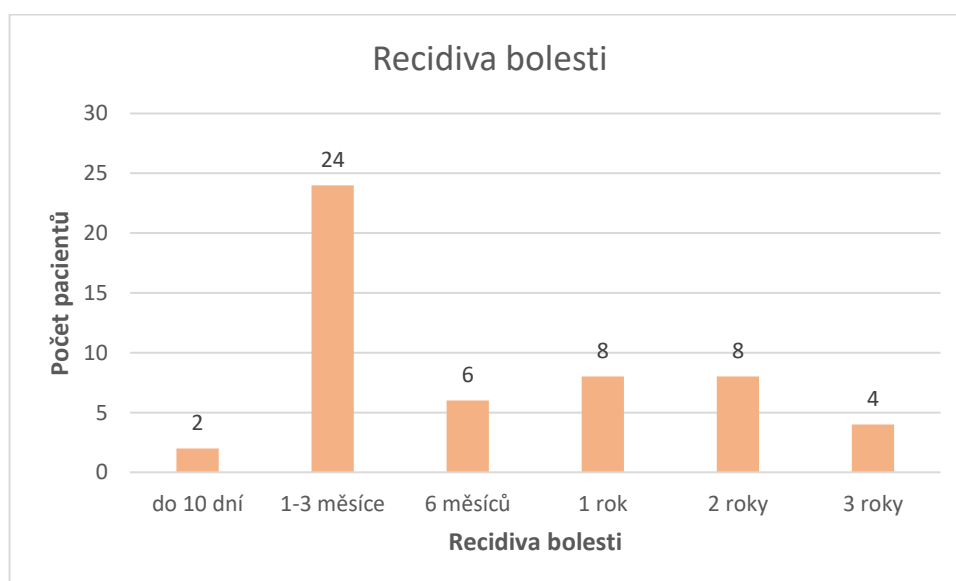
Úleva od bolesti po PRT výkonu byla u každého pacienta poněkud odlišná. 22 dotazovaných pacientů pocítilo úlevu od bolesti minimálně o 50 %. 14 pacientů pocítilo úlevu o 60 %, 6 pacientů o 70 %. Úleva od bolesti o 80 % byla zjištěna u 2 pacientů, úleva o 90 % u 6 pacientů. 2 z dotazovaných odpověděli, že nepozorují nyní žádné potíže, tudíž je úleva 100 %. U 2 pacientů však výkon bolestivost nezměnil.





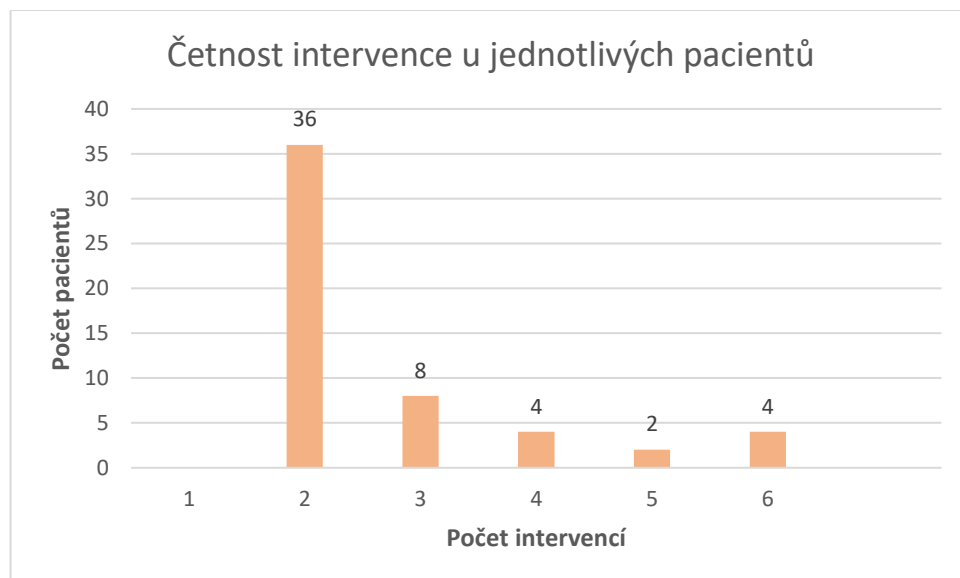
Obrázek 21 - Bolestivost výkonu na stupnici od 1 do 5 [zdroj vlastní]

V následujícím grafu je naznačeno, jak moc byl daný výkon pro pacienty bolestivý. Pocity byly interpretovány na stupnici od 1 do 5 podle známkování jako ve školském systému. Pro 30 dotazovaných byl obstřík kořene míšního nervu téměř nebo úplně bezbolestný a hodnotili ho tedy na stupnici číslem 1. Podle jejich slov se dal bez problému vydržet. 20 dotazovaných hodnotilo výkon podle bolestivosti číslem 2, lze ho tedy interpretovat jako mírně bolestivý. Pouze 4 pacienti hodnotili bolestivost výkonu číslem 3, tedy jako středně bolestivý.



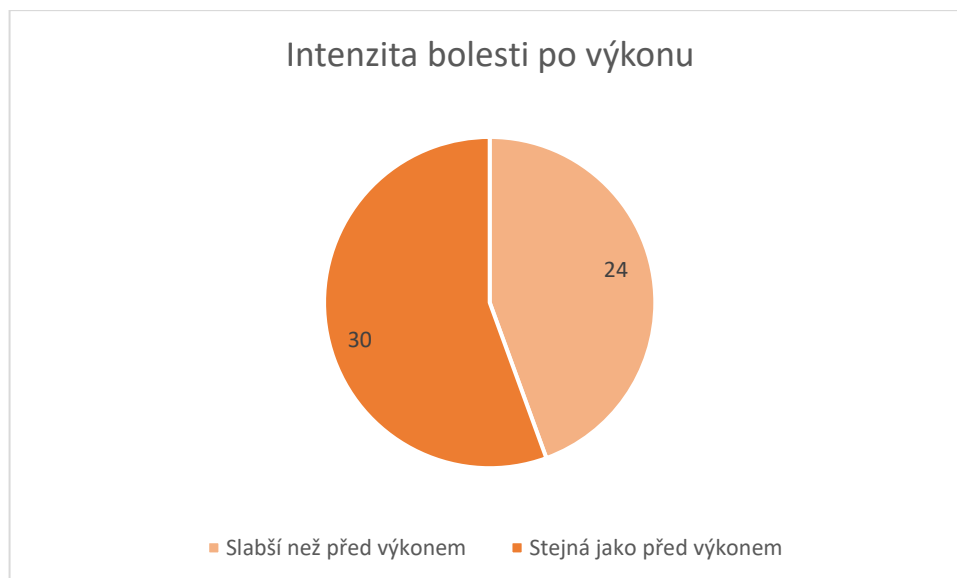
Obrázek 22 - Recidiva bolesti [zdroj vlastní]

Na grafu (obr. č. 22) lze vidět, že úleva od bolesti trvala u dotazovaných pacientů též různě dlouhou dobu. Tato otázka byla položena jako otevřená, ale nejčastěji jsem se setkala s úlevou od bolesti po dobu 10 dní, poté v rozmezí 1 až 3 měsíců, 6 měsíců, 1 roku, 2 let a 3 let. U opakovaných intervencí se doba úlevy dle slov dotazovaných výrazně nelišila a byla tedy přibližně stejná, jako u předchozí intervence. U 2 pacientů se recidiva bolesti objevila do 10 dní, u jednoho respondenta konkrétně do 1 až 2 dní. U 24 respondentů došlo k úlevě od bolesti po dobu 1 až 3 měsíců, u 6 dotazovaných do 6 měsíců. 1 rok vydrželo bez obtíží 8 pacientů. Za 2 roky se objevila bolest u dalších 8 pacientů. 4 respondenti pocítili úlevu až na 3 roky.



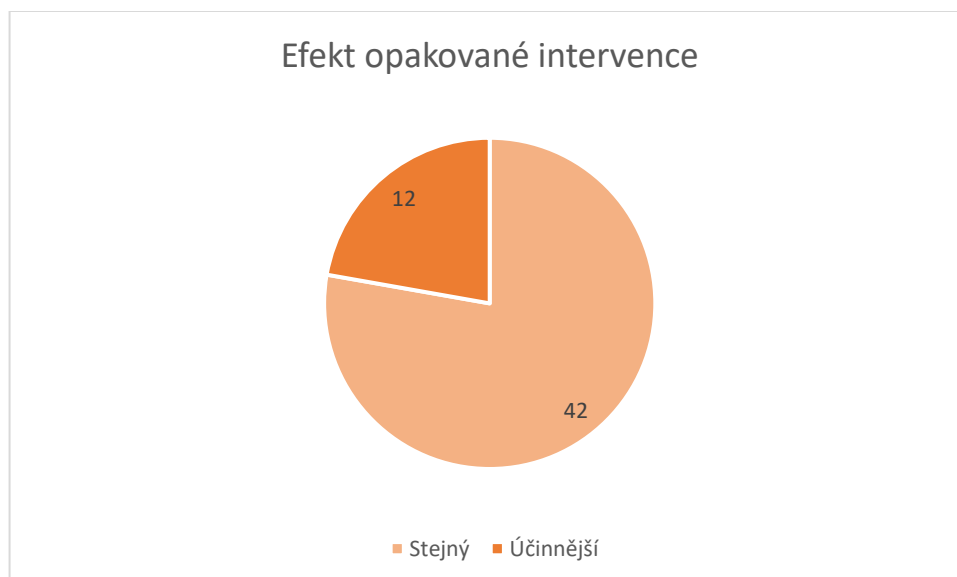
Obrázek 23 - Četnost intervence u jednotlivých pacientů [zdroj vlastní]

Z tohoto grafu je zřejmé, že nejvíce respondentů podstoupilo 2 periradikulární terapeutické výkony, konkrétně 36 dotazovaných. 8 pacientů podstoupilo výkon třikrát, 4 pacienti čtyřikrát. 5 intervencí se zúčastnili celkem 2 osoby. Šestkrát byl proveden PRT u 4 dotazovaných.



Obrázek 24 - Intenzita bolesti po výkonu [zdroj vlastní]

Na následujícím grafu (obr. č. 24) je charakterizována intenzita bolesti po výkonu po navrácení bolesti. V dotazníku byla položena otázka, zda byla intenzita bolesti po výkonu silnější, slabší, nebo stejná. Nikdo z respondentů neodpověděl, že by se bolest zhoršila. 24 dotazovaných pociťovalo slabší bolest než před výkonem, 30 dotazovaných tvrdilo, že je bolest stejná.



Obrázek 25 - Efekt opakované intervence [zdroj vlastní]

Zde, na grafu č. 14, je nastíněn efekt opakované intervence. Pacienti odpovídali na otázku, zda jim periradikulární terapeutický výkon pomohl po opakované intervenci více, tedy zda byla intervence účinnější, nebo zda byla intervence stejně účinná, nebo méně účinnější. Žádný dotazovaný neodpověděl, že by byl výsledný efekt po opakování výkonu méně účinný. Stejný efekt pociťovalo 42 respondentů a 12 respondentů vyhodnotilo výkon jako více účinný.

## DISKUZE

Hlavním cílem práce bylo zjistit efektivitu a účinnost periradikulárního terapeutického výkonu navigovaného pod CT kontrolou. Z dotazníkového šetření předložené pacientům v Nemocnici AGEL Louny vyplynulo, že u valné většiny pacientů došlo k úlevě od bolesti, což potvrzuje účinnost daného výkonu. Výsledná úleva od bolesti byla alespoň o 50 % větší v porovnání s bolestí před výkonem. Na obrázku č. 20 je výsledek znatelný. Pouze u 2 pacientů k úlevě od bolesti nedošlo, na čemž může mít příčinění mnoho faktorů. Jedním z nich může být suboptimálně aplikovaná léčebná směs ke kořeni míšního nervu například kvůli obtížnému přístupu do postižené oblasti. Jako další negativní faktor lze uvést rozsáhlé degenerativní změny, za pomoci kterých aplikace kortikoidů neposkytuje očekávatelnou úlevu od bolesti.

Obrázek č. 12 uvádí počet výhřezů u žen a u mužů rozdělený podle věkových kategorií. Dotazník vyplnilo dohromady více žen než mužů, konkrétně 26 žen a 24 mužů. Paní Poštulková v knize Praktický lékař [30] nezávisle na totožném tvrzení i dalších odborníků uvádí, že se častěji setkáváme s výhřezem u mužské populace. Je to dáno především tím, že muži obecně vykonávají mnohem fyzicky náročnější povolání než ženy. A jak je známo, výhřezy disku jsou častější u osob vykonávající fyzicky náročnou aktivitu. Výsledek analýzy tedy v tomto směru nesouhlasí s výše zmíněným tvrzením. To může být ovlivněno především náhodností dotazníkového šetření či demografickými faktory na území města Loun či Ústeckého kraje. Dále je v knize Praktický lékař uvedeno, že se s kořenovými syndromy potýkají osoby nejčastěji ve věkové kategorii od 40 do 60 let. Tento fakt byl částečně potvrzen na obr. č. 12. Je zřejmé, že největší zastoupení osob, které podstoupily daný výkon, je v rozmezí 41 až 50 let a 61 až 70 let. Dále podstoupilo výkon více pacientů ve věkové kategorii 51 až 60 let. Z analýzy také vyplývá, že výhřez ploténky primárně nepostihuje věkovou kategorii do 30 let.

Dalším úkolem bylo zjistit, v jaké oblasti je výhřez nejčastější a zda se výsledek shoduje s literaturou. V knize Diagnostická radiologie a Praktický lékař nalezneme tvrzení, že ze všech výhřezů je nejčastější výhřez v oblasti L4/L5 a L5/S1. Procentuální zastoupení obou výhřezů je přes 80 % ze všech diagnostikovaných. Mnou vytvořená analýza se tedy podle obrázků č. 14 a č. 17 shoduje s tímto tvrzením, jelikož valná většina respondentů měla protruze disku právě v této oblasti. U žen byl nejčastější výhřez v úseku L5/S1, u mužů byl výsledek totožný. Jak je uvedeno v teoretické části, vazy páteře jsou v této oblasti nejslabší, jelikož meziobratlové destičky nejsou tak pevně vazy ohraničeny. Sekvestrace ploténky není tak běžným jevem, což potvrdila i analýza demonstrována na obrázku č. 15 a obrázku č. 18. S volným sekvestrem se potýkalo více mužů než žen. To mohlo být způsobeno opět zvedáním těžších břemen či častějším pobýváním v autě, což je přisuzováno spíše mužské populaci.

Dalším dílčím úkolem bylo určit, jaký typ výhřezu je častější u žen a u mužů. Pan Černoch v knize Neuroradiologie uvádí, že nejčastěji se můžeme setkat s výhřezem paramediálním, neboli dorzolaterální. U dotazovaných žen nám tuto problematiku nastiňuje obrázek č. 13., kde je přesně uvedeno, že nejčastějším výhřezem je právě výhřez paramediální. Z celkového počtu 26 žen bylo diagnostikováno 12 výhřezů tohoto typu. Hned za ním se umístil výhřez dorzomediální s počtem 10 výhřezů. Obdobné výsledky byly zjištěny i u dotazovaných mužů. Z celkového počtu 24 se objevil paramediální výhřez u 14 dotazovaných podle obrázek č. 16. Paramediální výhřez je tedy i u mužů nejčastější. Dorzomediální výhřez byl diagnostikován u 8 dotazovaných. Herniace foraminální a extraforaminální není tak častá, což potvrdily výsledky analýzy žen i mužů.

Do ambulancí praktických lékařů se denně dostávají pacienti s kořenovými syndromy. Pokud je u nich diagnostikována protruze disku, může se objevit

bolest v bederní páteři, bolest vystřelující do dolní končetiny, či obě z těchto možností. V dotazníkovém šetření byla tato problematika zkoumána a výsledky jsou demonstrovány na obrázku č. 19. Pacienti měli uvést, zda je postižována bolest v bederní páteři, v dolní končetině, či v obou těchto oblastech, nebo jestli pociťovali jiný efekt. Téměř většina odpověděla, že se jedná o bolest jak v bederní páteři, tak v dolní končetině. Bolest v dolní končetině vždy odpovídala danému dermatomu. Z 54 respondentů tuto možnost zvolilo 50 osob. Zmíněná skutečnost potvrzuje fakt, že pokud dojde k pravé hernii disku, vyhřezlá ploténka utlačuje i příslušný kořen míšního nervu, který způsobuje bolest i v oblasti dolních končetin. Pokud pacienta trápí bolest pouze bederní páteře, může se jednat o stav, kdy vyhřezlá ploténka utlačuje kořen jen v malé míře a posun je tedy minimální. Pokud je postižena jak bederní páteř, tak dolní končetina, protruze disku bude pravděpodobně utlačovat kořen více.

Při porovnávání bolestivosti výkonu pracujeme s velice subjektivními pocity, které mohou být ovlivněny mnoha faktory. Hlavním faktorem je bezpochyby práh bolestivosti pacienta, jelikož ne každý snese to stejné, co druhý. Dále se může jednat o aktuální celkový stav pacienta, zda se například v den výkonu cítí plně zdráv. I psychické faktory zde hrají velkou roli. Dle obrázku č. 21 nám však bolestivost výkonu vyšla relativně homogenní. Celkem 30 respondentů odpovědělo, že byl výkon bezbolestný a 20 respondentů hodnotilo výkon jako spíše bezbolestný. Pouze 4 respondenti ohodnotili bolestivost výkonu známkou 3, což lze popsat jako bolest středního rozsahu. Jelikož vzorek vybraných pacientů podstupoval periradikuloterapii pouze na diagnostickém pracovišti Nemocnice AGEL Louny, lze ze závěru vyvodit, že lékař provádějící tento výkon dbá na veškeré zásady a přistupuje k výkonu svědomitě a s citem. Výsledek též potvrzuje fakt, že se jedná o miniinvazivní vyšetření, které pro pacienta ve většině případů není nijak bolestné.

Periradikulární terapeutický výkon bezpochyby pomáhá ulevovat od nepříjemné bolesti. Doba úlevy se ale u každého člověka liší. U někoho to může být úleva v rámci dní, u někoho v rámci let. Na obrázku č. 22 je toto tvrzení potvrzeno. 2 dotazovaní pocítili úlevu od bolesti pouze na pár dní maximálně, přičemž do 10 dní se jim bolest vrátila. Nejčastější odpověď u dotazovaných pacientů byla, že jim výkon pomohl na 1 až 3 měsíce. Úlevu od bolesti v řádu měsíců uvádí i mnohé zdroje zabývající se efektem tohoto výkonu. Výsledky se v tomto ohledu shodují s odborníky. Velice překvapující výsledek je, že 4 respondentům pomohla periradikulopatie až na 3 roky, což považuji za velký úspěch. Velký počet pacientů, konkrétně 16 z celkového počtu dotazovaných, pocítil úlevu od bolesti po dobu 1 roku či dokonce 2 let, což můžeme brát také jako výborný výsledek. Opět záleží na několika faktorech, které ovlivňují výdrž výkonu. Jak je uvedeno i v prvním odstavci diskuze, záleží například na aplikaci léčebné směsi optimálně či suboptimálně, tudíž zda došlo k ideálnímu rozložení léčebné směsi subdurálně kolem kořene míšního nervu či nikoliv. Dalším faktorem může být i rozsah výhřezu meziobratlové ploténky. Hraje tedy roli souhra mnoha faktorů.

Četnost intervence byla u dotazníkového šetření brána u pacientů v rozmezí let 2015 až 2023, kteří v tomto období navštívili radiodiagnostické oddělení. Z výsledků prezentovaných na obrázku č. 23 je zřejmé, že nejčastěji pacienti podstoupili výkon dvakrát. U další početné skupiny dotazovaných byl proveden výkon třikrát. Objevili se zde však i extrémní případy, kdy 4 pacienti podstoupili výkon dokonce šestkrát. U respondentů, kteří podstoupili výkon méněkrát můžeme předpokládat delší interval úlevy od bolesti. U respondentů, kteří absolvovali výkon vícekrát, bude zřejmě úleva od bolesti přetrvávat v rámci kratšího časového intervalu, například v rámci měsíců.



Jak je uvedeno výše, výdrž periradikulární intervence je individuální. Pokud dojde k navrácení bolesti po výkonu, intenzita bolesti může být stejná, menší, či dokonce horší. I na tuto problematiku pacienti odpovídali a při vyhodnocení jsem došla k různým závěrům. Fakt, že je bolestivost bederní páteře a dolní končetiny po výkonu větší, byl zcela vyvrácen, což potvrzují výsledky na obrázku č. 24. Žádný z dotazovaných pacientů neodpověděl, že by ho postižená oblast trápila více. Stejnou bolestivost, pociťovalo 30 respondentů. 24 respondentů tvrdilo, že byly po navrácení bolesti obtíže v dané oblasti slabší. Výsledky opět poukazují na efektivitu periradikulárního terapeutického výkonu, jelikož skoro polovina dotazovaných cítila i po navrácení bolesti menší obtíže. Pocity pacientů jsou však subjektivní a je potřeba je brát s rezervou. Též je potřeba brát v potaz efekt opakované intervence, který je podrobněji probrán níže.

V neposlední řadě byl zkoumán i výše zmíněný efekt opakované intervence, především fakt, zda při podstoupení PRT výkonu opakovaně pocítili pacienti větší úlevu. Z grafu č. 25 lze vyčíst, že většina respondentů, konkrétně 42 z dotazovaných, odpověděla, že jim efektivita opakovaného výkonu přijde stejná. 12 pacientů hodnotilo účinnost opakované intervence jako větší. Zde byl přínos opakované intervence spíše vyvrácen. Je potřeba brát v potaz též odstup jednotlivých intervenčních výkonů. Pokud například pacient podstoupí PRT výkon dříve, než se stihne bolest plně rozvinout, je jasné, že mezi jednotlivými výkony cítí větší úlevu od bolesti.

Z uvedených analýz výzkumu dotazníkového šetření lze vyvodit, že se ve většině případů shodovali s odborníky. Cíle práce, které jsem si stanovila na začátku šetření, byly též objasněny, potvrzeny a otázky týkající se efektivity byly zodpovězeny. Je tedy zřejmé, že periradikulární terapeutický výkon s sebou

přináší mnohé výhody především v úlevě od bolesti a pro pacienty není nijak náročný či zvláště bolestivý.

## ZÁVĚR

Každý člověk se v dnešní době potýká s nějakými zdravotními komplikacemi. Bolesti v zádech však patří mezi jedny z nejčastějších obtíží a trápí většinu z nás. Velmi důležitá je prevence, která dokáže ovlivnit následnou léčbu a popřípadě urychlit úlevu od bolesti. Pokud začneme problém řešit včas, je vyšší pravděpodobnost vyléčení a nižší pravděpodobnost podstoupení chirurgických zákroků. Příčinám vzniku bolesti nepřispívají ani negativní faktory, které ovlivňuje dnešní uspěchaná doba. Velká spousta populace má špatné každodenní návyky a nevhodný přístup ke zdravému životnímu stylu. Přitom zařazení pár minut pohybu do denní rutiny může velice pomoci. K posílení páteře lze využít i nejrůznější cvičební techniky, rehabilitace, či jiné sportovní aktivity, které jsou běžně k dispozici. I zdravý životní styl hraje při obtížích s bolestmi páteře velkou roli. Je známo, že se oproti minulým rokům navyšuje počet obézních osob, které jsou ke vzniku těchto problémů mnohem náchylnější.

Jak z výsledku analýzy efektu periradikulárního terapeutického výkonu vyplývá, tento zákrok poskytuje pouze dočasnou úlevu od bolesti, nikoliv trvalé vyléčení. Je potřeba si uvědomit, že si mnohdy za vznik obtíží můžeme sami. Častokrát se můžeme změnám v oblasti bederní páteře vyhnout úplně, kdybychom ke svému tělu přistupovali s větší opatrností.

Kromě periradikuloterapie jsou dnes k dispozici i další moderní metody, které také poskytují úlevu od bolesti. V poslední době je velkým trendem kyslíko-ozónová terapie, jejíž efekt je podobný jako při použití kortikosteroidů. Pokud jsou však změny v oblasti bederní páteře příliš rozsáhlé, je velice pravděpodobné, že pacientovi nezbyvá nic jiného než operace.

Velkým pomocníkem jsou též CT přístroje, bez kterých se neobejde pomalu žádné radiodiagnostické oddělení. Odhalit příčinu bolesti nám může pomoci

diagnostika buď pomocí zmíněného CT, nebo v posledních letech mnohem oblíbenější modalita, a to magnetická rezonance. Ta se těší velkému rozkvětu nejen v oblasti diagnostiky, ale také terapie. V mnohých nemocnicích se začínají objevovat přístroje propojující právě tyto dvě sféry, což vede i k rozšíření intervenčních výkonů.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

C1-C7	první až sedmý obratel krční páteře
Th1-Th12	první až dvanáctý obratel hrudní páteře
L1-L5	první až pátý obratel bederní páteře
S1-S5	první až pátý obratel kosti křížové
PRT	periradikulární terapie
CT	Computed Tomography
MR	Magnetic Resonance
HU	Hounsfieldovy jednotky
KL	kontrastní látka
18G	18 Gauge
21G	21 Gauge
22G	22 Gauge
Lig.	ligamentum
Ligg.	ligamenta
m.	musculus

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie* [online]. Praha: Grada, 2009 [cit. 2023-20-2]. ISBN 978-80-247-3240-4. Dostupné z:

<https://www.bookport.cz/kniha/funkcni-anatomie-1888/>

[2] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 1: Třetí, upravené a doplněné vydání* [online].

Praha: Grada, 2011 [cit. 2023-02-20]. ISBN 978-80-247-3817-8. Dostupné z:

<https://www.bookport.cz/kniha/anatomie-1-568/>

[3] KOČIŠ, Ján; WENDSCHE, Peter. *Poranění páteře* [online]. Praha: Galén, 2012

[cit. 2023-02-25]. ISBN 978-80-7262-846-9. Dostupné z:

<https://www.bookport.cz/kniha/poraneni-patere-3570/>

[4] FIALA, Pavel; VALENTA, Jiří. *Přehled anatomie centrálního nervového systému* [online]. Praha: Karolinum, 2020 [cit. 2023-03-05]. ISBN 978-80-246-

4477-6. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/kniha/prehled-anatomie-centralniho-nervoveho-systemu-7043/>

[5] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3: Třetí, upravené a doplněné vydání* [online].

Praha: Grada, 2016 [cit. 2023-03-06]. ISBN 978-80-247-5636-3. Dostupné z:

<https://www.bookport.cz/kniha/anatomie-3-2286/>

[6] FIALA, Pavel; VALENTA, Jiří; EBERLOVÁ, Lada. *Stručná anatomie člověka*.

Praha: Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum, 2015. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 978-80-246-2693-2.

[7] HUDÁK, Radovan; KACHLÍK, David a kolektiv. *Memorix anatomie: 4.*

*vydání*. Praha/Kroměříž: Triton, 2019. ISBN 978-80-7553-420-0.

[8] HART, Radek. *Degenerativní onemocnění páteře*. Praha: Galén, 2014. ISBN 978-80-7492-067-7.

[9] OREL, Miroslav. *Nervové buňky a jejich svět* [online]. Praha: Grada, 2015 [cit. 2023-03-20]. ISBN 978-80-247-5070-5. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/kniha/nervove-bunky-a-jejich-svet-2361/>

[10] MALÍKOVÁ, Hana. *Základy radiologie a zobrazovacích metod* [online]. Praha: Karolinum, 2019 [cit. 2023-03-28]. ISBN 978-80-246-4036-5. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/kniha/zaklady-radiologie-a-zobrazovacich-metod-7101/>

[11] FERDA, Jiří; MÍRKA, Hynek; BAXA, Jan; MALÁN, Alexander. *Základy zobrazovacích metod* [online]. Praha: Galén, 2015 [cit. 2023-03-28]. ISBN 978-80-7492-164-3. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/kniha/zaklady-zobrazovacich-metod-3578/>

[12] ULLMANN, Vojtěch. *Ionizující záření v medicínské diagnostice, v materiálové analýze a v radioterapii nádorových onemocnění* [online]. [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: <https://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm#CT>

[13] SEIDL, Zdeněk; BURGETOVÁ, Andrea; HOFFMANNOVÁ, Eva; MAŠEK, Martin ; VANĚČKOVÁ, Manuela; VITÁK, Tomáš. *Radiologie pro studium i praxi* [online]. Praha: Grada, 2012 [cit. 2023-03-28]. ISBN 978-80-247-4108-6. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/kniha/radiologie-pro-studium-i-praxi-833/>

[14] MALÍKOVÁ, Hana. *Principles of imaging methods for medical students*. Prague: Charles University, Karolinum Press, 2022. ISBN 978-80-246-5059-3.

- [15] SÚKUPOVÁ, Lucie. *Radiační ochrana při rentgenových výkonech – to nejdůležitější pro praxi*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0709-4.
- [16] SEERAM E. Computed Tomography: A Technical Review. *Radiologic Technology* [online]. 2018 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <http://www.radiologictechnology.org/content/89/3/279CT.long>
- [17] KADA S. Knowledge of CT exposure parameters among Norwegian student radiographers. *BMC Medical Education* [online]. 2020 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-020-02233-y>
- [18] RAWASHDEH M.; MCENTEE M. F.; ZAITOUN M.; ABDELRAHMAN M. BRENNAN P.; et al. Knowledge and practice of computed tomography exposure parameters amongst radiographers in Jordan. *Comput Biol Med* [online]. 2018 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010482518302828?via%3Dihub>
- [19] SÚKUPOVÁ, Lucie. *Parametry CT skenování 1* [online]. 1.2.2016 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/parametry-ct-skenovani-1/>
- [20] SÚKUPOVÁ, Lucie. *Technologie umožňující snížení dávek u CT vyšetření 2* [online]. 3.11.2014 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/technologie-umoznujici-snizeni-davek-u-ct-vysetreni-2/>
- [21] SÚKUPOVÁ, Lucie. *Parametry CT skenování 2* [online]. 15.2.2016 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/parametry-ct-skenovani-2/>



- [22] SÚKUPOVÁ, Lucie. *Parametry CT skenování 5* [online]. 28.3.2016 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/parametry-ct-skenovani-5/>
- [23] SÚKUPOVÁ, Lucie. *Jak se mění dávka pacientovi se změnou expozičních parametrů* [online]. 21.10.2019 [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/jak-se-meni-davka-pacientovi-se-zmenou-expozicnich-parametru/>
- [24] SÚKUPOVÁ, Lucie. *Vliv centrace pacienta na dávku při CT zobrazení* [online]. 6.10.2014 [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/vliv-centrace-pacienta-na-davku-pri-ct-zobrazeni/>
- [25] SÚKUPOVÁ, Lucie. *Parametry CT skenování 3* [online]. 29.2.2016 [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/parametry-ct-skenovani-3/>
- [26] SÚKUPOVÁ, Lucie. *Parametry CT skenování 4* [online]. 14.3.2016 [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/parametry-ct-skenovani-4/>
- [27] SÚKUPOVÁ, Lucie. *Parametry CT skenování 6* [online]. 11.4.2016 [cit. 2023-04-07]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/parametry-ct-skenovani-6/>
- [28] PODZIMEK, František. *Radiologická fyzika: fyzika ionizujícího záření*. Praha: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05319-5.
- [29] KRAJINA, Antonín a Jan H. PEREGRIN. *Intervenční radiologie: miniinvazivní terapie*. Hradec Králové: Olga Čermáková, 2005. ISBN 80-86703-08-8.
- [30] POŠTULKOVÁ, Kateřina. Kořenový syndrom v ambulanci praktického lékaře. *Praktický lékař*, 2010, roč. 90, č. 2, s. 104-106. ISSN: 0032-6739.

- [31] KRAHULÍK, David; VAVERKA, M.; HRABÁLEK, L. Periradikulární terapie v léčbě radikulárního syndromu. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 2011, roč. 74, Suppl. 1, S86. ISSN: 1210-7859.
- [32] MIČÁNKOVÁ ADAMOVÁ, Blanka; VOHÁŇKA, Stanislav. Lumbální spinální stenóza – operovat či neoperovat?. *Neurologie pro praxi*, 2015, roč. 16, č. 1, s. 34-37. ISSN: 1213-1814.
- [33] ČERNOCH, Zdeněk. *Neuroradiologie*. Hradec Králové: Nucleus HK, 2000. ISBN 80-901753-9-2.
- [34] Státní úřad pro kontrolu léčiv. *Přehled léčiv* [online]. Poslední změna 8.5.2023 [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: [https://prehledy.sukl.cz/prehled\\_leciv.html#/](https://prehledy.sukl.cz/prehled_leciv.html#/)
- [35] SÚKUPOVÁ, Lucie. *Historie a současnost CT zobrazovacích systémů v ČR* [online]. 27.11.2020 [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: [https://www.fbmi.cvut.cz/sites/default/files/2020-11/02\\_Sukupova.pdf](https://www.fbmi.cvut.cz/sites/default/files/2020-11/02_Sukupova.pdf)
- [36] SÚKUPOVÁ, Lucie. *CT generace – První, druhá a třetí* [online]. 20.7.2021 [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/ct-generace-prvni-druha-a-treti/>
- [37] SÚKUPOVÁ, Lucie. *Principy rekonstrukce CT obrazu* [online]. 29.1.2018 [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/principy-rekonstrukce-ct-obrazu/>
- [38] SEIDL, Zdeněk a Manuela VANĚČKOVÁ. *Diagnostická radiologie: Neuroradiologie* [online]. Praha: Grada, 2014 [cit. 2023-05-01]. ISBN 978-80-247-

4546-6. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/kniha/diagnosticka-radiologie-2217/>

[39] DYLEVSKÝ, Ivan. *Somatologie* [online]. Praha: Grada, 2019 [cit. 2023-05-01]. ISBN 978-80-271-2673-6. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/somatologie-1310415/>

[40] SEIDL, Zdeněk. *Neurologie pro studium i praxi* [online]. Praha: Grada, 2015 [cit.2023-05-01]. ISBN: 978-80-247-9657-4. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/neurologie-pro-studium-i-praxi-1316926/>

[41] JANDURA, Jiří; RYŠKA, Pavel; KRAJINA, Antonín; KVASNIČKA, Tomáš; HRUBEŠOVÁ, Jana; KALOFEN, Kurt. Využití miniinvazivně prováděných metod – pulzní radiofrekvenční modulace, kyslíko-ozonové terapie a periradikulární terapie v léčbě bolesti zad – přehled metod. *Česká radiologie*, roč. 70 (2016), č. 2, s. 85-92. ISSN 1210-7883

## SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Páteř člověka [2, str. 110] .....	12
Obrázek 2 – Bederní obratel [2, str. 113] .....	14
Obrázek 3 – Kost křížová (pohled zředu) [2, str. 113] .....	16
Obrázek 4 – Kost křížová (pohled zezadu) [2, str. 114] .....	16
Obrázek 5 – Kost kostrční [2, str. 115] .....	17
Obrázek 6 – Meziobratlová destička [2, str. 121] .....	18
Obrázek 7 – Zabalené instrumentárium pro PRT [zdroj vlastní] .....	38
Obrázek 8 – Instrumentárium připravené pro PRT [zdroj vlastní] .....	38
Obrázek 9 – Měření vzdálenosti pro vstup Chiba jehly [zdroj vlastní] .....	39
Obrázek 10 – Optimální distribuce léčebné směsi [zdroj vlastní] .....	39
Obrázek 11 – Inervační zóny jednotlivých kořenů [8, str. 107] .....	41
Obrázek 12 – Počet výhřezů u žen a u mužů [zdroj vlastní] .....	50
Obrázek 13 - Incidence výhřezů u žen [zdroj vlastní] .....	51
Obrázek 14 - Incidence kořenových syndromů u žen [zdroj vlastní] .....	51
Obrázek 15 - Výskyt sekvestrace u žen [zdroj vlastní] .....	52
Obrázek 16 - Incidence výhřezů u mužů [zdroj vlastní] .....	53
Obrázek 17 - Incidence kořenových syndromů u mužů [zdroj vlastní] .....	53
Obrázek 18 - Výskyt sekvestrace u mužů [zdroj vlastní] .....	54
Obrázek 19 - Druh bolesti vedoucí k indikaci [zdroj vlastní] .....	55
Obrázek 20 - Procentuální úleva od bolesti 1 měsíc po výkonu [zdroj vlastní] .....	56
Obrázek 21 - Bolestivost výkonu na stupnici od 1 do 5 [zdroj vlastní] .....	57
Obrázek 22 - Recidiva bolesti [zdroj vlastní] .....	57
Obrázek 23 - Četnost intervence u jednotlivých pacientů [zdroj vlastní] .....	58
Obrázek 24 - Intenzita bolesti po výkonu [zdroj vlastní] .....	59
Obrázek 25 - Efekt opakované intervence [zdroj vlastní] .....	59