ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2023 **Taťána Peikert**

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví (B5345)

Taťána Peikert

Studijní obor: Radiologický asistent (5345R010)

ZOBRAZENÍ KOLENNÍHO KLOUBU NA MAGNETICKÉ REZONANCI

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Bc. Kamila Honzíková

PLZEŇ 2023

Prohlášení

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

V Plzni dne 31.3.2023

……

vlastnoruční podpis

Abstrakt

Příjmení a jméno: Peikert Taťána

Katedra: Katedra záchranářství, diagnostických oborů a veřejného zdravotnictví

Název práce: Zobrazení kolenního kloubu na magnetické rezonanci

Vedoucí práce: Ing. Bc. Kamila Honzíková

Počet stran – číslované: 62

Počet stran – nečíslované: 27

Počet příloh: 2

Počet titulů použité literatury: 27

Klíčová slova: kolenní kloub, magnetická rezonance

Souhrn:

Tématem této bakalářské práce je zobrazení kolenního kloubu na magnetické rezonanci. Práce je rozdělena na část teoretickou a část praktickou. Teoretická část práce sestává ze tří stěžejních kapitol a pojednává o anatomii a patologických jevech kolenního kloubu a o magnetické rezonanci. Praktická část práce je rozdělena do dvou částí a těmi jsou kvantitativní forma sběru dat ze zdravotnické dokumentace a jejich následná analýza a kvalitativní forma kazuistik jednotlivých pacientů.

Abstract

Surname and name: Peikert Taťána

Department: Department of Rescue, Diagnostics and Public Health

Title of thesis: Magnetic resonance imaging of the knee joint

Consultant: Ing. Bc. Kamila Honzíková

Number of pages – numbered: 62

Number of pages – unnumbered: 27

Number of appendices: 2

Number of literature items used: 27

Keywords: knee joint, magnetic resonance

Summary:

The topic of this bachelor thesis is magnetic resonance imaging of the knee joint. The thesis is divided into theoretical and practical part. The theoretical part of the thesis consists of three main chapter and deals with the anatomy and pathology of the knee joint and the magnetic resonance imaging. The practical part of the thesis contains two parts, which are the quantitative form of data collection from the medical documentation and their subsequent analysis and the qualitative form of case reports of individual patients.

Předmluva

Téma zobrazení kolenního kloubu na magnetické rezonanci jsem si vybrala z několika důvodů. Prvním důvodem je můj osobní vztah k tomuto tématu. V roce 2021 jsem si poškodila několik struktur kolenního kloubu a bylo nutné podstoupit diagnostické vyšetření na magnetické rezonanci. Po vyšetření se ukázalo, že zraněných struktur bylo mnohem více, než zobrazil prostý rentgenový snímek či snímek z výpočetní tomografie, které vyšetření na magnetické rezonanci předcházely. Zraněné byly svaly, kostní struktury, vazy, chrupavka i menisky. Na výsledném obraze mi pan doktor vše pečlivě ukázal a popsal veškerá postižení, která se projevila. Tím okamžikem mě tato zobrazovací metoda velmi zaujala. Rozlišovací schopnost magnetické rezonance je výborná a dokáže odhalit i ty nejmenší detaily, které jiný přístroj zobrazit neumí. Proto si v této bakalářské práci dávám za cíl vysvětlit problematiku kolenního kloubu, problematiku magnetické rezonance a zjistit nejčastější patologický proces kolenního kloubu diagnostikovaný na magnetické rezonanci.

Poděkování

Ráda bych poděkovala paní Ing. Bc. Kamile Honzíkové a paní Ing. Bc. Petře Smetákové za odborné vedení práce, cenné rady, ochotu a trpělivost při zpracovávání této bakalářské práce. Dále děkuji panu MUDr. Filipu Heidenreichovi za pomoc a odborný dohled při zpracovávání dat ze zdravotnické dokumentace. Poslední poděkování patří panu MUDr. Ing. Radku Tupému, Ph.D. za cenné rady a obrazovou dokumentaci k praktické části práce a personálu FN Plzeň za rady z klinické praxe.

OBSAH

SEZNAM GRAFŮ 10
SEZNAM OBRÁZKŮ 11
SEZNAM TABULEK 12
SEZNAM ZKRATEK 13
ÚVOD 15
TEORETICKÁ ČÁST 17
1 ANATOMIE KOLENNÍHO KLOUBU 17
1.1 Stavba kolenního kloubu 17
1.2 Kloubní plochy 17
1.3 Kloubní menisky 17
1.3.1 Meniscus medialis 18
1.3.2 Meniscus lateralis 18
1.4 Patella 18
1.5 Chrupavka kolenního kloubu 19
1.6 Svaly a šlachy kolenního kloubu 20
1.6.1 Extenzory 20
1.6.2 Flexory 20
1.6.3 Šlachy okolních svalů 20
1.7 Vazivový aparát kolenního kloubu 20
1.7.1 Kloubní pouzdro 20
1.7.2 Vazy zkřížené 21
1.7.3 Vazy kapsulární 22
1.7.4 Vazy patelární 22
1.7.5 Vazy menisků 23
1.8 Cévní a nervové zásobení kolenního kloubu 23
1.9 Kostní dřeň 23
2 PATOLOGIE KOLENNÍHO KLOUBU 25
2.1 Postižení kloubních menisků 25
2.2 Postižení pately 26
2.3 Postižení chrupavky a subchondrální kostní dřeně 26
2.4 Postižení vazů 27
2.5 Postižení kolenního kloubu nádorovým onemocněním 27
2.6 Další postižení kolenního kloubu 28
3 MAGNETICKÁ REZONANCE 29
3.1 Úvod do problematiky 29

3.2 Fyzikální princip magnetické rezonance ... 29
3.3 Základní vyšetřovací postupy a sekvence ... 30
3.4 MR Obraz ... 32
3.4.1 Artefakty MR obrazu ... 33
3.5 Kontraindikace k MR vyšetření ... 34
3.6 Indikace k MR vyšetření ... 34
3.7 MR přístroj ... 34
3.7.1 Cívky ... 35
3.7.2 Ovládací konzole ... 35
3.7.3 Stínění ... 36
3.8 Kontrastní látky využívané k MR vyšetření ... 36
3.9 Vyšetření kolenního kloubu na magnetické rezonanci ... 37
3.10 Jiné možnosti zobrazení kolenního kloubu ... 38
PRAKTICKÁ ČÁST ... 39
4 CÍL A ÚKOLY PRÁCE ... 39
4.1 Hlavní cíl ... 39
4.2 Úkoly práce ... 39
5 VÝZKUMNÉ OTÁZKY A PŘEDPOKLADY ... 40
5.1 Výzkumné otázky pro případové studie ... 40
5.2 Předpoklady ke statistické analýze dat ... 40
6 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU ... 41
7 METODIKA PRÁCE ... 42
8 STATISTICKÁ ANALÝZA DAT ... 43
8.1 Pohlaví ... 43
8.2 Věk ... 44
8.3 Indikace k vyšetření ... 46
8.4 Příčina úrazu a bolesti ... 47
8.5 Použití jiných zobrazovacích metod ... 48
8.6 Zkoumané patologické oblasti kolenního kloubu ... 49
8.7 Jednotlivé zkoumané patologie kolenního kloubu ... 50
8.8 Terapie kolenního kloubu ... 54
8.8.1 Typ operačního výkonu ... 55
9 PŘÍPADOVÉ STUDIE ... 56
9.1 Případová studie 1 ... 56
9.2 Případová studie 2 ... 60
9.3 Případová studie 3 ... 62
9.4 Případová studie 4 ... 64

9.5 Případová studie 5 68
DISKUZE 70
ZÁVĚR 75
SEZNAM LITERATURY 77
SEZNAM PŘÍLOH 80
OBRÁZKOVÉ PŘÍLOHY 81
PŘÍLOHY 85
Příloha A – Informovaný souhlas pro vyšetření magnetickou rezonancí 85
Příloha B – Povolení sběru informací z FN Plzeň 89

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Pohlaví pacientů 43
Graf 2 Věk pacientů 45
Graf 3 Indikace k vyšetření 46
Graf 4 Příčina úrazu a bolesti 47
Graf 5 Použití jiných zobrazovacích metod 48
Graf 6 Zkoumané patologické oblasti kolenního kloubu 49
Graf 7 Jednotlivé patologie mezi sebou 51
Graf 8 Jednotlivé patologie ku počtu pacientů 53
Graf 9 Srovnání grafů patologií 53
Graf 10 Terapie kolenního kloubu 54
Graf 11 Typ operačního výkonu 55

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 MRI kolena 5/2022, PD koronární řez 58
Obrázek 2 MRI kolena 5/2022, T1 koronární řez s KL 58
Obrázek 3 MRI kolena 12/2022, PD koronární řez 59
Obrázek 4 MRI kolena 12/2022, T1 koronární řez s KL 59
Obrázek 5 MRI kolena, PD koronární řez, gonartróza s převahou v mediálním kompartmentu, destrukce mediálního menisku 61
Obrázek 6 MRI kolena, PD sagitální řez, mukoidní degenerace předního zkříženého vazu 61
Obrázek 7 MRI kolena, PD koronární řez, osteonekróza, edém kostní dřeně mediálního kondylu femuru, osteofyty, léze menisků 63
Obrázek 8 MRI kolena, PD sagitální řez, osteonekróza, edém kostní dřeně mediálního kondylu femuru, osteofyty, léze menisků 63
Obrázek 9 RTG dlouhý snímek dolní končetiny 65
Obrázek 10 RTG kolena, předozadní snímek 66
Obrázek 11 RTG kolena, boční snímek 66
Obrázek 12 MRI kolena, PD koronární řez, osteofyty, léze menisků, tibiální kanál po plastice předního zkříženého vazu autoštěpem 67
Obrázek 13 MRI kolena, PD sagitální řez, plastika předního zkříženého vazu 67
Obrázek 14 MRI kolena, PD koronární řez, ruptury menisků 69
Obrázek 15 MRI kolena, PD sagitální řez, Bakerova pseudocysta 69
Obrázek 16 Anatomie kolenního kloubu 81
Obrázek 17 Klasifikace pately dle Wiberga 81
Obrázek 18 MR vyšetření pacienta 82
Obrázek 19 Precesní pohyb 82
Obrázek 20 Pacient na MRI kolenního kloubu 83
Obrázek 21 Povrchová kolenní cívka 83
Obrázek 22 Centrace laseru na magnetické rezonanci 84

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Pohlaví pacientů 43
Tabulka 2 Věk pacientů 44
Tabulka 3 Indikace k vyšetření 46
Tabulka 4 Příčina úrazu a bolesti 47
Tabulka 5 Použití jiných zobrazovacích metod 48
Tabulka 6 Zkoumané patologické oblasti kolenního kloubu 49
Tabulka 7 Jednotlivé patologie mezi sebou 50
Tabulka 8 Jednotlivé patologie ku počtu pacientů 52
Tabulka 9 Terapie kolenního kloubu 54
Tabulka 10 Typ operačního výkonu 55

SEZNAM ZKRATEK

2D..... dvojrozměrný

3D..... trojrozměrný

°C ..... stupeň Celsia

a..... arterie, tepna

aa. ..... arterie, tepny

cm..... centimetr

CT ..... computed tomography, výpočetní tomografie

EKG ..... elektrokardiografie

FFE..... fast field echo

FLAIR..... Fluid Attenuated Inversion Recovery

FLASH..... Fast Low Angle Shot

FOV ..... field of view, oblast zájmu

FT..... Fourierova transformace

GE ..... gradient – echo

GRASS..... gradient recalled aquisition in the steady state

HASTE..... half fourier aquisition single shot turbo spin echo

IR ..... inversion recovery

KL ..... kontrastní látka

lig. ..... ligamentum, vaz

ligg ..... ligamenta, vazy

m ..... metr

m ..... musculus, sval

mm ..... milimetr

mmol ..... milimol

MHz ..... megahertz

MR ..... magnetická rezonance

MRI ..... zobrazení na magnetické rezonanci

ms ..... milisekunda

n ..... nervus, nerv

PACS ..... picture archiving and communication system

PD ..... proton density, protonová hustota

pH ..... potential of hydrogen, vodíkový exponent

RF ..... radiofrekvenční

RTG ..... rentgen

SE ..... spin – echo

STIR ..... Short Tau Inversion Recovery

T ..... tesla

TE ..... time to echo

TR ..... time to repeat

TSE ..... turbo spin – echo

tzn. ..... to znamená

tzv. ..... tak zvané

USG ..... ultrasonografie

v.o. ..... vážený obraz

vit ..... vitamín

ÚVOD

Pohybový aparát lidského těla obsahuje přes 200 kostí a 100 kloubních spojení různého typu. Stěžejním a nejvíce namáhaným spojením muskuloskeletálního systému je kolenní kloub. Je složen z mnoha anatomických struktur, které během života vystavujeme běžným nebo sportovním aktivitám, což vede k vysokému riziku poranění či degenerativnímu opotřebení.

K odhalení problému v oblasti kolena je možné využít několik různých diagnostických postupů. V prvé řadě je na místě klinické vyšetření kloubu s indikací některé ze zobrazovacích metod k vyloučení či potvrzení diagnózy. Bakalářská práce se zaměřuje na zobrazení kolenního kloubu na magnetické rezonanci. Tato moderní zobrazovací metoda dokáže posoudit všechny anatomické komponenty lidského těla s výbornou rozlišovací schopností a pozoruhodným tkáňovým kontrastem. Není tedy překvapením, že právě kolenní kloub je nejčastějším zástupcem kloubního spojení indikovaného k vyšetření na magnetické rezonanci. Výjimečnost magnetické rezonance spočívá i ve schopnosti naprosto neinvazivního zobrazení tkání, u kterého se doposud nepotvrdily žádné závažné vedlejší biologické účinky. Odborníci naopak udávají prospěšnost vlivu magnetického pole na lidský organismus. I tato zobrazovací modalita obnáší jistá negativa, která znemožňují podstoupení vyšetření široké veřejnosti. Je to například omezená dostupnost jednotlivých přístrojů, časová i finanční náročnost či kontraindikace, které nedovolují přijetí pacienta k vyšetření. Všechny zmíněné aspekty nakonec vedou k vysoké výpovědní hodnotě a tím se tento diagnostický postup řadí na samotný vrchol zobrazovacích metod v medicíně. (1)

Tato bakalářská práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. Cílem je seznámit čtenáře s problematikou zobrazení kolenního kloubu na magnetické rezonanci. Teoretická část práce se dělí do třech hlavních kapitol. První kapitola je věnována obecnému popisu anatomie kolenního kloubu a přiblížení jednotlivých struktur, které jsou jeho součástí. V druhé kapitole jsou popsány patologické procesy s možným výskytem v oblasti kolena, převážně ve vztahu k zobrazení na magnetické rezonanci. Poslední kapitola je zaměřena na problematiku fyzikálního principu a fungování magnetické rezonance se všemi jejími náležitostmi. Je zde zmíněna tvorba MR obrazu, využití sekvencí, indikace, kontraindikace a postup samotného vyšetření kolenního kloubu.

Praktická část této bakalářské práce je rozdělena na 2 stěžejní části. Hlavním cílem je zjistit nejčastější patologický proces kolenního kloubu diagnostikovaný na magnetické rezonanci. Pro ideální interpretaci daného tématu jsem zvolila kombinovanou metodu výzkumu. Pomocí kvantitativního šetření zaměřeného na analýzu dat získaných ze zdravotnické dokumentace Kliniky zobrazovacích metod FN Plzeň jsem shromáždila informace, které jsem následně zanesla do přehledných tabulek a grafů. Sběr dat je cílen na důvod indikace k vyšetření, nejčastější postiženou strukturu, ostatní použité zobrazovací metody a srovnání využití konzervativního přístupu léčby nebo operačního výkonu. Následné kvalitativní šetření je postaveno na pěti případových studiích jednotlivých pacientů k ucelení informací daného tématu. Výsledek praktické části je souhrnně rozebrán v diskuzi.

TEORETICKÁ ČÁST

1 ANATOMIE KOLENNÍHO KLOUBU

1.1 Stavba kolenního kloubu

Articulatio genus neboli kloub kolenní je jedním z nejsložitějších a největších kloubů lidského těla. Řadí se mezi klouby složené pro jeho složitou a komplexní stavbu. V jeho centru artikulují tři kosti – femur, tibie a patella a na jejich kloubních plochách se nachází vyrovnávací zařízení zvané kloubní menisky (viz. obrázek 16). Dalšími podpůrnými strukturami kolenního kloubu jsou vazivový aparát, svaly, chrupavka a v neposlední řadě cévní a nervové zásobení. Celý kolenní kloub se nachází v kloubním pouzdře, které se upíná na všech třech zmiňovaných kostech. (2)

1.2 Kloubní plochy

Hlavice kosti stehenní je tvořena mohutnými kloubními výběžky tzv. kondyly, které jsou oble zakřivené ve směru předozadním. Kondyl, který se nachází anatomicky laterálně je menší a má téměř sagitální postavení vyčnívající dopředu. Kondyl uložený mediálně je větší a fyziologicky se k zevnímu kondylu stáčí a přibližuje. Styčná plocha tibie slouží jako kloubní jamka. Je oproti femuru plochá, a proto se při pohybu dotýkají pouze malou částí své plochy. Největší funkci zde zastávají kloubní menisky. (2) (3) (4)

1.3 Kloubní menisky

Kloubní menisky jsou útvary z vazivo-chrupavčité tkáně a společně s křížovými vazy vytváří intraartikulární stabilizaci kolena. V kolenním kloubu se nachází dva menisky, které se liší svou velikostí i tvarem. Vyrovnávají inkongruenci kloubní chrupavky. Jsou velmi tenké, při pohybu se posouvají a mění tak svůj tvar zakřivením. Vnitřní stavba menisků je velmi komplikovaná. Skládá se z kolagenních vláken uspořádaných obloukovitě a radiálně. (3) (5)

Na magnetické rezonanci se v sagitálním a koronárním řezu zobrazují jako trojúhelníkovité útvary s homogenně nízkým signálem na všech typech sekvencí. Řezy transverzální nemají při hodnocení menisků velký význam, téměř nikdy se je nepodaří zachytit v jedné vrstvě. Periferie je oproti meniskům značně odlišná. Je nejen více prokrvena, ale i tukově zásobena. Proto se může stát, že se její signál bude v T1 váženém a proton-denzitně váženém

obraze zobrazovat jako vyšší. Kvůli lepší vaskularizaci tkáně v mladším věku může být tento nález ještě intenzivnější. (1)

1.3.1 Meniscus medialis

Vnitřně uložený meniskus je větší a má poloměsíčitý tvar. Jeho cípy se upínají na ventrální a dorsální interkondylární plochu. V jeho centrální části je přirostlý ke kolaterálnímu vazu, což omezuje jeho pohyblivost na rozdíl od zevního menisku. Díky tomu je až v 95 % případů poškozen častěji než laterální meniskus. (2) (6) (7)

1.3.2 Meniscus lateralis

Zevně uložený meniskus se vyznačuje téměř kruhovým tvarem. V blízkosti předního zkříženého vazu se upíná přední roh menisku. Zadní roh se upíná na dorzální interkondylární plochu. Laterální meniskus je velmi pohyblivý, díky svému tvaru je upevněn pouze v jednom jediném bodě, kde se přední a zadní cíp navzájem dotýkají. Jeho pohyblivost je značná hlavně při flexi kolenního kloubu v rozmezí 15° až 30°. (2) (7)

1.4 Patella

Čéška neboli patella je největší sezamskou kostí lidského těla a tvoří přední část kolenního kloubu. Na jejím předním okraji se upíná šlacha m. quadriceps femoris, která následně přechází do ligamentum patellae. Svou hladkou zadní plochou se dotýká pouze hlavice femuru a od tibie je oddělena tukovými polštářky. Tvar pately je zhruba srdčitý až trojúhelníkovitý, velikostně se na výšku i šířku pohybuje okolo 4–5 cm a na své zadní ploše se dělí výraznou hranou crista patellae na větší laterální a menší mediální fasetu. Styčná plocha čéšky je pokryta velmi silnou vrstvou chrupavky s tloušťkou okolo 5–8 mm. To z ní činí nejsilnější kloubní chrupavku lidského těla. Dolní okraj kosti vybíhá v mohutný hrbol. Zajímavým úkolem pately je pomyslný kladkový systém. Tento systém je dynamizující strukturou extenzorového aparátu, bez které by čtyřhlavý stehenní sval nedokázal vyvinout takovou sílu, jakou dokáže vytvořit podepřený a zahnutý přes kladku čéšky. (2) (3) (4) (7) (8) (9) (10)

Zajímavostí je, že tvar čéšky je u každého člověka jedinečný. Existuje klasifikace dle Wiberga, která popisuje šest různých typů pately (viz. obrázek 17), při projekci pacienta ležícího na zádech s kolenem ve flexi 45° a paprskem kaudálně skloněným o 30°. (10)

1.5 Chrupavka kolenního kloubu

Chrupavka kolenního kloubu je velmi rezistentní tkání, která má schopnost dlouhodobě odolávat mechanickému zatížení, dobře zvládá kontaktní tlak a dokáže fungovat během celého života. Je tvořena z mezenchymální tkáně a její charakter je především hyalinní. Mezibuněčná hmota obsažená v chrupavce jí dodává velkou pevnost a pružnost. Na jejím povrchu se nachází chondrální membrána, která snižuje tření. Chrupavka kolena není cévně zásobena, proto je její výživa zajišťována především difuzí ze synoviální tekutiny a subchondrálními cévami. (9)

Hlavní stavební jednotkou kloubní chrupavky jsou chondrocyty, které zajišťují celkovou stabilitu vnitřního prostředí. Její součástí jsou také kolageny, proteoglykany, kyselina hyaluronová, voda a glykoproteiny. Tvar chrupavky udává kolagen, který ve formě fibril a vláken vytváří síťovinu. (9)

Synoviální membrána kloubního pouzdra navázána na kolenní chrupavku produkuje synoviální tekutinu. Pokud je kloub bez poškození, objem tekutiny se fyziologicky pohybuje velmi nízko, okolo 4 ml. Obsahuje různé buněčné elementy, jako jsou lymfocyty a monocyty. Synovie je bezbarvá, čirá nebo jemně nažloutlá tekutina s vysokou viskozitou. Její pH se nachází v rozmezí 7,41 až 7,45, klesá při bakteriálních infekcích nebo revmatických onemocněních, čímž způsobuje destrukci kloubu. (9)

Kolenní chrupavka je rozdělena na 4 základní oblasti. Nacházíme zde povrchovou, přechodnou, radiální a mineralizovanou oblast. Každá tato oblast má různé morfologické složení, neostré ohraničení a navzájem se prolíná. (9)

Vyšetření kloubní chrupavky na magnetické rezonanci je tou nejideálnější neinvazivní dostupnou metodou. Nejlepší výsledky vznikají použitím proton-denzitně vážené sekvence Fast-spin-echo s nebo bez potlačení tuku s šíří vrstvy 3–4 mm, T2 vážené sekvence s nebo bez potlačení tuku anebo T1 vážené sekvence gradient-echo s šíří vrstvy 1–2 mm. Chrupavka se na standardní spin-echo sekvenci zobrazuje se středním signálem. Z tohoto důvodu volíme jiné, výše zmiňované sekvence. Na výsledných snímcích je hodnocena šíře vrstvy chrupavky, ohraničení a její struktura. (1)

1.6 Svaly a šlachy kolenního kloubu

1.6.1 Extenzory

Jedná se o velkou skupinu extenzorů kolena, jejímž základem je nejmohutnější sval lidského těla m. quadriceps femoris. Je inervován skrze n. femoralis a skládá se ze čtyř hlav, jimiž jsou m. rectus femoris, m. vastus intermedius, m. vastus medialis a m. vastus lateralis. Někdy se můžeme setkat s pojmem extenzní aparát kolenního kloubu, vzhledem k součinnosti svalu s čéškou, ligamenty patellae a retinakuly. (1) (10) (11)

1.6.2 Flexory

Další skupinou svalů, které zajišťují naopak flexi kolenního kloubu, jsou flexory, někdy označovány jako hamstringy. Spadá mezi ně m. biceps femoris, m. semimembranosus a m. semitendinosus, které inervuje n. ischiadicus. Dále do této skupiny můžeme zahrnout m. gracilis a jeho inervaci n. obturatorius a m. sartorius, inervovaný z n. femoralis. Posledními jsou m. gastrocnemius a m. popliteus jako zástupci bércových svalů s inervací z n. tibialis. Většina těchto svalů funguje i jako vnitřní rotátory. Výjimkami jsou m. biceps femoris s funkcí zevního rotátoru a m. gastrocnemius, který slouží jako posturální stabilizace. (3) (10)

Šlachy m. semitendinosus, m. gracilis a m. sartorius dohromady tvoří pes anserinus upínající se na tuberositas tibiae. Tato skupina svalů jako jediná nemá přímý vztah s kloubním pouzdrem kolena. (3) (10)

1.6.3 Šlachy okolních svalů

Mezi nejdůležitější šlachy okolních svalů kolenního kloubu řadíme šlachu m. biceps femoris, která se aktivně podílí na zevním podpůrném aparátu, dále šlacha m. semitendinosus, šlacha m. semimembranosus, šlacha m. popliteus a šlacha m. quadriceps femoris. (1)

1.7 Vazivový aparát kolenního kloubu

Vazivový aparát kolenního kloubu sestává z kloubního pouzdra a zesilujícího vazivového aparátu, do kterého spadají vazy zkřížené, kapsulární, patelární a vazy vztahující se k meniskům. (2) (3)

1.7.1 Kloubní pouzdro

Dutina kolena, spojující všechny artikulující kosti v kloubu, se nazývá kloubní pouzdro. Pouzdro kolenního kloubu je složeno z vrstvy zevní fibrózní a vnitřní synoviální. Je hojně cévně prokrveno a inervováno. Po stranách je zpevněno kolaterálními vazy. Kloubní

pouzdro lze rozdělit na část přední, která je od zadní části oddělena kondyly femuru a zkříženými vazy, zároveň proximálně vybíhá až do záhybu recessus suprapatellaris, kterým se pouzdro vyklenuje v přední části nad patelu. (2) (3) (4) (10)

Fibrózní vrstva je tvořena kolagenním vazivem, má mechanickou funkci a tím přispívá ke stabilitě a pohyblivosti kolenního kloubu. Upíná se na femur, lemuje kloubní chrupavku a srůstá s oběma menisky s výjimkou předních a zadních rohů. Na tibii se upíná v blízkosti jejích styčných ploch. Přední část je velmi tenká, teprve až na úrovni kolaterálních vazů se ztlušťuje a v zadní části vytváří mohutné vazivové slupky. (2) (8) (10)

Synoviální vrstva má především funkci metabolickou, zároveň ale přispívá ke stabilitě kolenního kloubu. Skládá se z plochých až kubických buněk ovoidního tvaru zvaných synovialocyty. Je mnohem členitější a sestává z klků a řas. Kryje téměř celý povrch kloubu až k meniskům. Poté se pomalu odděluje a v prostoru mezi nimi se objevuje vrstva tukového vaziva zvaná Hoffovo těleso. To vyplňuje prostor mezi vazy, čéškou a tibií a vytváří mohutný tukový polštář. S tím spojená synoviální tekutina je produktem krevní plazmy a synovialocytů. Jejími přednostmi jsou zabezpečování výživy chrupavek a menisků, udržování pružnosti chrupavek a snižování tření styčných ploch. Hlavní funkční složkou je kyselina hyaluronová. (2) (8) (10) (12)

1.7.2 Vazy zkřížené

Zkřížené vazy, jinak nazývané jako nitrokloubní, jsou důležité zejména při udržení stability a správného pohybu kolenního kloubu. Při ohybu kolena se zkřížené vazy napínají a zajišťují tak jeho pevnost. Z funkčního hlediska se zapojují hlavně při rotaci. Jsou uloženy ve fossa intercondylaris femoris. Oba vazy jsou skoro stejně dlouhé, zadní vaz je ale o něco silnější. (2) (3) (8)

Ligamentum cruciatum anterius začíná na vnitřní ploše laterálního kondylu femuru a upíná se v area intercondylaris anterior. Má delší slabší část a kratší širší část. Při flexi 90° se obě části vazu kříží. Přední zkřížený vaz je zatížen nejvíce při vnitřní rotaci bérce. Všechny vazy kolenního kloubu se na magnetické rezonanci zobrazují s nízkým signálem na T1 i T2. Oproti okolním strukturám mají ostré ohraničení s výjimkou dolní části předního křížového vazu, která se zobrazuje neostře. Je proto důležité zhotovit řezy koronární, kde je dobře viditelný jeho úpon. (1) (2) (3) (8)

Ligamentum cruciatum posterius začíná na femuru a postupuje až do area intercondylaris posterior, kde se upíná. I zde lze vaz rozdělit na kratší, silnější část a slabší část. Mezi vazem a kloubním pouzdrem se nachází řídké tukové vazivo, které zajišťuje přívod cév a nervů k oběma nitrokloubním vazům. Zadní zkřížený vaz je brán jako nejmohutnější vaz kolenního kloubu. Na magnetické rezonanci je velmi dobře viditelný ve všech typech sekvencí, zejména na řezech sagitálních. Pro celkové zhodnocení šíře vazu je možné použít řezy koronární. (1) (2) (3) (7) (8)

1.7.3 Vazy kapsulární

Kapsulární neboli kolaterální vazy zpevňují kloubní pouzdro po stranách na jeho povrchu a přispívají tak ke stabilitě kolenního kloubu. Nejvýznamnějším stabilizátorem kolenního kloubu je lig. collaterale mediale. Vaz je široký a plochý, má trojúhelníkovitý tvar, což způsobují jeho dlouhá přední vertikální a zadní, šikmá kratší vlákna. Dělí se na část hlubokou a povrchovou. Začátek vazu se nachází na mediálním epikondylu femuru a následně se pojí skrze kloubní pouzdro s mediálním meniskem a končí na vnitřní straně tibie. Právě spojení s meniskem může být traumaticky poškozeno, čímž dochází k meniskokapsulární separaci. (1) (3) (10)

Lig. collaterale laterale je antagonistou předchozího vazu. Oválný provazec začíná na laterálním epikondylu femuru a upíná se na hlavičku fibuly. Oproti svému protějšku se na podpůrném aparátu kloubu podílí minimálně a nesrůstá s meniskem. (1) (3) (10)

Ve vztahu k magnetické rezonanci jsou postranní vazy hodnoceny výhradně v koronárních řezech. Pro posouzení předozadního rozsahu vazu lze využít řezů transverzálních. (1)

1.7.4 Vazy patelární

Vazy čéšky se funkčně řadí k extenznímu aparátu kolena a jsou rozděleny na skupinu retinakul a lig. patellae. Patelární retinakula jsou vazivové pruhy, upevňující čéšku k okolním strukturám kolenního kloubu. Podle vrstvy uložení se dělí na povrchové, longitudinální (střední) a transverzální (hluboká) retinakula. (1) (10)

Hlavním terminálním úponem m. quadriceps femoris je patelární vaz. Dosahuje šířky až 3 cm s délkou od 4 cm do 7 cm a tloušťkou od 3 mm do 8 mm. Má tvar ploché elipsy a upíná se přes čéšku na tuberositas tibiae. Má obrovský význam pro stabilitu čéšky a tím podporuje biomechaniku femoropatelárního skloubení. V klinické praxi se lig. patellae uplatňuje pro Q-úhel k vyjádření valgozity. (1) (10)

Lig. patellae lze na magnetické rezonanci optimálně zachytit v sagitálních řezech, oproti tomu pro patelární retinakula je nutné zhotovit řezy transverzální. (1)

1.7.5 Vazy menisků

Jedná se o malou skupinu drobných vazů fixující menisky vzájemně či k okolním strukturám. Lig. transversum genus neboli vaz gracilní k sobě pojí přední cípy mediálního i laterálního menisku. Na magnetické rezonanci lze zobrazit na sagitálních řezech příčně, na koronárních řezech podélně. Ligg. meniscofemoralia jsou naopak upevněna na dorzální straně zevního menisku. (1) (10)

1.8 Cévní a nervové zásobení kolenního kloubu

Kolenní kloub je bohatě protkán cévami i nervy. Cévní zásobení je zajištěno řadou malých i velkých arterií. Významnými jsou a. genus descendens, aa. genus superiores (medialis et lateralis), a. genus media, aa. genus inferiores (medialis et lateralis) a a. recurrens tibialis anterior. Většina z těchto cév odstupuje z a. poplitea, výjimkou je a. genus descendens, která odstupuje z a. femoris a dělí se na tři větve a také a. recurrens tibialis anterior odstupující z a. tibialis anterior. První tři zmíněné cévy zásobují především femur, poslední tři zmíněné cévy zásobují naopak tibii. Čéška je vyživována z peripatelárního okruhu patelárními a apikálními arteriemi. Kloubní pouzdro je zásobeno skrze dvojí kapilární síť. Žíly kloubu tvoří periartikulární síť, odkud odstupují žíly podél přívodných artérií kolena. (2) (3) (10)

Hlavními větvemi nervového zásobení kolenního kloubu jsou n. femoralis a z ní dlouhá větev n. saphenus, n. tibialis a n. peronaeus communis. Kloubní pouzdro kolenního kloubu je inervováno skrze autonomní a senzitivní nervová vlákna, přičemž fibrózní vrstva je senzitivně inervována mnohem lépe než synoviální. Autonomní nervová vlákna regulují průsvit cév, čímž mohou ovlivnit cirkulaci krve a produkci synovie. (2) (3) (10)

1.9 Kostní dřeň

Obecně je kostní dřeň rosolovitá měkká tkáň nacházející se v spongiózních prostorech diafýz a dřeňové dutině dlouhých kostí. V raném věku je důležitá zejména pro krvetvorbu. Za zmínku ve vztahu ke kolennímu kloubu stojí především pro výživu chrupavky kolena ze subchondrální kostní dřeně. Následkem postižení kostní dřeně se může poškodit i chrupavka a tím celá funkce kloubu. (1) (2)

Pro vyšetření kostní dřeně je magnetická rezonance jedinou volbou. K jejímu zobrazení si vystačíme se standardní spin-echo sekvencí. Díky velkému množství tukové tkáně má dřeň vysoký signál v T1 obraze. V T2 obraze pak můžeme sledovat závažnější stádia poškození její struktury. (1) (2)

2 PATOLOGIE KOLENNÍHO KLOUBU

Jakoukoliv chorobnou změnu v lidském těle lze označit za patologickou. Patologie, jako vědní obor, zkoumá poškozené tkáně a orgány a jejich vztah k příznakům onemocnění, příčinu nemoci a mechanismus, kterým k onemocnění dochází. (13) (14)

Kolenní kloub řadíme k nejčastějším strukturám lidského těla vyšetřovaných na magnetické rezonanci. Mezi velmi časté diagnózy kolenního kloubu patří mikrofraktury nebo stresové zlomeniny, poškození menisků a vazů, degenerativní změny chrupavky či krev nebo zánětlivá tekutina v kloubní dutině. V neposlední řadě můžeme zmínit i nádorová onemocnění. (15)

2.1 Postižení kloubních menisků

Menisky kolenního kloubu jsou nejčastěji postiženy rupturami a degenerativními onemocněními. Poškození menisků se na magnetické rezonanci zobrazuje různými způsoby. První stupeň degenerativních změn se zobrazuje tečkovitým zvýšením intenzity v T1 a PD obrazech. Druhý stupeň degenerativních změn se zobrazuje proužkováním, zde se jedná o předstupeň ruptury. Tyto změny způsobují rozvláknění kolagenové struktury tkáně, což způsobuje bolest. Třetím stupněm postižení jsou samotné ruptury. Při hodnocení ruptur na magnetické rezonanci je nutné posoudit umístění, typ a místo komunikace s kloubním pouzdrem pro následné endoskopické vyšetření. Typy ruptur dělíme na horizontální, vertikální či šikmou, komplexní a úplné roztržení menisku s dislokací fragmentu. (1) (16)

Ojedinělým postižením je tzv. macerace menisku. Jde o chorobný stav, kdy se tkáň menisku postupně vstřebává. Jedná se o záněty nebo degenerativní změny jako je artróza. Parameniskální cysta nebo ganglion jsou další patologické změny na meniscích. Vyznačují se zahuštěnou tekutinou, která vzniká v závislosti na ruptuře menisku. Častěji se objevují na zevní straně kolena. (1)

U dětských pacientů lze pozorovat vývojovou vadu zvanou diskoidní meniskus, která se vyznačuje zvýšenou fragilitou a predilekcí k jeho poškození. Je tedy důležitá časná detekce onemocnění s následným pozorováním. (1)

U menisků po operačních výkonech je nutné vyloučit možné ruptury na zbylých částech. Snesením části nebo celého menisku dochází k postižení zvanému osteochondronekróza. Příčinou je přetížení chrupavky, které vzniká v důsledku absence menisku. (1) (16)

2.2 Postižení pately

U pately se mohou objevit různé vrozené vady, jako jsou aplazie, hypoplazie či dysplazie jednostranné i oboustranné. Takový kolenní kloub se vyznačuje sníženou nosností, preartrózou či kloubní instabilitou. Vada tvaru pately může vést k laterálním subluxacím. Následkem přetížení čéšky nebo poruchy její výživy pak může dojít ke vzniku chondropatie, což způsobuje změknutí chrupavky. Setkat se můžeme i se zlomeninou pately, která vzniká působením přímých i nepřímých sil, typický je pád na přední plochu kloubu. Fraktury dělíme na nedislokované a dislokované. Osteochondrální zlomeniny jsou na RTG velmi špatně patrné. Diagnózu lze potvrdit následným vyšetřením na magnetické rezonanci, která posoudí velikost, stupeň dislokace, celistvost a kvalitu chrupavky na ulomeném fragmentu. (1) (9)

2.3 Postižení chrupavky a subchondrální kostní dřeně

Vzhledem k přímému vztahu kostní dřeně s chrupavkou kolena je nutné pozorovat obě struktury zároveň. Tato náležitost vychází z faktu, že je chrupavka vyživována právě skrze kostní dřeň. Chondromalacie, nazývaná taktéž chondropatie, popsaná výše, je jedním z izolovaných postižení chrupavky vyskytující se na čéšce. Vzniká nejen přetěžováním, ale i možnými intraartikulárními zánětlivými změnami. Další zmíněnou patologií je osteochondronekróza, která lze definovat jako onemocnění chrupavky následkem postižení kostní dřeně. Často nastává z důvodu traumatu či degenerativních změn. Obě poškození jsou velmi dobře viditelná na magnetické rezonanci při standardní spin-echo sekvenci, pro lepší zobrazení ale můžeme zvolit gradient-echo sekvenci s potlačením tuku. (1) (9)

Po traumatu kolenního kloubu může dojít k izolované nekróze kostní dřeně. V tomto případě nepostihuje chrupavku, ale je nutné to považovat za předstupeň poškození chrupavky a dále důkladně sledovat. (1) (9)

Onemocnění osteochondrosis dissecans je dáno místní osteochondrální separací. Existuje forma juventilní pro děti a adolescenty a forma adultní pro starší populaci. Predilekčním místem je posterolaterální oblast mediálního kondylu femuru. Onemocnění se projevuje od počátku intaktní nedislokovanou lézí, v pozdějších stádiích kompletně dislokovaným fragmentem chrupavky. Klinický obraz se mění v závislosti na stádiu onemocnění. Vyšetření magnetickou rezonancí je zde rozhodující, protože dokáže určit časné změny, přesné místo i velikost léze. Dobře viditelná je při T2 váženém obraze linie s vysokým signálem zasahujícím do fragmentu, přičemž chondrální zlomeninu potvrdí vysoký signál šířící se do subchondrální kosti. (1) (9)

S přibývajícím věkem dochází k rozvoji degenerativních onemocnění na chrupavce kolena. Projevují se hlavně bolestmi a edémy kloubu. K problémovým faktorům se řadí hlavně předchozí degenerativní změny, zánětlivé a metabolické změny, nestabilita kolenního kloubu poškozením křížových vazů, medikace či porušení cévního zásobení. Jedním z nejčastějších degenerativních onemocnění v souvislosti s kolenním kloubem je osteoartróza neboli ve vztahu ke kolenu – gonartróza. Příčinou je degenerace chrupavky při její nedostatečné obnově. Snižuje se počet velkých agreganů a elasticita matrixu, což způsobuje zánětlivou reakci kloubního pouzdra. Projevuje se bolestmi, ranní ztuhlostí až omezenou hybností kloubu. (1) (9)

2.4 Postižení vazů

Velmi často je postižení menisků spjato i s postižením vazů. Nejčastěji poškozeným vazem je lig. cruciatum anterius. Jeho ruptura se klinicky vyznačuje edémem kostní dřeně dorzální části tibie, jejím ventrálním posunem a rozvlákněnou strukturou lig. cruciatum posterius. Po rekonstrukci vazu je vyšetření magnetickou rezonancí obtížně hodnotitelné. Pro kvalitní vyhodnocení je nutné zhotovit 3D sekvence s tenkými řezy a následnou rekonstrukcí, kvůli komplikovanému průběhu vazu v několika rovinách. (1) (16)

Lig. cruciatum posterius je méně náchylný k postižení a jeho hodnocení je o mnoho snazší, jelikož je na MR obraze ostře ohraničen. Poranění vazu je zapříčiněno hyperextenzí kolenního kloubu. (1)

Vzácné je též poškození patelárních vazů. Vzhledem k jejich pevnosti dochází k postižení pouze při rozsáhlém traumatu celého kloubu. To samé platí i pro patelární retinakula. V tomto případě zhotovujeme na magnetické rezonanci řezy transverzální. (1)

Poranění vazů postranních je možné posoudit za pomoci ultrazvukového vyšetření, MR zde nemá velký význam. Zranění mediálního postranního vazu je velmi časté oproti jeho antagonistovi, laterálnímu postrannímu vazu, který bývá zraněn minimálně. (1) (16)

2.5 Postižení kolenního kloubu nádorovým onemocněním

Na metafýzách distálního femuru a proximální tibie se mohou vyskytovat benigní i maligní nádory. Bohatá vaskularizace spongiózy má pro diseminaci tumoru příhodné podmínky. Klinickými příznaky jsou bolestivost i po znehybnění končetiny či lokální zduření tkáně. Při podezření z nádorového bujení je vhodné zhotovit RTG snímek. Pro definitivní onkologický staging je nutné podstoupit i vyšetření magnetickou rezonancí, která rozhodne

o podrobnějších informacích. Mezi nejčastější typy nádorových onemocnění řadíme kostní fibrom, aneuryzmatickou kostní cystu, která se na MR zobrazuje hladinkami tekutiny, osteom, osteoblastom, osteosarkom, Ewingův sarkom, zobrazující se na MR rozsáhlou infiltrací kostní dřeně. Maligní fibrózní histiocytom, fibrosarkom, liposarkom a synoviální sarkom jsou zhoubné nádory, které se dají velmi dobře hodnotit zejména na magnetické rezonanci. Rhabdomyosarkom se na obraze magnetické rezonance projevuje signálem charakteristicky blízkým svalu, nehomogenitami a infiltrativním procesem. (1)

2.6 Další postižení kolenního kloubu

Mezi další postižení kolenního kloubu, kde je indikováno vyšetření magnetickou rezonancí řadíme hypertrofii Hoffova tukového tělesa. Zduření můžeme pozorovat téměř vždy po traumatických poraněních, vzácněji pozorujeme reaktivní zánět kloubu při jiných nemocích. (1)

Velmi častým nálezem je výpotek nebo tekutina v dutině kloubní. Většinou je přítomen při traumatických změnách kloubu, ale zaznamenáváme jej i při zánětech a degenerativních onemocněních. Nejčastěji se nachází v suprapatelární burze nebo po stranách kloubního pouzdra. Ideální je tedy zhotovit transverzální řezy. Výpotek krve má nízkou intenzitu v T2 obraze na rozdíl od výpotku čirého, který má v T2 obraze intenzitu vysokou a v T1 obraze intenzitu nízkou. Zánětlivý výpotek je ohraničen širší výstelkou kloubu, která má vysoký signál v T2 obraze. Samotný výpotek má pak signál nižší. (1)

Bakerova pseudocysta je typickým postižením kolenního kloubu. Jde o bulku vyplněnou synovií. Nejčastěji se vyskytuje v oblasti podkolenní jamky. Úraz kolena může doprovázet lokální chronický zánět, což následně vede k vytvoření pseudocysty. Projevovat se může bolestí, nepříjemným tlakem či otokem lýtka. Většinou je však náhodně nalezena na USG či MR. (17)

Pojem jumper knee neboli skokanské koleno je bolestivý stav projevující se zejména při sportech využívající skákání (volejbal, basketbal, skok do dálky). Patelární tendinopatie se vyznačuje malými trhlinami v čéškové šlaše. (18)

Existuje mnoho dalších onemocnění, které lze v kolenním kloubu diagnostikovat. Mezi nejvýznamnější patří osteoporóza – řídnutí kostí z nedostatku kalcia a vit. D, artritidy – zánětlivá onemocnění, záněty svalů či jejich atrofie a dystrofie. (1) (14)

3 MAGNETICKÁ REZONANCE

3.1 Úvod do problematiky

Zobrazovací metody se staly nedílnou součástí většiny vyšetření prováděných ve zdravotnických zařízeních. Počátky radiologie, kam spadá i magnetická rezonance, se datují do devatenáctého století našeho letopočtu. Průkopníkem byl Willhelm Conrad Röntgen, který 8. listopadu 1895 jako první objevil záření X – tedy rentgenové paprsky. Postupem času byly objeveny další zobrazovací modality jako výpočetní tomografie, ultrazvuk či magnetická rezonance. Rok 1973 přinesl vývoj MRI, za nímž stáli Paul C. Lauterbur a Peter Mansfield. Ta, oproti předchozím rokům, nově umožnila diagnostiku onemocnění mozkové tkáně, především bílé hmoty mozkové, míšních struktur či kloubů. V roce 2003 oba získali Nobelovu cenu za medicínu a fyziologii. První zmínka o MR přístroji v České republice se datuje k roku 1988. (19) (20) (21)

Mezi důležité přednosti MRI můžeme zařadit podrobné zobrazení měkkých částí těla, zobrazení mozkových cév bez použití kontrastní látky, možnost vyšetření ve třech základních rovinách či speciální vyšetření – spektroskopie a mozková difúze. Jde o neinvazivní vyšetření pacienta přístrojem (viz. obrázek 18) s možností zobrazení těla po vrstvách (řezech). (15) (20) (22)

3.2 Fyzikální princip magnetické rezonance

Konvenční radiologie společně s výpočetní tomografií využívá různé absorpce záření v tkáních člověka. Vyšetření rentgenovými paprsky nese jistá rizika vzhledem ke své ionizační schopnosti. Ultrazvukové vyšetření je založeno na principu odrazu akustického signálu na rozhraní vyšetřovaných tkání. Není tedy biologickou zátěží pro lidský organismus, jeho rozlišovací schopnost je ale oproti výše zmíněným metodám nižší. (20) (21) (22)

Magnetická rezonance využívá složitý fyzikální princip, který je naprosto odlišný od všech dříve popsaných zobrazovacích metod. Hlavní dominantou MR je silné magnetické pole. Jeho síla se pohybuje zhruba o 5 řádů výše než síla magnetického pole Země. Během vyšetření magnetickou rezonancí se uplatňuje fyzikální jev zvaný magnetická nukleární rezonance, kdy se lichý počet protonů v jádře atomu chová jako magnet, rotuje kolem své osy (má spin) a dokáže tak, pokud je uložen do silného magnetického pole, přijímat či emitovat energii formou elektromagnetického vlnění. U sudého počtu protonů v jádře atomu dochází k vyrušení magnetického momentu. Podstatou je fyzikální veličina zvaná vektor, která je

graficky znázorněna jako šipka. V teorii magnetické rezonance určuje směr a velikost magnetického pole. Vektory se v silném magnetickém poli orientují paralelně, menší část pak antiparalelně. Magnetické pole vzniká v okolí elektricky nabitých částic nebo elektrického proudu. (15) (20) (21) (22) (23)

Nejideálnějším prvkem, hojně zastoupeným v lidském těle je vodík (H), obsahující jen jeden proton v jádře. Obrazu s nižším signálem lze dosáhnout i s využitím uhlíku, draslíku či fosforu, využívají se však spíše experimentálně. V tkáních uložených v silném magnetickém poli se vytvořené magnetické pole nedá měřit. Tento stav je popsán jako podélná magnetizace. Abychom získali výsledný obraz, musíme nejdříve protonům vodíku dodat energii za pomoci radiofrekvenčních pulzů. Zde nastává měřitelná příčná magnetizace. Dále platí, že protony kromě rotace okolo své osy vykonávají tzv. precesní pohyb (viz. obrázek 19). Precesí označujeme pohyb po plášti kužele s orientací vektoru silného magnetického pole. Vektor tedy rotuje tzv. Larmorovou frekvencí, která má hodnotu při síle zevního magnetického pole 1 Tesla – 42 MHz/T. Aby mohlo dojít k rezonanci, musí mít radiofrekvenční pulz stejnou frekvenci s Larmorovou precesní frekvencí. Energii RF pulzů udáváme ve stupních, kdy nejčastěji užívaný je 90° RF pulz, který magnetizaci sklápí ze směru podélného do kolmé roviny. Radiofrekvenční pulz může mít v závislosti na energii různou amplitudu či časový interval. Poté sledujeme, jakou rychlostí ztrácí energii v různých tkáních těla. Děj, kdy se vybuzené protony RF pulzem vracejí do svého původního stavu, se nazývá relaxace. Relaxaci rozdělujeme na T1 a T2 relaxaci. Oba procesy probíhají současně a zároveň nezávisle na sobě. Relaxační čas T1 náleží době, za kterou se navrátí 63 % původní podélné magnetizace. U relaxačního času T2 klesá příčná magnetizace na hodnotu 37 %. Oba tyto časy se odvíjí od složení tkáně. (15) (20) (21) (22) (23)

V závislosti na relaxačních časech zobrazujeme T1 a T2 vážené obrazy. Existuje i třetí méně používaný typ a tím je protondenzitně vážený obraz. Při srovnání intenzity signálů z jednotlivých typů vážených obrazů, dokážeme rozlišit jednotlivé tkáně. Hypointenzní nebo hyposignální nazýváme objekty tmavé vůči okolí, naopak hyperintenzní či hypersignální nazýváme objekty světlé. (15) (20) (21) (22) (23)

3.3 Základní vyšetřovací postupy a sekvence

Základem vyšetření na magnetické rezonanci je výpočet T1 a T2 relaxačních časů. Sekvencí nazýváme několikrát se opakující vysílání radiofrekvenčních impulzů do těla pacienta mezi jednotlivými relaxacemi. Základní sekvencí pro vyšetření magnetickou

rezonancí je spin-echo sekvence (SE). Příčná i podélná magnetizace se přímo ovlivňuje. Čím větší bude magnetizace podélná, tím větší bude i příčná magnetizace. To umožňuje měřit rozdíly intenzity signálu, jejímž výsledkem jsou různé odstíny šedé a vznikají tak T1 a T2 vážené obrazy. (15) (20) (21) (22) (23)

RF pulzy, jak bylo zmíněno výše, se během sekvence opakují. Repetiční čas neboli time to repeat (TR) je doba mezi dvěma radiofrekvenčními pulzy. Time to echo (TE) je čas příjmu signálu po vyslání RF pulzu. (20) (22)

T1 vážené zobrazení (T1 v.o.) se vyznačuje krátkou dobou excitace (TE 20ms) i relaxace (TR 500ms). Pokud T1 relaxační čas ještě zkrátíme, zachycený signál se stane silnějším. Obecně je T1 vážené zobrazení základní sekvencí pro většinu vyšetření. Slouží k přesnému určení anatomických struktur. Hypersignálním, tedy světlejším, bude kontrastní látka, která má schopnost zkracovat relaxační čas, stejně tak i tuk, který má relaxační čas rychlejší než atom vody. Kalcifikace, proudící krev či kompakta se zobrazují asignálně. Veškeré tekutiny se projevují tmavým zbarvením, tedy hyposignálně. (15) (21) (22) (23)

T2 vážené zobrazení (T2 v.o.) se naopak vyznačuje dlouhými časy relaxace (TR 2000ms) i excitace (TE 90ms). Pokud bychom relaxaci T2 ještě prodloužili, zvýšíme tím intenzitu signálu. Solidní tkáně jsou tmavší než tekutina, která se naopak projevuje hypersignálně. Využívá se především k posouzení tkáňových rozhraní – kupříkladu likvor a vazy páteřního kanálu. (15) (21) (22)

Protondenzitní vážené zobrazení je součástí T2 sekvence a má dlouhou dobu relaxace (TR 2000ms), ale krátkou dobu excitace (TE 20ms). Aby bylo možné PD obraz využít, je nutné, aby zobrazovaná tkáň měla vysoký počet protonů vodíku. I zde je tuková tkáň hypersignální. Tekutiny se zobrazují spíše tmavě. PD se uplatňuje převážně při vyšetření mozku nebo velkých kloubů. (15) (20) (21) (22) (23)

Zásady fungování SE sekvencí tkví ve využití RF pulzů vychylující protony o 90°. Po vymizení příčné magnetizace se použije impulz, který vychýlí protony o 180° a postaví je tak do antiparalelního stavu. V tuto chvíli je signál měřitelný. (15) (22)

Variantou extrémně zvýrazněného T1 váženého obrazu je sekvence Inversion Recovery (IR). Mechanismus spočívá v reverzní funkci vysílání pulzů. Nejdříve je vyslán pulz 180°, poté 90°. Čas mezi oběma pulzy se nazývá Inversion Time. Mezi nejpoužívanější sekvence tohoto typu se řadí FLAIR s potlačením signálu vody. Tento typ sekvencí volíme při

vyšetření mozkových onemocnění, zejména pak při podezření na roztroušenou sklerózu. Druhou významnou sekvencí je STIR s potlačením signálu tuku, která se nejčastěji využívá pro vyšetření velkých kloubů či páteře. Díky potlačení tuku vyniknou patologická ložiska s vysokým obsahem vody. Další velmi používanou sekvencí je sekvence gradientního echa (GE). Oproti SE sekvenci je rychlejší. Její podstatou je nahrazení klasických 90° a 180° úhlů za 10° až 50° s použitím gradientní cívky. Známe i další druhy rychlých sekvencí, jako jsou FLASH, GRASS či FFE. Při úhlech 3° až 6° mluvíme o ultrarychlých sekvencích s označením U. Posledními zmíněnými sekvencemi jsou single shot a multi shot SE. U single shot SE se používá redukce K-prostoru na 50 %, čímž se výrazně zkrátí rekonstrukce obrazu. Nejvíce využívaná je sekvence HASTE, která se uplatňuje při vyšetření břicha či srdce. Multi shot SE zapisuje data vždy jen z části K-prostoru a excitace se opakují až do úplného zaplnění. Tento princip umožňuje zobrazení žlučových a pankreatických vývodů či zobrazení mozkomíšního moku. (15) (20) (21) (22) (23)

3.4 MR Obraz

Podstatou obrazu magnetické rezonance je výběr vrstvy a kódování prostorových souřadnic. Výběr a tloušťka vrstvy jsou ovlivňovány skrze gradientní cívky, díky nimž se následně vytvoří tři základní roviny, ve kterých je možné zobrazit vyšetřovanou tkáň či orgán – rovina koronární, sagitální a transverzální (axiální). Kódování prostorových souřadnic je velmi náročný proces na nejvyšším stupni matematiky, který probíhá ve směru horizontálním či jako spirála. Elementárním bodem obrazu magnetické rezonance je voxel. Definovat lze součinem velikosti pixelu a tloušťky vrstvy. Tyto pixely a voxely vytvářejí datovou matici bodů v prostoru, nejčastěji o velikosti 256 sloupců a 256 řad, nazývanou jako K-prostor. Pro získání obrazu je nutné provést matematickou operaci zvanou Fourierova transformace (FT). K-prostor má nejintenzivnější signál v jeho středu a směrem do periferie slábne. Ostrost obrazu je kódována na periferii, v centru je naopak kódován kontrast obrazu. Výsledný obraz je tvořen vnitřními a vnějšími podmínkami. (15) (22) (24)

Vnitřní podmínky jsou vázané na počet protonů vodíku, tedy na spinové hustotě. Jde o množství volných protonů vodíku v jednotce objemu. Nacházíme je převážně ve vodě, tukové tkáni či v hydratované bílkovině. Signál je silnější v závislosti na vyšším množství protonů vyšetřovaného orgánu. Tkáně chudé na volné protony vodíku, jako jsou kalcifikace, kompakta či kovové implantáty, nevysílají žádný signál. Jednou z dalších podmínek je schopnost tkáně stát se magneticky susceptibilní. Ferromagnetické a paramagnetické látky s nepárovými elektrony v obalu atomu mají schopnost magnetizovat. Železo nebo mangan

jsou zástupci paramagnetických látek, s funkcí dočasné magnetizace. Nachází se v krevním metabolitu či otoku. Oproti tomu látky ferromagnetické tvoří permanentní magnetické pole. Diamagnetické látky se sudým počtem elektronů nedokáží vytvořit místní magnetické pole. Závěrečnou vnitřní podmínkou tvorby obrazu jsou různé relaxační časy jednotlivých tkání. Tekutiny jako likvor, žluč nebo moč mají delší dobu relaxace než tkáň obsahující bílkovinu. (15)

Mezi vnější podmínky řadíme například počet excitací. Lepší obraz získáme navýšením impulzů, přičemž prodloužíme dobu vyšetření. Dalším aspektem vnitřních podmínek je velikost matice a tloušťka vrstvy. Zde platí, že kvalitnějšího obrazu dosáhneme s menším objemem voxelů. Následkem je vysoký nárůst šumu. Šum je tvořen elektrickými a tepelnými mikroproudy v těle pacienta a výrazně zhoršuje kvalitu obrazu. K lepšímu obrazu vede i snížení šíře vrstvy, opět za cenu zvýšení šumu. Ideálním kompromisem je tloušťka 5 mm. Třetí podmínkou je velikost statického magnetického pole. Velikost šumu je lineárně rostoucí, kdežto intenzita signálu vzrůstá s druhou mocninou. Čím větší homogenitu magnetického pole zajistíme, tím kvalitnější obraz získáme. Posledními vnějšími podmínkami jsou různé hodnoty TR a TE, které v závislosti na typu vyšetření můžeme měnit. I kvalita cívek zásadně ovlivňuje následný šum v obraze. Ideálnější volbou jsou proto cívky povrchové. Celotělové cívky registrují mikroproudy z celého těla. (15) (22) (24)

3.4.1 Artefakty MR obrazu

Artefakty MR obrazu jsou nepříznivé procesy a změny intenzity signálu, polohy či tvaru zobrazované tkáně, které způsobují snížení výpovědní hodnoty výsledného obrazu. Vznikají různorodými chybami přístroje či biologickými pochody v lidském organismu. Jejich podkladem není patologický proces, vznikají až během vyšetření. Dokážeme popsat celou řadu artefaktů spjatou se zobrazením na magnetické rezonanci. (15) (22)

Nejčastěji se setkáváme s pohybovými artefakty. Patří mezi ně pulzace srdce, dýchání, pohyb likvoru, peristaltika střev a další. Některé z těchto artefaktů lze do určité míry odstranit, například pomocí EKG gattingu, zadržením dechu či speciálními sekvencemi (turboFLAIR). Pohybové artefakty se projevují rozmazáním, dvojitými konturami nebo tvorbou duchů. Další z řady artefaktů MR obrazu je susceptibilní artefakt, který se projevuje v okolí cizích kovových těles nebo na rozhraní tkání vzduch – tkáň – kost a vytváří nehomogenity magnetického pole. Artefakt se následně zobrazí tmavým polem. Aliasing je artefakt způsobený podvzorkováním, které se projevuje překlopením obrazu na opačnou stranu. Pro

potlačení postačí zvětšení FOV. Artefakty chemického posunu jsou způsobeny rozdílnou frekvencí precesního pohybu tuku a vody a projevují se snížením nebo zvýšením intenzity signálu na rozhraní tkání. Zobrazují se buď jako černé kontury nebo tmavý/světlý pás. Poslední zmíněný artefakt částečného objemu je způsoben velikostí voxelu. (15) (22) (25)

3.5 Kontraindikace k MR vyšetření

Vyšetření magnetickou rezonancí sebou nese jisté kontraindikace absolutní a relativní. Absolutní kontraindikací je přítomnost elektronických přístrojů v těle pacienta (kardiostimulátor, kochleární implantát a jiné), které nejsou kompatibilní s magnetickou rezonancí. U kompatibilních kardiostimulátorů a jiných elektronických přístrojů lze vyšetření za určitých podmínek provést. U kovových implantátů a jiných cizích kovových těles záleží na jejich magnetických vlastnostech. Mezi relativní kontraindikace spadá klaustrofobie, nově implantované MR kompatibilní materiály, staré méně než 6 týdnů. Cévní svorky na aneurysmatech či srdečních chlopních se též považují za relativní kontraindikaci při jejich kompatibilitě s přístrojem. Gravidita jako kontraindikace k MR vyšetření nebyla nikdy jednoznačně potvrzena, nicméně v prvním trimestru se podstoupení vyšetření nedoporučuje a za žádných okolností těhotným ženám nelze podat KL, stejně tak novorozencům. Kontrastní látky s obsahem gadolinia mohou způsobit nefrogenní systémovou fibrózu. Ta se projevuje hlavně u pacientů s poruchou ledvin a může vést až k jejich úmrtí. (20) (21) (22) (26) (27)

3.6 Indikace k MR vyšetření

MR vyšetření je indikováno většinou až jako druhotné, vzhledem k jeho finanční i časové náročnosti. Zároveň ale existují indikace, kde jiné typy zobrazovacích metod nepostačí a je nutné zvolit MRI jako prvotní. Jedná se zejména o MRI mozku – hodnocení zadní jámy lební, hypofýzy či bílé hmoty mozkové, MRI páteře k posouzení míchy či malé pánve, kde je hodnocena prostata, rektum nebo děloha. Zvážit bychom měli též vystavení pacienta ionizujícímu záření, na jehož podkladě funguje RTG či CT. Pokud je nevyhovující, měla by být zvolena indikace k MR vyšetření. (20) (21)

3.7 MR přístroj

Přístroj magnetická rezonance sestává z několika částí. Řadíme sem homogenní stacionární magnet s chlazením a napájením, gradientní cívky a jejich zdroj, vysílací cívku a vysokofrekvenční vysílač a přijímač. Počítačový systém pro veškeré zpracování, archivaci a rekonstrukci obrazu, magnetické stínění, vyšetřovací stůl a další pomocné doplňky jako např. EKG monitorace. (15) (22) (23)

Přístroj se dle síly magnetického pole rozděluje na velmi nízké (do 0,2 T), nízké (do 0,3 T), střední (0,5 T až 1 T) a vyšší (1 až 4 T). Ve zdravotnických zařízeních se nejčastěji setkáme s typem 1,5 T, který dokáže provést jakýkoliv druh vyšetření, včetně MR spektroskopie. Pro ještě lepší rozlišení se v posledních letech využívají síly 3 T, pro vědecké a experimentální účely lze použít až 9 T. (15) (22) (23)

Dále můžeme magnetickou rezonanci rozdělit dle její konstrukce. Existují magnety odporové, permanentní a supravodivé. Odporové magnety jsou standardními elektromagnety, vytvářející magnetické pole průtokem elektrického proudu. Konstrukcí jsou měděné vodiče a k chlazení je použita voda. Výhoda spočívá v otevřeném prostoru přístroje s lepší přístupností pro pacienty trpící klaustrofobií a také lze využít k intervenčním výkonům. Magnetické pole je u tohoto typu nízké. Permanentní magnet je složen z ferromagnetického materiálu, který nepotřebuje elektrický proud a k chlazení využívá klimatizaci. Magnetické pole je zde také nízké. Supravodivý magnet je typ permanentního magnetu a je založen na supravodivosti. Při velmi nízké teplotě (-269 °C) využívá minimální elektrický odpor. Magnet je ponořen do hélia, které takto nízkou teplotu zajišťuje. (15) (22) (23)

3.7.1 Cívky

Nedílnou součástí přístroje jsou cívky. Gradientní magnetický systém je složen ze tří gradientních cívek, které jsou uloženy vně magnetu. Tyto cívky vytvářejí obraz ve všech třech základních rovinách, určují šíři jednotlivé vrstvy a jsou zdrojem silného akustického hluku, který vyšetření doprovází. Permanentně zabudované cívky se nacházejí uvnitř gantry. Rozdělujeme je na volumové, gradientní a vyrovnávací. Volumové cívky fungují jako vysílač excitací, zároveň i jako přijímač signálů. Obkružují celé tělo a slouží jako celotělová cívka. Vyrovnávací cívky se používají zejména k udržení homogenity magnetického pole a zaručují tak výsledný kvalitní obraz. Permanentní cívky jsou doplněny povrchovými cívkami, které se přikládají k jednotlivým částem těla pacienta, přijímají signál a zlepšují tak kvalitu vyšetření. Cívky jsou uzpůsobeny do různých tvarů a velikostí podle vyšetřované oblasti. Mezi nejpoužívanější druhy povrchových cívek patří hlavová cívka, ramenní, kolenní, cívka pro vyšetření břicha a hrudníku. (15) (22) (23)

3.7.2 Ovládací konzole

Počítač s jeho systémem umožňuje identifikaci pacienta (jméno, datum narození, výška, váha), volbu typu vyšetření s jeho následným vyhodnocením a archivací. Po zavezení pacienta a spuštění příslušného protokolu se provedou tři úvodní řezy (lokalizér, pilot, scan). Následuje výběr sekvencí, možnost úpravy TR a TE nebo volba cívky. Na závěr se obraz

vyhodnotí, archivuje a odesílá se do PACs. Výhodné je zajistit i druhou vyhodnocovací stanici pro lékaře na popis vyšetření. Zde je možné zobrazit a porovnat i starší MR vyšetření. (15)

3.7.3 Stínění

Aby nebyl narušen chod okolních elektrických spotřebičů magnetickými impulzy, je nutné MR přístroj důkladně odstínit. Pasivní systém odstínění je známý jako Farradayova klec. Je vytvořena z dobře vodivého materiálu (Pb, Cu). Systém je možné doplnit i aktivním stíněním, kdy jsou v blízkosti gantry umístěny cívky vyrábějící magnetické pole opačného směru s tlumícím efektem. Magnetické pole se šíří horizontálním i vertikálním směrem. (15)

3.8 Kontrastní látky využívané k MR vyšetření

Základní vlastností kontrastních látek je zvýšení tkáňového kontrastu, které dokáže lépe detekovat patologické procesy v organismu. Gadolinium (Gd) je hlavní složkou většiny kontrastních látek využívaných k vyšetření MR. Tento prvek je toxický, chová se paramagneticky a dokáže zkracovat relaxační časy (převážně T1, kdy je KL hypersignální). Pro snížení jeho toxicity je využíván ve vazbě na cheláty. Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci rozdělujeme na paramagnetické a superparamagnetické. Způsob jejich podání je nejčastěji intravenózní. Udává se v mmolech a na jedno vyšetření se spotřebuje okolo 10 až 15 ml. Z těla se vylučuje ledvinami 90 minut až 30 hodin od podání (v závislosti na funkci ledvin). Nejčastějšími firemními názvy jsou Magnevist, Omniscan, Gadovist či Pro Hance. Případně lze KL podat i perorálně popíjením Mannitolu. U kontrastních látek můžeme pozorovat celou řadu nežádoucích účinků od nauzey, zvracení, bolesti hlavy až po těžké poškození ledvin. Z důvodu distribuce KL do mateřského mléka je doporučeno kojícím ženám vynechat kojení alespoň na 24 hodin po podání KL. Indikace aplikace kontrastní látky je především dle typu nálezu. Nejčastěji je podávána při nálezu nádoru, zánětu, fibróz nebo nejasných patologií. Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci se využívají také pro MR artrografii, kdy jde o vpravení KL do kloubního prostoru. Princip nepřímé artrografie spočívá v aplikaci KL intravenózně. Dvacet minut po podání přimějeme pacienta k rozhýbání kloubu a následně provedeme vyšetření kolena. Přímá artrografie se provádí aplikací velmi zředěné kontrastní látky přímo do kloubu. Toto cílené zobrazení je zaměřené především na chrupavku a vazivový aparát kloubu. (15) (22) (23) (24)

3.9 Vyšetření kolenního kloubu na magnetické rezonanci

Jakékoliv vyšetření kolenního kloubu s sebou nese jistá pravidla. Jinak tomu není ani u magnetické rezonance. Po indikaci MRI kolenního kloubu přichází pacient na radiodiagnostické oddělení v příslušném zdravotnickém zařízení. Nejprve je nutné pacienta seznámit s vyšetřením. Nejdůležitějším krokem je zjistit jeho anamnézu, vyplnit informovaný souhlas (viz. příloha A) a vyloučit jakékoliv absolutní kontraindikace, jako jsou implantované kardiostimulátory či cizí kovová tělesa. Žen se ptáme na možnou graviditu. Pro vyšetření kolenního kloubu na MR není potřeba žádné přípravy (např. být na lačno), u klaustrofobických pacientů je doporučeno využít vhodnou premedikaci. U kolenního kloubu se však pacient dostává do stísněného prostoru pouze dolními končetinami, nikoliv hlavou a tělem. Při podání kontrastní látky je nutné vyloučit případné renální selhání, graviditu či alergii na KL. Následuje výzva pacienta k sejmutí všech kovových šperků a pokyn k vysvlečení do spodního prádla. Ve vyšetřovně pacienta uložíme na stůl, končetinami směrem do vyšetřovacího prostoru gantry (viz. obrázek 20). Pro vyšetření kolenního kloubu se používá speciální kolenní povrchová cívka (viz. obrázek 21), do které se vyšetřované koleno uzavře. V případě obézního pacienta lze využít i povrchovou břišní cívku. Kloub je situován do neutrální polohy s nejmenší možnou flexí. Pro větší pohodlí pacienta je možné použít různé molitanové klíny, podložky či zatěžkávací pomůcky. Vyšetření trvá od 15 do 30 minut v závislosti na typu postižení a pacient celou dobu leží klidně. Přístroj vydává vysoký akustický hluk, pro jeho zmírnění používáme odhlučňovací sluchátka. Pro zastavení vyšetření z jakýchkoliv důvodů, vkládáme pacientovi do ruky balónek, který v případě nejvyšší nouze může použít jeho zmáčknutím. Nakonec zavezeme pacienta do přístroje za pomoci centrace laserů na oblast zájmu (viz. obrázek 22). (1) (15) (20) (21) (22)

Po zanesení informací o pacientovi do systému, spustíme příslušný vyšetřovací protokol. Začínáme lokalizačním měřením se sekvencí GE v transverzální rovině. Cílíme přesně na kloubní štěrbinu k zachycení předního křížového vazu. Dále použijeme T1 SE sekvenci v koronární a sagitální rovině a skláníme orientaci řezů s průběhem předního zkříženého vazu. Přidáme i T2 TSE sekvenci ve stejné orientaci. Uvedený postup použití sekvencí představuje standardní MR vyšetření pro pacienta s postižením kolenního kloubu. Výsledný obraz je dobře hodnotitelný pro menisky, vazy, kostní dřeň a chrupavku. Pokud dojde k podezření na postižení i jiných částí kloubu, doplňujeme dalším měřením – T1 SE transverzálními řezy pro posouzení pately, její chrupavky a patelárních retinakul, T2 GE pro posouzení chrupavky v odpovídající rovině (transverzální při postižení na úrovni čéšky, sagitální či

koronární při postižení chrupavky ostatního skeletu). Lze využít i PD zobrazení s potlačením signálu tuku pro detailní vyšetření chrupavek. Poslední možností je zhotovení 3D sekvencí či MR artrografie, jejíž princip spočívá v aplikaci KL. (1) (15) (22) (20) (21)

3.10 Jiné možnosti zobrazení kolenního kloubu

Pro ucelení informací o zobrazení kolenního kloubu je vhodné zmínit další z možných zobrazovacích metod používaných k vyšetření kolena.

Základní zobrazovací metodou při postižení kolenního kloubu je rentgen (RTG). Tento přístroj, jehož zdrojem je rentgenka, produkuje RTG záření (elektromagnetické vlnění o délce 10^{-8} až 10^{-12} m) pronikající tělem pacienta na detektor, který záření detekuje a transformuje do obrazové podoby. Podstatou je absorpce záření v tkáních různé protonové hustoty. Prostý rentgenový snímek je v 2D formátu, tzn. že se struktury překrývají (sumují) a nelze určit hloubku snímku. Je využitelný při podezření na onemocnění, vrozenou vadu nebo poškození skeletu. Pro vyšetření kolenního kloubu zhotovujeme snímky v předozadní, bočné a při úrazech v axiální projekci. Vyšetření rentgenovými paprsky se až do dnes považuje za zlatý standard mezi zobrazovacími metodami. (20) (21) (22) (23)

Výpočetní tomografie (CT) je zobrazovací metoda, která využívá stejný princip jako rentgen. Její zobrazení je ale oproti rentgenu výrazně detailnější, vzhledem ke sběru dat z jednotlivých vrstev těla, čímž vzniká snímek ve 3D formátu. CT přístroj je složen ze stolu, který projíždí skrze gantry, což je mezikruží s otvorem v centru. V gantry je uložena rentgenka spolu s protilehlým systémem detektorů, která rotuje okolo těla pacienta. (20) (22) (23)

Poslední zmíněnou zobrazovací metodou je ultrasonografie (USG), která využívá ke svému zobrazení podélné mechanické vlnění. To vychází z ultrazvukové sondy, která vlny vysílá do těla pacienta a zpětně je detekuje, čímž vzniká výsledný obraz. Je to levná, neinvazivní metoda zobrazení měkkých tkání a orgánů, cév či kloubů. (20) (21) (22) (23)

PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL A ÚKOLY PRÁCE

4.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem této části bakalářské práce je zjistit nejčastější patologický proces kolenního kloubu diagnostikovaný na magnetické rezonanci.

4.2 Úkoly práce

1. Využít teoretické znalosti o zobrazení kolenního kloubu na magnetické rezonanci k vytvoření výzkumu.
2. Získat data ze zdravotnické dokumentace a na jejich základě zpracovat zkoumané kategorie a konkrétní kazuistiky jednotlivých pacientů.
3. Vyhodnotit výzkum založený na zpracovaných datech.

5 VÝZKUMNÉ OTÁZKY A PŘEDPOKLADY

5.1 Výzkumné otázky pro případové studie

VO1: Jaké důvody vedou pacienta na vyšetření k lékaři?

VO2: V kolika případech vyšetření na magnetické rezonanci předcházel snímek na RTG?

VO3: Jaká diagnóza je pacientům stanovena?

VO4: Která přidružená postižení kolenního kloubu se u pacientů objevují?

VO5: Jakou metodu terapie zvolil lékař po stanovení diagnózy?

5.2 Předpoklady ke statistické analýze dat

P1: Předpokládám, že spontánní bolest kolena je častějším důvodem indikace k vyšetření na magnetické rezonanci než úraz.

P2: Předpokládám, že nejčastější příčinou bolestí kolenního kloubu je patologická změna.

P3: Předpokládám, že většině případů vyšetření kolenního kloubu na magnetické rezonanci předcházel snímek na RTG.

P4: Předpokládám, že nejčastějším postižením kolenního kloubu je poškození mediálního menisku.

P5: Předpokládám, že se častěji volil konzervativní přístup léčby než operační výkon.

P6: Předpokládám, že artroskopie byla nejčastěji zvolenou operační metodou.

6 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU

Veškerá data využitá v praktické části bakalářské práce pocházejí ze zdravotnické dokumentace WinMedicalc Kliniky zobrazovacích metod Fakultní nemocnice Plzeň za období listopad a prosinec 2022, pod odborným dohledem MUDr. Filipa Heidenreicha. Do zkoumaného vzorku pacientů jsem zahrnula všechny, tedy 135 jedinců, kteří byli za určité období podrobeni vyšetření kolenního kloubu na magnetické rezonanci. Pacienti byli odesláni na Kliniku zobrazovacích metod z Kliniky ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí (KOTPÚ) z ambulance ortopedické, dětské, urgentní a úrazových kontrol. Do vzorku pacientů spadají muži i ženy ve věku 9 až 78 let. Veškerá data i obrazová dokumentace jsou anonymní.

7 METODIKA PRÁCE

Pro praktickou část bakalářské práce byla zvolena kombinovaná metodika zpracování dat. Výzkum zahrnuje kvantitativní šetření formou statistické analýzy dat se zkoumaným vzorkem 135 pacientů, s podporou kvalitativního šetření, jenž je interpretováno pěti vybranými případovými studiemi. Dílčími kategoriemi kvantitativního výzkumu jsou pohlaví a věk vyšetřovaných pacientů na magnetické rezonanci, indikace k vyšetření, příčina úrazu a bolesti, použití jiných zobrazovacích metod, jednotlivé zkoumané patologie a terapie kolenního kloubu. Veškerá data z Kliniky zobrazovacích metod FN Plzeň za období listopad a prosinec 2022 jsou zpracována do přehledných tabulek a grafů, přičemž pro rozvinutí jednotlivých zkoumaných kategorií jsem využila slovní hodnocení s údaji přesahující tabulky. Veškerá použitá data jsou anonymní.

Kvalitativní část práce je tvořena pěti referenčními kazuistikami, které popisují případy jednotlivých pacientů léčených ve FN Plzeň za období listopad a prosinec 2022 s přesahem do minulosti pro úplný průběh vyšetření. Každá případová studie obsahuje základní informace o pacientovi, katamnézu s celým průběhem vyšetření, závěr a obrazovou dokumentaci MR či RTG snímků.

Povolení o sběru dat ze zdravotnické dokumentace WinMedicalc FN Plzeň mi udělila Mgr. Bc. Světluše Chabrová na základě podané žádosti (viz. příloha B) a odborný dohled při sběru dat na KZM Lochotín zajistil MUDr. Filip Heidenreich. Obrazovou dokumentaci poskytl MUDr. Ing. Radek Tupý, Ph.D. Náplň praktické části bakalářské práce byla konzultována s vedoucí práce, paní Ing. Bc. Kamilou Honzíkovou a dříve také s paní Ing. Bc. Petrou Smetákovou.

8 STATISTICKÁ ANALÝZA DAT

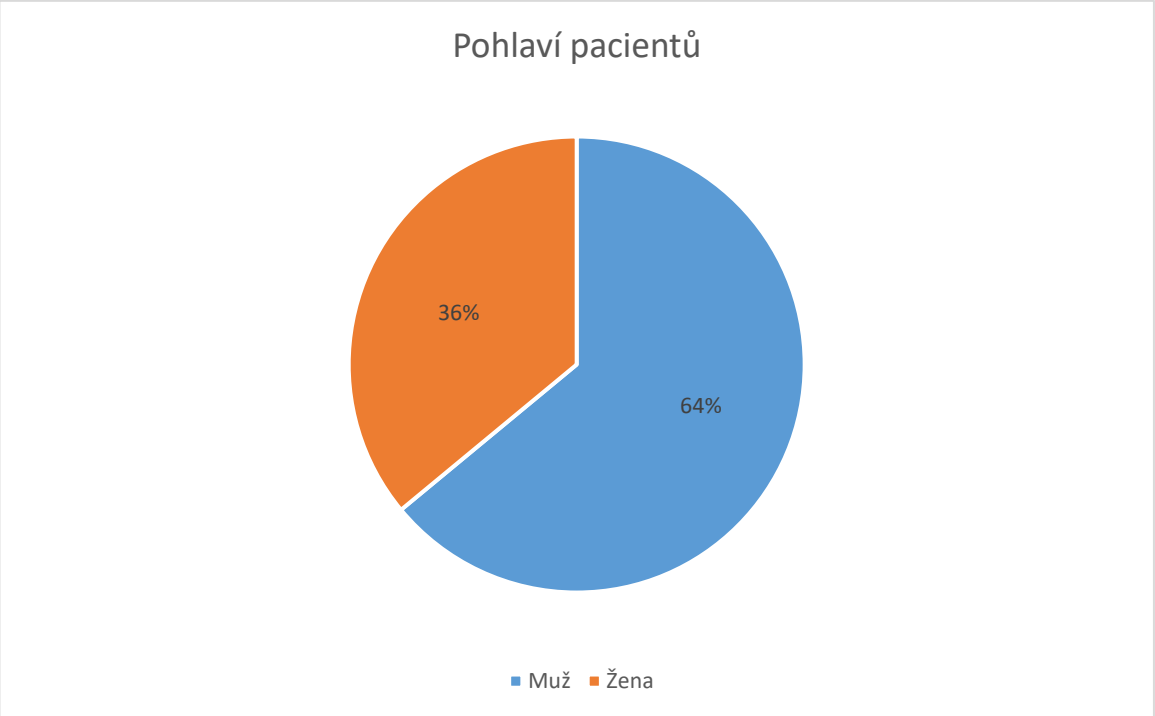
8.1 Pohlaví

První zkoumanou kategorií v rámci kvantitativního šetření je pohlaví pacientů, kteří podstoupili vyšetření kolenního kloubu na magnetické rezonanci v období listopadu a prosince 2022 na Klinice zobrazovacích metod FN Plzeň.

Za výše uvedené období podstoupilo vyšetření kolenního kloubu na magnetické rezonanci 135 pacientů. Z následující tabulky vyplývá, že počet vyšetřených mužů byl 86 a počet žen byl 49 z celkového počtu pacientů. Výsledek první zkoumané kategorie je podložen grafem s procentuálním zastoupením.

Pohlaví pacientů	Počet pacientů	Procentuální zastoupení
Muž	86	64 %
Žena	49	36 %
Celkem	135	100 %

Tabulka 1 Pohlaví pacientů (Zdroj: vlastní)



Graf 1 Pohlaví pacientů (Zdroj: vlastní)

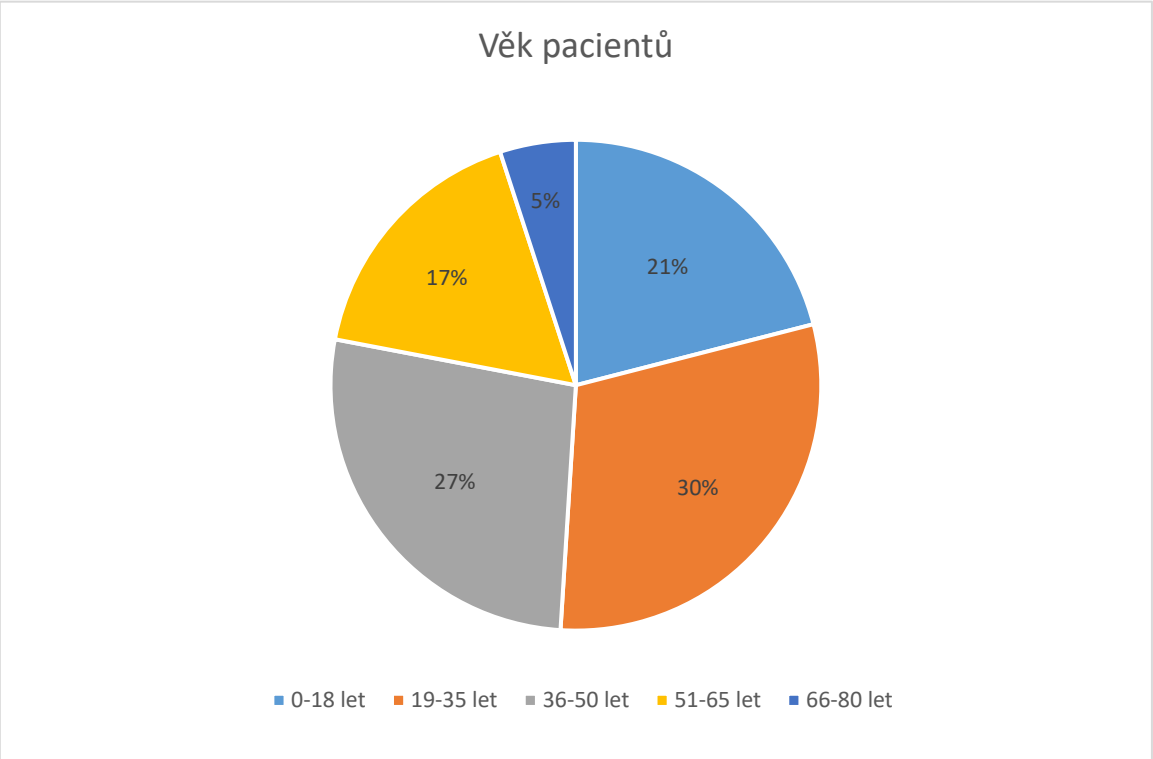
8.2 Věk

Další zkoumanou kategorií v rámci kvantitativního šetření je věk pacientů, kteří podstoupili vyšetření kolenního kloubu na magnetické rezonanci za výše uvedené období.

Věk pacientů	Počet pacientů	Procentuální zastoupení
0-18 let	28	21 %
19-35 let	41	30 %
36-50 let	37	27 %
51-65 let	23	17 %
66-80 let	6	5 %
Celkem	135	100 %

Tabulka 2 Věk pacientů (Zdroj: vlastní)

Z tabulky 2 vyplývá, že nejvíce zastoupenou věkovou skupinou pacientů vyšetřovanou na magnetické rezonanci je skupina od 19 do 35 let se svými 41 pacienty (30 %). Skupina pacientů ve věku od 0 do 18 let je zastoupena v počtu 28 pacientů (21 %), věková skupina od 36 do 50 let je zastoupena v počtu 37 pacientů (27 %). Další skupinou jsou pacienti ve věku 51 až 65 let v počtu 23 pacientů (17 %) a poslední skupinou jsou pacienti ve věku 66 až 80 let se zastoupením 6 pacientů (5 %). V tomto výzkumném šetření byl nejmladší pacient mužského pohlaví ve věku 9 let a nejstarší pacientka ženského pohlaví ve věku 78 let. Věkovou skupinu, která byla v tomto šetření nejzastoupenější jsem pojmenovala jako mladé dospělé. Domnívám se, že důvod četnějšího zastoupení této věkové skupiny zřejmě tkví ve vyšší sportovní aktivitě a tím i větší náchylnosti ke zranění či opotřebení jednotlivých částí kolenního kloubu. Výsledek zkoumané kategorie je podložen grafickým znázorněním s procentuálním zastoupením pacientů v jednotlivých věkových skupinách.



Graf 2 Věk pacientů (Zdroj: vlastní)

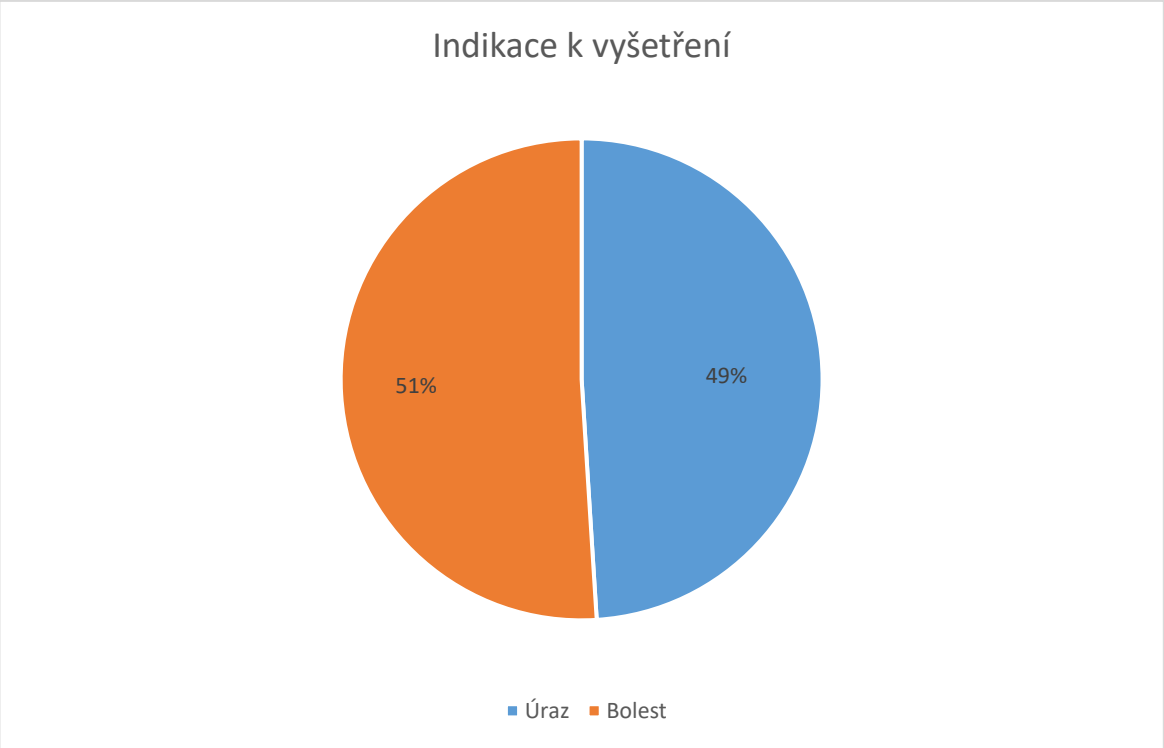
8.3 Indikace k vyšetření

V rámci kvantitativního šetření jsem dále zkoumala důvod návštěvy lékaře s následnou indikací k vyšetření kolenního kloubu na magnetické rezonanci. Jednotlivé zkoumané oblasti byly zaměřeny na úraz nebo spontánní bolest pacienta.

Indikace k vyšetření	Počet pacientů	Procentuální zastoupení
Úraz	66	49 %
Bolest	69	51 %
Celkem	135	100 %

Tabulka 3 Indikace k vyšetření (Zdroj: vlastní)

Z tabulky 3 je patrné, že zastoupení obou zkoumaných oblastí je téměř stejné. Návštěva lékaře z důvodu bolesti kolenního kloubu zkoumaného vzorku je mírně vyšší, a to v případě 69 pacientů než z důvodu úrazu, a to se zastoupením 66 pacientů. Tabulka je doplněna grafickým znázorněním procentuálního zastoupení pacientů jednotlivých indikací.



Graf 3 Indikace k vyšetření (Zdroj: vlastní)

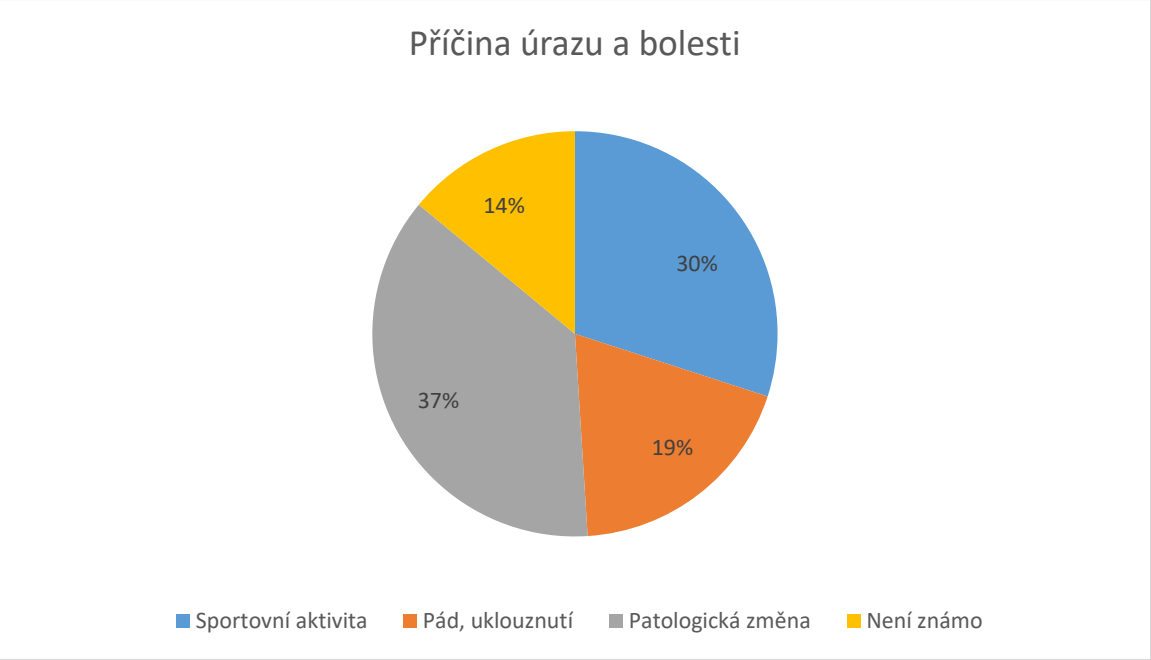
8.4 Příčina úrazu a bolesti

V rámci sběru dat jsem u jednotlivých pacientů zkoumala příčiny úrazů i bolestí kolenního kloubu, které dovedly pacienta k lékaři.

Příčina úrazu a bolesti	Počet pacientů	Procentuální zastoupení
Sportovní aktivita	41	30 %
Pád, uklouznutí	25	19 %
Patologická změna	50	37 %
Není známo	19	14 %
Celkem	135	100 %

Tabulka 4 Příčina úrazu a bolesti (Zdroj: vlastní)

Z tabulky 4 je zřejmé, že nejčastější příčinou návštěvy lékaře je bolest způsobená patologickou změnou probíhající v kolenním kloubu a to v 50 případech. Sportovní aktivita, kterou je nejčastěji zastoupený fotbal nebo zimní sporty, uvedlo při své návštěvě lékaře 41 pacientů. Pád nebo uklouznutí na nerovném či mokrém povrchu udává 25 pacientů. U 19 pacientů nebylo možné dohledat příčinu ani mechanismus úrazu a bolesti, zřejmě se ale bude jednat o spontánní bolest vlivem patologických změn. Přiložený graf znázorňuje procentuální zastoupení jednotlivých příčin.



Graf 4 Příčina úrazu a bolesti (Zdroj: vlastní)

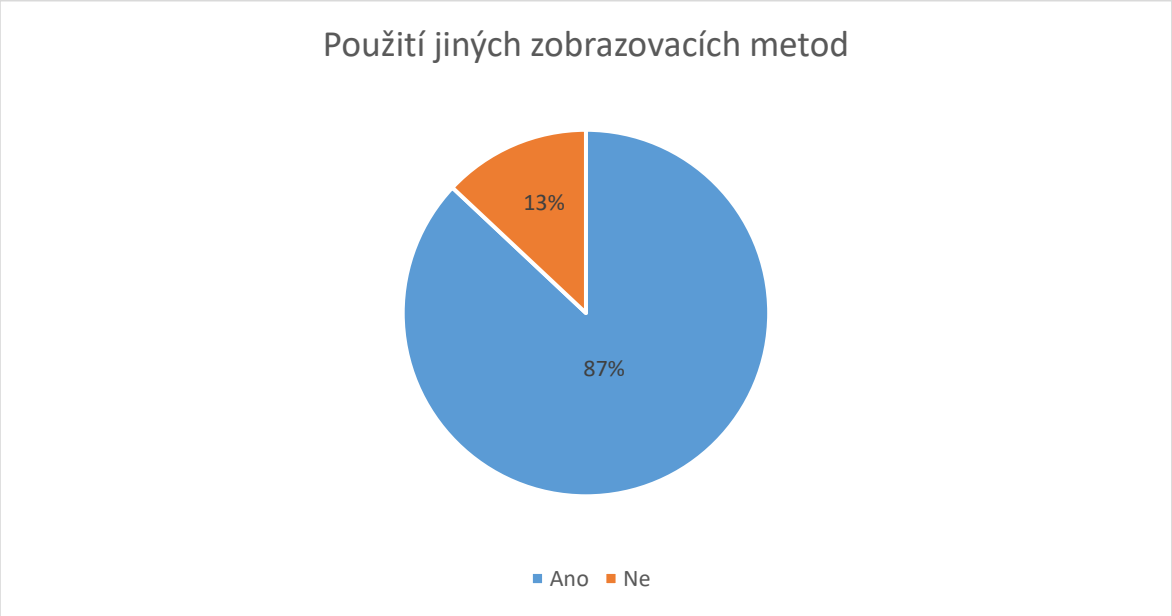
8.5 Použití jiných zobrazovacích metod

Na základě teoretické stránky zkoumané problematiky víme, že magnetická rezonance nebývá ve většině případů metodou první volby. Proto jsem zkoumala, zda vyšetření kolenního kloubu na magnetické rezonanci zkoumaného vzorku pacientů předcházelo využití jiné zobrazovací metody, konktrétně využití rentgenu a v kolika případech.

RTG snímek před MR	Počet pacientů	Procentuální zastoupení
Ano	118	87 %
Ne	17	13 %
Celkem	135	100 %

Tabulka 5 Použití jiných zobrazovacích metod (Zdroj: vlastní)

Z tabulky 5 vyplývá, že většina pacientů, tedy 118, před vyšetřením kolenního kloubu na magnetické rezonanci podstoupila vyšetření na rentgenu. Pouhých 17 pacientů bylo odesláno rovnou na vyšetření magnetickou rezonancí. Nejpravděpodobnější vysvětlení podstoupení magnetické rezonance bez předchozího snímku na RTG je kontrolní snímek po operaci nebo po dlouhodobém onemocnění v oblasti kolenního kloubu. Výsledná data jsou podložena grafickým znázorněním s procentuálním zastoupením.



Graf 5 Použití jiných zobrazovacích metod (Zdroj: vlastní)

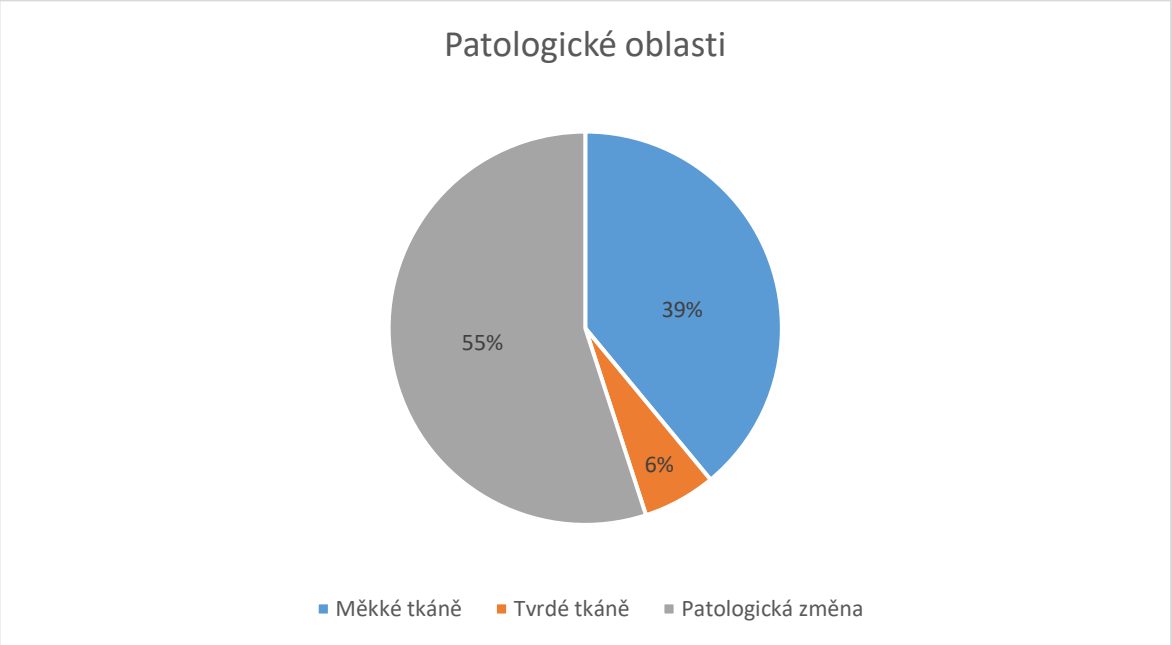
8.6 Zkoumané patologické oblasti kolenního kloubu

Další tabulka obsahuje data o patologických oblastech kolena. V prvé řadě jsem si veškerá postižení rozdělila na postižení anatomických struktur a v druhé řadě na patologické jevy vyskytující se v kolenním kloubu. Tyto údaje již vychází z vyšetření na MR.

Patologické oblasti	Počet případů	Procentuální zastoupení
Postižení měkkých tkání	127	39 %
Postižení tvrdých tkání	21	6 %
Patologická změna	177	55 %
Celkem	325	100 %

Tabulka 6 Zkoumané patologické oblasti kolenního kloubu (Zdroj: vlastní)

Z tabulky 6 je patrné, že nadpoloviční většina všech patologií kolenního kloubu ze zkoumaného vzorku pacientů, vyšetřovaná na magnetické rezonanci, je způsobená patologickou změnou, tedy v 177 případech. Postižení měkkých tkání bylo prokázáno ve 127 případech a pouze u 21 případů šlo o postižení/poranění tvrdých tkání. Celkový počet případů 325 je vyšší než počet pacientů v důsledku více postižení zároveň. Tabulka je doplněna o grafické znázornění v procentech.



Graf 6 Zkoumané patologické oblasti kolenního kloubu (Zdroj: vlastní)

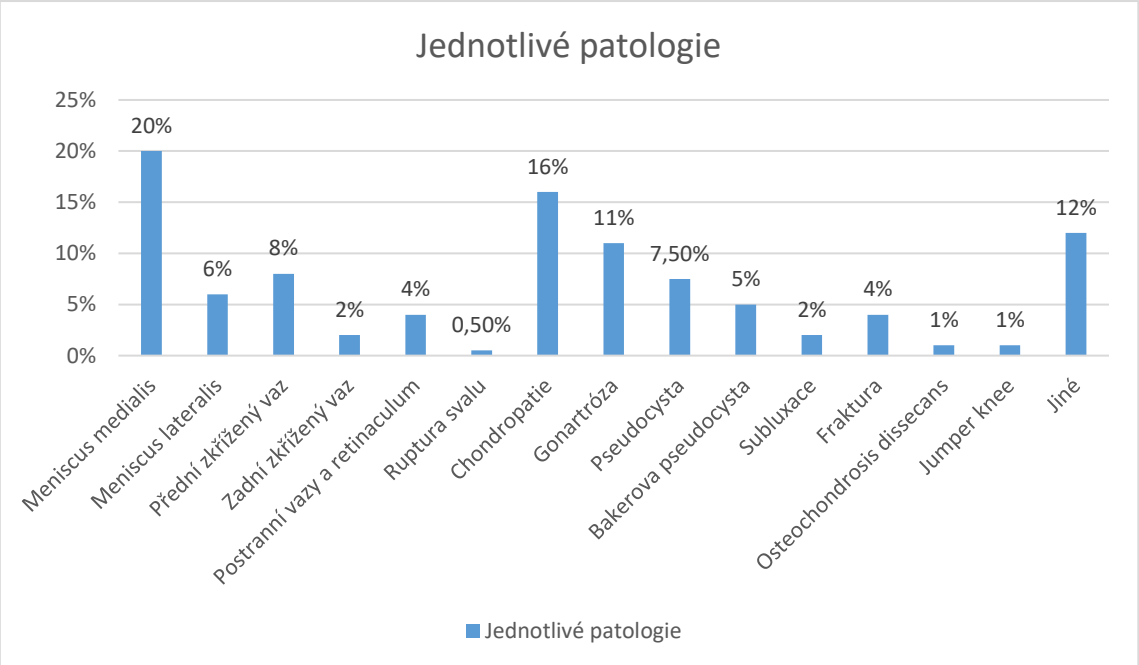
8.7 Jednotlivé zkoumané patologie kolenního kloubu

Po rozdělení jednotlivých oblastí postižení jsem vytvořila podrobnou tabulku s širokou škálou veškerých diagnostikovaných patologií na magnetické rezonanci vyskytujících se v kolenním kloubu zkoumaného vzorku pacientů. Tato kapitola je členěná do dvou tabulek a grafů, přičemž první tabulka a graf znázorňuje počet a procentuální zastoupení jednotlivých patologií mezi sebou. Druhá tabulka a graf pak znázorňuje procentuální zastoupení jednotlivých patologií ku počtu zkoumaných pacientů.

Jednotlivé patologie	Počet	Procentuální zastoupení
Meniscus medialis	61	20 %
Meniscus lateralis	19	6 %
Přední křížový vaz	26	8 %
Zadní křížový vaz	6	2 %
Postranní vazy, retinaculum patellae	14	4 %
Ruptura svalu	2	0,5 %
Chondropatie	51	16 %
Gonartróza	36	11 %
Pseudocysta	24	7,5 %
Bakerova pseudocysta	17	5 %
Subluxace	7	2 %
Fraktura (osteochondrální, patela, tibie)	14	4 %
Jumper knee	4	1 %
Osteochondrosis dissecans	4	1 %
Jiné	40	12 %
Celkem případů	325	100 %

Tabulka 7 Jednotlivé patologie mezi sebou (Zdroj: vlastní)

Z tabulky 7 vyplývá, že nejčastěji postiženou strukturou kolenního kloubu diagnostikovanou na magnetické rezonanci je mediální meniskus. Jeho ruptura či natržení se prokázala u 61 pacientů. Ruptura laterálního menisku se objevila u 19 pacientů, ruptura předního křížového vazu se potvrdila u 26 pacientů a zadního křížového vazu u 6 pacientů. Postranní vazy mělo přetržené 10 pacientů a 4 pacienty trápila ruptura patelárních retinacul, dohromady tedy 14 pacientů. Ruptura stehenního svalu se objevila pouze u 2 pacientů. Subluxace se prokázala u 7 pacientů. Ve 14 případech byla prokázaná fraktura, osteochondrální v 7 případech, fraktura pately v 5 případech a fraktura tibie ve 2 případech. Z předchozí tabulky jsme zjistili, že nadpoloviční většina pacientů trpí degenerativním či vrozeným onemocněním. Ze zkoumaného vzorku pacientů sem jistě spadá nejvíce zastoupená chondropatie s 51 pacienty a gonartróza, která se projevila u 36 pacientů. Pseudocysta se na snímkách magnetické rezonance ukázala u 24 pacientů a typická Bakerova pseudocysta pro kolenní kloub se objevila u 17 pacientů. Jumper knee neboli skokanské koleno bylo průkazné u 4 pacientů, stejně tak osteochondrosis dissecans. Pod pojem „jiné“ jsem zařadila různé kostní modřiny, ganglion, výrazně zmnoženou tekutinu či krev v kloubní dutině, edém kostní dřeně, novotvar, nebo jinak nespecifikovaný defekt, to vše se objevilo ve 40 případech.



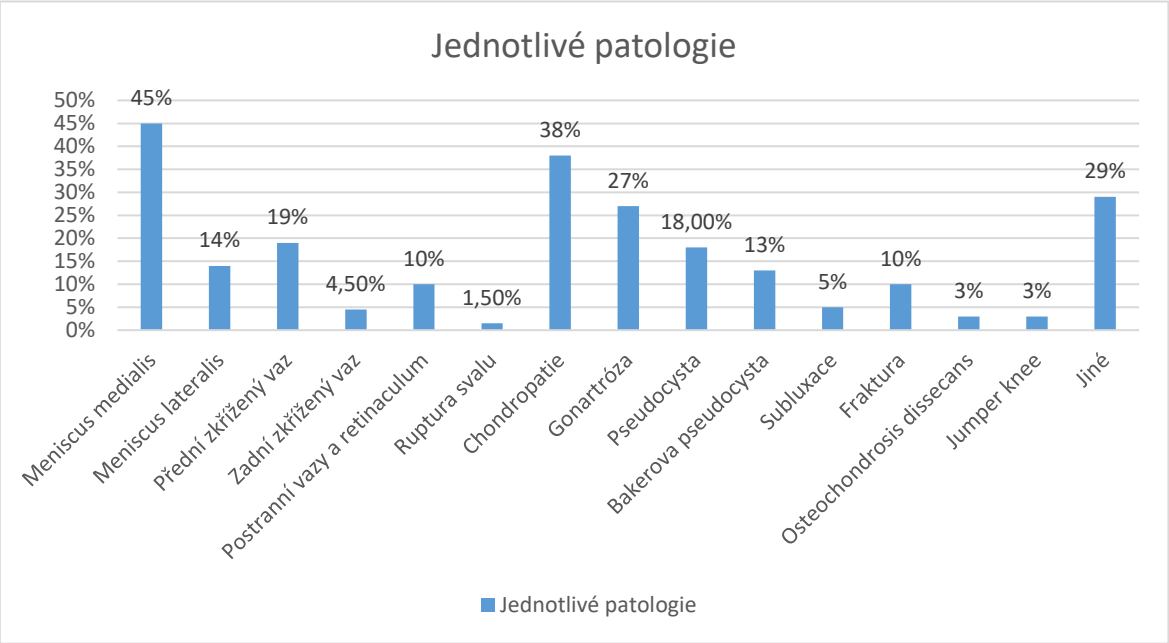
Graf 7 Jednotlivé patologie mezi sebou (Zdroj: vlastní)

Jednotlivé patologie	Počet	Procentuální zastoupení
Meniscus medialis	61	45 %
Meniscus lateralis	19	14 %
Přední křížový vaz	26	19 %
Zadní křížový vaz	6	4,5 %
Postranní vazy, retinaculum patellae	14	10 %
Ruptura svalu	2	1,5 %
Chondropatie	51	38 %
Gonartróza	36	27 %
Pseudocysta	24	18 %
Bakerova pseudocysta	17	13 %
Subluxace	7	5 %
Fraktura (osteochondrální, patela, tibie)	14	10 %
Jumper knee	4	3 %
Osteochondrosis dissecans	4	3 %
Jiné	40	29 %
Celkem pacientů	135	100 %

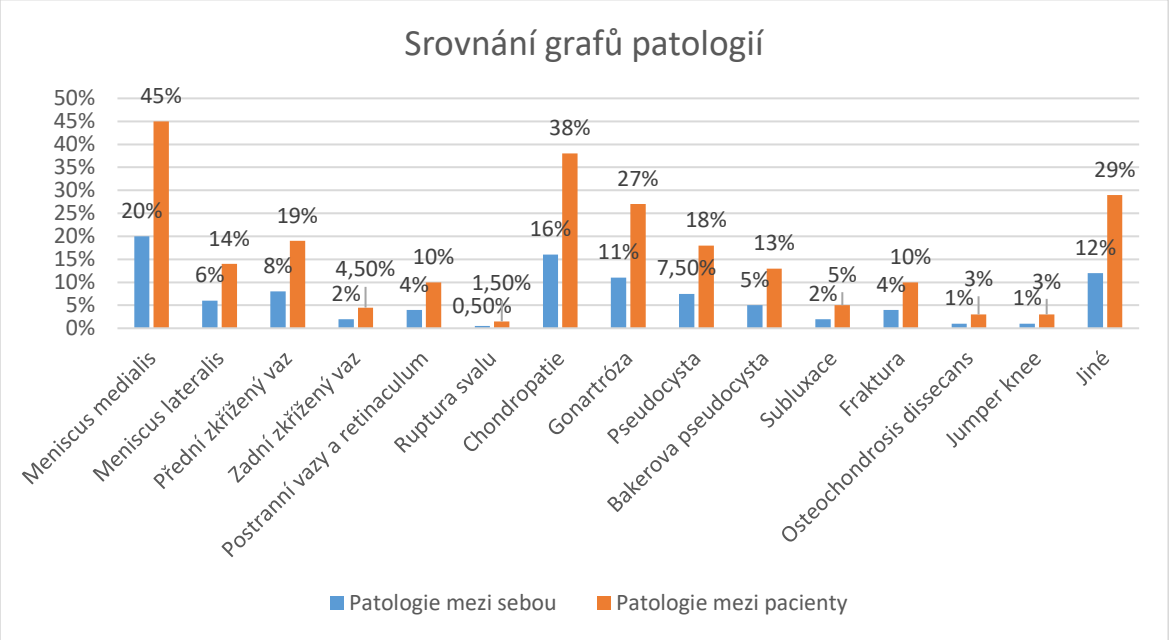
Tabulka 8 Jednotlivé patologie ku počtu pacientů (Zdroj: vlastní)

Tabulka 8 popisuje procentuální zastoupení jednotlivých případů patologií ku počtu zkoumaných pacientů. Z tabulky 8 tedy vyplývá, že poškození mediálního menisku postihlo 45 % pacientů, tedy bezmála polovinu zkoumaných pacientů. Meniscus lateralis byl poškozen u 14 % pacientů. Přední křížový vaz byl poškozen v 19 % a zadní křížový vaz pouze ve 4,5 % případů. To potvrzuje informace získané z teoretické části práce. Postižení postranních vazů společně s retinaculy bylo diagnostikováno u 10 % pacientů, ruptura svalu pouze u 1,5 % zkoumaného vzorku pacientů. Subluxace kloubu se objevila u 5 % pacientů

a jednotlivé fraktury u 10 % pacientů. Skokanské koleno a onemocnění osteochondrosis dissecans se na magnetické rezonanci ukázalo u 3 % pacientů jednotlivě. Chondropatií trpí také větší část pacientů a to 38 %, gonartrózou 27 % a pseudocystu má 18 % pacientů. U 13 % zkoumaného vzorku pacientů se objevila Bakerova pseudocysta. Jiné patologické procesy jako kostní modřiny, edém či novotvary byly zaznamenány u 29 % pacientů.



Graf 8 Jednotlivé patologie ku počtu pacientů (Zdroj: vlastní)



Graf 9 Srovnání grafů patologií (Zdroj: vlastní)

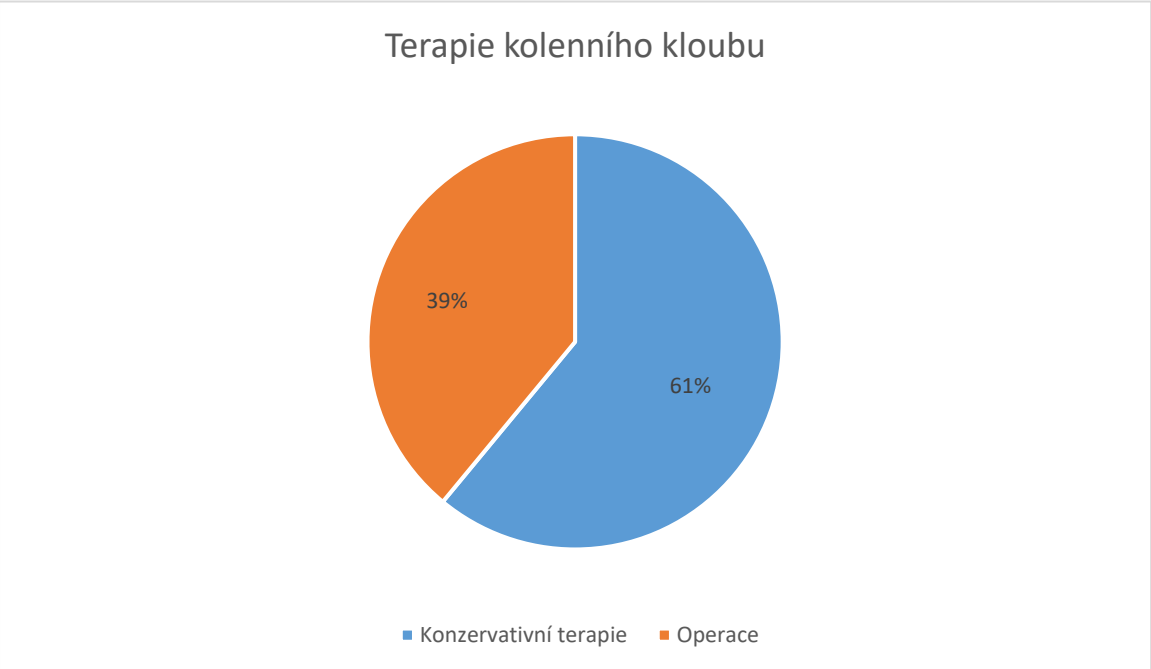
8.8 Terapie kolenního kloubu

Poslední kapitolou kvantitativního šetření je terapie stanovená po určení diagnózy na magnetické rezonanci.

Terapie	Počet pacientů	Procentuální zastoupení
Konzervativní	83	61 %
Operace	52	39 %
Celkem	135	100 %

Tabulka 9 Terapie kolenního kloubu (Zdroj: vlastní)

Z tabulky 9 vyplývá, že lékař po stanovení diagnózy na magnetické rezonanci častěji doporučuje konzervativní léčbu pomocí fixace kolenního kloubu dlouhou ortézou či několikatýdenním klidovým režimem a to v 83 případech. Nicméně k operačnímu výkonu bylo doporučeno 52 pacientů, což činí necelých čtyřicet procent zkoumaného vzorku a nejedná se tedy o zanedbatelný počet pacientů. Nejčastějším důvodem indikace operačního výkonu byla ruptura mediálního menisku, hned za ním byla ruptura předního křížového vazu. Výsledná data jsou podložena grafickým znázorněním procentuálního zastoupení.



Graf 10 Terapie kolenního kloubu (Zdroj: vlastní)

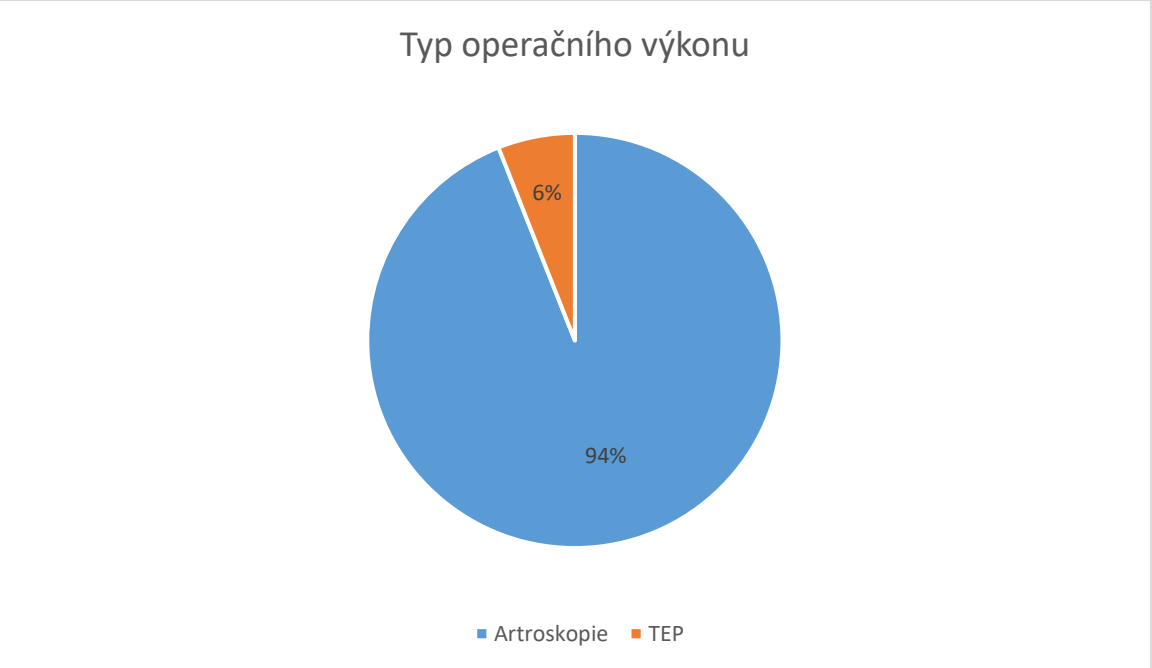
8.8.1 Typ operačního výkonu

Podkapitolou, kterou jsem k terapii kolenního kloubu chtěla zařadit, je typ operačního výkonu, prováděný u pacientů s indikací k operaci. Operaci kolenního kloubu podstoupilo 52 pacientů.

Typ operace	Počet pacientů	Procentuální zastoupení
Artroskopie	49	94 %
Totální endoprotéza	3	6 %
Celkem	52	100 %

Tabulka 10 Typ operačního výkonu (Zdroj: vlastní)

Z tabulky 10 je zřejmé, že drtivá většina pacientů podstoupila artroskopickou operaci kolenního kloubu, a to až ve 49 případech. Nejčastěji šlo o odstranění či sešití mediálního menisku nebo sešití či plastiku předního zkříženého vazu. Operační výkon s využitím totální endoprotézy podstoupili pouze 3 pacienti. Ve všech třech případech byl důvod v provedení několika artroskopií v minulosti bez uspokojivého výsledku. Tabulka je podložena grafickým znázorněním procentuálního zastoupení.



Graf 11 Typ operačního výkonu (Zdroj: vlastní)

9 PŘÍPADOVÉ STUDIE

9.1 Případová studie 1

Pohlaví: muž

Věk: 9 let

Výška/ hmotnost: 140 cm /47 kg

AA: neguje

Katamnéza:

5/2022 pacient přichází na KOTPÚ na dětskou ambulanci pro neustupující bezúrazovou bolest v oblasti levého kolena. S ohledem na věk pacienta bylo rovnou indikováno vyšetření na MR bez předchozího RTG snímku. Pacientovi je ještě tentýž měsíc provedeno MR vyšetření levého kolena, nativně i s podáním KL na 3 T přístroji. Závěrem lékař popisuje ložisko abscesu o velikosti 17x14x10 mm distální metafýzy levého femuru dorzomediálně zasahující do kloubní štěrbiny, synovitidu, zmnoženou tekutinu v kloubu a edém měkkých tkání v okolí kloubního pouzdra (viz. obrázek 1 a 2).

6/2022 pacient přichází po měsíci na kontrolní MR vyšetření, po doporučené terapii lékařem (bohužel léčebný postup nebylo možné získat). Vyšetření levého kolena je provedeno nativně na 3 T přístroji, i přes opakované pokusy se pacientovi nedaří zavést kanylu pro kontrastní vyšetření. Po srovnání vyšetření z 5/2022 lékař popisuje parciální regresi abscesu distální metafýzy levého femuru dorzomediálně, zmenšil se edém i výpotek v kloubu. Redukovaná kloubní chrupavka kondylu tibie v zátěžové zóně a fisura mediálního menisku a suspektně drobná i zadního rohu laterálního menisku.

09/2022 pacient přichází na kontrolní MR vyšetření po čtvrt roce, které je provedeno nativně i s podáním KL na 3 T přístroji. Závěrem lékař popisuje minimální zmenšení ložiska abscesu v mediální části distální diafýzy femuru a redukci edému kostní dřeně v okolí. Nově je však oproti minulému vyšetření výrazně zesíleno kloubní pouzdro s propagací několika drobných abscesových kolekcí intraartikulárně. Nově také okrsky edému kostní dřeně v proximální tibii.

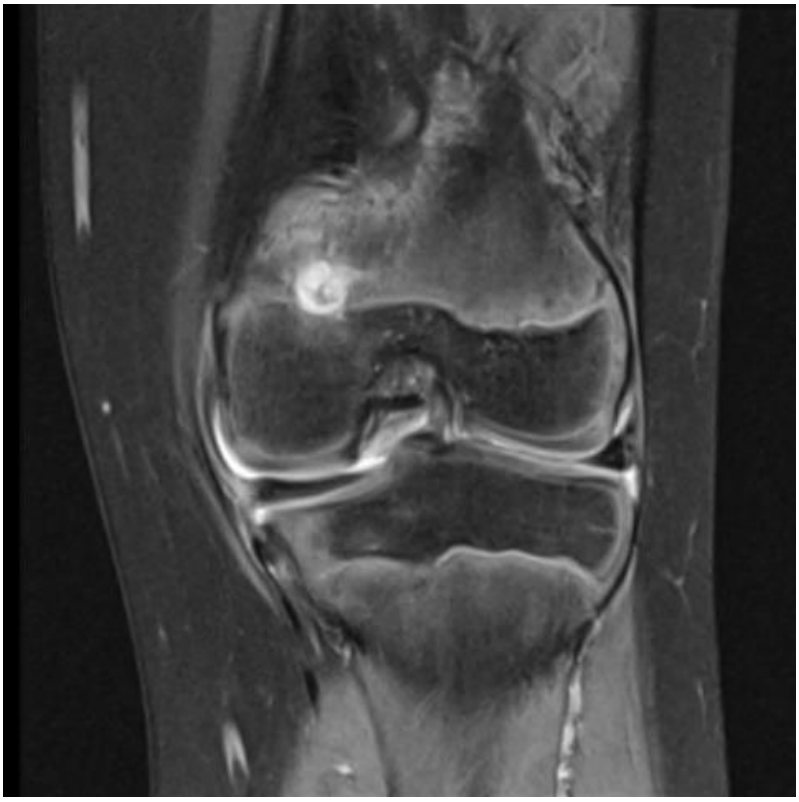
12/2022 pacient přichází na kontrolní MR vyšetření k posouzení vývoje pozánětlivých změn v oblasti levého kolena. Vyšetření je provedeno nativně i postkontrastně na 3 T

přístroji. Závěrem lékař porovnává vyšetření z minula a popisuje nález na distální diafýze femuru dorzomediálně bez podstatných změn. V proximální epifýze tibie je patrná regrese jednoho okrsku edému mediálně při interkondylární eminenci. Naopak zde nachází progresi jednoho okrsku edému při mediální hraně kondylu s jedním nově přilehlým ventrolaterálněji. Parciální regrese pseudocyst se sytícími se stěnami při kondylech femuru (viz. obrázek 3 a 4).

Závěr:

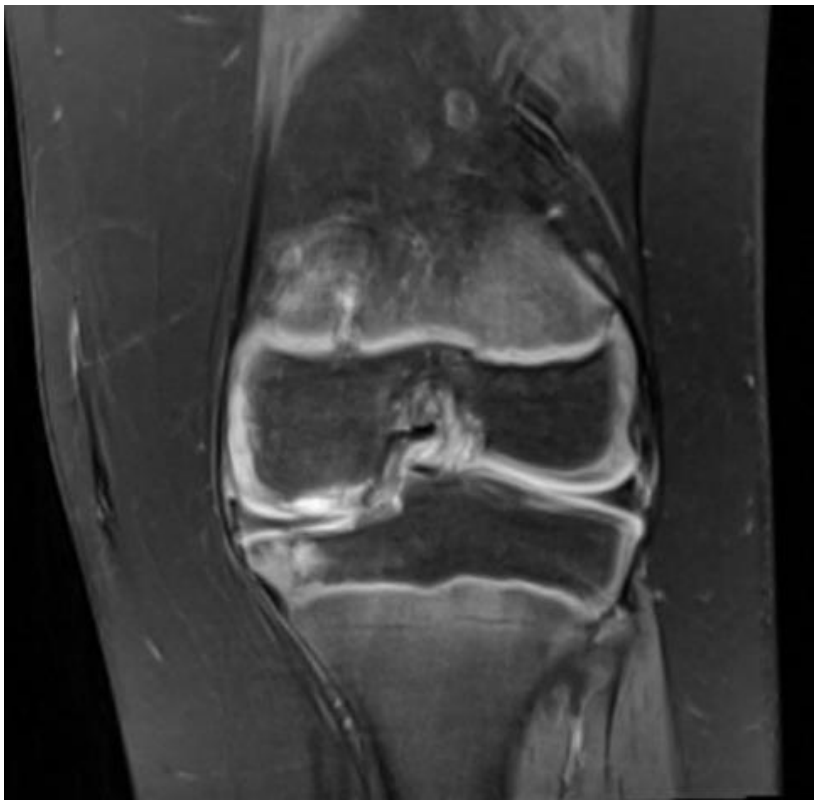
9letý pacient přichází na KOTPÚ na dětskou ambulanci pro neúrazovou bolest v oblasti levého kolena. Po sérii vyšetření na MR je diagnostikováno primárně ložisko abscesu na distální diafýze femuru spolu s několika dalšími pseudocystami, fisurou mediálního menisku a edémem kostní dřeně. Poslední dostupná diagnóza je již v některých oblastech kloubu spíše s parciální regresí. Lékař doporučuje zátěž do bolesti dle tolerance, sport pouze rekreačně. Vrcholový sport a tělesnou výchovu vynechat až do konce školního roku 2022/2023. Kontrola na MR v červnu.

Obrazová dokumentace:

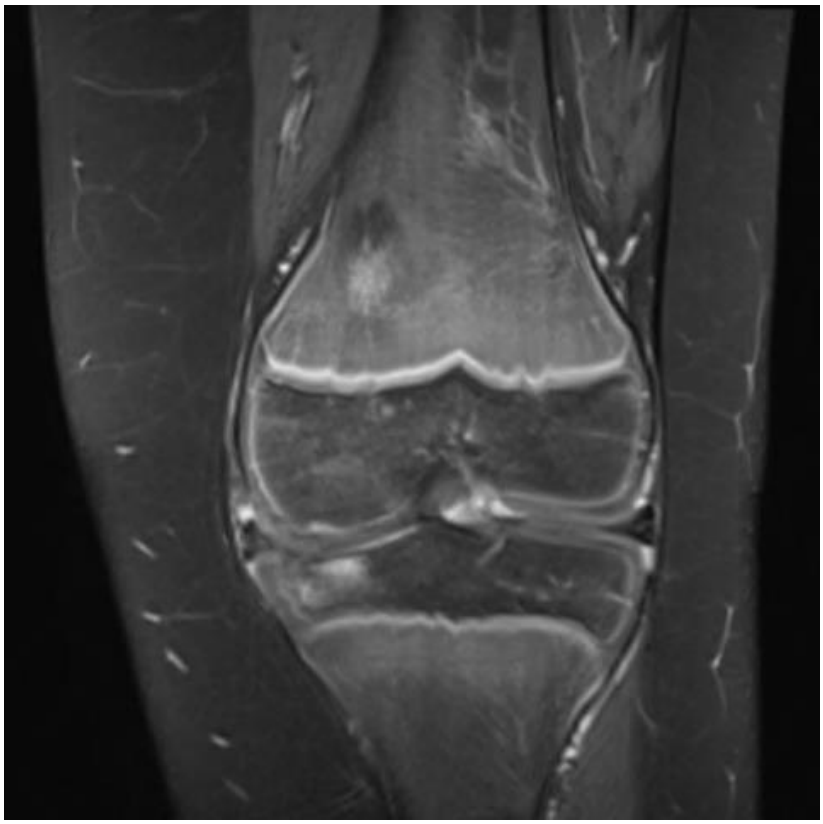


Obrázek 1 MRI kolena 5/2022, PD koronární řez (Zdroj: archiv FN Plzeň)

Obrázek 2 MRI kolena 5/2022, T1 koronární řez s KL (Zdroj: archiv FN Plzeň)



Obrázek 3 MRI kolena 12/2022, PD koronární řez (Zdroj: archiv FN Plzeň)



Obrázek 4 MRI kolena 12/2022, T1 koronární řez s KL (Zdroj: archiv FN Plzeň)

9.2 Případová studie 2

Pohlaví: žena

Věk: 78 let

Výška/ hmotnost: 167 cm / 84 kg

AA: neguje

Katamnéza:

03/2022 byla pacientka léčena odstraněním exostózy proximální metafýzy tibie pravého kolena. V podkolenní jamce se nachází nevelká Bakerova pseudocysta.

11/2022 pacientka přichází na KOTPÚ na ortopedickou ambulanci pro neúrazovou bolest pravého kolena, spíše pocity tlaku v podkolenní, omezující aktivní flexi kloubu, od doby výkonu. Pacientka je indikována k RTG vyšetření, kde je patrná gonartróza II.-III. stupně se snížením kloubní štěrbiny mediálně. Vzhledem k úpornosti obtíží lékař indikuje MR vyšetření kolena a bérce a doporučuje doplnit vyšetřením neurologickým.

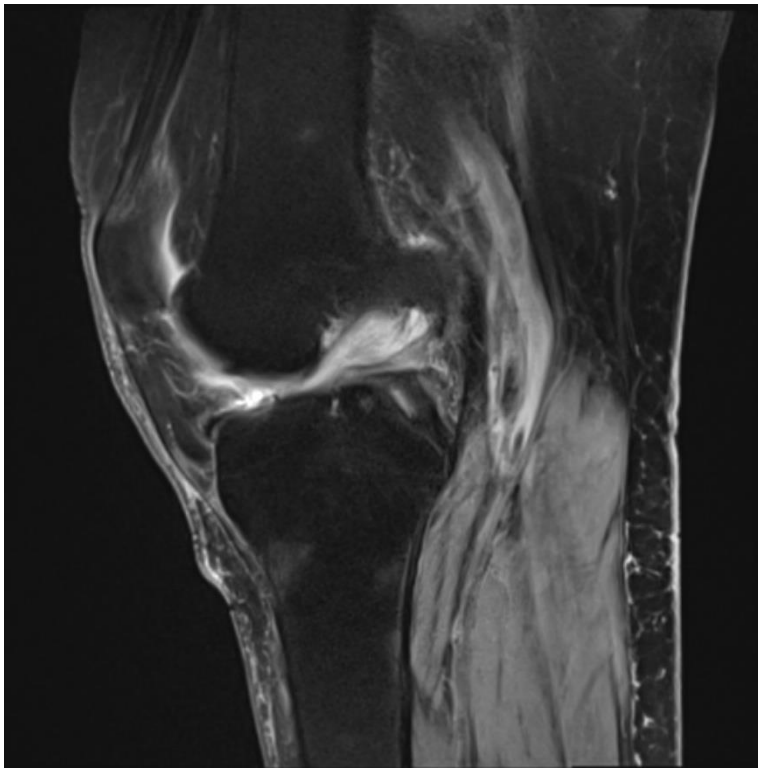
12/2022 pacientka přichází na MR vyšetření, které je provedeno nativně na 3 T přístroji. Lékař závěrem popisuje stav po extirpaci exostózy proximální metafýzy tibie. V místě zákroku je bez značných změn. Přední zkřížený vaz je výrazně hypersignální, vykazující mukoidní degeneraci (viz. obrázek 6) a dále je také patrná destrukce mediálního menisku vlivem pokročilé gonartrózy (viz. obrázek 5).

Závěr:

78letá pacientka přichází pro pocity tlaku v podkolenní jamce pravého kolena na KOTPÚ. V průběhu podstupuje RTG i MR vyšetření s výslednou diagnózou mukoidní degenerace předního zkříženého vazu, destrukcí mediálního menisku a pokročilou gonartrózou. Lékař doporučuje klidový režim až do ústupu obtíží. Pokud by nastalo klinické zhoršení stavu, pacientka bude indikována k artroskopickému ošetření s očekáváním dočasné úlevy při známé diagnóze gonartrózy.

Obrazová dokumentace:

Obrázek 5 MRI kolena, PD koronární řez, gonartróza s převahou v mediálním kompartmentu, destrukce mediálního menisku (Zdroj: archiv FN Plzeň)



Obrázek 6 MRI kolena, PD sagitální řez, mukoidní degenerace předního zkříženého vazu (Zdroj: archiv FN Plzeň)

9.3 Případová studie 3

Pohlaví: žena

Věk: 61 let

Výška/ hmotnost: 178 cm/ 80 kg

AA: neguje

Katamnéza:

11/2022 pacientka přichází na KOTPÚ na ambulanci úrazových kontrol pro zhoršení bolestí pravého kolena. Před lety byla indikována k artroskopickému vyšetření s lézí předního zkříženého vazu. Po klinickém zhodnocení lékaře je pacientka odeslána na RTG. Stanovenou diagnózou je gonartróza III. stupně, genu valgum a stav po ruptuře předního zkříženého vazu a parciální meniskektomii. Pacientka je ještě téhož dne podrobena obstřiku kolenního kloubu, je jí indikováno MR vyšetření a doporučená řízená rehabilitace kolena.

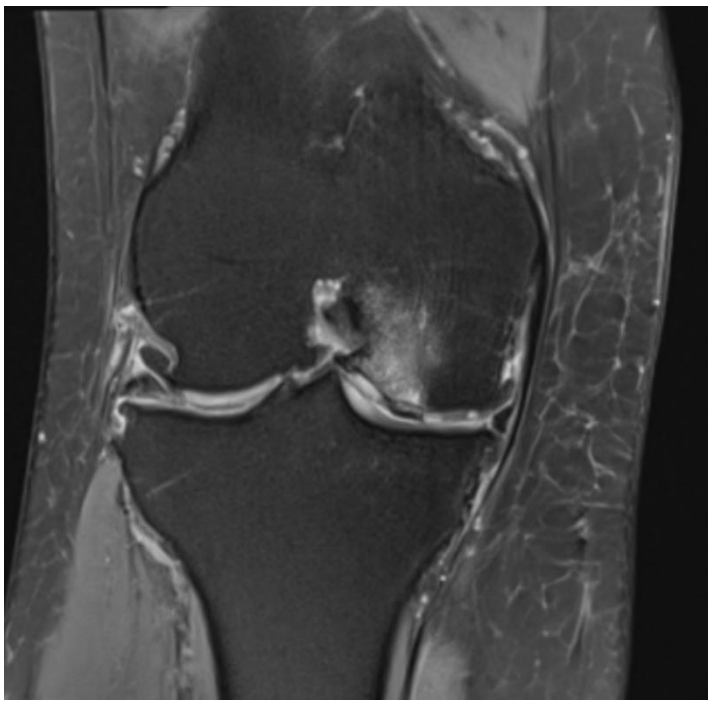
11/2022 pacientka přichází o 14 dní později na MR vyšetření, provedené nativně na 3 T přístroji. Lékař závěrem popisuje pokročilé degenerativní změny s gonartrózou III. stupně se subchondrálními pseudocystami v mediálním kondylu femuru a tibie s okolním edémem kostní dřeně. Dále zde popisuje chondropatii kloubních chrupavek s nepravidelnou redukcí v zátěžových oblastech, především laterálního kondylu tibie a mediálního kondylu femuru a horizontální trhlinu zadního rohu mediálního menisku (viz. obrázek 7 a 8). V podkolenní se vyskytuje Bakerova pseudocysta o velikosti 22x4x63 mm.

12/2022 pacientka přichází na kontrolu na KOTPÚ se stále přetrvávající bolestí. Lékař na podkladě MR vyšetření souhrnně diagnostikuje nález dominující na chrupavce s osteonekrózou a s indikací k artroskopickému ošetření.

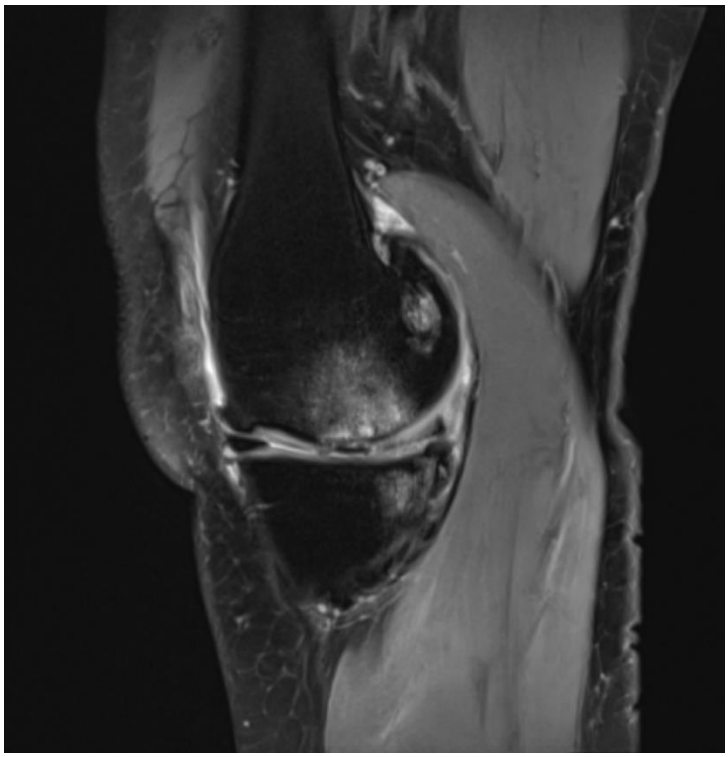
Závěr:

61letá pacientka přichází pro zhoršení bolestí v oblasti pravého kolena na KOTPÚ. Před lety absolvovala artroskopické ošetření ruptury předního zkříženého vazu a lézi menisků. V průběhu návštěv v nemocnici podstupuje RTG i MR vyšetření s výslednou diagnózou pokročilé gonartrózy III. stupně a chondropatií. Vzhledem k nálezu osteonekrózy je pacientka následně indikována k artroskopickému ošetření.

Obrazová dokumentace:



Obrázek 7 MRI kolena, PD koronární řez, osteonekróza, edém kostní dřeně mediálního kondylu femuru, osteofyty, léze menisků (Zdroj: archiv FN Plzeň)



Obrázek 8 MRI kolena, PD sagitální řez, osteonekróza, edém kostní dřeně mediálního kondylu femuru, osteofyty, léze menisků (Zdroj: archiv FN Plzeň)

9.4 Případová studie 4

Pohlaví: Muž

Věk: 54 let

Výška/ hmotnost: 184 cm / 82 kg

AA: neguje

Katamnéza:

V roce 2015 pacient podstoupil artroskopické ošetření levého kolena po sportovním úrazu, které spočívalo v rekonstrukci předního zkříženého vazu autoštěpem z ligamentum patellae. Po ošetření nastala úleva a pacient opět začal rekreačně sportovat.

12/2022 přichází pacient na KOTPÚ na úrazovou ambulanci. Momentálně se poslední 2 roky potýká se zhoršující se bolestí mediální strany levého kolenního kloubu s pocity přeskakování kolena. Klinicky se bolest vyskytuje mediálně, štěp je pevný a hybnost kolenního kloubu je plná. Pacient je indikován k RTG vyšetření (viz. obrázek 10 a 11) a dlouhému snímku celé končetiny v zátěži (viz. obrázek 9), které lékař závěrem popisuje stavem po ACL (rekonstrukce předního zkříženého vazu) s lézí mediálního menisku a gonartrózou mediálně. Indikováno je taktéž MR vyšetření.

12/2022 pacient přichází po týdnu na KZM na MR vyšetření levého kolena, které je provedeno nativně na 3 T přístroji. Lékař závěrem popisuje úplné přerušení a subluxaci laterálního menisku a mediální meniskus s fisurou laterodorsálně. V okolí se nachází drobné parameniskální cysty. Mediální strana kloubu je postižena gonartrózou. Jsou zde přítomny i osteofyty femuru a tibie (viz. obrázek 12 a 13).

Závěr:

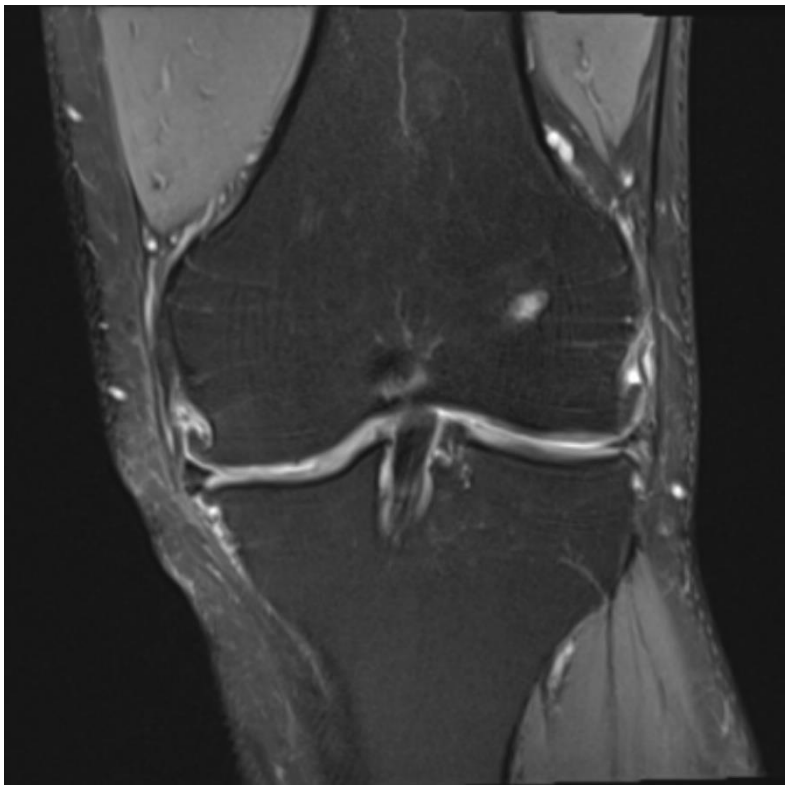
54letý pacient přichází pro bolestivost levého kolenního kloubu na KOTPÚ na ambulanci úrazových kontrol. Je 7 let po plastice předního zkříženého vazu autoštěpem a potýká se poslední dva roky se zhoršující se bolestí. Po absolvování RTG a MR vyšetření je známá diagnóza úplného přerušení laterálního menisku s fisurou na mediálním menisku, gonartrózou a osteofyty vyskytující se na femuru a tibii. Pacient je indikován k reartroskopii levého kolenního kloubu s ošetřením obou menisků a chrupavky s resekcí osteofytů mediálně.

Obrazová dokumentace:

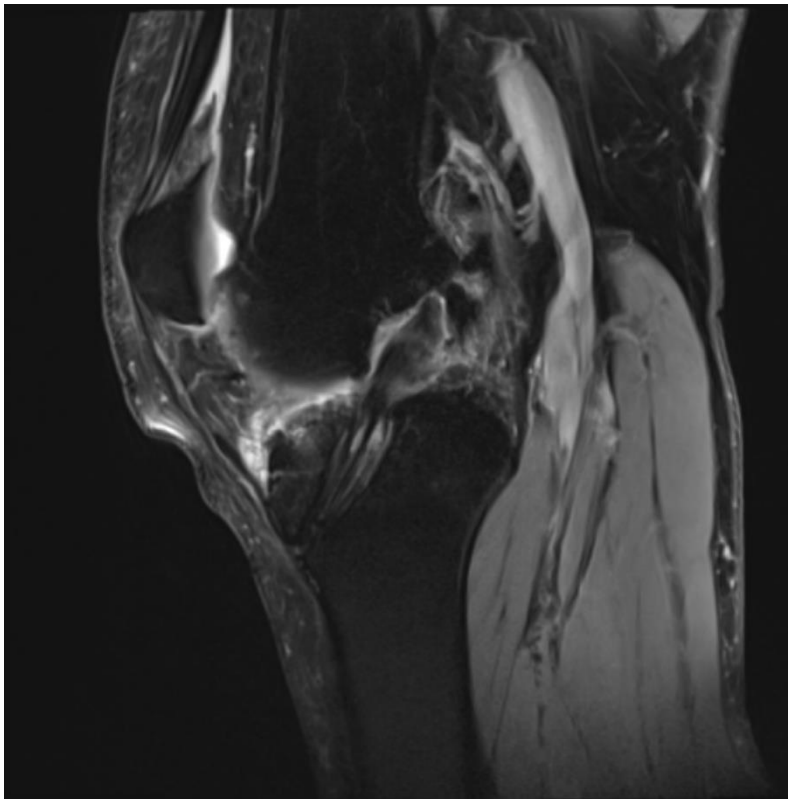
Obrázek 9 RTG dlouhý snímek dolní končetiny (Zdroj: archiv FN Plzeň)

Obrázek 10 RTG kolena, předozadní snímek (Zdroj: archiv FN Plzeň)

Obrázek 11 RTG kolena, boční snímek (Zdroj: archiv FN Plzeň)



Obrázek 12 MRI kolena, PD koronární řez, osteofyty, léze menisků, tibiální kanál po plastice předního zkříženého vazu autoštěpem (Zdroj: archiv FN Plzeň)



Obrázek 13 MRI kolena, PD sagitální řez, plastika předního zkříženého vazu (Zdroj: archiv FN Plzeň)

9.5 Případová studie 5

Pohlaví: žena

Věk: 50 let

Výška/ hmotnost: 165 cm / 122 kg

AA: nikl

Katamnéza:

09/2022 pacientka přichází pro úrazovou bolest na KOTPÚ na ambulanci úrazových kontrol. Pacientka špatně došlápla a poranila si pravé koleno. Absolvovala rehabilitační léčbu s částečným léčebným efektem. Lékař stav zhodnotil jako distorzi pravého kolenního kloubu.

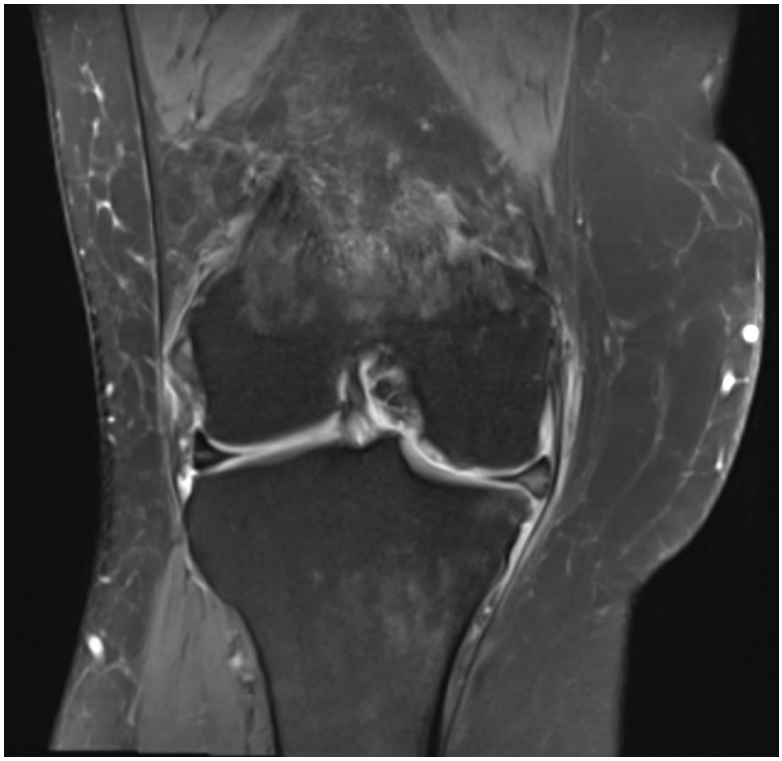
10/2022 pacientka přichází na kontrolu pro trvající výraznou bolest při zátěži. Klinicky popisuje bolest kloubní štěrbiny mediálně, bez otoku, bez zarudnutí s příznaky léze mediálního menisku. Bez předchozího RTG vyšetření je indikována k MR vyšetření.

11/2022 přichází pacientka na KZM na MR vyšetření, které je provedeno nativně na 3 T přístroji. Lékař závěrem popisuje širokou horizontální fisuru mediálního menisku s mírnou subluxací zevně a jemnou fisuru laterálního menisku (viz. obrázek 14). Dále chondropatie mediálního kondylu femuru III. stupně a septovaná objemná Bakerova pseudocysta popliteálně mediálně o velikosti 86x36x33 mm (viz. obrázek 15).

Závěr:

50letá pacientka přichází na KOTPÚ pro úrazovou bolest pravého kolena po špatném došlápnutí. Po klinickém vyšetření je indikována k MR vyšetření, kde lékař závěrem popisuje léze obou menisků, chondropatii III. stupně a objemnou Bakerovu pseudocystu. Kvůli výrazným obtížím s limitací v pracovním prostředí a vzhledem k MR nálezu je pacientka indikovaná k artroskopickému ošetření obou meniskových lézí.

Obrazová dokumentace:



Obrázek 14 MRI kolena, PD koronární řez, ruptury menisků (Zdroj: archiv FN Plzeň)

Obrázek 15 MRI kolena, PD sagitální řez, Bakerova pseudocysta (Zdroj: archiv FN Plzeň)

DISKUZE

V této kapitole bych ráda rozebrala a shrnula jednotlivé části této bakalářské práce. Teoretická část práce je rozdělená do tří hlavních kapitol. První kapitolou je anatomie kolenního kloubu, kde podrobně popisuji stavbu kloubu s jeho stěžejními anatomickými strukturami i s jeho podpůrnými složkami, jako je vazivový aparát, svaly, cévní a nervové zásobení nebo kostní dřeň. Druhou velkou kapitolou jsou nejčastější patologie s možností výskytu v kolenním kloubu spjaté zejména se zobrazením na magnetické rezonanci. Úvodem objasňuji problematiku této kapitoly, dále pojednávám o různých poškozeních jednotlivých anatomických struktur, která jsou způsobená degenerací, mechanickým poškozením, nádorovým bujením, patologickými změnami nebo jsou tato onemocnění vrozená. Poslední a pro náš obor nejdůležitější kapitolou je magnetická rezonance, kde opět začínám krátkým úvodem do problematiky, dále popisuji základní fyzikální princip jevu magnetické rezonance a popisuji i další neméně důležité kapitoly, jako je vznik obrazu magnetické rezonance a její možné artefakty, přístroj, indikace a kontraindikace k vyšetření či kontrastní látky pro magnetickou rezonanci. Je zde také popsána kapitola o samotném vyšetření kolenního kloubu na magnetické rezonanci, kde jsem z poloviny čerpala ze svých vlastních zkušeností získaných během odborných stáží v nemocnici. Závěrem pro ucelení informací daného tématu popisuji další ze stěžejních zobrazovacích metod využívaných k vyšetření kolenního kloubu. Literární zdroje použité pro napsání kvalifikační práce se až na velmi malé odchylky shodovaly. Česká literatura byla doplněna i několika zahraničními články a weby. Lze tedy konstatovat, že obsažené informace v bakalářské práci jsou ve vztahu k tématu relevantní.

Praktická část této bakalářské práce je rozdělena do dvou hlavních částí. V prvé řadě jsem si za cíl zvolila zjistit nejčastější patologický proces kolenního kloubu diagnostikovaný na magnetické rezonanci. Dále jsem si stanovila pět výzkumných otázek a šest předpokladů. Pro výzkum jsem zvolila kombinovanou metodu, a to jak kvantitativní, tak kvalitativní šetření. Výsledky této metodiky mi pomohly zodpovědět jednotlivé otázky a předpoklady stanovené před začátkem výzkumu.

K provedení kvantitativního i kvalitativního šetření bylo nutné získat určitý vzorek pacientů, který by byl vhodný pro tento výzkum. Zažádala jsem si o povolení sběru informací ze zdravotnické dokumentace Kliniky zobrazovacích metod Fakultní nemocnice v Plzni. Vzorek pacientů byl vybrán z období listopadu a prosince 2022 a byli do něj zahrnuti

všichni pacienti, tedy 135, kteří se za určité období podrobili vyšetření kolenního kloubu na magnetické rezonanci.

V prvních dvou kategoriích kvantitativního výzkumu jsem zkoumala věk a pohlaví pacientů. Tento sběr dat jsem volila spíše jen jako informativní, pro rozšíření pole výzkumu a přiblížení zkoumaného vzorku pacientů. První kategorií bylo pohlaví pacientů, kteří podstoupili vyšetření kolenního kloubu na magnetické rezonanci. Z analýzy dat vyplynulo, že se šetření zúčastnilo 86 mužů a 49 žen. Domnívám se, že muži oproti ženám provozují četněji různé sportovní aktivity a v důsledku toho se častěji zraní či si kloub soustavně poškozují, což může vést k dalším patologickým změnám v budoucnu a jsou tak častějším zástupcem pohlaví ve vztahu k vyšetření kolenního kloubu na magnetické rezonanci. Další kategorií výzkumu byl věk pacientů vyšetřovaných na magnetické rezonanci. Zde výsledky ukazují, že nejčastější věkovou skupinou s postižením kolenního kloubu byla skupina ve věku 19 až 35 let, které jsem si pojmenovala jako mladé dospělé. Nejmladšímu pacientovi bylo 9 let a nejstaršímu 78 let. Opět se domnívám, že věková skupina „mladí dospělí“ provozuje sportovní aktivity častěji, než je tomu u ostatních věkových skupin. Třetí zkoumanou kategorií byla indikace k vyšetření. Zde jsem zkoumala, jestli pacient přichází na vyšetření k lékaři z důvodu úrazu či spontánní bolesti. Výsledky jsou v podstatě velmi vyrovnané, pro úraz pacienti přichází v 66 případech a v 69 případech pro neúrazovou bolest. Dalo by se tedy říci, že návštěva pacienta u lékaře není ani jednou ze zkoumaných složek podmíněna více, statisticky ale převládá o 2 % spontánní bolest. Pro výzkum této kategorie byl položen předpoklad 1, u kterého jsem předpokládala, že pacienti přicházejí častěji z důvodu spontánní bolesti než úrazu a ten se potvrdil. Zkoumanou kategorií číslo 4 je příčina úrazu a bolesti. Myslím si, že výsledek, vzhledem k potvrzení předcházející hypotézy není překvapivý a příčinou jsou tedy nejčastěji patologické změny na strukturách kolenního kloubu. Až u 50 pacientů z vybraného vzorku se objevila nejrůznější patologická změna, a proto byl i předpoklad 2, kde jsem předpokládala, že nejčastější příčinou bolesti je patologická změna, potvrzen. Z teorie víme, že vyšetření na magnetické rezonanci nebývá metodou první volby, proto se výzkum zaměřil i na použití jiných zobrazovacích metod, použitých ještě před samotným MR vyšetřením. Ve 118 případech se pacienti podrobili RTG vyšetření, což odpovídá valné většině respondentů. Domnívám se, že zbylých 17 pacientů bylo indikováno k MR vyšetření bez předchozího snímku z důvodu kontroly dlouhodobého onemocnění, přechodu z externího zařízení nebo po operačním výkonu. Pouze jeden jediný pacient ze vzorku měl indikované i CT vyšetření spolu s RTG vyšetřením. Pro výzkum byla tato informace

zanedbatelná, proto jsem jí do výsledků šetření nezařadila. Pro tuto kategorii byl položen předpoklad 3, předpokládající, že ve většině případů vyšetření kolenního kloubu na magnetické rezonanci předchází snímek na RTG a potvrdil se jako pravdivý. Následujícími zkoumanými kategoriemi o patologiích se dostáváme k samotnému jádru výzkumného šetření. Nejprve jsem si veškerá postižení kolenního kloubu rozdělila na postižení jednotlivých částí a dále na jednotlivé patologie. Výsledek kapitoly 6 nám opět připomněl, že nejčastěji je kolenní kloub postižen různými patologickými změnami. Toto tvrzení se prokázalo až u 177 případů, což v součtu dělá nadpoloviční většinu všech případů. Vzhledem ke kombinaci několika postižení zároveň, příkladem je utržený meniskus s přetrženým předním křížovým vazem a k tomu i zjištění gonartrózy, se počet prokázaných patologií oproti počtu pacientů několikrát znásobil. U zkoumání jednotlivých patologií kolenního kloubu jsou výsledky opět objektivní, vzhledem k teoretické části práce, která praxi potvrzuje. Nejčastěji postiženou strukturou kolenního kloubu diagnostikovanou na magnetické rezonanci v 61 případech, se zastoupením 20 % všech patologií, je mediální meniskus. Teorie udává jeho zranění až v 95 % případů častěji než u menisku laterálního. V tomto výzkumu byl u vzorku pacientů mediální meniskus zraněn v necelých 80 % případech častěji než meniskus laterální. Toto číslo se jistě blíží teorii udávané v odborné literatuře a domnívám se, že s větším vzorkem pacientů by dosáhlo zmíněného maxima. To samé platí pro přední a zadní zkřížený vaz. Teorie udává častější výskyt zranění právě u předního zkříženého vazu, což potvrzuje i praktická část práce. Pro zajímavost jsem k datům z této kategorie zhotovila i tabulku, která představuje zastoupení jednotlivých patologií mezi pacienty. Necelá polovina zkoumaného vzorku odeslaná na vyšetření magnetickou rezonancí trpěla postižením menisku. Pro ucelení získaných informací v rámci zkoumané kategorie jsem vytvořila srovnávací graf s procentuálním zastoupením jednotlivých patologií mezi sebou a jednotlivých patologií ku počtu pacientů. Výsledek druhé kategorie nad první je zhruba 2,4krát vyšší, a to z důvodu většího vzorku případů patologií oproti počtu pacientů. Hlavní cíl praktické části práce byl splněn a předpoklad 4, předpokládající nejčastěji postižení mediálního menisku, se potvrdil. Poslední dvě zkoumané kategorie se zabývají terapií po určení diagnózy na magnetické rezonanci. U 61 % pacientů se volil konzervativní postup terapie fixačními ortézami a klidovým režimem. Předpoklad 5, předpokládající častější volbu konzervativního přístupu léčby, se tedy potvrdil. Zbylých 39 % pacientů, tedy 52, bylo indikováno k operaci. Drtivá většina výkonů byla provedena artroskopicky, nejčastěji se jednalo o odstranění nebo sešití mediálního menisku nebo sešití či plastika předního křížového vazu. Ve třech případech bylo

nutné podstoupit operaci s využitím totální endoprotézy. Poslední předpoklad 6, předpokládající, že artroskopie byla nejčastější zvolenou operační metodou, byl také potvrzen.

Kvalitativní šetření praktické části bakalářské práce sestává z 5 případových studií referenčních pacientů ze zkoumaného vzorku respondentů. Pro tuto část výzkumu jsem volila pacienty náhodně, abych zajistila vyvážený a co nejobjektivnější přínos šetření a zodpovězení výzkumných otázek. Jednotlivé případové studie pojednávají o celém průběhu vyšetření, od první návštěvy nemocnice, přes využití zobrazovacích metod až po stanovení diagnózy a terapie. U první výzkumné otázky mě zajímalo, z jakých důvodů přicházejí pacienti k lékaři. U čtyř pacientů z pěti se potvrdil i výsledek statistického šetření, kdy pacienti přicházejí častěji pro bezúrazovou bolest, která je spontánní nebo následkem minulého poranění či postižení kolenního kloubu. Jeden pacient přichází kvůli špatnému došlápnutí, tedy pro úrazovou bolest. Výzkumná otázka byla pomocí všech kazuistik zodpovězena. Druhá výzkumná otázka si klade za cíl zjistit, v kolika případech bylo indikováno i RTG kolenního kloubu před MR vyšetřením. Zde se podařilo zjistit, že tři z pěti pacientů byli nejdříve indikováni k RTG vyšetření a na jeho základě byli indikováni i k následnému MR vyšetření. Kroky prvního pacienta vedly rovnou na vyšetření magnetickou rezonancí, zřejmě z důvodu velmi nízkého věku. U poslední pacientky není příčina indikace k MR vyšetření bez předchozího snímku RTG známá. Je možné, že v prvopočátku navštívila externí zařízení a byla odeslána cestou úrazové ambulance KOTPÚ FN Plzeň. I tato otázka byla zodpovězena skrze referenční kazuistiky. Odpovědi na třetí a čtvrtou výzkumnou otázku, které zjišťují, jaké primární diagnózy a přidružená postižení byly pacientům stanoveny, jsou různorodé. Na začátek bych shrnula fakt s potvrzením ze statistické analýzy dat, že všechny respondenty trápilo primárně či jako přidružené onemocnění postižení mediálního menisku. Zde se setkává hlavní cíl práce, který jak v kvantitativním, tak kvalitativním šetření přináší stejnou odpověď nejčastějšího patologického postižení. Dále se mezi jednotlivými pacienty objevují degenerativní onemocnění, jako je gonartróza či chondropatie, které trápí všechny dospělé pacienty, tedy čtyři z pěti. Mezi dalšími hlavními i přidruženými diagnózami se objevuje absces na femuru, osteonekróza, mukoidní degenerace předního zkříženého vazu, Bakerova pseudocysta, osteofyty či stav po rekonstrukci vazu a meniskektomii. Tímto považuji otázky za úspěšně zodpovězené. Poslední otázkou stanovenou pro kvalitativní část výzkumu je zjistit metodu terapie zvolenou lékařem po stanovení diagnózy. Převažujícím stavem mezi pacienty je indikace k artroskopickému ošetření, vzhledem k povaze jednotlivých postižení, a to ve třech případech. U jedné pacientky je artroskopie do budoucna očekávána, nicméně se

momentálně volí konzervativní přístup terapie klidovým režimem, stejně tak u nejmladšího pacienta tohoto výzkumu. Lze konstatovat, že i pátá výzkumná otázka byla úspěšně zodpovězena. Kvalitativní část výzkumu popsaná pomocí případových studií má spíše informativní a rozšiřující charakter v rámci zkoumaného vzorku pacientů. Veškerá citlivá data respondentů zůstala zachována v anonymitě a jednotlivé kazuistiky jsou podpořeny obrazovou dokumentací z RTG či MR vyšetření.

ZÁVĚR

Kolenní kloub je nejsložitějším a nejvíce zatěžovaným kloubním spojením lidského těla. Jeho postižení spočívá v různých mechanismech poškození, od úrazu až po různé patologické změny. Vzhledem k jeho komplikované anatomické struktuře, kam zahrnujeme nejen kosti, ale i vazivový aparát, svaly a chrupavku, není neobvyklá indikace k vyšetření magnetickou rezonancí. Pozitivem této zobrazovací metody je především výborná rozlišovací schopnost s vysokým kontrastním zobrazením jednotlivých částí kloubu a minimální biologická zátěž pro lidský organismus. Na druhé straně se nachází časová a finanční náročnost magnetické rezonance, která je prozatím určitým negativem na poli dostupnosti vyšetření širokému spektru pacientů.

Teoretická část práce objasňuje problematiku zobrazení kolenního kloubu na magnetické rezonanci. Úvodní kapitola náleží podrobnému popisu jednotlivých anatomických struktur kolenního kloubu. Další kapitola se věnuje nejčastějším diagnostikovaným patologiím kolena převážně v rámci zobrazení na magnetické rezonanci. Závěrečná kapitola popisuje fyzikální princip a další náležitosti a komponenty magnetické rezonance.

Praktická část práce staví své základy na hlavním cíli, kterým je zjistit nejčastější patologický proces kolenního kloubu diagnostikovaný na magnetické rezonanci. Podporou hlavního cíle práce jsou výzkumné otázky a předpoklady stanovené před začátkem výzkumu. Samotné šetření je zpracováno kvantitativní i kvalitativní metodou. Kvantitativní výzkum je pojatý jako statistická analýza dat. Výsledky sběru informací jednotlivých zkoumaných kategorií jsou zaznamenané do tabulek a grafů a popsány slovním hodnocením. Kvalitativní část výzkumu je řešena formou případových studií jednotlivých pacientů, které informativně rozšiřují a znázorňují pohled na celkový proces určení diagnózy dílčích postižení a jejich následnou terapii. Případové studie jsou podpořeny obrazovou dokumentací z MR a RTG vyšetření.

Hlavní cíl bakalářské práce se podařilo zjistit a vzájemně ověřit v obou zvolených výzkumných šetřeních. Ze zkoumaného vzorku 135 pacientů bylo statistickou analýzou dat zjištěno, že 61 respondentů utrpělo postižení mediálního menisku, což zaujímá první příčku nejčastější patologie diagnostikované na vyšetření kolenního kloubu magnetickou rezonancí. Zároveň při náhodném výběru pacientů pro případové studie se opět potvrdilo, že stanovená diagnóza postižení menisku medialis se prokázala u všech pacientů jako primární

nebo přidružené postižení. Výzkumné otázky a předpoklady stanovené na začátku výzkumu se podařilo zodpovědět a potvrdit.

Tato bakalářská práce souhrnně pojednává o problematice různých postižení kolenního kloubu, která spějí k podrobnému vyšetření na magnetické rezonanci. Významem práce by mohlo být seznámení čtenáře s daným tématem, pochopení důležitosti vyšetření magnetickou rezonancí se všemi jejími náležitostmi, nastíněním souslednosti procesů v diagnostice postižení kolenního kloubu a její následnou terapii.

SEZNAM LITERATURY

1. **Trnavský, Karel, Rybka, Vratislav, et al.** *Syndrom bolestivého kolena.* Praha : Galén, 2006. 80-7262-391-5.

2. **Dylevský, Ivan.** *Funkční anatomie.* Praha : Grada, 2009. 978-80-247-3240-4.

3. **Čihák, Radomír.** *Anatomie, Třetí upravené a doplněné vydání.* Praha : Grada , 2016. 978-80-247-3817-8.

4. **Dylevský, Ivan.** *Somatologie: pro předmět Základy anatomie a fyziologie člověka. 3. přepracované a doplněné vydání.* Praha : Grada Publishing, 2019. 978-80-271-2111-3.

5. **Miženková, Ľudmila, Argayová, Ivana, Bujňák, Josef.** *Obecná traumatologie pro nelékařské zdravotnické obory.* Praha : Grada Publishing, 2022. 978-80-271-3128-0.

6. **Rychlíková, Eva.** *Funkční poruchy kloubů končetin: diagnostika a léčba. 2. doplněné vydání.* Praha : Grada Publishing, 2019. 978-80-271-2096-3.

7. **Dylevský, Ivan.** *Speciální kineziologie.* Praha : Grada, 2009. 978-80-247-1648-0.

8. **Douša, Pavel, Pešl, Tomáš, Džupa, Valér, Krbec, Martin ed.** *Vybrané kapitoly z ortopedie a traumatologie pro studenty medicíny.* Praha : Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2021. 978-80-246-4828-6.

9. **Višňa, Petr, Hart, Radek, a kol.** *Chrupavka kolena.* Praha : Maxdorf , 2006. 80-7345-084-4.

10. **Bartoníček, Jan, Heřt, Jiří.** *Základy klinické anatomie pohybového aparátu.* Praha : Maxdorf, 2004. 80-7345-017-8.

11. **Fiala, Pavel, Valenta, Jiří, Eberlová, Jana.** *Stručná anatomie člověka.* Praha: Univerzita Karlova v Praze : Karolinum, 2015. 978-80-246-2693-2.

12. **Dylevský, Ivan.** *Obecná kineziologie.* Praha : Grada, 2007. 978-80-247-1649-7.

13. **Mačák, Jirka, Mačáková, Jana, Dvořáčková, Jana.** *Patologie. 2. , dopl. vyd.* Praha : Grada, 2012. 978-80-247-3530-6.

14. **Bártová, Jarmila.** *Přehled patologie. Vydání druhé.* Praha: Univerzita Karlova : Karolinum, 2021. 978-80-246-4775-3.

15. **Nekula, Josef, Chmelová, Jana.** *Základy zobrazování magnetickou rezonancí.* Ostrava : Ostravská univerzita v ostravě. Zdravotně sociální fakulta, 2007. 978-80-7368-335-1.

16. **Neuwirth, Jiří, Šprindrich, Jan.** *Kompendium muskuloskeletálního zobrazování.* Praha : Triton, 2016. 978-80-7553-025-7.

17. **Kubešová, Barbora.** Bakerova cysta vzniká v podkolenní jamce. Na vině často bývá zranění či nemoc. *Zdraví.euro.cz.* [Online] 13. Prosinec 2021. [Citace: 9. Prosinec 2022.] https://zdravi.euro.cz/clanky/bakerova-cysta-priciny-priznaky-lecba/.

18. **Santana, JA, Mabrouk, A, Sherman, Al.** Jumpers knee. *StatPearls.* [Online] Leden 2022. [Citace: 14. Leden 2023.] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532969/.

19. *125 years of radiolocal research - BJR BJR 's history is radiology's history.* **Adrian, Thomas.** (1105), Londýn : The British Journal of Radiology [online]., 2019, Sv. 93. ISSN 0007-1285.

20. **Malíková, Hana.** *Základy radiologie a zobrazovacích metod.* Praha : Univerzita Karlova : Karolinum, 2019. 978-80-246-4036-5.

21. —. *Principles of imaging methods for medical students.* Prague : Charles University : Karolinum Press, 2022. 978-80-246-5059-3.

22. **Seidl, Zdeněk.** *Radiologie pro studium i praxi.* Praha : Grada, 2012. 978-80-247-4108-6.

23. **Ferda, Jiří, Mírka, Hynek, Baxa, Jan, Malán, Alexander.** *Základy zobrazovacích metod.* Praha : Galén, 2015. 978-80-7492-164-3.

24. **Mechl, Marek, Tintěra, Jaroslav, Žižka, Jan.** *Protokoly MR zobrazování.* Praha : Galén, 2014. 978-80-7492-109-4.

25. **Micheau, Antoine, Hoa, Denis.** Image quality and artifacts : Imaios. *Imaios.* [Online] 24. Listopad 2022. [Citace: 3. Únor 2023.] https://www.imaios.com/en/e-mri/image-quality-and-artifacts.

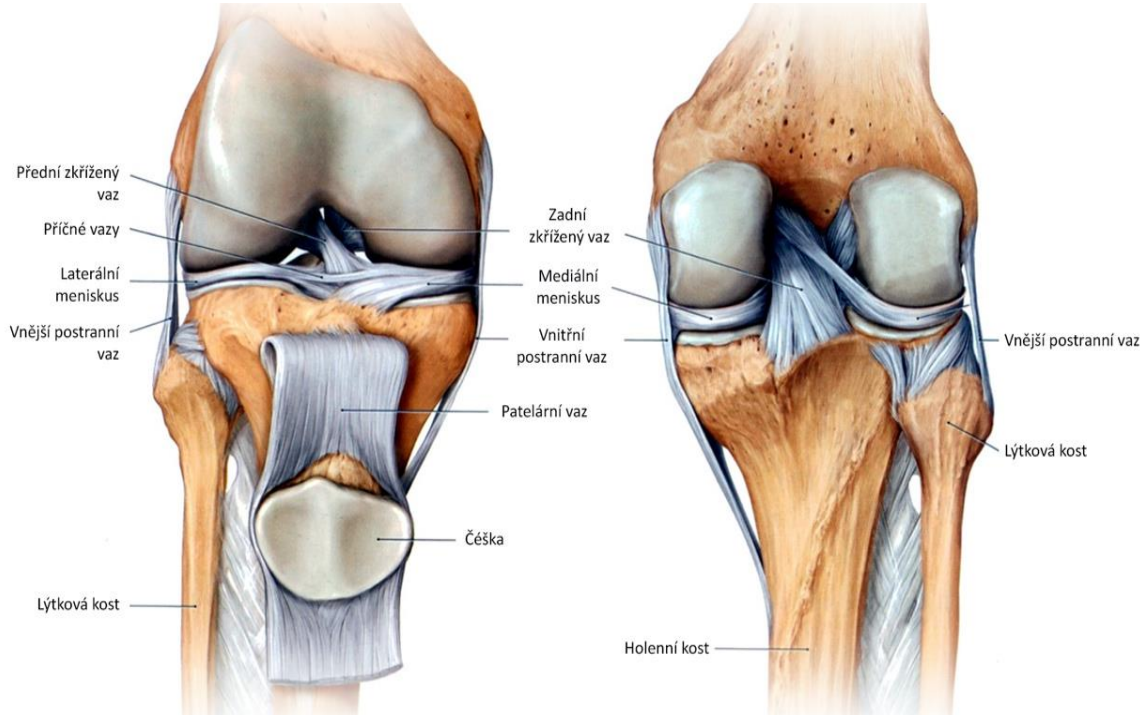
26. *Association Between MRI Exposure During Pregnancy and Fetal and Childhood Outcomes.* **Ray, JG, Vermeulen, MJ, Bharatha, A, Montanera, WJ, Park, AL.** 9, Toronto : JAMA, 2016, Sv. 316. 952–961.

27. **Žižka, Jan, Tintěra, Jaroslav, Mechl, Marek.** *Protokoly MR zobrazování: pokročilé techniky.* Praha : Galén, 2015. 978-80-7492-179-7.

SEZNAM PŘÍLOH

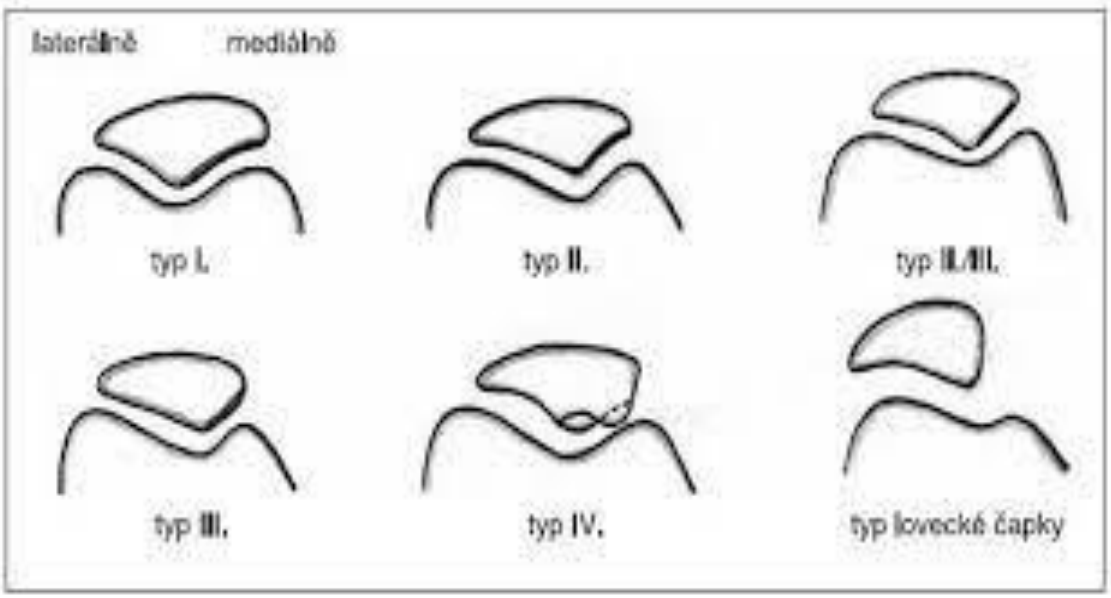
- Příloha A – Informovaný souhlas pro vyšetření magnetickou rezonancí
- Příloha B – Povolení sběru informací z FN Plzeň

OBRÁZKOVÉ PŘÍLOHY



Obrázek 16 Anatomie kolenního kloubu

(Zdroj:www.painguru.cz)

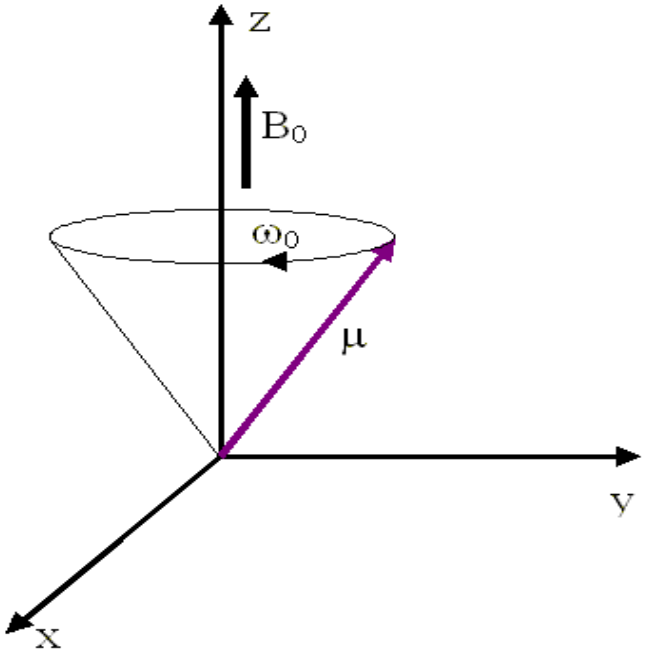


Obrázek 17 Klasifikace pately dle Wiberga

(Zdroj: Bartoníček, Heřt: Základy klinické anatomie pohybového aparátu, 2004)

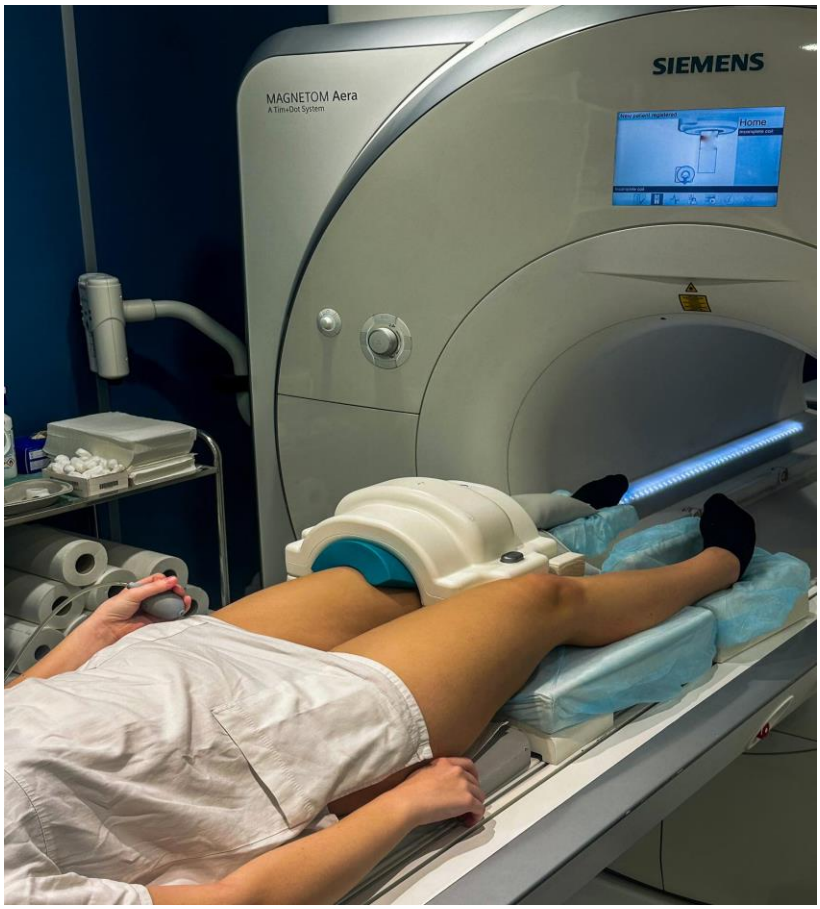
Obrázek 18 MR vyšetření pacienta

(Zdroj: https://www.dcnh.cz/novinky/na-vysetreni-magnetickou-rezonanci-muzete-i-o-vikendu-2140)



Obrázek 19 Precesní pohyb

(Zdroj: http://fmri.mchmi.com/main_index.php?strana=13)

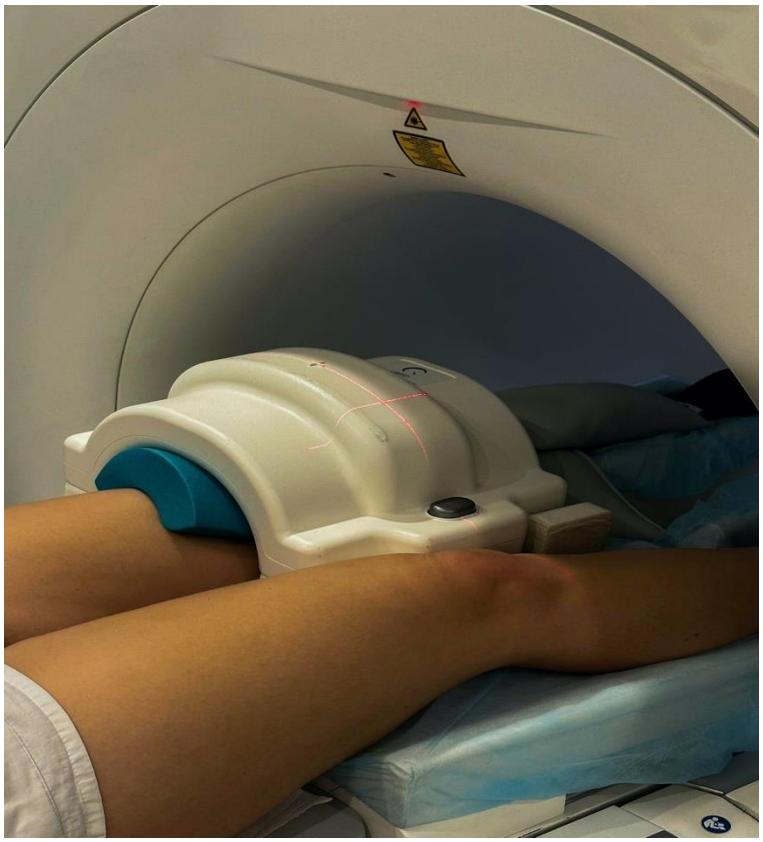


Obrázek 20 Pacient na MRI kolenního kloubu

(Zdroj: vlastní)

Obrázek 21 Povrchová kolenní cívka

(Zdroj: https://us.medical.canon/products/magnetic-resonance/technology/integrated-coils/)



Obrázek 22 Centrace laseru na magnetické rezonanci

(Zdroj: vlastní)

PŘÍLOHY

Příloha A – Informovaný souhlas pro vyšetření magnetickou rezonancí

FAKULTNÍ NEMOCNICE PLZEŇ
Edvarda Beneše 13, 305 99 Plzeň - Bory
alej Svobody 80, 304 60 Plzeň - Lochotín
IČO 00669806 tel.: 377 401 111, 377 103 111

INFORMOVANÝ SOUHLAS

VYŠETŘENÍ MAGNETICKOU REZONANCÍ

Pacient/ka: ..... Narozen/a: .....
titul jméno příjmení

Rodné číslo (číslo pojištěnce): ...../..... Kód ZP: .....

Bydliště: .....

Zákonný zástupce: ..... Vztah: .....
titul jméno příjmení (např. matka, otec, opatrovník aj.)

Narozen/a: ..... Bydliště: .....
(liší-li se od bydliště pacienta/ky)

Vážená paní, vážený pane, vážení rodiče,

na základě klinického vyšetření zdravotního stavu Vám/Vašemu dítěti doporučil ošetřující lékař **vyšetření magnetickou rezonancí (MR vyšetření)**.

Máte právo svobodně se rozhodnout o postupu při poskytování zdravotních služeb Vaší osobě (Vašemu dítěti), pokud jiné právní předpisy toto právo nevylučují. K provedení navrhovaného zdravotního výkonu je potřeba Vašeho souhlasu. Pro usnadnění rozhodnutí Vám chceme podat následující informace.

Důvod provedení výkonu

Jde o vyšetření **nejpřesnější zobrazovací metodou**, která může přinést dokonalý obraz možných chorobných změn ve vyšetřovaném orgánu Vašeho těla a ošetřujícímu lékaři umožnit výběr té nejúčinnější léčby.

Alternativy (jiné možnosti) výkonu / léčby

Údaje o tom, zda navrhovaný zdravotní výkon má nějakou alternativu (jinou možnost) a zda máte možnost si zvolit z několika alternativ, Vám/Vašemu dítěti poskytl ošetřující lékař/ka, který doporučil provedení tohoto zdravotního výkonu.

Příprava k výkonu

Vyšetření se provádí v silném magnetickém poli, je nebolestivé a nevyžaduje u dospělých a větších dětí žádnou přípravu.

Výjimkou je vyšetření střev (MR enterografie, kolonografie), které vyžaduje dokonalé vyprázdnění střevního obsahu před vyšetřením.

U malých dětí se vyšetření provádí v celkovém znecitlivění (v narkóze, v uspání) z důvodů zamezení rušivých pohybů. Příprava k vyšetření pomocí MR se pak řídí pokyny anesteziologa, specialisty na podání narkózy.

K vyšetření přicházejte bez nenalíčení, bez řasenek a make-upu, pudrů a vlasových gelů apod. Po příchodu do čekárny magnetické rezonance se v klidu posaďte a vyčkejte vyzvání ke vstupu do odkládací kabinky. Můžete si v duchu zatím připravit odpovědi na následující otázky, které Vám ještě v kabince před vlastním vyšetřením položí vyšetřující laborant. Otázky je nutné z důvodu Vašeho bezpečí pravdivě zodpovědět, protože silné magnetické pole může poškodit nebo dislokovat (změnit umístění v těle) všechny kovové předměty, které Vám kdy byly vpraveny do těla, a to nejspíše účelově při některém z operačních zákroků (např. kovové svorky apod.)

Pravidelně kladené otázky

- máte zavedený kardiostimulátor/defibrilátor (tj. přístroj, voperovaný pod kůži, který řídí činnost srdce) nebo Vám byl takový přístroj vyjmut a byly ponechány na místě jeho elektrody? ☐ ano ☐ ne
- jste po operaci umělého kloubu nebo zlomeniny některé kosti? ☐ ano ☐ ne
- máte v srdci umělou srdeční chlopeň? ☐ ano ☐ ne
- máte v těle voperovanou inzulinovou pumpu? cévní výztuž (stent)? žilní filtr? kovový embolizační materiál (okluder = ucpávku)? ☐ ano ☐ ne

Tento formulář ani žádná jeho část nesmí být reprodukovány, publikovány a šířeny žádným způsobem a v žádné podobě bez výslovného svolení vedení FN Plzeň.

Zdroj: https://www.fnplzen.cz/sites/default/files/pracoviste/inc/rdgb/INS_0122_06.pdf

Pacient/ka: .....

Rodné číslo: .....

- jste po jakékoli operaci (např. srdečního by-passu s kovovými klipsy, operaci mozku, cév, oka, ledvin, po zlomenině kostí atd.)? ☐ ano ☐ ne
- víte, že byste měli mít kdekoli v těle kovový předmět (jehlu, drát, dlahu, kovovou střepinu)? ☐ ano ☐ ne
- byl/a jste někdy zraněn/a kulkou, šrapnelem, broky, střepinami granátu? ☐ ano ☐ ne
- máte oční protézu? ☐ ano ☐ ne
- léčíte se na nějakou chorobu ledvin? ☐ ano ☐ ne
- máte ušní (kochleární) naslouchadlo? ☐ ano ☐ ne
- máte zavedený kavální filtr (filtr do dolní duté žíly)? ☐ ano ☐ ne
- máte zavedený metalický stent? ☐ ano ☐ ne
- máte na těle tetování nebo permanentní make-up? ☐ ano ☐ ne
- máte zubní protézu z kovu? ☐ ano ☐ ne
- máte v těle jinou protézu? ☐ ano ☐ ne
- máte kovovou střepinu v oku? ☐ ano ☐ ne
- pracoval/a jste jako kovodělník? ☐ ano ☐ ne
- máte v těle piercingové (kovové ozdoby) kroužky? ☐ ano ☐ ne
- trpíte alergií na nějakou látku, věc nebo potravinu? ☐ ano ☐ ne
- byl/a jste již někdy vyšetřen/a magnetickou rezonancí? ☐ ano ☐ ne
- máte implantovaný elektronický přístroj? ☐ ano ☐ ne

Speciální dotazy pro ženy

- máte zavedené intrauterinní tělísko (nitroděložní antikoncepci)? ☐ ano ☐ ne
- jste těhotná? Pokud ano, kolik týdnů? ……. ☐ ano ☐ ne

Postup při výkonu

Po vstupu do přípravné kabinky budete vyzván/a k odložení vašeho svrchního oděvu, abychom vyloučili přítomnost jakéhokoli kovového předmětu v magnetickém poli. Budete vyzváni k odložení podprsenky, paruky, vlásenek, pinet, vlasových jehlic, špendlíků, svorek apod., všech kovových peněz a mincí, kreditních karet, náprsních tašek, brýlí, prstenů a šperků. Pokud budete nalíčený/á, budete vyzván/a k odstranění make-upu. Na požádání Vám poskytneme empírový plášť.

Před vlastním vyšetřením budete požádán/a o podpis na žádanku, kterým stvrdíte, že jste byl na výše uvedené okolnosti dotázán. Nevyhovění výše uvedené přípravě bude důvodem k odmítnutí provedení vyšetření.

Po splnění výše uvedeného budete uveden/a do vyšetřovny, kde již působí magnetické pole. Laborant Vás pohodlně uloží většinou na záda (při vyšetření prsů, konečníku a některých kloubů na břicho) na připravený výsuvný vyšetřovací stůl a vyšetřovanou část těla uloží buď do kruhové cívky (hlava, krk, končetiny) nebo na rovnou cívku (páteř, ostatní vyšetřované okrsky těla). Budete požádán/a, abyste po celou dobu vyšetření, která se pohybuje mezi 30 - 45 minut, klidně ležel/a, pravidelně dýchal/a, nesmrkal/a a neškrabal/a se. Vyšetření bude provázeno velkým hlukem, který způsobují přístrojové součásti.

Tento hluk je normálním úkazem a neměl by Vás znepokojovat. Budete-li si přát chrániče sluchu, laborant Vám je poskytne. Bude-li povaha vyšetření vyžadovat aplikaci kontrastní látky, bude Vám do loketní žíly zavedena nitrožilní kanyla.

Poté budete zavezen/a na lůžku do dlouhého tunelu, což může vyvolat i nepříjemné pocity. Ujišťujeme Vás, že po celou dobu vyšetření je tunel zásobován čerstvým vzduchem z ventilátoru, personál Vás po celou dobu vyšetření sleduje kamerou a jste s ním spojeni prostřednictvím mikrofonu. Do ruky Vám vložíme speciální tlačítko, které můžete použít v případě jakýchkoli nepříjemných pocitů, jež nezvládáte potlačit. Náš personál má možnost Vás během několika vteřin vyvézt z tunelu.

Rizika a možné komplikace výkonu

Během vyšetření se může objevit tzv. panická reakce, tj. strach z uzavřeného prostoru, úzkost, tíseň, neklid. Z těchto důvodů máte možnost zmáčknutím speciálního tlačítka, uloženého trvale ve Vaší ruce, ohlásit vyšetřujícímu personálu tuto obtíž. Personál se bude akutním problémem ihned účinně zabývat.

Tento formulář ani žádná jeho část nesmí být reprodukovány, publikovány a šířeny žádným způsobem a v žádné podobě bez výslovného svolení vedení FN Plzeň.

Zdroj: https://www.fnplzen.cz/sites/default/files/pracoviste/inc/rdgb/INS_0122_06.pdf

Výskyt alergických reakcí (například dechová tíseň, pokles krevního tlaku) na kontrastní látky používané při vyšetření magnetickou rezonancí je velmi vzácný, ujišťujeme Vás však, že jsme plně i na tuto eventualitu připraveni a včas léčebně zakročíme. Pokud by se po ambulantním vyšetření s kontrastní látkou dostavily projevy alergie (kožní vyrážka, nevolnost, dušnost) až po opuštění naší nemocnice, okamžitě kontaktujte č.155.

Chování po výkonu, možná omezení

Po vyšetření budete odveden/a zpět do kabinky. Pečlivě si překontrolujte všechny odložené věci. Po oblečení budete moci buď sám/a, nebo s doprovodem sestry či jiné doprovázející osoby, odejít zpět na nemocniční oddělení nebo domů. MR vyšetření Vás/Vaše dítě nijak neomezí v obvyklém způsobu života.

Kojící matky po aplikaci kontrastní látky přeruší kojení na 24 hodin (je proto vhodné před vyšetřením nasbírat na tuto dobu mléko do zásoby). Během 24 hodin se kontrastní látka vyloučí z těla.

Jakékoli Vaše otázky v souvislosti s MR vyšetřením zodpoví vyšetřující laborant nebo ošetřující/ vyšetřující lékař.

Dovolujeme si Vás informovat, že na poskytování zdravotních služeb v naší nemocnici se mohou podílet osoby získávající způsobilost k výkonu povolání zdravotnického pracovníka nebo jiného odborného pracovníka, a to včetně nahlížení do zdravotnické dokumentace. Přítomnost těchto osob při poskytování zdravotních služeb můžete odmítnout a jejich nahlížení do zdravotnické dokumentace můžete během svého léčení zakázat. Bližší informace Vám na vyžádání poskytne ošetřující lékař.

PROHLÁŠENÍ PACIENTA/KY (ZÁKONNÉHO ZÁSTUPCE)

By/la jsem seznámena s údaji o účelu, povaze, předpokládaném prospěchu, následcích a možných rizicích navrhovaných zdravotních služeb (zdravotního výkonu).

Byl/a jsem seznámen/a s alternativami (jinými možnostmi) navrhovaných zdravotních služeb (zdravotního výkonu), s jejich výhodami a riziky a měl/a jsem možnost si jednu z alternativ zvolit (pokud tato možnost volby existuje a pokud výkon nepodléhá zvláštním právním předpisům).

Byl/a jsem seznámen/a s možnými omezeními v obvyklém způsobu života a v pracovní schopnosti po poskytnutí zdravotních služeb (po zdravotním výkonu) a s možnými očekávanými změnami zdravotního stavu a zdravotní způsobilosti.

Byl/a jsem seznámen/a s léčebným režimem, vhodnými preventivními opatřeními a s možnými kontrolními zdravotními výkony.

Byl/a jsem poučen/a o právu svobodně se rozhodnout o postupu při poskytování zdravotních služeb mé osobě (mému dítěti), pokud jiné právní předpisy toto právo nevylučují.

Nezamlčel/a jsem žádné mně známé údaje o mém zdravotním stavu (o zdravotním stavu mého dítěte), které by mohly nepříznivě ovlivnit moji léčbu (léčbu mého dítěte) či ohrozit mé okolí, zejména rozšířením infekční choroby.

Souhlasím s nezbytným použitím omezovacích prostředků, jejichž účelem je odvrácení bezprostředního ohrožení života, zdraví nebo bezpečnosti mé osoby (mého dítěte) v souvislosti s poskytováním zdravotních služeb (prováděním zdravotního výkonu).

Prohlašuji, že mi byla poskytnuta podrobná informace o implantovaném zdravotnickém prostředku podle zvláštního právního předpisu. (Toto prohlášení se týká pouze pacientů s implantovaným zdravotnickým prostředkem.)

Prohlašuji, že jsem byl/a poučen/a o možnosti odvolání tohoto informovaného souhlasu a beru na vědomí, že případné odvolání souhlasu nebude účinné, pokud již bude započato provádění zdravotního výkonu, jehož přerušení může způsobit vážné poškození zdraví nebo ohrožení života mého (mého dítěte).

V případě výskytu neočekávaných komplikací vyžadujících neodkladné provedení dalších zákroků nutných k záchraně života nebo zdraví souhlasím, aby byly provedeny veškeré další potřebné a neodkladné výkony nutné k záchraně života nebo zdraví.

Prohlašuji, že jsem mohl/a klást doplňující otázky, na které mi bylo řádně odpovězeno, a že jsem informacím a poučení plně porozuměl/a a souhlasím s poskytnutím navrhovaných zdravotních služeb (zdravotním výkonem).

Informace uvedené v tomto souhlasu s poskytnutím zdravotních služeb týkající se nezletilého pacienta (pacienta zbaveného způsobilosti k právním úkonům) byly tomuto pacientovi poskytnuty přiměřeně jeho rozumové a volní vyspělosti.

Tento formulář ani žádná jeho část nesmí být reprodukovány, publikovány a šířeny žádným způsobem a v žádné podobě bez výslovného svolení vedení FN Plzeň.

Zdroj: https://www.fnplzen.cz/sites/default/files/pracoviste/inc/rdgb/INS_0122_06.pdf

FAKULTNÍ NEMOCNICE PLZEŇ
Edvarda Beneše 13, 305 99 Plzeň - Bory
alej Svobody 80, 304 60 Plzeň - Lochotín
IČO 00669806 tel.: 377 401 111, 377 103 111

Pacient/ka: .....

Rodné číslo: .....

POSOUZENÍ ZPŮSOBILOSTI NEZLETILÉHO PACIENTA NEBO PACIENTA S OMEZENOU SVÉPRÁVNOSTÍ K VYSLOVENÍ SOUHLASU:
(vyplní lékař/ka poskytující údaje a poučení)

☐ Pacient/ka **je** rozumově a volně vyspělý/á k vyslovení souhlasu s poskytnutím navrhovaných zdravotních služeb.

☐ Pacient/ka **není** rozumově a volně vyspělý/á k vyslovení souhlasu s poskytnutím navrhovaných zdravotních služeb.

☐ Kontraindikace nezjištěny.

Indikující lékař poskytující údaje a poučení:

.....
jmenovka (hůlkovým písmem nebo razítkem) ZOK podpis

Radiologický asistent poskytující údaje a poučení:

.....
jmenovka (hůlkovým písmem nebo razítkem) ZOK podpis

Provádějící lékař poskytující údaje a poučení:

.....
jmenovka (hůlkovým písmem nebo razítkem) ZOK podpis

V Plzni dne: ..... v ..... hodin .....
podpis pacienta/ky nebo zákonného zástupce

Vyplňte v případě, že se pacient/ka nemůže s ohledem na svůj zdravotní stav podepsat (např. pro úraz horní končetiny):
Současný zdravotní stav pacienta/ky nedovoluje, aby podepsal/a tento souhlas, protože:

.....

Způsob projevu vůle (souhlasu):

☐ kývnutím hlavy ☐ gestem: ..... ☐ očima ☐ jinak: .....

Svědek: .....
jméno a příjmení podpis (není-li svědek zaměstnancem FN, uvede se adresa a datum narození)

.....

Vyplňte v případě, že pacient/ka (zákonný zástupce) odmítl/a souhlas podepsat:
Pacient/ka (zákonný zástupce) odmítl/a tento souhlas podepsat.

Lékař/ka (zdravotnický pracovník) poskytující údaje a poučení:

.....
jmenovka (hůlkovým písmem nebo razítkem) ZOK podpis

Svědek: .....
jméno a příjmení podpis (není-li svědek zaměstnancem FN, uvede se adresa a datum narození)

.....

Tento formulář ani žádná jeho část nesmí být reprodukovány, publikovány a šířeny žádným způsobem a v žádné podobě bez výslovného svolení vedení FN Plzeň.

Zdroj: https://www.fnplzen.cz/sites/default/files/pracoviste/inc/rdgb/INS_0122_06.pdf

Příloha B – Povolení sběru informací z FN Plzeň

FAKULTNÍ NEMOCNICE PLZEŇ
Útvar náměstka pro vnější vztahy a spolupráci s LF
Edvarda Beneše 13, 305 99 Plzeň - Bory
alej Svobody 80, 304 60 Plzeň - Lochotín
IČO 00669806 tel.: 377 401 111, 377 103 111

Vážená paní
Peikert Taťána
Studentka oboru Radiologický asistent
Fakulta zdravotnických studií, Katedra záchranářství, diagnostických oborů a veřejného zdravotnictví
Západočeská univerzita v Plzni

Povolení sběru informací ve FN Plzeň

Na základě Vaší žádosti Vám jménem Útvaru náměstkyně pro vnější vztahy a spolupráci s lékařskou fakultou FN Plzeň **uděluji souhlas** se sběrem informací o zobrazovacích metodách / výsledcích, používaných u pacientů *Kliniky zobrazovacích metod (KZM)* FN Plzeň. Informace budete získávat v souvislosti s vypracováním Vaší bakalářské práce s názvem *„Zobrazení kolenního kloubu na magnetické rezonanci“.*

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

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

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

Přeji Vám hodně úspěchů při studiu.

Mgr. Bc. Světluše Chabrová
Manažerka pro vzdělávání nelékařů
Útvar náměstkyně pro vnější vztahy a spolupráci s LF

Fakultní nemocnice Plzeň
Edvarda Beneše 1128/13, 305 99 Plzeň
Tel: 377 401 663
E-mail:chabrovas@fnplzen.cz

2. 11. 2022