ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2018 **Veronika Žižková**

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

Veronika Žižková

Studijní obor: Radiologický asistent 5345R010

VÝZNAM MAGNETICKÉ REZONANCE PŘI VYŠETŘOVÁNÍ POHYBOVÉHO APARÁTU

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Bc. Pavel Nedbal, DiS.

PLZEŇ 2018

Prohlášení

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

V Plzni dne 20. 3. 2018

……

vlastnoruční podpis

Poděkování

Děkuji panu Mgr. Bc. Pavlu Nedbalovi, DiS. za jeho ochotu, odborné vedení práce, poskytování cenných rad a materiálních podkladů. Dále děkuji panu MUDr. Janu Kastnerovi a Mgr. Radku Süssovi za poskytnutí obrazové dokumentace k praktické části této práce.

Anotace

Příjmení a jméno: Žižková Veronika

Katedra: Katedra záchranářství, diagnostických oborů a veřejného zdravotnictví

Název práce: Význam magnetické rezonance při vyšetřování pohybového aparátu

Vedoucí práce: Mgr. Bc. Pavel Nedbal, DiS.

Počet stran – číslované: 58

Počet stran – nečíslované: 18

Počet příloh: 5

Počet titulů použité literatury: 23

Klíčová slova: pohybový aparát, ramenní kloub, kolenní kloub, sportovní úraz, zobrazovací metody, magnetická rezonance

Souhrn:

Bakalářská práce na téma Význam magnetické rezonance při vyšetřování pohybového aparátu se skládá z teoretické a praktické části. Část teoretická je rozdělena na tři kapitoly. První kapitola se zabývá anatomií pohybového aparátu, kde jsou stručně popsány anatomické struktury, které bývají při sportu nejčastěji zraněné. Dále jsou popsány patologické procesy, jež nastanou vlivem sportu. A třetí kapitola obsahuje popis zobrazovacích metod, které se při vyšetřování pohybového aparátu mohou využívat. Podrobně je popsán princip magnetické rezonance, na kterou se tato práce zaměřuje.

Část praktickou představuje kvalitativní výzkum, který je proveden na základě kazuistik. Na základě těchto kazuistik je následně vyhodnocen přínos magnetické rezonance při vyšetřování sportovních úrazů.

Annotation

Surname and name: Žižková Veronika

Department: Department of Rescue Services and Technical Fields

Title of thesis: The Importance of Magnetic Resonance Imaging in the Investigation of Muskuloskeletal System

Consultant: Mgr. Bc. Pavel Nedbal, DiS.

Number of pages – numbered: 58

Number of pages – unnumbered (tables, graphs): 18

Number of appendices: 5

Number of literature items used: 23

Keywords: musculoskeletal system, shoulder joint, knee joint, sports injury, imaging methods, magnetic resonance imaging

Summary:

The thesis titled The Importance of Magnetic Resonance Imaging in the Investigation of Muskuloskeletal System comprises of theoretical and a practical part. The theoretical part is divided into three chapters. The first chapter deals with the anatomy of musculoskeletal system, the anatomic structures that are often injured during sports activities are described there. Further, pathological processes caused by sports activities are briefly described. The third chapter contents the description of displaying methods usable to the examination of musculoskeletal system. The principle of magnetic resonance imaging, which the thesis concentrates on, is described in detail.

The practical part contents a qualitative research carried on the basis of a case history. Subsequently, the benefit of magnetic resonance imaging used when examining sports injuries is evaluated.

OBSAH

ÚVOD 8
TEORETICKÁ ČÁST 10
1 ANATOMIE POHYBOVÉHO APARÁTU 10
1.1 Horní končetina 10
1.1.1 Pletenec horní končetiny 10
1.1.2 Ramenní kloub 10
1.1.3 Loketní kloub 12
1.1.4 Ruka 12
1.2 Páteř 13
1.3 Dolní končetina 13
1.3.1 Pletenec dolní končetiny 13
1.3.2 Kyčelní kloub 14
1.3.3 Kolenní kloub 14
1.3.4 Bérec 17
1.3.5 Noha, hlezenní kloub 17
2 PATOLOGICKÉ PROCESY – SPORTOVNÍ ÚRAZY 18
2.1 Poranění svalů a šlach 18
2.1.1 Impingement syndrom 19
2.1.2 Skokanské koleno 19
2.1.3 Postižení Achillovy šlachy 19
2.2 Poranění kloubů 19
2.2.1 Vykloubení ramenního kloubu (luxace) 20
2.2.2 Vrhačské rameno 20
2.2.3 SLAP – léze 20
2.2.4 Vrhačský loket 21
2.2.5 Poranění vnitřních a vnějších postranních vazů 21
2.2.6 Poranění zkřížených vazů kolenního kloubu 21
2.2.7 Poškození menisků 22
2.3 Poranění skeletu 22
3 ZOBRAZOVACÍ METODY 23
3.1 RTG 23
3.2 Kontrastní vyšetření používané v ortopedii 24
3.3 Ultrasonografie (USG) 24
3.4 Výpočetní tomografie (CT) 25
3.5 Magnetická rezonance 26

3.5.1 Základní princip ... 27
3.5.2 Základní vyšetřovací postupy ... 28
3.5.3 Tvorba MR obrazu ... 30
3.5.4 MR sekvence ... 32
3.5.5 Přístroje MR ... 33
3.5.6 Kontrastní látky ... 36
3.5.7 Kontraindikace ... 37
3.5.8 Příprava pacienta na MR vyšetření ... 38
3.5.9 Protokoly MR zobrazování ... 38
PRAKTICKÁ ČÁST ... 41
4 CÍLE PRÁCE, VÝZKUMNÉ OTÁZKY ... 41
4.1 Metodika ... 41
5 KAZUISTIKY ... 42
5.1 Kazuistika 1 ... 42
5.2 Kazuistika 2 ... 44
5.3 Kazuistika 3 ... 46
5.4 Kazuistika 4 ... 49
5.5 Kazuistika 5 ... 50
5.6 Kazuistika 6 ... 52
5.7 Kazuistika 7 ... 54
5.8 Kazuistika 8 ... 56
5.9 Kazuistika 9 ... 57
DISKUZE ... 60
ZÁVĚR ... 65
LITERATURA A PRAMENY ... 66
SEZNAM ZKRATEK ... 68
SEZNAM OBRÁZKŮ ... 70
SEZNAM PŘÍLOH ... 71
PŘÍLOHY ... 72

ÚVOD

V současné době dochází stále více k rozvoji sportovních aktivit. Ať už se jedná o občasné rekreační sportovní aktivity nebo o vrcholové sportování, obě tyto skupiny patří mezi rizikové při vzniku sportovních úrazů. U většiny sportovních aktivit se velmi často opakují pohybové stereotypy, což vede k zatížení jednotlivých částí pohybového aparátu. Dochází k přetížení kloubů, svalových úponů a šlach. V momentu, kdy se vyčerpají schopnosti organismu tuto zátěž kompenzovat, objevují se bolesti z přetížení a v přetěžovaných oblastech pohybového aparátu se mohou projevit chorobné patologické změny.

Magnetická rezonance patří mezi základní diagnostické zobrazovací metody. Většinou ji ale předchází RTG, CT nebo USG vyšetření. V zařízeních, kde je k dispozici přístroj magnetické rezonance, bývá používána po základním RTG vyšetření, protože v diagnostice pohybového aparátu hraje rozhodující úlohu. Díky tomu, že v současnosti má magnetická rezonance vyšší sílu magnetického pole, umožňuje vyšší rozlišení některých tkání. Především svalů, šlach a kloubů, v některých případech také skeletu, proto je vhodná v diagnostice sportovních úrazů, kde se vyžaduje detailní vyšetření stupně poškození, což nám RTG snímek neumožňuje. Vzhledem k tomu, že při vyšetřování sportovních úrazů se setkáváme především s mladými lidmi, tak využíváme největší výhodu magnetické rezonance, kterou je, průběh vyšetření bez možného ionizujícího záření. Sportovci jsou k vyšetření nejčastěji odesíláni sportovními ortopedy.

K psaní této práce vedla aktuálnost problematiky sportovních úrazů, se kterou se denně setkáváme a také neustálý rozvoj magnetické rezonance.

Práce je rozdělená na dvě části, na část teoretickou a část praktickou. V teoretické části se zaměřujeme na popis anatomie pohybového aparátu. Podrobněji je popsáno rameno a koleno, protože jejich svalové úpony, šlachy a klouby bývají nejčastěji přetěžovány při sportovních aktivitách. Dále jsou rozděleny sportovní úrazy, dle struktury poškození a ke každé je uveden příklad konkrétního úrazu. V neposlední řadě jsou uvedeny zobrazovací metody, které se využívají. Podrobně se zaměřujeme na princip a vlastnosti magnetické rezonance a uvádíme její výhody a nevýhody.

V praktické části se zabýváme kvalitativním výzkumem, kdy pomocí kazuistik, které jsou zaměřeny na sportovní úrazy, objasňujeme význam magnetické rezonance právě u úrazů způsobených sportem.

TEORETICKÁ ČÁST

1 ANATOMIE POHYBOVÉHO APARÁTU

1.1 Horní končetina

1.1.1 Pletenec horní končetiny

Pletenec horní končetiny se vyznačuje tím, že je to neúplný a horizontálně uložený prstenec kosti. Vpředu ho uzavírá kost hrudní. Vzadu se nacházejí jen svaly, proto je kruh otevřený. Pasivní součástí pletence je klíční kost, lopatka, hrudní kost včetně jejich spojů. Aktivní součástí jsou jeho svaly pletence. (1)

Klíční kost (clavicula) je esovitě prohnutá a povrchově uložená kost v podkoží. Dopředu je prohnutá na vnitřní straně a dozadu na straně zevní. Spojuje se s lopatkou a hrudní kostí. (2)

Lopatka (scapula) je plochá kost, která má tvar trojúhelníku. Je uložená v podkoží na zadní straně hrudníku v rozsahu 2. – 8. žebra. Lopatku na zadní straně rozděluje hřeben (spina scapulae) na část horní a dolní. Horní část je menší. M. supraspinatus začíná na horní části a m. infraspinatus na části dolní. M. teres minor začíná na zevním okraji lopatky a m. teres major na dolním úhlu. Pro připojení klíční kosti je přítomna styčná ploška na tzv. nadpažku (acromion). Acromion vychází z hřebenu lopatky, který se zdvihá zevně a směrem dopředu. Z okraje horního vybíhá směrem dopředu zobcovitý výběžek (processus coracoideus). (2) (1)

Mezi nadpažkem a klíční kostí je kloub, který se jmenuje art. acromioclavicularis. Jedná se o kloub, který má ploché kloubní plochy oválného tvaru. Jeho pouzdro je krátké a tuhé. Zesilují ho dva vazy – lig. acromioclaviculare a lig. coracoclaviculare. Druhým kloubem, který se nachází mezi kostí hrudní a klíční je art. sternoclavicularis. Je to kloub složený. Protože kloubní plochy artikulujících kostí si tvarově neodpovídají, je jejich nestejný tvar vyrovnáván diskem. Ten je po celém obvodu spojen s kloubním pouzdrem a kloub rozděluje na dvě dutiny. Malý kulový kloub vytváří z kloubu tvar disku. Pouzdro je tuhé a krátké. (1) (2)

1.1.2 Ramenní kloub

Ramenní kloub (articulatio humeri) je nejpohyblivějším kloubem v lidském těle. Je kulovitý, volný. Skládá se ze dvou kloubních ploch. Jednou kloubní plochou je kloubní

jamka na lopatce (cavitas glenoidalis). Jamka lopatky je plochá a menší než hlavice pažní kosti (caput humeri). Na jejím obvodu se zdvihá chrupavčitý lem (labrum glenoidale), který přibližně o jednu třetinu zvětšuje plochu a zároveň i hloubku jamky. Druhou kloubní plochou je hlavice pažní kosti (caput humeri). Jedná se o kulovitě vypouklou plochu. Kloubní pouzdro je velmi silné a prostorné, upevňuje se na lopatku. Přední plocha kloubního pouzdra je zesílena ligamenty (ligamenta glenohumeralia – horní, střední, dolní). Vzadu a laterálně s pouzdrem srůstají 3 šlachy – m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor a vpředu se jedná o m. subscapularis. (2) (1)

Vazy ramenního kloubu se nacházejí nad vlastním kloubem a na přední ploše kloubního pouzdra. První z nich se nachází mezi nadpažkem (acromion) a processus coracoideus. Dle těchto výběžků nese název lig. coracoacromiale. Nad ramenním kloubem tvoří klenbu (fornix), o kterou se kost pažní (humerus) při upažení do horizontály opře a při dalším upažování nad horizontálu se otáčí lopatka. Na přední straně pouzdra ramenního kloubu jsou vazy ligg. glenohumeralia, ty jsou poměrně slabé, proto nejsou schopné zabránit posunu hlavice kloubu směrem dopředu (ventrální subluxace). (3)

Burzy neboli tíhové váčky zabraňují odírání nejrůznějších struktur o sebe navzájem. V okolí kloubu ramenního se jich nachází mnoho. Dvě z nich jsou velmi významné, protože jsou často postiženy záněty. Jedná se o bursa subdeltoidea a bursa subacromialis. První se nachází mezi m. deltoideus a velkým hrbolkem (tuberculum majus) kosti pažní. Druhá se nachází v prostoru mezi hlavicí kosti pažní a nadpažkem, který se nachází nad ní. (3)

Šlachové pochvy (vaginae tendinae) se v těle vyskytují jen zřídka, zejména v oblasti zápěstí a kotníku. Výjimku tvoří pochva kolem šlachy dlouhé hlavy bicepsu, která je ve žlábku mezi hrbolky hlavice pažní kosti – vagina synovialis intertubercularis. Jejím úkolem je chránit šlachu před oděrem v místě, kde prochází pouzdrem ramenního kloubu a pokračuje uvnitř kloubní dutiny. Zanícení této pochvy způsobí nepříjemné chronické potíže, které se velmi obtížně řeší. (3)

Svaly ramenního pletence jsou stabilizačním prvkem. Celkem je šest svalů. M. subscapularis (sval podlopatkový) začíná na kostální ploše lopatky, směřuje ke kloubu ramennímu a přechází k úponu, který se nachází na hrbolku pažní kosti. Tento sval provádí addukci a vnitřní rotaci paže. Inervuje ho n. subscapularis. M. supraspinatus (sval nadhřebenový) začíná v nadhřebenové jámě na lopatce, pokračuje laterálně. Úponová

šlacha částečně srůstá s horní stranou pouzdra kloubu ramenního a zároveň se upíná na horní část velkého hrbolku pažní kosti. Provádí abdukci paže, pomáhá při zevní rotaci a fixuje hlavici v ramenním kloubu. Tento sval inervuje n. suprascapularis. M. infraspinatus (sval podhřebenový) začíná na lopatce z podhřebenové jámy, pokračuje šikmo laterokraniálně a upíná se na střední část velkého hrbolku pažní kosti. Sval provádí zevní rotaci paže, pomáhá při addukci. Je inervován n. suprascapularis. M. teres minor (malý sval oblý) začíná na horním zevním okraji lopatky, pokračuje dorzálně a spojuje se se zadní stranou ramenního kloubu. Jeho úpon je na dolním okraji velkého hrbolku pažní kosti. Inervuje ho n. axillaris, občas vlákna n. suprascapularis. M. teres major (velký sval oblý) začíná na dolní části lopatky, pokračuje přes přilehlý laterální okraj lopatky. Dále jde na přední stranu kosti pažní, zpředu kříží m. triceps brachii a upíná se pod úponem m. subsapularis. M. deltoideus (sval deltový) plochý sval, začíná od akromiální třetiny klíční kosti, nadpažku a hřebenu lopatky (část klavikulární, akromiální, hřebenová). Přitlačuje hlavici pažní kosti do jamky a vede ji kraniálně. Umožňuje abdukci, ventrální, dorzální flexi. Inervuje ho n. axillaris. (2) (3) (4) (5)

1.1.3 Loketní kloub

Loketní kloub (art. cubiti) je místo, kde se stýkají tři kosti – kost pažní (humerus), vřetenní (radius) a loketní (ulna). Kloubní spoje, které vznikají mezi kostmi, jsou tři. Jedná se o kloub kladkový (humerus + ulna), kloub kulový (humerus + radius), kloub kolový (radius + ulna). Loketní kloub má společné pouzdro pro všechny tři spoje. Pouzdro je poměrně slabé, především na přední ploše. Na zadní ploše je chráněno úponovou šlachou trojhlavého pažního svalu. Zesilují ho dva postranní vazy. Jedná se o čtyřhranný vaz a prstencovitý vaz. Mezi mezikostními hranami předloketních kostí je vazivová blána – mezikostní membrána. Jejím úkolem je fixovat předloketní kosti. Jelikož představuje poměrně velkou plochu, je to místo začátku hlubokých předloketních svalů. Svaly, vykonávající pohyby v loketním kloubu se dle anatomie řadí ke svalům pažním a zároveň ke svalům předloktí. Jsou to svaly: m. biceps brachii, m. brachialis a m. triceps brachii. (1) (3) (5)

1.1.4 Ruka

Ruka (manus) je koncovým článkem horní končetiny. Její základní funkcí je úchop. Kostra ruky se dělí na tři části. Na zápěstí (carpus), záprstí (metakarpus) a články prstů (phalanges). (1)

Zápěstí je tvořeno dolním koncem kosti vřetenní (radius) a loketní (ulna) a zápěstními kůstkami, kterých je osm, tvarově jsou velmi rozmanité a nacházejí se ve dvou řadách. První řada je tvořena: kostí člunkovou, poloměsíčitou, trojhrannou a hráškovou. Druhou řadu tvoří: kost trapézová, trapézovitá, hlavatá a háčková. Kosti záprstní se vyznačují jednotnou stavbou a podobným tvarem. Je to pět dlouhých kostí. Tvoří střední úsek skeletu ruky. Každá kost má tři části: bázi, tělo a hlavici. Články prstů mají široké báze, štíhlá těla a kladkovité hlavice. Palec je zvláštní tím, že má pouze dva články – základní a koncový. (1) (5)

Kosti jsou spojené na dlaňové i hřbetní straně četnými vazivovými strukturami. Šlachy flexorů a extenzorů prstů jsou v oblasti zápěstí a ruky ve svém průběhu ke kostem fixovány vazivovými poutky. Tzv. synoviální pochvy umožňují kluznost šlach v těsném prostoru. (4)

1.2 Páteř

Páteř (columna vertebralis) se skládá z obratlů, kterých je 33 – 34. Dále z 23 meziobratlových destiček a z 24 pohybových segmentů. Páteř má sedm krčních, dvanáct hrudních, pět bederních, pět křížových a čtyři až pět kostrčních obratlů. Obratel je základní stavební prvek páteře. Většina obratlů se skládá z těla obratle, obratlového oblouku a z výběžků. Zvláštní stavbu mají první dva krční obratle. Jedná se o nosič (atlas) a čepovec (axis). První krční obratel nemá tělo a je tvořen dvěma kostěnými oblouky. Čepovec se svým vzhledem téměř podobá ostatním obratlům, je ale masivnější. Pět křížových obratlů srůstá v křížovou kost a kostrč. Má tvar trojúhelníku. Přední okraj vyčnívá do malé pánve a nese název promontorium. Dolní konec kosti křížové je užší a většinou spojen chrupavkou s kostrčí. Kostrč (os coccygis) je kost trojúhelníkového tvaru, tvořící konec páteře. Obratle jsou fixovány a spojeny pomocí vazů a svalů. Rozlišujeme vazy dlouhé a krátké. K vazům dlouhým lze zařadit přední a zadní podélný vaz a k vazům krátkým patří spojující oblouky a výběžky sousedních obratlů. (1) (5)

1.3 Dolní končetina

1.3.1 Pletenec dolní končetiny

Pletenec pánevní je tvořen dvěma pánevními kostmi a nepárovou kostí křížovou. Pasivní součástí pletence dolní končetiny jsou pánevní a křížová kost, včetně jejich spojů a aktivní součástí jsou svaly kloubu kyčelního a svaly stehna. (1) (5)

Kost pánevní (os coxae) je složena ze tří kostí. Z kosti kyčelní (os ilium), sedací (os ischii) a stydké (os pubis). Kost kyčelní je největší částí kosti pánevní. Tělo tvoří centrální část, která je přivrácena k jamce kloubu kyčelního. Rozšiřuje se v plochou lopatu kosti kyčelní. Kost sedací je masivní a tvoří dolní okraj kosti pánevní. Tělo sedací kosti je součástí jamky kyčelního kloubu (acetabula). Směrem dolů a dopředu pokračuje její široké rameno, které tvoří nápadný sedací hrbol. Nad ním se vytyčuje ostrý kostěný sedací trn. Kost sedací je nejtenčí kostí. Má tři části. Tělo a dvě ramena. Podílí se na utváření kloubní jamky kyčelního kloubu, ze kterého vybíhá horní rameno kosti stydké, které jde směrem dopředu k symfýze, kde přechází do dolního ramena. Mezi horním a dolním ramenem se nachází nerovná plocha pro chrupavčitou sponu stydkých kostí. Spona stydká (symfýza) je chrupavčitá a spojuje obě stydké kosti. Její pohyblivost je malá, ale spoj je poměrně pružný. Pánev vzniká spojením párových pánevních kostí, kostí křížovou a kostrčí. (1)

Křížokyčelní kloub (art. sacroiliaca) se nachází mezi kostí křížovou a kyčelní. Jedná se o tuhý kloub. Je spojený krátkým, pevným pouzdrem s minimální pohyblivostí. (1)

1.3.2 Kyčelní kloub

Kyčelní kloub (art. coxae) je kulovitý, omezený. Spojuje kosti dolní končetiny s pánví. Jeho jamku nalezneme na zevní straně pánve, tvoří ji acetabulum na kosti kyčelní. Vyplněno je tukovým polštářem a rozšířeno o chrupavčitý okraj (labrum acetabuli). Úkolem tukového polštáře je absorbovat nárazy. Hlavicí je stehenní kost (femur), na kterou se pouzdro kyčelního kloubu upíná vpředu. Vzadu zasahuje až doprostřed délky krčku. Na přední ploše s pouzdrem srůstají vazy, které ho zesilují. Rozsah pohybu je omezen nejen tvarem kloubu (hlavice zapadá do jamky), ale také okolními strukturami (tuhé kloubní pouzdro) a stupněm zkrácení okolních svalů flexorů a adduktorů (přitahovačů). Svaly a vazy kryjí kloubní pouzdro, proto je vykloubení způsobené úrazem vzácné. (1) (4) (5)

1.3.3 Kolenní kloub

Kolenní kloub (art. genus) patří mezi nejsložitější kloub v lidském těle, to především díky své komplikované stavbě a složité funkci. Bývá často zraňován při nejrůznějších, zejména sportovních aktivitách. Jedním z nejčastějších úrazů je ruptura předního zkříženého vazu. Kolenní kloub je kloub složený. Stýkají se zde tři kosti – kost stehenní (femur), holenní (tibia) a čéška (patella). Mezi kostí stehenní a holenní je tzv. pomocné zařízení, které nazýváme menisky. (1) (6) (7)

Menisky jsou chrupavčité útvary uloženy na konci holenní kosti a svými konci jsou zakotvené v přední a zadní oblasti středové části kosti. Střední části menisků jsou nefixované, volné a při pohybech kloubu se posouvají po holenní kosti. Menisky jsou často zraňované. Dle tvaru a velikosti je můžeme rozdělit na vnitřní a zevní meniskus. Vnitřní meniskus je větší a má poloměsíčitý tvar. Je méně pohyblivý, proto bývá často poraněn. Důvodem je také to, že je srostlý s vnitřním postranním (kolaterálním) vazem. Téměř kruhový tvar má zevní meniskus. Upíná se v blízkosti předního zkříženého vazu. Tento meniskus je značně pohyblivý, zejména při mírných flexích v kolenním kloubu (15 – 30°). Pokud dojde k poškození, či roztržení menisku je nutné ho z kolenního kloubu odstranit. Chrupavky, které se neodstraní, začnou blokovat pohyb kloubu nebo mohou poškodit chrupavky kloubních konců. (1) (7)

Mezi vazy, které stabilizují kolenní kloub, patří: Lig. patellae – úponová šlacha čtyřhlavého stehenního svalu (m.quadriceps femoris), která se nachází na přední straně kloubu mezi čéškou (patella) a drsnatinou holenní kosti (tuberositas tibiae). Dále jsou to ligg. colateralia mediale et laterale (vnitřní a zevní postranní vaz). Vnitřní postranní vaz je relativně široký, plochý a zadní část pěvně srůstá s kloubním pouzdrem a s vnitřním meniskem. Jeho začátek je na vnitřním kondylu kosti stehenní a konec na vnitřním kondylu kosti holenní. Nachází se v těsné blízkosti kolenního pouzdra a srůstá s mediálním meniskem. To je také důvod, proč při velkém množství úrazů je poškozen právě tento meniskus. Při extenzi kolena je napjat, což také koleno stabilizuje. Zevní postranní vaz jde směrem od kosti stehenní k hlavičce kosti lýtkové. Je zaoblený až oválný. Tento vaz nesrůstá s kloubním pouzdrem ani s meniskem. Při extenzi kolena je úplně napjat a je stabilizátorem kolenního kloubu. K nejmohutnějším stabilizátorům kolenního kloubu patří ligg. cruciata anterius, posterius (přední a zadní zkřížený vaz). Jedná se o dva silné vazivové pruhy, které se navzájem kříží. Přední zkřížený vaz (LCA) začíná od zevního kondylu kosti stehenní a směřuje dolů a dopředu k horní ploše kosti holenní. Zadní zkřížený vaz (LCP) začíná od vnitřního kondylu kosti stehenní a jde dolů a dozadu k horní ploše tibie. Vazy stabilizují kloub při mírné flexi. Oba tyto vazy jsou téměř stejně dlouhé. Zadní vaz je ale přibližně o jednu třetinu silnější než přední vaz. (1) (6)

Svaly jsou pro kolenní kloub velmi důležité. Je jich velké množství. Jsou uloženy jak na přední, tak na zadní straně stehna. Ke svalům na přední straně stehna můžeme zařadit sval krejčovský (m. sartorius). Vyznačuje se tím, že je to nejdelší sval v lidském těle. Je přibližně 4 – 5cm široký. Jeho začátek je na předním horním trnu kosti kyčelní,

pokračuje v táhlé spirále šikmo po přední straně stehna až ke svému úponu. Jeho úpon je na vnitřním hrbolu kosti holenní, tam se společně fixuje s útlým a poloblanitým svalem. Tento sval provádí flexi, abdukci a zevní rotaci stehna. Také ohýbá a vyvolává vnitřní rotaci bérce. Druhým svalem je čtyřhlavý stehenní (m. quadriceps femoris). Je to nejmohutnější sval v těle. Má čtyři hlavy, kterými jsou: přímý stehenní sval (m. rectus femoris) jehož začátek jedné šlachy je na kyčelní kosti a druhé nad horním okrajem kyčelního kloubu. Jedná se o relativně samostatnou jednotku. Je uložen nejvíce na povrchu a vsazen mezi dvě okrajové hlavy. Další je zevní hlava čtyřhlavého svalu (m. vastus lateralis). Tento sval začíná na zevním okraji hrany stehenní kosti a upíná se na její zevní stranu. Vnitřní hlava čtyřhlavého svalu (m. vastus medialis) začíná stejně jako druhá hlava čtyřhlavého stehenního svalu, ale upíná se na vnitřní stranu kosti stehenní. Poslední čtvrtou hlavou je prostřední hlava čtyřhlavého svalu (m. vastus intermedius), jedná se o nejhlouběji a nejmohutněji posazenou hlavu. Tento sval odstupuje od přední plochy kosti stehenní. K hlavní funkci celého čtyřhlavého stehenního svalu patří extenze v kolenním kloubu. Je důležitý především pro chůzi. Ke svalům na zadní straně stehna můžeme zařadit dvojhlavý stehenní sval (m. biceps femoris). Je uložený na zadní a laterální straně stehna. Je to poměrně dlouhý a vřetenovitý sval. Má dvě hlavy. Jednou hlavou je dlouhá hlava stehenního svalu, která začíná společně se svalem poloblanitým a pološlašitým na sedacím hrbolu. Postupuje k zevnímu okraji bérce a spojuje se s další hlavou, kterou je krátká hlava stehenního svalu. Ta odstupuje od střední třetiny hrany kosti stehenní. Poté, co se spojí obě dvě hlavy, kříží sval stehenní zevní hlavu dvojhlavého lýtkového svalu a upíná se na hlavici lýtkové kosti pomocí silné šlachy. Dlouhá hlava umožňuje provádět extenzi a addukci. Obě dvě hlavy flektují bérec a rotují ho zevně. Dalším svalem zadní skupiny patří pološlašitý sval (m. semitendinosus). Jedná se také o dlouhý a vřetenovitý sval. Převážná část je tvořena šlachou. Začíná na sedacím hrbolu, pokračuje na vnitřní stranu kolenního kloubu, tam se upíná na vnitřní hrbol kosti holenní. Umožňuje extenzi a addukci stehna. Poloblanitý sval, (m. semimembranosus) jehož počáteční šlacha je blanitá, je dlouhý a objemný. Začátek poloblanitého svalu je na sedacím hrbolu, kříží bříško dvojhlavého stehenního svalu a jeho úpon je na vnitřním hrbolu kosti holenní. Jako tzv. hamstringy označujeme sval pološlašitý a poloblanitý. Jsou to typické flexory kolena. Aktivita hamstringů roste se stoupajícím předklonem pánve. Posledním svalem je zákolenní sval (m. popliteus). Je to plochý sval, který má tvar trojúhelníku. Začíná na stehenní kosti a širokým bříškem se upíná na zadní stranu kosti holenní. Provádí ohnutí bérce. (1) (5) (6) (7)

1.3.4 Bérec

Bérec tvoří dvě kosti: kost holenní (tibia) a kost lýtková (fibula). Ovšem nosnou kostí je pouze kost holenní, která je ve spojení s kostí stehenní. Má podobnou funkci jako předloktí, umožňuje zkracování délky končetiny. Svaly bérce dělíme na tři skupiny – ventrální, laterální a dorsální. Je zde také mezikostní membrána, která je rozepjatá mezi kostí holenní a lýtkovou. Je poměrně tuhá, brání rozestupu obou kostí a slouží jako místo pro začátek bércových svalů. (1)

1.3.5 Noha, hlezenní kloub

Noha (pes) je koncovým článkem dolní končetiny. Kostra nohy se dělí na tři oddíly: zánártí (tarsus), nárt (metatarsus) a články prstů (phalanges). Kosti zánártní tvoří sedm masivních kostí, které se vyznačují nepravidelným tvarem. Jedná se o kost hlezenní (talus), patní kost (calcaneus), kost loďkovitá (os naviculare), kost krychlová (os cuboideum), tři klínové kosti (ossa cuneiformia). Nárt je tvořen pěti nártními kostmi, které formují střední část kostry nohy. Každá kost se skládá z rozšířené báze, těla a hlavice kosti. Skelet prstů nohy tvoří články prstů. Jsou také tvořeny třemi články – bazálním, středním a koncovým. Palec jako jediný prst má články pouze dva. (1)

Horní zánártní (hlezenní) kloub (art. talocruralis) je kloub složený, kde se spojují kosti bérce, které tvoří jamku kloubu s hlavicí hlezenní kosti. Hlezenní kloub je poměrně složitý. Je pospojován několika vazy. Vazy jsou náchylné k různým zraněním následkem nárazů a namáhání, kterým jsou vystavovány především při sportu. Nejčastěji bývají poškozeny stabilizátory v oblasti zevního kotníku, které jsou tvořeny třemi vazy přední/zadní fibulotalární vaz a fibulokalakneární vaz. Při distorzi kotníku bývá nejčastěji postižen fibulotalární vaz. (1)

2 PATOLOGICKÉ PROCESY – SPORTOVNÍ ÚRAZY

Na vzniku sportovních úrazů se podílí celá řada faktorů. Mnoho z nich sportovec může ovlivnit, u některých lze omezit jejich vliv a některé ovlivnit nelze. Příčiny vzniku sportovních úrazů lze rozdělit do šesti skupin. První skupinou jsou osobní vlastnosti sportovce, kam můžeme zařadit stavbu kostí, svalů a kvalitu vazivového aparátu. Je známo, že více úrazů vzniká při přecenění svých schopností. Další příčinou může být vliv jiné osoby. Jedná se zejména o trenéra či cvičitele, kteří neodhadnou schopnosti a stav sportovce. Úraz může způsobit také spoluhráč či protihráč např. při fotbale. Další skupinu tvoří objektivní příčiny, které vyplývají z daného sportovního odvětví. To znamená, že některé sporty jsou náchylnější ke vzniku určitého druhu úrazu. Např. při gymnastice, kdy se trénují nové prvky, často dochází k mnoha pádům. Čtvrtou skupinu tvoří klimatické podmínky. U některých sportovců je vliv klimatu důležitý pro dosažení cíle, např. u horolezců. Technické vybavení se řadí do další skupiny. Patří sem výstroj sportovců, používané nářadí, ochranná zařízení a pomůcky, které mohou eliminovat vznik úrazu. Poslední skupinu, která má vliv na vznik úrazů, tvoří organizační činitel. K této skupině se řadí vhodné uspořádání závodů, tréninků. Organizace tréninku je velmi důležitá z hlediska poškození pohybového aparátu z přetrénování. (8) (9)

2.1 Poranění svalů a šlach

Poranění svalů a šlach se častěji vyskytuje u závodních sportovců. Od doby vzniku se úraz klinicky projevuje bolestí a otokem. Úraz může vzniknout dvěma mechanismy. Prvním způsobem vzniku je přímý úder, při kterém dojde v místě zasažení ke kontuzi bez přerušení vláken, je přítomný hematom. Druhým způsobem je distrakce nebo střihový mechanismus. Důsledkem poškození bývá nadměrná silová kontrakce svalu. (10)

Svalově šlachová poranění se dle rozsahu poškození rozdělují do tří stupňů. Prvním stupněm je natažení, kdy je přítomen fokální edém mezi svalovými vlákny a fasciemi. Při zobrazení na MR je patrný typický vějířovitý vzhled. Mírné zhmoždění je druhým stupněm poškození, kde můžeme pozorovat částečné trhliny v oblasti svalů a šlach. Charakteristický je hematom. Na MR je patrné nahromadění tekutiny obzvláště na jednom okraji svalu. Posledním stupněm je ruptura. Na MR je patrná nespojitost v oblasti svalů a šlach projevující se intermuskulární tekutinou v důsledku edému a hematomu. (10) (9)

2.1.1 Impingement syndrom

Jedná se o bolestivé postižení v oblasti podklíčkového prostoru, kdy dochází ke dráždění rotátorové manžety a podklíčkové burzy. Tento úraz se vyskytuje především u badmintonu, tenisu, volejbalu, kulturistice a plavání. Projevuje se bolestivostí ramene v určité poloze, při upažování a vleže na postiženém rameni. Příčinou vzniku je opakované upažování a vzpažování, výdrže ve vzpažení, kdy se tlakem kostěných struktur dráždí rotátorová manžeta. K diagnostice se využívá klinické vyšetření a USG. Léčba je obdobná jako u vrhačského ramene. Je nutné omezit zátěž, využívá se fyzikální terapie, posilování svalstva ramenního pletence. Pokud obtíže přetrvávají, je možný obstřik rotátorové manžety. Při sportu je nutné využívat ramenní ortézu. V případě chronických obtíží se provádí akromioplastika. (4)

2.1.2 Skokanské koleno

Toto poškození postihuje cyklisty, turisty, basketbalisty, volejbalisty, ale nejčastěji běžce. Bolesti se objevují pod dolním okrajem čéšky při zátěži, v pokročilejší fázi je zřejmá i klidová bolest. Příčinou vzniku jsou opakované doskoky, kdy dochází k dráždění a vznikají drobné trhliny úponu – lig. patellae v oblasti čéšky. Když se trhlinky začnou hojit, vznikne jizva, která prorůstá do nervových zakončení a proto se při další zátěži začne objevovat bolest. Je nutné, aby pacient snížil tréninkovou zátěž a koleno fixoval ortézou. Dále se užívají léky zmírňující otok a bolest, elektroléčba a magnetoterapie. Pokud obtíže neustupují, volí se chirurgický zákrok. (4) (8)

2.1.3 Postižení Achillovy šlachy

Achillova šlacha je nejsilnější šlachou, která se v lidském těle nachází. Jedná se o úponovou šlachu trojhlavého lýtkového svalu. Hlavní funkcí je propnutí špičky nohy při běhu nebo skoku. Vyskytuje se téměř ve všech sportech. Nejčastěji u běžců, volejbalistů, basketbalistů. Bolest se nejprve objevuje po zátěži, později při sportu i běžné chůzi a ve velmi pokročilé fázi i v klidu. Příčinou vzniku může být nadměrná zátěž či nevhodná obuv. Využívá se klinické vyšetření, následně USG. Postižení Achillovy šlachy lze rozdělit do tří skupin. První skupinou jsou záněty Achillovy šlachy (peritendinitidy), zhmoždění Achillovy šlachy (kontuze) a prasknutí Achillovy šlachy (ruptura). (4) (8)

2.2 Poranění kloubů

Poranění kloubů patří k nejčastějším úrazům. Při sportovních aktivitách bývají značně zatěžovanou částí pohybového aparátu. Kloub, který bývá nejvíce poraněný, je kloub kolenní. Největší skupinu tvoří lyžaři, hokejisté a fotbalisté. Druhým v pořadí je

ramenní kloub, jehož poranění se obvykle objevují u vzpěračů, házenkářů, kulturistů a hokejistů. U vzpěračů a kulturistů bývá také poraněn kloub loketní. Úraz kyčelního kloubu se vyskytuje často u hokejistů a fotbalistů, stejně jako kloub hlezenní. Nejčastějším místem poškození u kolenního kloubu bývá vnitřní postranní vaz a přední zkřížený vaz. Na MR řezech je patrná nespojitost vazu, edém a kostní hematom. (9) (10)

2.2.1 Vykloubení ramenního kloubu (luxace)

Tento úraz je častý po pádech, kdy je natažená horní končetina. Dojde k přetížení v okolí kloubních vazů, hlavice kloubu se posune směrem dopředu mimo kloub. Pokud nedojde k úplnému zhojení kloubního pouzdra, může se vykloubení minimálním mechanismem opakovat, např. při prudké smeči při volejbale nebo při plavání. Tento stav je velmi bolestivý a pohyb v ramenním kloubu je nemožný. Vykloubení se vyznačuje výraznou bolestí a omezeným pohybem. Při vyšetření je proveden RTG snímek, následně repozice a nakonec se přiloží vhodná fixace. V případě, že k vykloubení dochází opakovaně, je nutné provést operaci s fixací dle nálezu. (4) (8)

2.2.2 Vrhačské rameno

Výskyt tohoto úrazu je častý především při baseballu, volejbalu, tenisu a házené. Projeví se bolestí ramene při nápřahu a odhodu nebo ztrátou schopnosti házet s rychlostí a přesností. Příčinou vzniku je opakovaná zátěž při extrémním nápřahu a následný švihový pohyb paže směrem dopředu. Při nápřahu dojde k natažení přední části kloubního pouzdra a rotátorové manžety. Po odhodu je natažené zadní pouzdro a rotátorová manžeta. Tímto způsobem vznikají mikrotrhlinky a zjizvení zadní části kloubního pouzdra, tím se omezí vnitřní a zvětší se zevní rotace. Provádí se klinické a USG vyšetření. Léčebnými metodami jsou strečink zkráceného zadního kloubního pouzdra a svalů zadní strany ramene, měkké techniky na zkrácené struktury, fyzikální terapie, klidový režim. Pokud se s léčbou začne v časném stadiu, má po odeznění bolesti většina pacientů šanci navrátit se zpět ke sportovní zátěži. Jako prevence je vhodné posilování svalů ramenního pletence. (4) (8)

2.2.3 SLAP – léze

SLAP – léze vzniká při neléčení vrhačského ramene. Při další zátěži se stav zhoršuje, až vznikne v přední části kloubního pouzdra trhlina. Potíže jsou obdobné jako u vrhačského ramene, ale více intenzivnější. Klinické vyšetření a následně magnetická rezonance nám pomůže stanovit diagnózu. Provádí se operace. Po operaci se pouze malá část sportovců vrací ke sportovní zátěži. (4)

2.2.4 Vrhačský loket

Vrhačský loket se vyskytuje zejména u hráčů amerického fotbalu, házené a nadhazovačů. Při nápřahu a odhodu dojde ke vzniku tahové síly na vnitřní straně lokte, což může vést ke vzniku mediální epikondylitidy (oštěpářský loket) a k poškození vnitřního postranního vazu s následnou nestabilitou lokte. Tento úraz se vyznačuje bolestí na vnitřní i zevní straně lokte, bolestí vyvolanou házením a pocity přeskakování v kloubu. Využívá se klinické a RTG vyšetření. Doporučuje se klidový režim a následná rehabilitace. (4)

2.2.5 Poranění vnitřních a vnějších postranních vazů

Stabilitu kolenního kloubu zajišťují mediální a laterální postranní vazy. Poranění laterálního postranního vazu je závažnější, ale vzácnější. Vyžaduje operativní řešení. Úraz mediálního postranního vazu je častý. Vyskytuje se častěji u mladších sportovců – běžců, lyžařů a fotbalistů při skluzu. Poškození vzniká, když dojde k tahu za vaz, který se následně přepíná. Nejčastějším případem je, když je bérec fixován a tělo se pohybuje na vnitřní nebo zevní stranu. Mohou vzniknout mikroskopické ruptury, částečné nebo úplné přetržení vazu. Poranění se projevuje bolestivostí, která se objevuje na poškozené straně vazu, která se objevuje také při jeho napnutí. Pokud je úplná ruptura, bérec se viklá do strany. Přítomen je také otok, který se objevuje postupně od vzniku úrazu. Udává se, že čím dříve otok vznikne, tím závažnější poranění je. Může se objevit také hematom. Diagnóza se stanoví pomocí klinického vyšetření, USG nebo magnetické rezonance. Sešití se provádí, pokud je vnitřní postranní vaz přetržený, zároveň se odstraní i části menisků. Kolenní kloub se následně fixuje. Podávají se léky na snížení bolesti a otoku. Využívá se rehabilitace, která je velmi důležitá jako prevence zatuhnutí kolenního kloubu. (4) (8) (9)

2.2.6 Poranění zkřížených vazů kolenního kloubu

K jejich hlavní funkci patří stabilizace kolenního kloubu v předozadním směru. Poranění může nastat při rotačním pohybu kolena, např. při nekoordinovaném pohybu při dopadu z výskoku při odbíjené. Dále v případě pádu na lyžích, při prošlápnutí kolena při fotbalu nebo při přímém nárazu. Tento úraz je typický pro mladé sportovce, při nekoordinovaných pohybech. Hojně se vyskytuje na konci závodu např. při běhu z kopce, kdy je sportovec unaven. K příznakům můžeme zařadit bolest uvnitř kolenního kloubu, náplň kolena krví. V každém případě je nutné lékařské vyšetření včetně RTG, ASK a při úplném přetržení se provádí plastika vazu. Koleno se následně fixuje ortézou, užívají se léky na tlumení bolesti a otoku. (4) (8) (9)

2.2.7 Poškození menisků

Jejich zásadní funkcí je tlumit nárazy při chůzi nebo běhu. Také stabilizují kolenní kloub ve směru předním i ze strany. Poškození menisků vzniká při podvrknutí kolena, pokud dojde k rotaci kolem podélné osy kolena. Meniskus se vklíní mezi kloubní plochy a ty ho při dalším násilí drtí nebo trhají. Bezprostředně po vzniku úrazu se objevuje bolestivost na kloubní štěrbině, v některých případech je hmatná rezistence, bolest po zátěži, omezený ohyb nebo natažení kolene. Poškozená část menisku se odstraní při ASK kolenního kloubu, užívají se léky, které brání vzniku otoku bolesti a naplnění kloubu tekutinou. Prevencí vzniku tohoto úrazu může být kvalitní obuv, pevné stehenní svaly, nepřetěžování organismu, kdy při únavě může dojít k podvrtnutí. (8) (9)

2.3 Poranění skeletu

V důsledku zvyšujícího se silového přetížení dochází k poranění skeletu. Přetížení může být akutní a chronické. (10)

Úrazy skeletu jsou u sportovců s porovnáním postižení měkkých struktur méně časté. (9)

Zlomeniny lze rozdělit na zlomeniny, které spočívají v porušení kontinuity kosti a epifyzeolýzy, tj. poranění v místě růstových spár u dětí. Zvláštností jsou zlomeniny avulzní, které spočívají v odtržení vazu, šlachy nebo svalového úponu i s částí kosti, na kterou se upínají. K poraněním, která vznikají při běžných sportech, lze zařadit např. zlomeniny klíční kosti, distálního radia, zlomeniny v oblasti ruky nebo zlomeniny diafýzy bérce. Při motosportu, paraglidingu nebo horolezectví se můžeme setkat se zlomeninami femuru, pánve nebo páteře. K avulzním zlomeninám, které se často vyskytují, můžeme zařadit např. odlomení velkého hrbolu v oblasti ramena. Diagnostika se stanoví na základě klinického vyšetření a použití zobrazovacích metod. Základní metodou je rentgenové vyšetření, u složitějších zlomenin se využívá výpočetní tomografie a u složitějších zlomenin zejména v oblasti páteře, je to magnetická rezonance. Léčba závisí na typu zlomeniny, její lokalitě a věku pacienta. Využívají se jak konzervativní, tak chirurgické postupy. (9)

3 ZOBRAZOVACÍ METODY

3.1 RTG

Při skiagrafii (snímkování) vzniká záření v rentgence, které prochází tělem pacienta, kde se částečně absorbuje, rozptyluje a následně dopadá na detekční médium, které slouží k vytvoření snímku. V současnosti se snímky zhotovují digitálně. Mezi výhody digitální radiografie oproti klasickému snímkování patří vyšší kvalita získaných obrazů, redukce dávky, možnost úpravy obrazu a následná archivace snímků v digitální podobě. Nepřímá digitalizace využívá paměťové folie, které jsou uloženy v obalech, ty jsou podobné kazetám pro filmy. Po expozici se z nich získá digitální obraz za použití speciálního skeneru, který je následně odeslán do datového úložiště. Přímá digitální radiografie využívá matici detektorů (flat panel), které převádějí záření na elektrický signál. Ten se transformuje do digitální podoby a dále se zpracovává. Výhodou je zrychlení celého procesu, snímek je k dispozici několik vteřin po jeho expozici. (11) (12)

Rentgenka pro svou činnost potřebuje stejnosměrný proud o vysokém napětí, proto je součástí RTG přístroje zdroj, který obsahuje generátor vysokého napětí – usměrňovač. Kolimátorem (primární clona) prochází svazek rentgenového záření, který vystupuje z rentgenky. Kolimátor svazek RTG záření vymezí na potřebnou plochu, aby se nezvětšovala radiační zátěž pacienta. Po průchodu primárního svazku záření vyšetřovanou oblastí vzniká sekundární záření, které částečně dopadá na detekční médium a snižuje kontrast obrazu. K tomu, aby se tento nepříznivý efekt eliminoval, nám slouží sekundární clony. Sekundární clona má podobu mřížky s lamelami. Je vyrobena z materiálu, které absorbuje rentgenové záření. Primární svazek prochází mezi lamelami, ale rozptýlené záření, které má jiný směr, je mřížkou pohlceno. Během expozice je mřížka v pohybu, aby na snímku nebyly patrné lamely. (11) (12)

Rentgenové vyšetření je díky své nízké ceně a nízké radiační zátěži dostupné téměř ve všech zdravotnických zařízeních. Z RTG snímku lze odhalit tvarové odchylky kostí i kloubů. Je nezbytné k diagnostice zlomenin, vykloubení, k odhalení degenerativních změn páteře, ale také k zobrazení nádorů či zánětů skeletu. Při vyšetření pacient leží na vyšetřovacím stole nebo u něj sedí, případně pro snímkování vstoje stojí u tzv. vertigrafu. Snímky je nutné zhotovovat ve většině případů ve dvou na sebe kolmých projekcích (nejčastěji předozadní a bočná). Dále se využívají speciální cílené RTG projekce na

jednotlivé kosti a jejich části. Je jich mnoho a nesou názvy obvykle po svých tvůrcích. Další snímky, které umožňují odhalit nestabilitu kloubu v případě těžkého poranění vazů a kloubního pouzdra jsou snímky stresové a držené. (11) (12)

3.2 Kontrastní vyšetření používané v ortopedii

Jodová kontrastní látka se nejčastěji používá v RTG diagnostice. Za pomocí jehly nebo tenké kanyly ji vstřikujeme do anatomicky preformovaných nebo patologických prostor. U pohybového aparátu se jedná zejména o kloubní štěrbiny nebo píštěle. Při fistulografii hodnotíme nejen velikost, rozsah a anatomické uložení zánětlivých dutin, ale hlavně komunikaci s dalšími anatomickými prostory. Artorografie (kontrastní vyšetření kloubů) se postupně nahradila jinými metodami (CT, MR) a používá se jen v několika málo indikacích. Pokud kontrastní látku aplikujeme přímo do kloubu, jedná se o přímou artrografii (CT artrografie, MR artrografie), ale pokud kontrast aplikujeme nitrožilně s následným vyšetřením kloubu, hovoříme o nepřímé artrografii. Nitrožilní aplikace kontrastních látek umožňuje bližší charakteristiku zánětlivých, nádorových a ischemických změn. (11) (12)

3.3 Ultrasonografie (USG)

Ultrasonografie je zobrazovací metoda, která využívá odrazů ultrazvuku od rozhraní tkání s různou akustickou impedancí. Jde o vlnění mechanické povahy, přenášející se jako vibrace částic prostředí. Ultrazvuk se při průchodu hmotou absorbuje, rozptyluje a odráží. Využívané frekvence v diagnostice se pohybují od 2 – 15 MHz a zobrazují se měkké tkáně a tekutiny. Zdrojem ultrazvukové sondy je řada piezoelektrických krystalů. Sonda vysílá ultrazvukové vlnění do tkáně a registruje odrazy od akustických rozhraní. Velmi výrazné rozhraní představuje hranice tekutého prostředí s kostí nebo plynem. Proto lze orgány, které jsou uloženy za skeletem nebo plynem omezeně vyšetřovat. Pro odstranění tenké vrstvy vzduchu, která je mezi kůží a sondou, slouží kontaktní gely na kůži. Tato vrstva by mohla bránit přechodu vlnění do vyšetřované oblasti. (12) (11)

Nejčastěji se využívají sondy sektorové, lineární a konvexní. Sondy konvexní jsou vhodné pro zobrazení pánve a břišních orgánů. Sektorové sondy se využívají v oblastech, kde je malý prostor pro průchod ultrazvuku do těla – mezi žebry nebo skrz fontanely. Existují také speciální sondy pro endosonografická nebo peroperační vyšetření. Nízkofrekvenční sondy (2 – 5 MHz) jsou určené pro vyšetřování hlouběji uložených

struktur. Tyto sondy mají větší dosah, ale nižší rozlišovací schopnost. Sondy vysokofrekvenční (5 – 15 MHz) jsou vhodné pro vyšetřování povrchověji uložených oblastí. Mají vyšší rozlišovací schopnost, ale nižší prostupnost signálu do hloubky. (11) (12)

B – mode je nejčastějším typem ultrazvukového zobrazení. Vzniká dvojrozměrný řez vyšetřovanou oblastí, který je složený z bodů, kdy odstín šedi odpovídá intenzitě odrazů z daného místa. Mezi metody, které se dále, ale velmi úzce využívají, patří A – mode a M – mode. Jedná se o jednorozměrná zobrazení v podobě křivek, které ukazují vzdálenost a intenzitu odrazů tenkého paprsku ultrasonografického vlnění. Dopplerovská USG je vhodná k měření rychlosti a směru toku v cévách. Jsou dva základní dopplerovské módy – barevně kódovaný a spektrální Doppler. V kontrastní ultrasonografii pro zobrazení využíváme kontrastní látku, která obsahuje mikrobubliny plynu, zvyšující odrazy z cév a vaskularizovaných tkání. (11) (12)

Ultrazvuk využíváme při zobrazení pohybového aparátu zejména ke zhodnocení svalů a šlach, kdy se hodnotí jejich celistvost, částečné nebo úplné přetržení. Také se touto metodou můžou identifikovat hematomy vzniklé krvácením nebo jiné kolekce tekutiny – např. Bakerova cysta, výpotek. V kloubech můžeme také zhodnotit množství nitrokloubní tekutiny. (11) (12)

3.4 Výpočetní tomografie (CT)

Výpočetní tomografie je zobrazovací metoda, která využívá digitální zpracování dat o průchodu RTG záření v mnoha průmětech vyšetřovanou vrstvou. Základním principem je zeslabování svazku RTG záření při průchodu vyšetřovaným objektem. Jedná se o metodu tomografickou, vyšetření je složeno z většího množství sousedících vrstev – skenů o šířce v rozmezí 0,5 – 5 mm. (11)

Pro získání informace o absorbovaném rentgenovém záření, nám slouží gantry. Což je soustava rentgenky a oblouku složeného z několika stovek detektorů, který leží naproti rentgence. Gantry se otáčí kolem těla pacienta, který leží na stole a postupně zajíždí do otvoru v jeho středu. Šířka detektorových prvků nám udává šířku řezu. Rotace soustavy (detektor – rentgenka) je závislá na typu přístroje a druhu vyšetření a trvá 0,27 – 1s. Během rotace provede přístroj z různých úhlů několik stovek expozic, ze kterých se pomocí speciálních algoritmů získá CT obraz. V současnosti se vyrábějí spirální multidetektorové přístroje. Spirální CT je označení pro skenování, které probíhá za kontinuální rotace

soustavy rentgenka – detektory a současného posunu vyšetřovacího stolu. Projekce dráhy rentgenky na tělo pacienta má tvar šroubovice. (Příloha 1) Multidetektorový přístroj má uložené detektory v několika řadách, což umožní zhotovení většího množství řezů v průběhu jedné rotace. U těchto přístrojů je skenování velmi rychlé a velmi podrobné, vzhledem k tomu, že se vytvářejí tenké řezy. Skenovací časy se u multidetektorových přístrojů pohybují v řádech jednotek až desítek sekund a šíře řezů je v rozmezí 0,5 – 1,5 mm. Takto tenké řezy nám umožní vytvářet prostorové rekonstrukce nebo rekonstrukce v libovolných rovinách s žádnou nebo jen velmi nevýznamnou ztrátou rozlišení. (11)

Hounsfieldova stupnice vyjadřuje míru absorpce RTG záření. Udává se v Hounsfieldových jednotkách (HU). Denzita jednotlivých obrazových bodů je kódována do stupňů šedi, obvykle v matici 512 x 512. Čím je vyšší absorpce RTG záření, tím světlejší je bod. (11)

Aby bylo možné zvýraznit rozdíly v absorpci rentgenového záření a tím i kontrast obrazu, využíváme kontrastní látky. Jodová vodná kontrastní látka slouží k intravenóznímu podání do kanyly zavedené do periferní žíly ručně nebo pomocí tlakového injektoru, na kterém lze přesně nastavit objem a průtok. Jodovou kontrastní látku můžeme podávat také například do močového měchýře, kloubní dutiny, páteřního kanálu apod. Před vyšetřením, kdy se podává intravenózní kontrastní látka, je nutná příprava v podobě lačnění a dostatečné hydratace. Pokud vyšetření probíhá bez podání kontrastní látky, není příprava nutná. (11)

Vlastní CT vyšetření probíhá tak, že se pacient uloží na vyšetřovací stůl, podá se kontrastní látka, zvolí se vhodný vyšetřovací protokol a nejprve se provede tzv. topogram, na kterém se naplánuje rozsah vyšetření. Pak je již na řadě vlastní skenování. Obrazy, které získáme, jsou příčně orientované – v axiální rovině. Lze z nich vytvářet dvoj- a trojrozměrné rekonstrukce v libovolných rovinách a úhlech pohledu. (11)

3.5 Magnetická rezonance

Magnetická rezonance je moderní zobrazovací metoda, která zobrazuje velmi přesně a podrobně tkáně lidského těla na základě jejich chování v magnetickém poli. Magnetická rezonance nepracuje na principu rentgenového záření, ale využívá velmi silné magnetické pole. Proto je toto vyšetření bezpečné a probíhá bez škodlivého ionizujícího záření. (11) (13)

Magnetická rezonance je často využívána při vyšetření mozku a míchy. Nezastupitelná je také při neurologických, onkologických a ortopedických vyšetřeních, kde hraje důležitou roli při vyšetření pohybového aparátu. Výjimkou jsou kosti, které na magnetické rezonanci nelze dobře zobrazit, protože neobsahují téměř žádnou vodu. (11) (13)

3.5.1 Základní princip

Fyzikálním principem je nukleární magnetická rezonance. Tento jev vychází ze skutečnosti, že protony v atomových jádrech rotují kolem své osy (mají spin) a jako elektricky nabité částice kolem sebe vytvářejí magnetické pole. Magnetické pole se projeví pouze u atomů, které mají liché protonové číslo. Pokud mají sudé protonové číslo, protony se párují a magnetický moment se vyruší. Ideálním prvkem je vodík ^{1}H (součástí vody) – má pouze jeden proton v jádře a je nejhojnějším prvkem v biologické tkáni (může poskytnout až 1000krát silnější MR signál než ostatní prvky). Pro měření lze teoreticky využít atomy, které mají lichý počet protonů v jádře ^{13}C, ^{23}Na, ^{31}P, ale bude podstatně nižší. (11) (13) (14) (15) (16)

Navenek se tkáň nechová magneticky, protože vektory magnetických polí protonů vodíku jsou normálně náhodně uspořádané. Pokud tkáň umístíme do silného magnetického pole, tak se vektory magnetických polí protonů nasměrují rovnoběžně s jeho vektorem. Větší část se uspořádá paralelně, menší část opačně – antiparalelně. Protonů, které se nasměrují antiparalelně, je méně, protože toto uspořádání je ve stavu, který je energeticky náročnější. Protože paralelních protonů je více (více než polovina), tkáň se začne chovat magneticky – navenek vykazuje svůj úhrnný magnetický moment. Vektor magnetického pole tkáně je třeba vychýlit a docílit příčné magnetizace. To lze uskutečnit ovlivněním tzv. precesních pohybů. Protony kromě rotace kolem své osy vykonávají také pohyb po plášti pomyslného kužele, který je orientovaný podle vektoru silného magnetického pole (značí se jako precese). Frekvence precesního pohybu se nazývá Larmorova frekvence, která je závislá na síle magnetického pole. Larmorova precesní frekvence je tím vyšší, čím silnější je magnetické pole. Vytvořené magnetické pole je v zákrytu se silným magnetickým polem – proto ho nelze přímo měřit – podélná magnetizace. Abychom mohli magnetizaci měřit, je třeba jí pomocí radiofrekvenčního pulsu odklonit. Radiofrekvenční puls má stejnou frekvenci jako je Larmorova frekvence, aby mohl předat energii elektromagnetického vlnění. Vyslání radiofrekvenčního pulzu do tkáně má dva důsledky. V prvním případě dojde k předání energie některým paralelním protonům a otočí jejich magnetický vektor do

postavení antiparalelního a tím způsobí úbytek podélné magnetizace. A v případě druhém elektromagnetický puls způsobí, že protony svůj precesní pohyb synchronizují, magnetické momenty se začnou sčítat ve směru kolmém na průběh siločar vnějšího magnetického pole a vytváří tzv. příčnou magnetizaci, tu lze přímo změřit. Poté co radiofrekvenční puls přestane působit, nastává proces návratu z vybuzeného stavu zpátky do stavu rovnovážného. Tento průběh se nazývá relaxace. Podélná magnetizace se postupně vrací do své původní velikosti. Doba, za kterou k návratu dojde, se nazývá T1 relaxace. Magnetizace podélná postupně ubývá až do kompletního vymizení. Rychlost tohoto procesu se označuje jako T2 relaxace. Puls, při kterém se vektor tkáňové magnetizace otočí o 90° a při kterém vektor magnetizace podélné zcela vymizí, se nazývá 90° puls. Měřitelný signál se na přijímací anténě objevuje poté, co dojde k vymizení příčné a obnovení podélné magnetizace. Puls, který otočí o 180° vektor magnetizace do polohy antiparalelní, se označuje jako 180° puls. Jestliže opakujeme 90° puls za dostatečně dlouhou dobu, za kterou příčná magnetizace úplně zmizí a podélná se obnoví, naměříme opět stejný signál jako při pulsu prvním. V případě, že dobu mezi samostatnými 90° pulsy zkrátíme, budou se signály, které se vracejí z různých tkání, různě lišit. Čím větší bude u jednotlivé tkáně vektor podélné magnetizace při opakovaném pulsu větší, relaxační čas T1 kratší a vektor magnetizace příčné větší, tím větší bude signál, který se měří na přijímací anténě. Takový typ zobrazení se nazývá T1 vážený obraz. Interval, který je mezi jednotlivými pulsy, se označuje jako TR (time to repeat). Proto T1 vážený obraz zvyšuje vliv podélné magnetizace na výsledný kontrast. Dále se aplikuje 90°puls a poté puls 180°. Rychle precedující protony se ocitnou za protony pomalejšími, které znovu dostihnou. Výsledkem je opětovný vzestup příčné magnetizace a tím i nárůst měřitelného signálu. To je podstatou T2 váženého obrazu. Čas, kdy měříme silný signál po opětovné synchronizaci precedujících protonů, se označuje jako TE (time to echo). Transverzální magnetizace má proto vliv na kontrast v T2 váženém obraze. (11) (13) (14) (15) (17)

3.5.2 Základní vyšetřovací postupy

Nejpoužívanější vyšetřovací technikou je zjišťování relaxačních časů T1 a T2. Jako sekvenci označujeme sérii excitačních impulzů, které se několikrát opakují mezi jednotlivými relaxacemi. Základní vyšetření se označuje jako spin – echo sekvence SE. Protože jednotlivé tkáně budou mít rozdílné časy T1 a T2 a zároveň i rozdíly v intenzitě signálu, projeví se to na obrazovce v rozdílu stupně šedi. Struktury, které jsou tmavší, se nazývají hyposignální nebo hypointenzní a struktury světlejší se nazývají hypersignální

nebo hyperintenzní. Asignální se označují tkáně, které jsou bez signálu, jsou černé a je to např. proudící krev. Obrazy, které získáme se nazývají T1 a T2 vážené obrazy (T1 a T2 v.o., anglicky w.i.). (17)

Při provádění spin – echo sekvencí použijeme radiofrekvenční impuls, který vychyluje protony o 90°. Další impuls vyšleme ve chvíli, kdy dojde k vymizení příčné magnetizace a rozfázování. Tento impuls vychýlí protony o 180° – do postavení antiparalelního. Precesní pohyb, který vznikne, bude v opačném směru, který lze opět změřit. Pokud použijeme 90° a 180°, používáme poloviční excitační čas, který se následně sčítá do výsledného TE (time to echo). Příjem signálu po vyslání 180°signálu značí echo. Doba, která nastane mezi jednotlivými pulsy, se nazývá jako TR (Time to Repeat). (17)

Při zkrácení relaxační doby bude T1 signál silnější. Tuto dobu zkracují kontrastní látky, které jsou hyperintenzní. T1 v.o. používáme k přesnému anatomickému zobrazení. Na T1 v.o. je tuk hyperintenzní z důvodu kratší doby relaxace, ale naopak signál vody je nízký. T2 v.o. se vyznačuje delší dobou relaxace a excitace. Čím delší je čas TR, tím větší je intenzita signálu. Vážený obraz T2 je velmi citlivý na počínající patologické léze, které obsahují větší množství vody. (17)

PD se označuje proton denzitní obraz. Tento obraz má dlouhou dobu relaxace, ale TE je relativně krátký. Na hustotě protonů vodíku v tkáních bude záviset kvalita obrazu PD. (17)

Speciálními sekvencemi jsou IR (Inversion recovery), kdy se jedná o variantu silně vážené T1. V tomto případě používáme obrácený (inverzní) postup. Nejprve se použije 180°puls a poté 90°puls. Inversion Time (TI) je označení pro dobu mezi jednotlivými impulzy. Tyto sekvence využíváme při vyšetřeních, kdy je nezbytné pro detailní diagnostiku potlačit signál vody nebo tuku (na obraze jsou asignální, černé). FLAIR jsou nejpoužívanější sekvence s potlačením signálu vody nebo sekvence STIR s potlačením signálu tuku. Sekvence FLAIR se nejhojněji využívá v diagnostice roztroušené sklerózy mozkomíšní. STIR sekvence se využívají při vyšetření páteře nebo velkých kloubů. (17)

U vyšetřovacích postupů, kdy je zkrácena doba vyšetření, jsou základem gradientní echa GE, GRE. Náhrada 90°a 180° je podstatou rychlých sekvencí. U těchto sekvencí je vychylovací úhel jen 10 – 15°. Lze použít další sérii impulzů, protože podélná magnetizace není kompletně utlumena. Využívají se gradientní cívky, jejichž magnetické pole se na

okamžik přidá k základnímu B0 a Larmorova frekvence je pouze ve vyšetřované vrstvě. Zkrátí se doba vyšetření. Z původních 5 – 7 minut, na několik sekund. (17)

3.5.3 Tvorba MR obrazu

Výběr vrstvy a kódování prostorových souřadnic závisí na technice a výsledku zobrazení. Gradientní cívky ovládají výběr vrstvy a usměrní magnetické momenty do třech rovin – x, y, z. Šířka vrstvy se určuje také pomocí gradientních cívek. V horizontálním směru nebo jako spirála se děje kódování prostorových souřadnic. Samotná rekonstrukce je velmi složitý proces. Nejdůležitější součástí je Fourierova transformace. Jedná se o proces, kdy se převádí signály z trojrozměrného prostoru lidského těla do obrazu dvourozměrného. Výstupem je sinusoida. Plocha, na které se shromažďují všechny signály, které se získají při vyšetření, se nazývá K – prostor. V jeho centru je signál značně výraznější než na periferii. Hodnocení vzniklé kvality MR obrazu vychází z prostorového rozlišení detailů a kontrastu. Obraz, který vznikne, je závislý na vnitřních a vnějších podmínkách. (17) (14)

Vnitřní podmínky

První podmínkou je spinová hustota, což je počet protonů vodíku v jednotce objemu. Větší intenzita signálu je tím větší, čím je větší počet. Protony vodíku jsou obsaženy zejména ve vodě, tucích, některých bílkovinách. Tkáně, které obsahují minimum volných protonů vodíku, nevydávají žádný signál a je to např. kompakta kosti, kalcifikace, kosti. (17) (13)

Magnetická susceptibilita je další vnitřní podmínka. Je to schopnost, kdy se tkáň stane magnetickou. Pozitivní susceptibilitu mají látky, které mají nepárové elektrony v obalu. Jedná se o látky paramagnetické a feromagnetické. Látky feromagnetické tvoří permanentní magnetické pole a látky paramagnetické vytvářejí jen dočasné magnetické pole. Tkáň se zmagnetizuje. K těmto látkám řadíme např. mangan, železo, metabolity krve methemoglobin a desoxyhemoglobin. Látky, které mají sudý počet elektronů v obalu, nejsou schopny vytvářet magnetické pole, se označují jako látky diamagnetické. (17)

Poslední podmínkou jsou různé relaxační časy jednotlivých tkání. Likvor, edém, moč, žluč označujeme jako fluidní struktury. Protože drobné molekuly vody dlouho rotují, mají tyto struktury delší relaxační čas. Látky, které obsahují velké množství tuku nebo proteinů, mají kratší relaxační čas, protože jejich makromolekuly mají krátký setrvačný pohyb. (17)

Vnější podmínky

K vnějším podmínkám řadíme možnost změnit intenzitu signálu, pokud upravíme hodnoty TE a TR. Např. pokud prodloužíme doby TR, tak u T2 v.o. se zvýší signál tkání, které obsahují vodu. (17)

Další podmínkou je velikost statického magnetického pole. S druhou mocninou velikosti B0 roste intenzita signálu a zároveň lineárně roste velikost šumu. Důležitá je homogenita B0. Čím je homogenita B0 větší, tím výsledný obraz bude kvalitnější. (17)

Důležitá je také velikost matice a šířka vrstvy. Obraz se skládá stejně jako u CT z pixelů a voxelů. Obecně platí, že čím menší bude objem voxelů, tím se získá detailnější obraz, ale na druhé straně abnormálně naroste šum, který kvalitu obrazu sníží. Bude tedy horší poměr signál/šum. K lepšímu rozlišení, ale rovněž k velkému šumu vede také tenká šířka vrstvy. Běžně se používá šířka 5 – 6mm. (17)

Poslední podmínkou je počet excitací. Čím větší je počet excitací, tím kvalitnější obraz získáme. Nevýhodou je, že se prodlouží doba vyšetření. Single – shot sekvence představuje jen jednu excitaci, která s měřením a rekonstrukcí trvá jen několik sekund. (17) (13) (16)

Artefakty MR obrazu

Artefaktem označujeme falešnou změnu intenzity signálu, tvaru a polohy objektu, který zobrazujeme. Není podmíněný patologickým procesem, ale vznikl až v průběhu zobrazování. Jeho zdrojem mohou být jak nedostatky v MR přístroji, tak i biologické procesy v těle pacienta. Můžeme je rozdělit do několika skupin. (17)

První skupinou jsou artefakty pohybové. Sem patří dýchání, tlukot srdce, peristaltické pohyby střev, tok krve a pulzace velkých tepen. Pokud provedeme rychlé sekvence při zadržení dechu, tak lze odstranit pohyb bránice a hrudníku při dýchání. Regionální presaturací se odstraňují pulzativní artefakty, kdy se speciálními metodami utlumí magnetizace tak, že signál proudící krve je zanedbatelný. (17)

Chemical shift jsou artefakty chemického posunu, které jsou v podstatě způsobeny změnou frekvence v okolí vyšetřované roviny. Projeví se zvýšením nebo snížením intenzity signálu na rozhraní tkání s velkým množstvím tuku a vody. Tento jev můžeme nejčastěji pozorovat na rozhraní mozkové tkáně a likvoru nebo tuku a svalů. (17)

Magnetické pole obsahuje nehomogenní složky. Tyto složky mohou způsobit zkreslení signálu i geometrii obrazu. Závisí to především na kvalitě magnetu a korekčního systému. Lokální změny mohou být způsobeny kovovými implantáty, endoprotézami nebo střepinami. (13) (14) (17)

3.5.4 MR sekvence

MR sekvencí existuje velké množství a s postupným technickým pokrokem stále přibývají. Základní sekvence, které se používají u všech přístrojů, jsou spin – echo (SE) sekvence. (17)

T1 v.o. krátké TR, TE

T2 v.o. dlouhé TR, TE

PD dlouhé TR, krátké TE

T1 v.o. je u většiny vyšetření základní sekvencí. Hodnoty TR a TE se dají upravovat, pokud zkrátíme TR, signál bude intenzivnější. Kontrastní látky také napomáhají zkrácení TR. Na T1 v.o. jsou solidní tkáně (mozek) světlejší než tekutiny a často dochází k záměně hypersignálního tuku za kost. Jistou nevýhodou, kterou skýtá T1 v. o. je překrývání fyziologické tekutiny s patologickým edémem. (17) (15) (18) (19)

T2 v.o. jsou relativně velmi dlouhé, proto se používají sekvence zrychlené. Jsou zde také možné úpravy TE a TR. Oproti T1 v.o., jsou obrazy solidní tkáně tmavší než tekutina. T2 v.o. jsou velmi citlivé na průkaz edému, který je většinou první fází patologického procesu. Má nižší výpovědní hodnotu při posuzování anatomických struktur a lepší výpovědní hodnotu při posuzování tkáňových rozhraní. (17)

Proton denzitní – PD obrazy jsou součástí T2. Jejich signál je závislý na hustotě protonů v tkáni. Tekutina se zobrazí jako tmavě šedá. Tkáně, které obsahují větší množství vody, budou tmavší než ostatní tkáně. Tyto obrazy se využívají zejména při zobrazení muskuloskeletálního systému, často se kombinují se sekvencemi s potlačením tuku. (17)

Inversion recovery (IR) tyto speciální sekvence jsou popsány v kapitole: Základní vyšetřovací postupy. (17)

Rychlé sekvence se využívají ke zkrácení doby vyšetření, aby došlo k zamezení vlivu fyziologických artefaktů. Gradientní echo je souhrnné označení pro rychlé sekvence. V současnosti je velké množství rychlých sekvencí. Pro jejich názvy jsou typické předpony

fast nebo turbo. Další mohou být FLASH (Fast Low Angle Shot), FFE (Fast field echo), GRASS, E short, F short. Sekvence, jejichž zkratky obvykle začínají písmenem U – např. UFFE, jsou ultrarychlé sekvence, jenž mají vychylovací úhel 3 – 6°. Sekvence s jednou excitací nesou název Single shot SE, kdy nepoužívanější je sekvence HASTE. Sekvence Multi shot SE umožňují registrovat data po každé excitaci jen z části K – prostoru. Lze je využít např. k zobrazení žlučových nebo pankreatických vývodů. (17) (20)

3.5.5 Přístroje MR

Přístroj pro magnetickou rezonanci má následující základní části:

- Homogenní stacionární magnet B0, včetně napájecího a chladícího zařízení. Součástí je rovněž korekční systém pro zlepšení homogenity.
- Gradientní cívky včetně elektrického zdroje.
- Vysokofrekvenční vysílač a cívka pro výrobu excitačního magnetického pole B1.
- Vysokofrekvenční přijímač s jinými druhy přijímacích cívek.
- Počítačový systém sloužící ke zpracování signálu, rekonstrukci a archivaci obrazu.
- Vysokofrekvenční magnetické stínění
- Vyšetřovací stůl
- Doplňky – EKG, dýchání apod. (14) (17)

Přístroje můžeme rozdělit dle síly B0. Velmi nízké (ultra low field) jsou přístroje do 0,2 T, nízké (low field) do 0,3 T, střední (mid field) 0,5 – 1,0 T a vyšší (high field) 1,5 – 4,0 T. Nevíce používaným typem jsou přístroje 1,5 T, které umožňují veškeré druhy vyšetření a to i MR spektroskopii. U přístrojů s nízkým magnetickým polem je snížená kvalita obrazu, z důvodu horšího poměru signál/šum. Také doba jednotlivých sekvencí je poměrně dlouhá. Výhodou těchto přístrojů je jednodušší instalace a provoz přístroje a také nižší pořizovací cena. Přístroje díky krátkému gantry (tzv. open typy) jsou vhodné pro klaustrofobiky. A v současnosti se využívají především u pacientů s onemocněním velkých kloubů. (14) (17)

Typy magnetů

Existují tři různé typy MR magnetů – permanentní, supravodivé a odporové (tzv. elektromagnety). (14) (17)

Permanentní magnety – mají velkou hmotnost (až několik desítek tun), ale intenzitu magnetického pole nemají větší než 0,3 Tesla. Přístroje magnetické rezonance s permanentními magnety umožňují lepší tkáňový kontrast, ale oproti silným supravodivým magnetům nedosahují takové rozlišovací schopnosti. Jejich náklady jsou velmi nízké, protože pro provoz vlastního magnetu nepotřebují elektrickou energii. (14) (17)

Supravodivé magnety – tyto magnety potřebují složité chladící zařízení, které udržuje teplotu chladícího média (helium v kapalném stavu). Teplota, která je nutná pro udržení magnetu v supravodivém stavu dosahuje hodnot okolo -269°C. Intenzita magnetického pole je v rozmezí od 0,5 – 1,5 Tesla. To umožňuje vysokou rozlišovací schopnost. Jejich provozní náklady jsou velmi vysoké. (14) (17)

Odporové magnety (elektromagnety) vytvářejí magnetické pole tak, že elektrický proud o vysoké intenzitě protéká jejich vodiči, který v okolí vyvolá magnetické pole. Při provozu je nutné jejich chlazení, protože při průchodu proudu dochází k silnému zahřívání (nikoliv aby došlo k supravodivému stavu). Tyto magnety v porovnání s permanentními magnety dosahují o něco vyšších intenzit magnetického pole. Při svém provozu spotřebují značné množství elektrické energie. (14)

Radiofrekvenční cívky

Pro funkci magnetické rezonance jsou zapotřebí radiofrekvenční cívky, které mají různou velikost, tvar a především funkci. Volumové, gradientové a vyrovnávací cívky jsou součástí MR přístroje, kde jsou uloženy přímo v tunelu, kdežto s povrchovými cívkami manipuluje obsluha přístroje. (14)

Volumové cívky (celotělové cívky) – jsou pevnou součástí magnetické rezonance, obkružují tělo pacienta. Vysílají elektromagnetické impulzy excitujících protony z postavení paralelního do antiparalelního. Zároveň mohou sloužit jako přijímací zařízení pro signály, které vycházejí z vyšetřovaných tkání o velkém objemu. (14)

Gradientové cívky – tyto cívky vytvářejí přídatná magnetická pole – tzv. gradienty, které pomohou získat prostorovou informaci o tom, jaké je rozložení a vlastnosti protonů

ve vyšetřovaných tkáních. Během vyšetření se prudce pohybují a jsou zdrojem hluku, který doprovází vyšetření na magnetické rezonanci. (14)

Vyrovnávací cívky – jejich úkolem v magnetickém poli magnetu je vyrovnávat nehomogenity. Předpokladem kvalitního zobrazení vyšetřovaných struktur je dokonalá homogenita použitého magnetického pole. (14)

Povrchové cívky – tyto cívky se přikládají přímo na vyšetřovanou oblast. Slouží jako tzv. přijímací antény, protože přijímají signály, které vycházejí z vyšetřovaných tkání. Díky tomu, že je umožněno signály přijímat z bezprostřední blízkosti, je zlepšen poměr signál/šum a zároveň kvalita zobrazení. Při použití těchto cívek zamezíme pohybu pacienta a umožníme kvalitní MR zobrazení. Existuje několik povrchových cívek, které jsou pojmenovány podle části těla, na kterou se používají. Jedná se např. o cívku hlavovou, krční páteřní, ramenní, kolenní, zápěstní, endorektální, prsní či kruhovou. Používá se také univerzální flexibilní cívka, která se tvarově přizpůsobí struktuře, která se vyšetřuje. (14)

Lze využít také tzv. skupinové cívky, které ve společném pouzdru obsahují několik samostatných cívek, nejčastěji 4 a více. Čím více se zapojí cívek, tím větší oblast je možné najednou vyšetřit, aniž by došlo ke zmenšení rozlišovací schopnosti. Signály se vedou a následně zpracují zcela odděleně. Výsledný obraz se složí z několika segmentů podle počtu cívek, kolik jich bylo použito. (14)

Ovládací konzole

Ovládací operátorská konzole je přímo spojena s řídicím počítačem a slouží k řízení a kontrole činnosti celého zařízení. Má několik funkcí. Jednou z nich je vstup administrativních dat, kam patří veškeré údaje o pacientovi, datum a různé poznámky k vyšetření. Následuje příprava vlastního vyšetření, kdy se získají tři řezy, v každé základní rovině jeden. Pomocí těchto řezů můžeme naplánovat orientaci řezů jednotlivých sekvencí. Tuto funkci značíme jako plan scan, pilot scan a localizer. Dále se zadávají parametry jednotlivých sekvencí. Volí se sekvence typu spin-echo, gradientecho, případně další typy, sekvence 2D nebo 3D, úprava TR a TE časů, výběr cívky, počet akvizicí, velikost matrix a gating. Postprocessing slouží k vyhodnocování obrazu včetně dalších zacházení s obrazovými daty. V neposlední řadě je velmi důležitá archivace obrazových informací. (14)

Stínění přístroje

Elektromagnetické signály, které se využívají v MR diagnostice jsou v závislosti na intenzitě magnetického pole v pásmu krátkých až velmi krátkých vln. Aby nedošlo k tomu, že budou tyto signály rušeny rozhlasovým vysíláním a vysílacími frekvencemi spojů, je třeba zcela odstínit od všech zevních vlivů místnost, kde se nachází přístroj MR. Nejčastěji je vysokofrekvenční stínění realizováno izolací všech stěn (i dveří, oken) v místnosti, kde je MR, pláty nebo pletivem, které jsou zhotoveny z nemagnetického materiálu – oceli či mědi na způsob Faradayovy klece. Aby došlo k odstínění silného magnetického pole MR magnetu, můžeme využít dva postupy: pasivní stínění využívá silné pláty z měkké oceli, které jsou umístěny (symetricky) kolem supravodivých cívek magnetu (je to levnější způsob, ale nevýhodou je, že celková hmotnost celé magnetické rezonance může dosáhnout mnoha tun). Druhým způsobem je aktivní stínění. Zde se používají zvláštní supravodivé cívky, které jsou umístěny zevně od hlavního vinutí MR magnetu a výrazně redukují intenzitu magnetického pole v okolí magnetické rezonance. Úkolem stínění není jen omezit možný vliv magnetu (magnetické rezonance) na okolí, ale také zamezit negativnímu vlivu předmětů z ferromagnetických materiálů na homogenitu jeho magnetického pole a zároveň i na kvalitu zobrazení. (14)

3.5.6 Kontrastní látky

Kontrastní látky, které se využívají při zobrazování MR, můžeme rozdělit podle různých kritérií. Nejčastějším kritériem kontrastních látek jsou jejich magnetické vlastnosti. Dělí se na látky paramagnetické a superparamagnetické. Počet nepárových elektronů nám udává jejich magnetismus. Tomu ideálně odpovídá např. gadolinium (Gd), protože má sedm nepárových elektronů. K těmto látkám můžeme zařadit také např. mangan (Mn) a trojmocné železo. Tyto látky zkracují zejména relaxaci T1. K superparamagnetickým látkám patří oxidy železa, ty zkracují relaxační čas T2. Další rozdělení je možné na látky tkáňově nespecifické – extracelulární a na látky tkáňově specifické. Do skupiny první můžeme zařadit největší skupinu běžně užívaných látek, jedná se o látky paramagnetické. Do skupiny druhé, která je menší, patří látky hepatospecifické a látky s afinitou k retikuloendoteliálnímu systému. Dle způsobu aplikace se kontrastní látky dělí na aplikované nitrožilně, kterých je nejvíce, dále na nitrokloubní a perorální. Látky intravaskulární tvoří zvláštní skupinu. Jsou využívány pro zobrazení cévního řečiště. V současnosti jde o jedinou látku, ale dostupnou jen v několika zemích. (11) (17) (14) (21) (22)

Většina kontrastní látek využívajících se pro MR, mají velmi podobné vlastnosti jako jodové kontrastní látky, které se využívají v radiologii. Přesto ale existuje řada odlišností, které jsou z praktického pohledu velmi významné. Je nutné si uvědomit, že na MR se částečně zobrazí samotná kontrastní látka, ale především jde o ovlivnění tkání v okolí, změní se jejich magnetické vlastnosti a tím následně i obraz MR. Pokud se zvyšuje koncentrace paramagnetické kontrastní látky, dojde k tomu, že se v T1 obrazech sníží signál. To je patrné v dutých systémech, kde se většina těchto látek koncentruje normálně. Obdobně jako u jodových kontrastních látek, se tyto látky vylučují z organismu ledvinami, poločas eliminace z organismu je 1,5 – 2 hodiny. Ke kompletnímu vyloučení dojde přibližně do 24 hodin. Osmolarita kontrastních látek se pohybuje v rozmezí od 500 – 2000 mosm/l. Oproti jodovým kontrastním látkám je odlišnou vlastností relaxivita, protože ovlivňují magnetické chování. (11) (14) (17) (21)

Běžně se podává 0,1 – 0,2 mmol/kg hmotnosti pacienta. Kontrastní látka se aplikuje nitrožilně, můžeme využít automatický injektor tedy zhruba 10 – 15ml. U koncentrovanějších modernějších kontrastních látek, kam můžeme zařadit např. Gadovist, postačuje celkově 7ml. U starších osob se podává pouze tato kontrastní látka. (21) (17)

Ve srovnání s jodovými kontrastními látkami se zde vyskytuje podstatně menší množství vedlejších účinků. Vzácná je alergie, ale i přesto se může vyskytovat. Její projevy a léčba jsou stejné jako u jodových kontrastních látek. V posledních letech se objevila velmi závažná komplikace – nefrogenní systémová fibróza NSF. Je to neléčitelné onemocnění a v některých případech může dojít až ke smrti. Výskyt je u pacientů s renálním selháním. Jejím hlavním příznakem je fibróza kůže a pojivových tkání v celém organismu. (11) (17) (14) (21)

K zástupcům paramagnetických kontrastních látek patří např. Gadovist, MultiHance, Dotarem. (21) (17)

3.5.7 Kontraindikace

Kontraindikace MR vyšetření lze rozdělit do dvou skupin. Na kontraindikace absolutní a relativní. Mezi absolutní kontraindikace můžeme zařadit kardiostimulátor, elektronicky řízené implantáty, cévní svorky z feromagnetického nebo neznámého materiálu, kovová tělesa v oku. Jestliže dojde k vyšetření pacienta, který má kardiostimulátor, může dojít ke smrti, důvodu přerušení funkce elektronického zařízení. K relativním kontraindikacím patří TEP, stenty, kava filtry, svorky do 6 týdnů po

implantaci, kovová tělesa, první trimestr gravidity. A v neposlední řadě také klaustrofobie, kvůli které řada pacientů vyšetření nemůže podstoupit, protože vyšetření probíhá v „tunelu“. (17)

3.5.8 Příprava pacienta na MR vyšetření

Před zahájením vyšetření na magnetické rezonanci není nutná téměř žádná příprava. Po příchodu si pacienti přečtou, vyplní a podepíší informovaný souhlas (Příloha 1). Po vyzvání radiologického asistenta si odloží všechny kovové předměty (sponky do vlasů, šperky, brýle, snímatelné zubní protézy, oblečení s kovovými háčky a zipy). Doporučuje se, aby se pacienti převlékli do nemocniční košile, která je bez veškerých kovových doplňků. Pacienta uložíme do správné polohy na vyšetřovací stůl a zavezeme ho do gantry. Oblast, kterou vyšetřujeme, umístíme do snímací povrchové cívky nebo na ni pacienta přímo uložíme. Nutné je, aby se pacient během vyšetření nehýbal, aby se zamezilo pohybovým artefaktům, proto je důležitá dobrá fixace. U některých vyšetření je třeba aplikace KL, která se aplikuje intravenózně. (14)

3.5.9 Protokoly MR zobrazování

Ramenní kloub

Pacient leží na zádech, horní končetiny má volně podél těla, dlaně směřují k tělu. Cívka se používá povrchová, ideálně vícekanálová dedikovaná ramenní, můžeme zvolit i oboustrannou. Pokud použijeme cívku jednostrannou, je třeba, aby ramenní kloub byl co nejblíže izocentru magnetického pole. Pacient tedy musí být druhým ramenem u stěny vyšetřovacího prostoru – tunelu. Pokud použijeme cívku oboustrannou, jsou v ní obě ramena a výhodou je, že se oba klouby mohou vyšetřit současně. Tato metoda se využívá minimálně. Při posuzování rotátorové manžety je vhodné zvolit ještě tzv. ABER pozici, kdy bude horní končetina vzpažená a díky této pozici lze posoudit oblast rotátorové manžety. (21)

Kontrastní látka se aplikuje intravenózně u tzv. nepřímé artrografie, kdy jsou přítomny zánětlivá postižení (artritidy). A aplikace intraartikulární je vhodná při přímé artrografii, která slouží pro posouzení labra glenoidu, kloubního pouzdra i manžety. Obvykle je nedílnou součástí při MR vyšetření. Po aplikaci kontrastní látky intraartikulárně provádíme T1 sekvence se saturací tuku. (21)

Obvykle se začíná transverzální rovinou a podle ní se přesně orientují koronární a sagitální vrstvy. Je nutné, aby se dodržela orientace koronálních vrstev dle průběhu šlachy

m. supraspinatus. MR protokol musí obsahovat T1 bez FS a PD (preferenčně s FatSat). (21)

Loketní kloub

Pacienta uložíme na záda s končetinou uloženou volně podél těla, v některých případech na břiše s končetinou vzpaženou (tzv. plavecká poloha). Tato poloha je méně výhodná díky sníženému pohodlí pacienta, ale na druhé straně je zde absence okolních struktur, které se mohou překlápět do obrazu. Cívka je vhodná povrchová, ideálně vícekanálová. Jelikož se jedná o složitý kloub, je nutné, aby se obraz zhotovil ve všech třech základních rovinách. Kontrastní látku je vhodné aplikovat zejména u zánětlivých postižení kloubu a okolních burz. MR protokol musí obsahovat T1 bez FS a PD (preferenčně s FatSat). (21)

Kyčelní kloub

Pacient leží na zádech, dolní končetiny jsou volně položené. Povrchová cívka je nutností i v případě, že zobrazujeme oba klouby. Nejvhodnější je použít cívku na oblast břicha a pánve. Základní rovinou, která se při tomto zobrazení využívá, je standardní koronální orientace, kdy se zachytí oba dva klouby. Rovina transverzální se také považuje za standardní. Sagitální rovina se využívá jednotlivě, dle postižení může být zaměřena jen na jeden kloub. Je vhodné, aby se sklonily vrstvy podle průběhu krčku femuru. Kontrastní látka se také aplikuje zejména u zánětlivých postižení kloubu a okolních burz. MR protokol musí obsahovat T1 bez FatSat a PD s FatSat/STIR. (21)

Kolenní kloub

Pacienta uložíme na záda, dolní končetiny jsou položené volně, případně může být mírná flexe kolene 10 – 15°. Aby se zamezilo artefaktům překlopení obrazu z oblasti druhého kloubu, lze každou dolní končetinu polohovat do rozdílné horizontální úrovně. Je třeba, ale dbát na to, aby vyšetřovaný kloub nebyl v přílišné flexi. Cívka se využívá povrchová, ideálně kolenní vícekanálová. Je možné použít také cívku flexibilní. Využívají se zde všechny tři roviny. Vhodné je začínat transverzální rovinou a podle ní přesně orientovat vrstvy další – sagitální a koronální. Sagitální obrazy se orientují podle průběhu předního zkříženého vazu. Intravenózní aplikace konrastní látky se využívá u zánětlivých postižení – tzv. nepřímá artrografie. Intraartikulární aplikace – přímá artrografie se provádí pro posouzení disekující osteochondronekrózy. Musí být pokryt celý kolenní kloub včetně

přilehlých měkkých tkání. MR protokol musí obsahovat T1 bez FatSat a PD (preferenčně s FatSat). (21)

Hlezenní kloub

Ideální poloha pacienta je vleže na zádech, dolní končetiny jsou volně. Je důležité, aby postavení v talokruláním skloubení bylo fyziologické, aby pacient nehýbal nohou v nártu. Využívá se povrchová cívky, nejlépe vícekanálová, dedikovaná pro vyšetření hlezenního kloubu. Je možné použít i cívku hlavovou nebo flexibilní. Kontrastní látku je vhodné aplikovat při zánětlivém postižení kloubu a burz v okolí, případně při zánětu v kosti (osteomyelitidy), ale také i u tumorózních lézí. MR protokol musí obsahovat T1 bez FatSat a PD (preferenčně FatSat). (21)

PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍLE PRÁCE, VÝZKUMNÉ OTÁZKY

C1: Zjistit, zda je magnetická rezonance použitelná k přímé diagnostice následků úrazu.

VO1: Používá se magnetická rezonance k přímé diagnostice následků úrazu?

C2: Stanovit ideální algoritmus pro vyšetření sportovních úrazů pohybového aparátu.

VO2: V jakém pořadí jsou využívány zobrazovací metody při vyšetřování sportovních úrazů?

C3: Zjistit, jak je pro pacienty dostupné vyšetření na magnetické rezonanci.

VO3: Jak dlouhá je čekací doba na vyšetření magnetickou rezonancí?

4.1 Metodika

V praktické části bakalářské práce se zabýváme objasněním předem stanovených cílů pomocí kvalitativního výzkumu, formou kazuistik. Potřebné informace k tomuto výzkumu jsme získali na Klinice zobrazovacích metod Fakultní nemocnice Plzeň. Výzkum probíhal v období odborných praxí ve FN Plzeň od 30. 10. 2016 – 16. 12. 2016. Cílovou skupinou jsou pacienti s poraněním pohybového aparátu při sportu, kteří byli vyšetřeni na magnetické rezonanci. Všechna data byla získána pomocí nemocničního programu WinMedicalc.

5 KAZUISTIKY

5.1 Kazuistika 1

Muž, 32 let

Anamnéza:

OA: zdráv

RA: nevýznamná

FA: 0

AA: 0

Pacient je profesionální hokejista, asi jeden rok má bolesti levého třísla při sportovní zátěži. Pacient byl doposud léčen konzervativně.

Katamnéza:

8. 4. 2016 pacient přichází s přetrvávajícími bolestmi levého třísla při sportu. Byl indikován RTG kyčle vlevo (v AP projekci vestoje + axiální snímky obou kyčlí). Rentgenový snímek odhalil diskrétně dysplastická acetabula, jinak bez zásadní patologie FAI. Proveden obstřik L kyčle. Vyčkání efektu obstřiku, zatím poslán do péče fyzioterapeuta, zvážení ASK kyčle.

13. 4. 2016 obstřik levého kyčle přinesl jen částečnou úlevu, pacient byl odeslán na MR artrografii k doplnění diagnostiky. MR provedena na 3T přístroji s aplikací intraartikulární zředěné Gadoliniové kontrastní látky. Výsledkem MR vyšetření byla parciální avulze anterolaterálního labra v kombinaci s FAI anterolaterální části krčku femuru. Indikován k ASK L kyčle

2. 5. 2016 byl hospitalizován na Chirurgickém oddělení ve Fakultní nemocnici v Plzni. V tentýž den provedena ASK L kyčelního kloubu. Operace proběhla bez komplikací. Doporučený klidový režim, chůze o berlích bez došlapu na operovanou končetinu, postupně končetinu procvičovat. 3. 5. 2016 byl pacient propuštěn do domácí péče v celkově dobrém stavu.

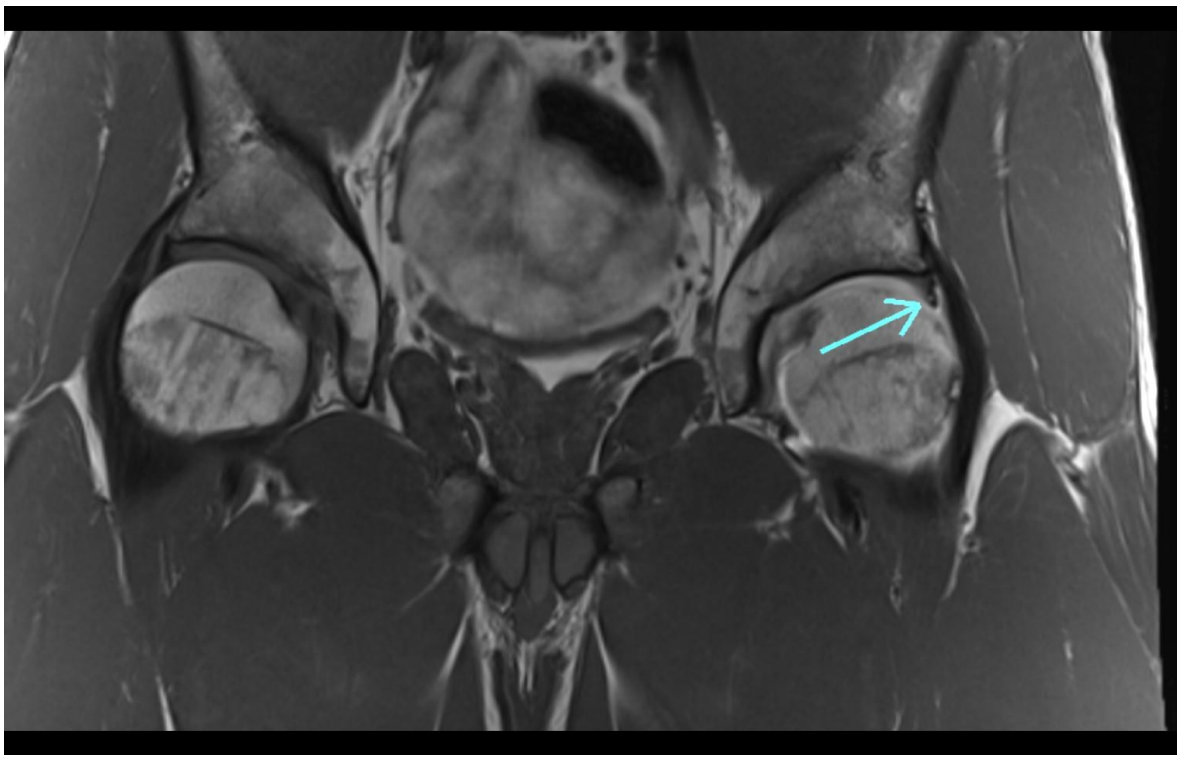
9. 5. 2016 kontrola L kyčelního kloubu, odeslání na ambulantní rehabilitační terapii.

13. 6. 2016 kontrola po ukončení RHC. Hybnost kyčelního kloubu plná. Byla doporučena celková zátěž.

Závěr:

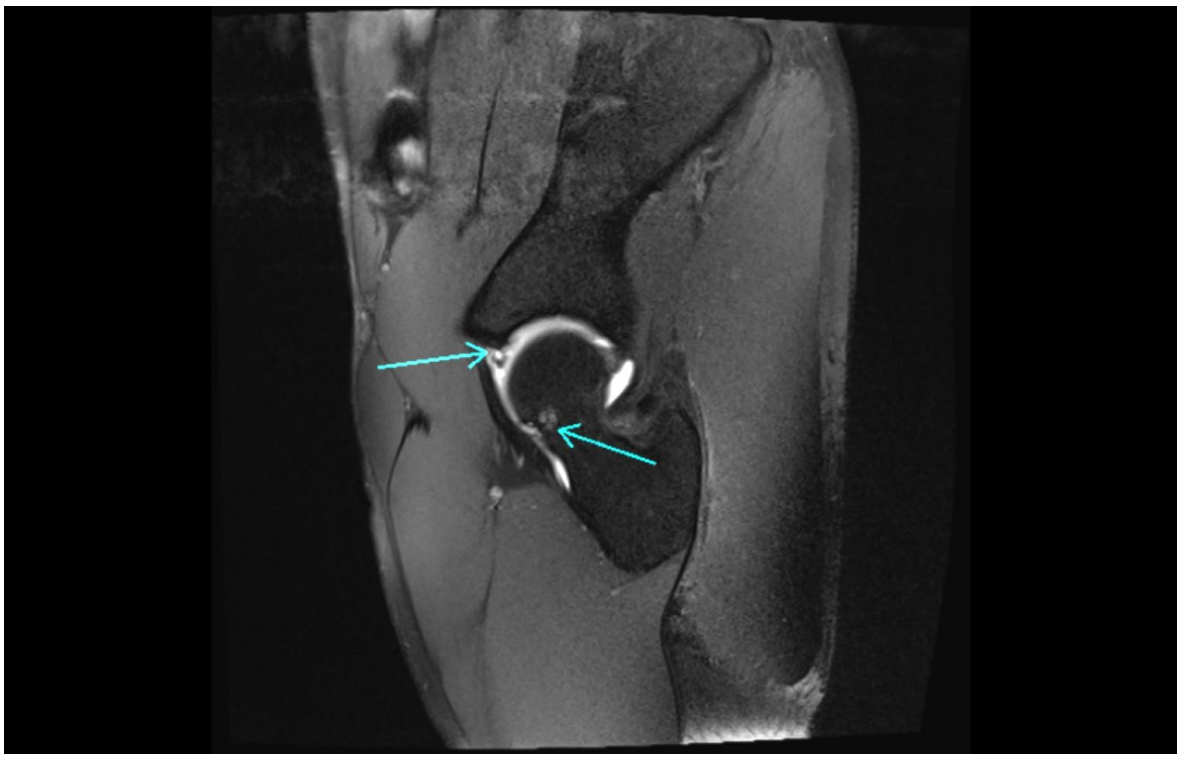
Vyšetření magnetickou rezonancí umožnilo doplnit diagnostiku a rozpoznat rozsah onemocnění. Dále operace a následný rehabilitační režim umožnily pacientovi vrátit se zpět ke sportu.

Obrázek 1 MR Artrografie, Koronární řez – Kyčelní kloub



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Obrázek 2 MR Artorografie, Sagitání řez – Kyčelní kloub



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

5.2 Kazuistika 2

Muž, 28 let

Anamnéza:

OA: zdráv

RA: nevýznamná

FA:0

AA: pyl

Katamnéza:

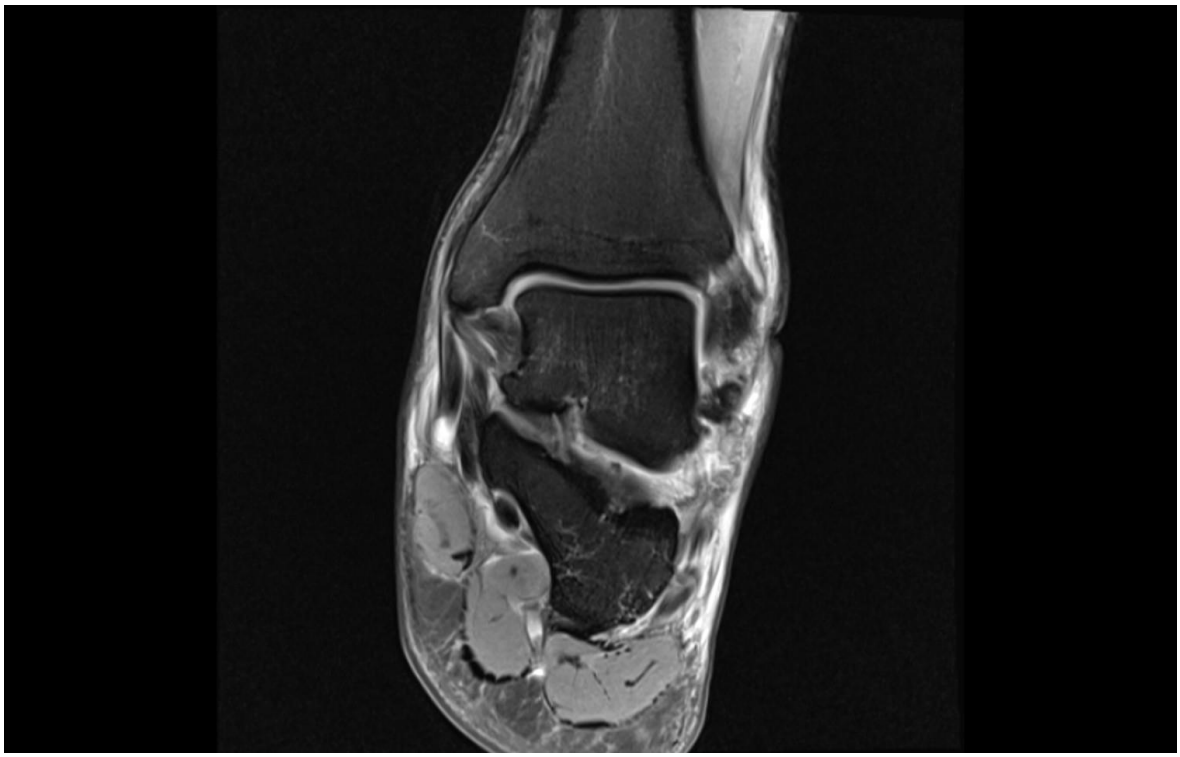
2. 4. 2016 při fotbalovém zápase pacient upadl a poranil si levé hlezno. Byl patrný otok končetiny a nemožné došlápnutí. Pacient byl odeslán na RTG vyšetření (provedena AP + bočná projekce). Z rentgenového snímku bylo zřetelné dobré postavení TC kloubu, drobná kalcifikace (3 mm) při apexu vnitřního kotníku bez zřetelných traumatických změn. Končetina byla zafixována. Doporučen klid, ledování končetiny a berle.

4. 4. 2016 bylo pro doplnění diagnostiky provedeno vyšetření MR. Vyšetření probíhalo nativně na 3T přístroji. Výsledkem vyšetření byly edematozní změny jako projevy natažení v postranních vazech obou kotníků bez porušení kontinuity fibulotalárních vazů, v předním FT vazu je edemazozní prosáknutí. Dále lokalizovaný edém kostní dřeně v hlavici talu v rozsahu asi 1x1 cm, ostatní skelet byl bez známek kostního edému. Kloubní výpotek ventrálně a méně dorzálně při tibiotalárním kloubu, prosáknutí měkkých tkání podkoží v oblasti mediálního i laterálního kotníku. Drobná pseudocystička v zevním kotníku velikost do 5 mm, kloubní myška velikosti 4x2,5 mm při dorzolaterálním okraji trochey talu. Jiné patologické změny neprokázány. Doporučen klid, berle, rehabilitace, zatím bez tréninku.

Závěr:

Doplněné vyšetření magnetickou rezonancí nám umožnilo lépe zobrazit porušení kontinuity měkkých tkání. Po dokončení rehabilitace se pacient mohl vrátit k aktivnímu sportování.

Obrázek 3 MR Koronární řez – Hlezno



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

5.3 Kazuistika 3

Muž, 49 let

Anamnéza:

OA: sledován se štítnou žlázou, jinak zdráv

RA: bezvýznamná

FA: 0

AA: 0

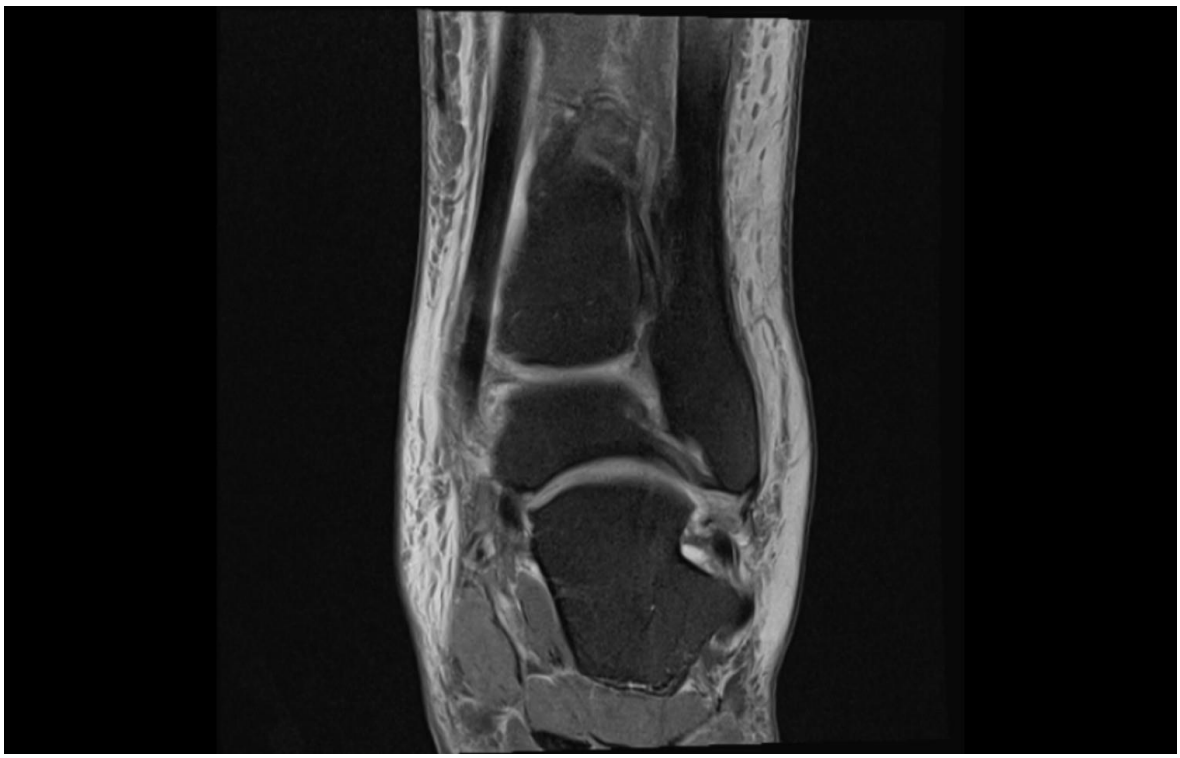
Pacient přichází pro opakované otoky a bolesti po sportovní zátěži levého hlezna

Katamnéza:

1. 12. 2013 pacient přichází na ortopedickou ambulanci pro opakované otoky a bolesti pro zátěži L hlezna. Bylo provedeno RTG vyšetření (v AP a bočné projekci). Skelet bez patrných traumatických změn, edém měkkých tkání laterálního malleolu. Nerovné kontury mediálních okrajů kloubních ploch TC kloubu, nelze vyloučit kloubní myšku velikosti cca 2 mm. Calcar calcanei.

3. 12. 2013 pro doplnění bylo indikováno nativní MR vyšetření na 3T přístroji. Výsledkem byla ruptura lig. calcaneofibulare. Mírně zmnožená tekutina v dorzální části TC kloubu, kde byly zřetelné nepravidelné recessy kloubního pouzdra, bez významného kloubního výpotku. Drobné hypointenzní útvary v mediální části TC kloubu, nejspíše kloubní myšky. Ostatní vazy, šlachy a periartikulární měkké tkáně intaktní. Edém periartikulárních měkkých tkání v oblasti lat. malleolu. Prozatím doporučen klidový režim, ortéza, berle, ledování končetiny.

Obrázek 4 MR Koronární řez – Hlezno



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

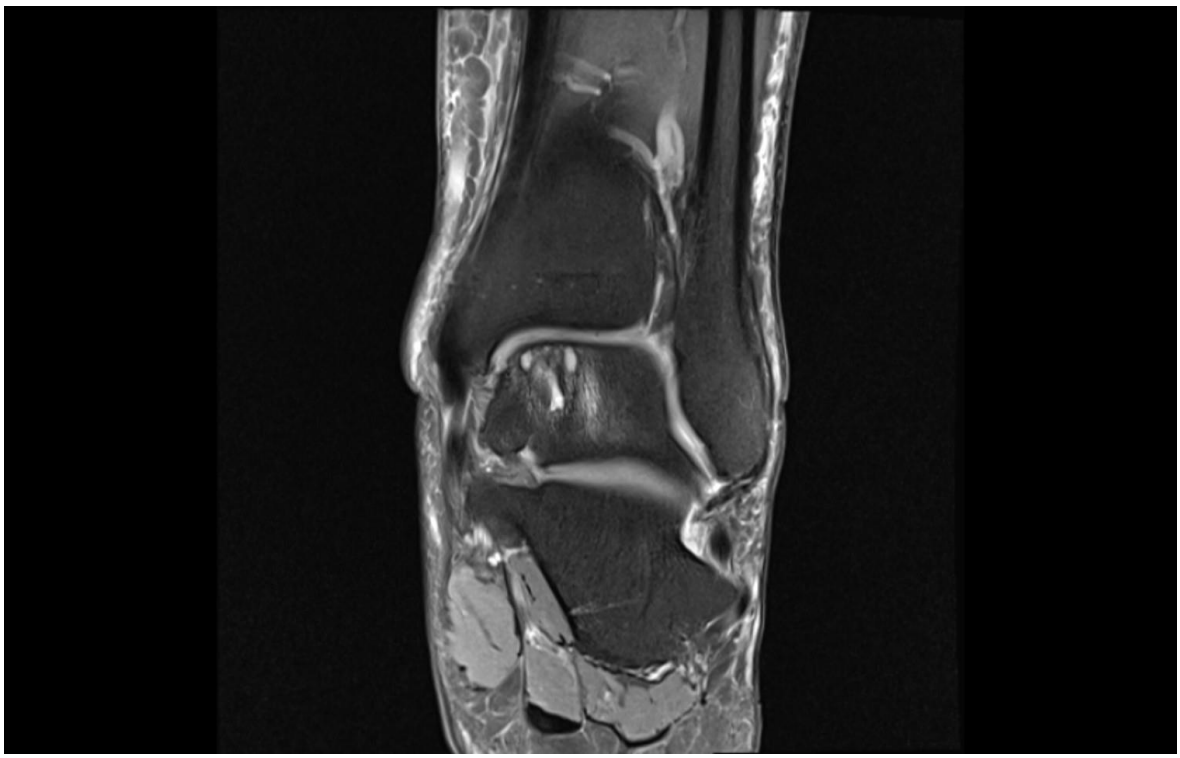
17. 12. 2013 při kontrolním RTG vyšetření L hlezna nebyly zřetelné traumatické změny, lehce snížená laterální polovina štěrbiny TC kloubu, drobné kloubní myšky v oblasti med. poloviny TC štěrbiny vel. 2 – 3mm. Calcar calcanei.

7. 1. 2014 kontrolní RTG L hlezenního kloubu bez zřetelných traumat. Indikováno vyšetření na MR. Stále dodržovat klidový režim a zahájit rehabilitace.

Po rehabilitaci došlo jen ke zmírnění bolestí a otoků, potíže přetrvávaly, zhoršené pohybem a zátěží. Indikace k ASK L hlezna.

15. 7. 2014 byla provedena kontrolní magnetická rezonance levého hlezna nativně na 3T přístroji. Byl patrný intenzivní edém v mediální části trochley talu, který se oproti minulému vyšetření zvětšil a je rozsahu asi 12 mm. Mírně intenzivní edém kostní dřeně je v celé mediální polovině talu. Spongioza talu prořídla a vertikální nosné trámce naopak zesílily. Kompakta na trochlee není porušena, stejně tak není porušena krycí chrupavka. Na lig. calvaneifibulare je hypointenzní vazivová jizva. Mírný podkožní edém distálního mediálního bérce.

Obrázek 5 MR Koronární řez – Hlezno, kontrolní



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

20. 10. 2014 byl pacient hospitalizován na klinice ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí k plánované ASK levého hlezna. Operace byla provedena téhož dne a proběhla bez komplikací. Následující den 21. 10. 2014 byl pacient propuštěn do domácí péče.

29. 10. 2014 proběhla kontrola na ambulanci úrazových kontrol. Rány klidné, stehy vyndány. Levé hlezno s minimálním otokem. Pacient udává minimální bolestivost. Byla nařízená rehabilitace, francouzské hole a šetření levé končetiny. Další kontrola po skončení RHC.

Po rehabilitaci levé hlezno ještě pobolívá, pacient chodí bez pomůcek, v posledních dnech má pacient na levé hlezno taping. RHC ukončena, doporučeno pokračovat v individuálním cvičení dle instruktáže, postupně plná zátěž.

Závěr:

Zde je patrné, že RTG vyšetření nám slouží k vyloučení kostních traumat, ale pro přesnější diagnostiku je nutné využít vyšetření pomocí MR. Díky němu bylo možné odhalit poškození vazů a zvolení následné léčby.

5.4 Kazuistika 4

Muž, 37 let

Anamnéza:

OA: zdráv

RA: bezvýznamná

FA: 0

AA: pyly

Pacient je profesionální hokejista, který si při zápase poranil pravý kolenní kloub.

Katamnéza:

6. 1. 2012 došlo při hokejovém utkání k poranění pravého kolenního kloubu, pacient po úrazu cítil prudkou bolest, měl pocit prasknutí kolena. Ihned přichází na ortopedickou ambulanci. Tentýž den byla provedena MR, nativně na 3T přístroji. Z vyšetření jsou patrné proužkovité kolekce kolem vnitřního postranního vazu, vlastní vaz je jinak bez zřejmých známek poškození, bez vyboulení. V dutině kloubní je poměrně značně zmnožená nitrokloubní tekutina. Menisky, ostatní vazy, měkké tkáně, kloubní chrupavky a skelet jsou bez zřejmých patologických změn. Byla doporučena ortéza a klidový režim.

15. 1. 2012 přichází pacient na kontrolu. Udává neustupující bolesti P kolenního kloubu. Bylo provedeno kontrolní MR vyšetření, nativně, na 3T přístroji. Při komparaci se stavem ze dne 6. 1. 2012 je nález evidentně zhoršen. Vývoj nálezu pokračoval na vnitřním kolaterálním vazu do parciální ruptury ve femorální komponentě. Zejména na ventrální části vazu je patrné přerušení vazivových vláken a jejich retrakce. Kolem retrahovaných vláken je patrna již tvorba novotvořeného hojivového vaziva. Toto vazivo vydouvá zbytky vazu mediálně. Zadní partie vazu jsou relativně ušetřeny. Mediální patelární retinakulum není postiženo. V dutině kloubní přetrvává zvýšené množství nitrokloubní tekutiny. Byl doporučen nadále klidový režim, ortéza na 3 -5 týdnů, berle.

Závěr:

Vzhledem k neinvazivnímu vyšetření na MR bylo možné toto vyšetření využívat pro kontrolu a tím bylo možné odhalit rupturu vnitřního postranního vazu. K doléčení byla také použita elektroléčba a magnetoterapie. Pacient se postupně vrátil ke sportu.

Obrázek 6 MR Koronární řez – Kolenní kloub

Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

5.5 Kazuistika 5

Muž, 35 let

Anamnéza:

OA: celiakie

RA: bezvýznamná

FA: 0

AA: textilní náplast

Katamnéza:

11. 3. 2012 pacient utrpěl zranění pravého kolenního kloubu, kdy při fotbale špatně došlápl a pocítil prasknutí kolenním kloubu. Je přítomen hematom, koleno je oteklé a hybnost pro bolest není možná. Bylo provedeno RTG vyšetření (AP + bočná projekce), kdy nebyly patrné traumatické změny na skeletu. Pro lepší diagnostiku měkkých tkání byl pacient odeslán na vyšetření magnetickou rezonancí. Po nativním vyšetření na MR 3T přístroji byl patrný lehce prosáklý přední zkřížený vaz s mírně setřelou strukturou s malým výpotkem v dutině kolenního kloubu. Oba menisky s drobnými kalcifikacemi. Téhož dne byla také pacientovi provedena punkce asi 50 ml čerstvé krve. Pacientovi byla indikována plastika LCA

19. 3. 2012 přichází pacient na plánovanou kontrolu po punkci krve z P kolena. Stále přetrvává mírná náplň, vazy klinicky pevné, nemožnost plné flexe. Proto byla doporučená ASK P kolenního kloubu. Jelikož se jedná o profesionálního fotbalistu, je nutné, aby kolenní kloub byl stabilní, proto se lékaři rozhodli pro plastiku LCA.

20. 3. 2012 byla provedena plánovaná plastika LCA na Chirurgickém oddělení ve Fakultní nemocnici v Plzni. Operace proběhla bez komplikací. Po několika dnech byl pacient propuštěn do domácí péče, Končetinu je nutné ledovat, nezatěžovat, používat berle. Také je nutné, aby pacient zahájil léčebnou rehabilitaci.

3. 5. 2012 kontrola po ukončení RHC. Hybnost plná, doporučení celkové zátěže.

23. 5. 2016 po čtyřech letech přichází pacient opět s úrazem pravého kolenního kloubu. Pro posouzení nálezu byl odeslán na MR. Vyšetření proběhlo nativně na 3T přístroji. Na přední a laterální zadní tibii je patrná zóna edému kostní dřeně. Na chrupavce mediálního kondylu femuru je drobná fisura. Na fibiofibulárním kloubu je na mediální straně exostóza délky asi 25mm, která vytváří pakloub s mediálním okrajem hlavičky fibuly. Stav po plastice LCA je v normě. V tunelovitých otvorech tibie a femuru jsou drobné ohraničené kolekce tekutiny. Ostatní nález je přiměřený.

Závěr:

Z tohoto případu je patrné, že sice prvotním vyšetřením byl zvolen RTG, ale pro podrobnější vyšetření se využila magnetická rezonance a následně po čtyřech letech se ke zhodnocení stavu po distorzi kolena opět magnetická rezonance využila.

Obrázek 7 MR Sagitální řez – Kolenní kloub, Plastika LCA

Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

5.6 Kazuistika 6

Muž, 31 let

Anamnéza:

OA: zdráv

RA: bezvýznamná

FA: 0

AA:0

Pacient se profesionálně věnuje hokeji, ale při rekreačním fotbale byl přišlápnut protihráčem, pocítil křupnutí v levém kolenním kloubu.

Katamnéza:

5. 7. 2016 si pacient při rekreačním fotbale poranil L koleno. Na chirurgickou ambulanci přichází 7. 7. 2016. Bolesti trvají, koleno je oteklé a došlap velmi omezený. Klinicky lehká náplň, jinak bez zřejmé hrubé patologie. Téhož dne byla provedena MR.

Vyšetření bylo provedeno nativně na 3T přístroji. Výsledkem byl objemný chondrální defekt patelly. Hyperintenzní úpon lig. patellae na tuberisitas tibie, která má rovněž vyšší signál s naznačenou fragmentací – tendinoza úponu a stp. aseptické nekroze tuberositas tibie. Mírný edém Hoffova tělesa. Náplň v kloubním pouzdru šíře 12 mm, v podkolení mediálně laločnatá Bakerova pseudocysta. Chrupavka distálního femuru a proximální tibie normální. Oba zkřížené vazy a postranní vazy normální. Menisky intaktní.

Pacient byl odeslán na ortopedii, kde po zhodnocení stavu byla naplánována ASK L kolena.

8. 7. 2016 byl hospitalizován na klinice ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí k plánované ASK L kolena. Operace proběhla bez komplikací. Následující den byl pacient propuštěn do domácí péče.

12. 7. 2016 přichází pacient na kontrolu. Stav zcela klidný, koleno prakticky bez náplně, vstupy klidné. Doporučeny francouzské hole ještě na 3 – 5 dní, postupně zahájit řízenou rehabilitaci, koleno rozcvičit.

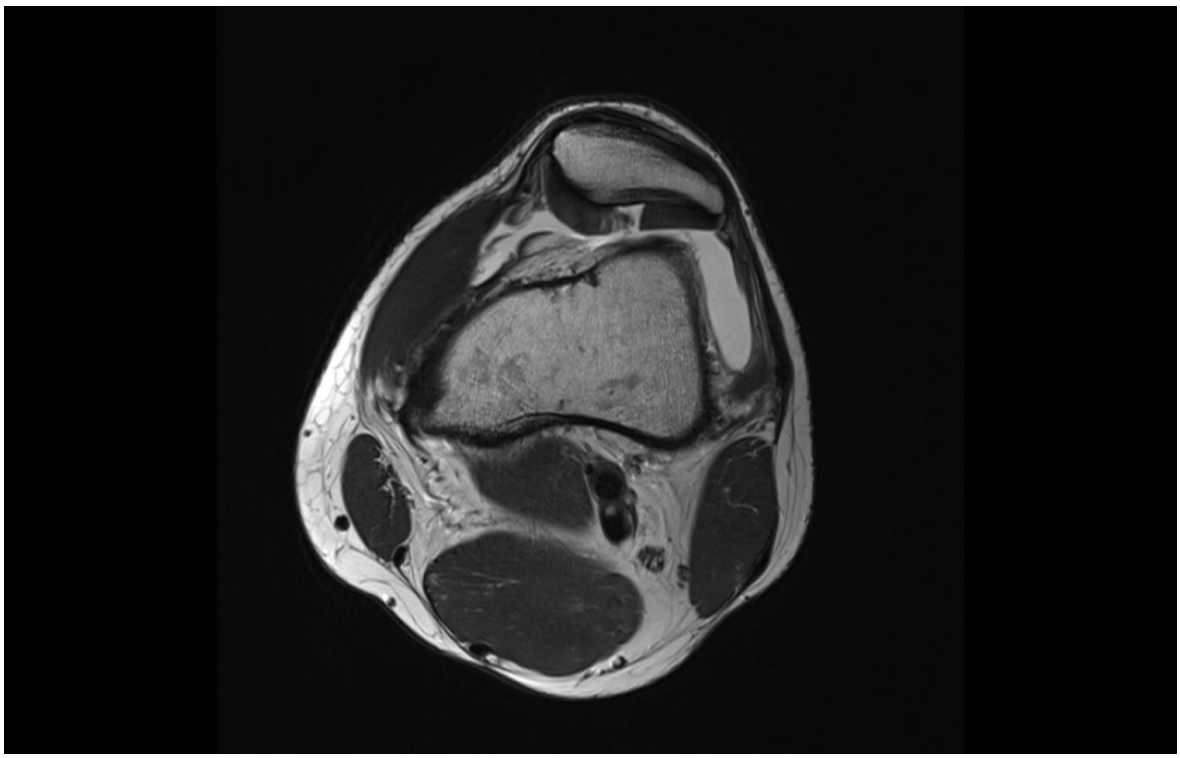
Další kontrola proběhla 15. 7. 2016, kdy byly vyndány stehy, stav klidný, koleno zcela bez náplně. Pacient již chodí bez berlí. Doporučuje se koleno rozcvičovat, vhodné je plavání, jízda na kole, ale zatím bez větší sportovní zátěže.

Následující kontrola proběhla po skončení rehabilitace – 15. 8. 2016. Pacient se cítí dobře, kloub nebolí, hybnost plná. Již je možné koleno začít zatěžovat, v případě potřeby je možné při sportu využívat lehkou bandáž kolene.

Závěr:

Jelikož byla u pacienta po klinickém vyšetření vyloučena fraktura, byl odeslán na vyšetření MR pro posouzení stavu měkkých tkání. Výsledek vyšetření z magnetické rezonance sloužil k následnému indikování ASK levého kolena.

Obrázek 8 MR Transverzální řez – Kolenní kloub



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

5.7 Kazuistika 7

Muž, 34 let

Anamnéza:

OA: drobné četné sportovní úrazy, jinak zdráv

RA: bezvýznamná

FA: 0

AA: 0

Pacient se závodně věnuje hokeji

Katamnéza:

Pacient před 2 měsíci upadl při hokejovém zápase. Ucítil velmi intenzivní ostrou bolest na přední straně pravého kolena. Koleno bylo oteklé, hybnost velmi omezená a patella omezená na pohmat. Ihned byla provedena magnetická rezonance, kde se zjistila zlomenina patelly. Vzhledem k tomu, že byla zlomenina nedislokovaná a nebyl porušen

extenzorový aparát kolene, byl pacient léčen konzervativně. Koleno se znehybnilo ortézou, aby pacient na nohu nedošlapoval a koleno nezatěžoval, dostal berle, aby se eliminoval otok kolenního kloubu a bolestivost.

Pacient přichází 25. 10. 2016 s přetrvávajícími bolestmi P kolene. Opět byla provedena magnetická rezonance, nativně na 3T přístroji. Byla zjevná již zhojená 3mm schůdkovitá deformace laterálního okraje, přetrvávající edém kostní dřeně pately s přehojenými fisurami chrupavky na kloubní ploše pately. V protilehlé části lat. kondylu femuru byl patrný nevelký kostní hematom. Ostatní nález na meniscích, vazech, měkkých tkáních, kloubních chrupavkách a skeletu byl přiměřený.

Pacientovi byla nařízena pomalejší a méně intenzivnější rehabilitace. Po dokončení rehabilitace pacientovi odezněly bolesti. Nadále využívá fixační ortézu.

Závěr:

Vyšetření magnetickou rezonancí nám umožnilo odhalit rozsah zlomeniny patelly. Vzhledem k jejímu dobrému postavení nebyl nutný chirurgický zákrok.

Obrázek 9 MR Transverzální řez – Patella

Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

5.8 Kazuistika 8

Muž, 51 let

Anamnéza:

OA: hypertenze, poruchy spánku

RA: bezvýznamná

FA: 0

AA: 0

Katamnéza:

Pacient přichází na kliniku ortopedie a traumatologie s bolestí na zadní straně stehna. Po běhání před několika měsíci se objevilo nepříjemné a stálé napětí na zadní straně stehna, které neustupovalo. Bolest postupovala a přetrvávala, i když byl pacient v klidu. Bolestivé byly zejména šlachy hamstringů za mediální stranou kolena v průběhu m. gracilis a m. semitendinosus. Pacient byl vyšetřen pomocí USG, která neprokázala rupturu. Pro posouzení nálezu na koleni a šlachách byla indikována ještě MR.

15. 9. 2016 bylo provedeno vyšetření na magnetické rezonanci, nativně na 3T přístroji. V okolí distálních hamstringů bylo patrné prosáknutí, které zasahovalo až k pes anserinus. Byl patrný proužek tekutiny při laterálním okraji kloubní štěrbiny. Při femuru v šíři 4mm a při tibii v šíři 2mm a dikretní množství tekutiny uvnitř kloubu. Mírně snížená byla kloubní chrupavka obou kondylů femuru i tibie. Postranní i zkřížené vazy a oba menisky byly bez patologické změny. Skelet i patella v dobrém postavení. Dolní část mediálního m. vastus je hypertrofická, ostatní zachycené svaly a svalové úpony byly normálního vzhledu.

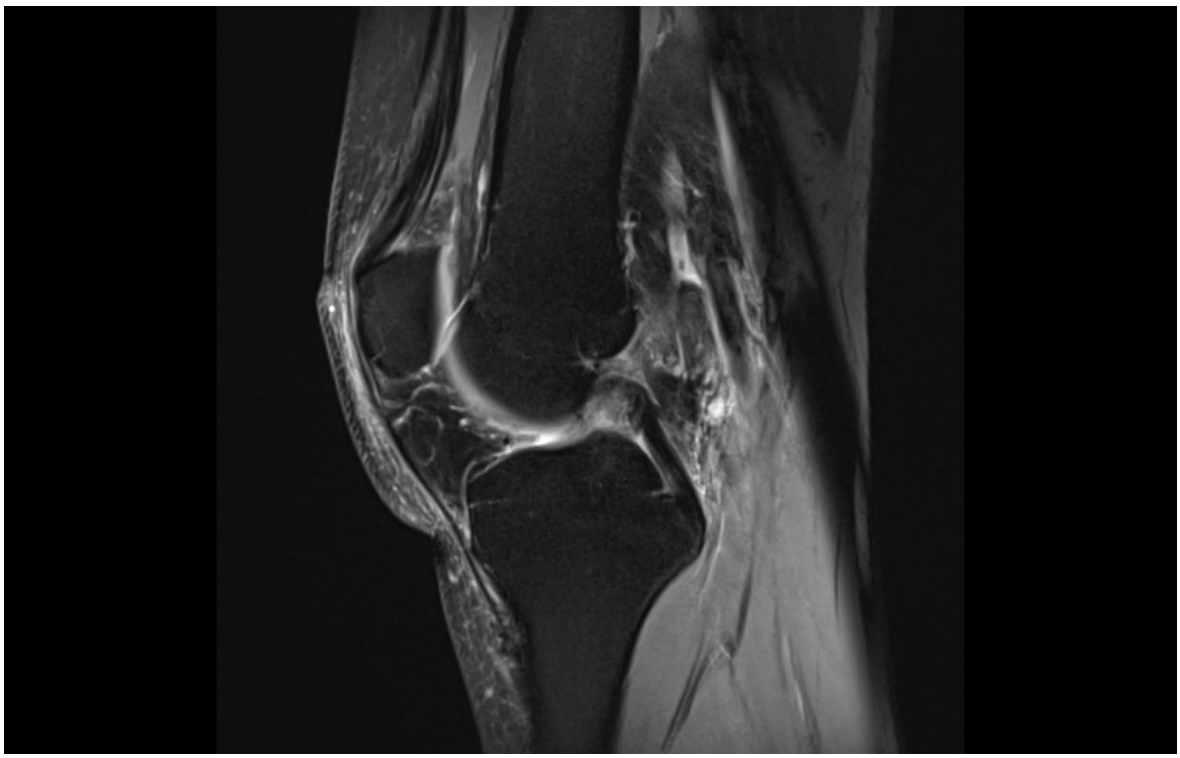
Vzhledem k tomu, že distální šlachy hamtringů byly pouze nataženy, popř. mírně zhmožděny, byl doporučený klidový režim včetně rehabilitace.

Závěr:

Vzhledem k tomu, že pacient udával bolesti svalů, nebylo provedeno RTG vyšetření, které měkké struktury nezobrazí. Provedlo se vyšetření pomocí USG a pro

doplnění byla provedena magnetická rezonance, která je pro vyšetření měkkých struktur v současnosti nejpřesnější.

Obrázek 10 MR Sagitální řez – Kolenní kloub



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

5.9 Kazuistika 9

Muž, 44 let, silový trojboj

Anamnéza:

OA: zdráv

RA: bezvýznamná

FA: 0

AA: 0

Pacient se profesionálně věnuje silovému trojboji

Katamnéza:

Asi před třemi týdny si pacient na závodech poranil levý ramenní kloub. Pocítil píchnutí v levém ramenním kloubu. Poté měl klidový režim. Bolesti postupně odeznívaly, následně pozvolný strečink, pacient se cítil celkem dobře.

Nyní po tréninku došlo k recidivě. Tentokrát byly bolesti spíše na zevní straně ramenního kloubu. Od svalu m. deltoideus až k m. pectoralis.

Po důkladném klinickém vyšetření dne 5. 9. 2016 byl ramenní kloub ke konstituci pacienta hůře prohmatný, zevně nebolestivý. Pohyby byly plné, zevní rotace možná, abdukce paže proti odporu také možná. Bicepsový úpon v normě. Hematom přítomen není. Pro přesnější zobrazení bylo indikováno USG vyšetření, které nebylo dostačující, proto byl pacient poslán ještě na vyšetření magnetickou rezonancí.

16. 9. 2016 byla provedena MR nativně na 3T přístroji. V rotátorové manžetě byly odhaleny degenerativní změny, labrum bylo bez poranění. Kolem deltového svalu a kolem jeho úponu na lopatku přítomno prosáknutí. Tento nález svědčí pro natažení deltového svalu. Pacientovi byl doporučen klid a zavedená medikace.

10. 11. 2016 proběhlo kontrolní vyšetření na MR, nativně na 3T přístroji. Při komparaci s minulým vyšetřením ze dne 16. 9. Je patrné residuum edematózních změn perikapsulárně při kloubním pouzdru vpředu. V rotátorové manžetě jsou signální alterace. Závěrem vyšetření je impigement syndrom v důsledku svalové hypertrofie a degenerace rotátorové manžety. Postavení v ramenním kloubu je dobré. Pacientovi byl nadále indikován klidový režim.

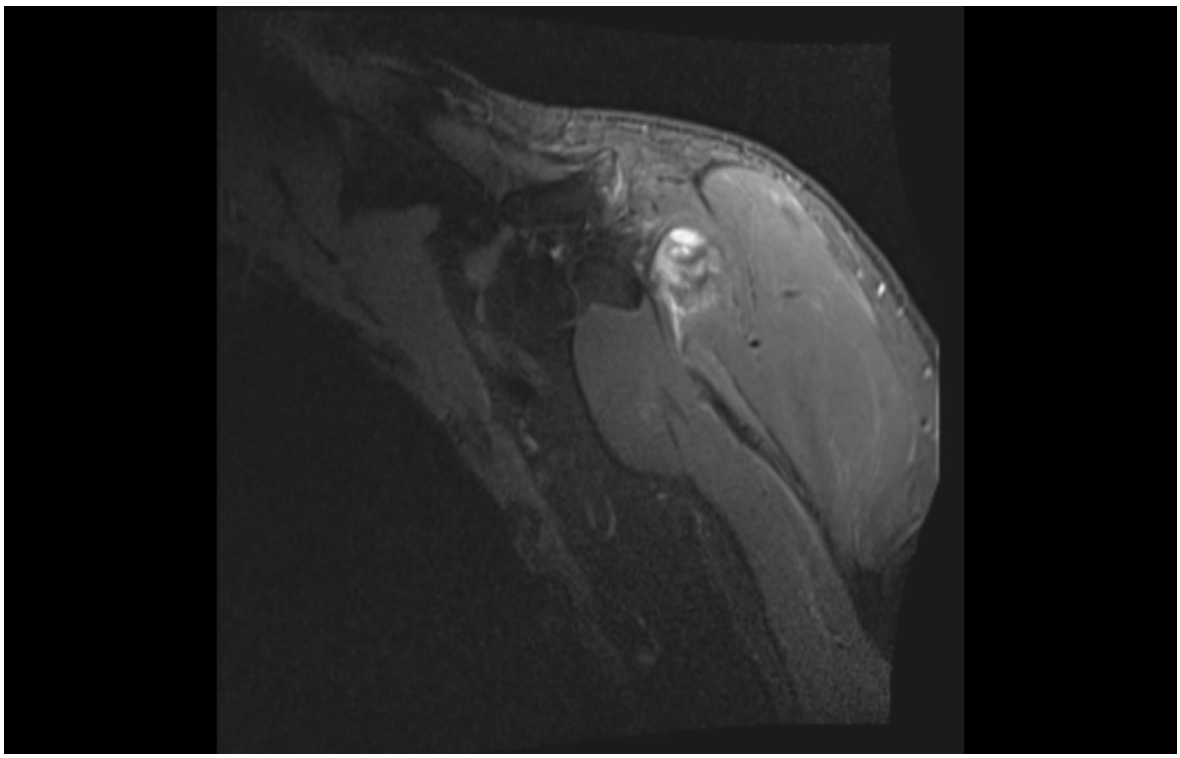
16. 11. 2016 přichází pacient na kontrolu. Již je více než 14 dní bez fyzické aktivity, ale bolesti ramene stále trvají. Zejména při pohybu s končetinou či tlaku na rameno. Z tohoto důvodu byla provedena aplikace plasmatického preparátu subakromiálně pod USG kontrolou. Pacient byl poučen o dodržování klidového režimu a indikován k cílené fyzioterapii.

2. 2. 2017 se pacient dostavil po ukončení RHC. Pacient se již cítí lépe, bolest odezněla a byla doporučená postupná celková zátěž.

Závěr:

Kontrolní vyšetření na magnetické rezonanci umožnilo odhalit rozsah úrazu a zvolit následnou léčbu. Díky tomu se poměrně za krátkou dobu mohl pacient zpět vrátit ke sportování.

Obrázek 11 MR Koronární řez – Ramenní kloub



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

DISKUZE

V naší teoretické části jsme se zabývali anatomií pohybového aparátu. Anatomie skeletu je popsána velmi stručně, více se věnujeme měkkým strukturám zejména u ramenního a kolenního kloubu, které se nejčastěji vlivem sportu poškodí. Základní popis pohybového aparátu nám umožní se lépe orientovat v praktické části této práce. Další kapitolou teoretické části jsou patologické procesy, které vznikají při sportování. Tyto procesy jsme pro lepší přehled rozdělili do tří skupin a ke každé z nich uvedli několik nejčastějších příkladů. Posledním úsekem teoretické části je přehled zobrazovacích metod. Do této části jsme zahrnuli jak vyšetření skiagrafické, ultrasonografii, výpočetní tomografii, tak v neposlední řadě magnetickou rezonanci, která je popsána podrobně, protože je stěžejní pro tuto práci. U magnetické rezonance jsme vysvětlili, na jakém principu funguje, jaké části přístroj má a zaměřili jsme se také na kontrastní látky, které se při vyšetření používají. Dále jsme zmínili možné kontraindikace a základní protokoly využívající se pro vyšetření pohybového aparátu.

Literatura, která byla využita pro teoretickou část, se poměrně shodovala. Menší rozdíly byly patrné při detailnějším popisu anatomických struktur a principu magnetické rezonance. Část poznatků také tvoří zahraniční literatura a odborné články.

Praktickou část tvoří kvalitativní výzkum zpracovaný formou kazuistik. Zkoumaným vzorkem byli pacienti, kteří si způsobili úraz při sportu a kterým pro objasnění rozsahu poškození byla indikována magnetická rezonance.

První pacient, profesionální hokejista, přišel k lékaři s bolestí levého třísla při sportovní zátěži. Po klinickém vyšetření byl odeslán na rentgenové vyšetření. Vzhledem k tomu, že toto vyšetření nebylo dostatečně průkazné, nebylo zřejmé, zda jsou poškozené měkké struktury. Z tohoto hlediska byl pacient odeslán na podrobnější vyšetření, na MR artrografii. Výsledek prokázal parciální avulzi anterolaterálního labra v kombinaci s FAI anterolaterální části krčku femuru. Na základě tohoto výsledku byl pacient indikován k ASK levého kyčle.

Druhý pacient si při fotbalovém zápase poranil levé hlezno. Po vyšetření na ortopedické a traumatologické klinice byl odeslán na rentgenové vyšetření. Výsledkem tohoto vyšetření bylo zřetelné dobré postavení TC kloubu, drobná kalcifikace, ale traumatologické změny vyloučeny. Pro doplnění diagnostiky bylo o několik dnů později

provedeno vyšetření na magnetické rezonanci. Výsledkem byly edematozní změny, projevující se natažením postranních vazů obou kotníků bez porušení kontinuity fibulotalárních vazů. Patrný byl také kloubní výpotek a drobná pseudocysta. Vzhledem k tomu, že postižení vazů nebylo závažné, byl doporučen pacientovi klid a léčebná rehabilitace. Po ukončení rehabilitace se pacient navrátil zpět k aktivnímu sportování.

Třetí pacient trpěl opakovanými otoky a bolestmi po zátěži levého hlezna. Prvotně bylo provedeno RTG vyšetření, kdy byl skelet bez patrných traumatických změn. O dva dny později šel pacient na doplňující vyšetření na magnetické rezonanci. To odhalilo rupturu lig. calcaneofibulare, mírně zmnoženou tekutinu v dorzální části TC kloubu. Ostatní vazy a šlachy byly intaktní. Pacient byl poučen k dodržování klidového režimu, byly mu doporučeny léčebné rehabilitace a vhodné kompenzační pomůcky. Pacient docházel na pravidelné kontroly, které byly prováděny pomocí RTG vyšetření. Vzhledem k tomu, že po dokončení rehabilitace se sice bolesti a otok zmenšily, ale potíže při zátěži přetrvávaly, byl pacient indikován k ASK levého hlezna. Před plánovanou operací byla ještě pro lepší posouzení stavu provedena magnetická rezonance.

Čtvrtý pacient si při hokejovém utkání poranil pravý kolenní kloub. Bezprostředně po úrazu se dostavil na ortopedickou ambulanci, odkud byl téhož dne odeslán na vyšetření magnetickou rezonancí. Výsledkem vyšetření byly proužkovité kolekce v okolí vnitřního postranního vazu, vaz byl ale bez zřejmých známek poškození. V dutině kloubu byla zmnožená nitrokloubní tekutina. Ostatní anatomické struktury byly bez známek poškození. Pacientovi byla doporučená ortéza a klidový režim. Po několika dnech se pacient dostavil na kontrolu. Jelikož udával neustupující bolesti, bylo provedeno kontrolní vyšetření na magnetické rezonanci. Po srovnání s předešlým výsledkem byla zřetelná ruptura vazu, kde již byla patrná tvorba hojivového vaziva. Nadále byl doporučen klidový režim, ortéza a berle.

Pátý pacient přišel s úrazem pravého kolenního kloubu, který si způsobil špatným došlapem při fotbale. Prvotně bylo provedeno RTG vyšetření, kde ovšem nebyly patrné traumatické změny skeletu. Z tohoto důvodu byl pacient vyšetřen na magnetické rezonanci. Toto vyšetření odhalilo natažení předního zkříženého vazu a výpotek v dutině kolenního kloubu. Pacientovi na tomto základě byla provedena punkce. Po několika dnech proběhla kontrola, kdy stále přetrvávala mírná náplň a plná flexe kolene nebyla možná. Proto byla pacientovi doporučena ASK kolenního kloubu. Po usouzení lékařů pacient

podstoupil plastiku LCA. Po operaci, která proběhla bez komplikací, pacient zahájil cílené rehabilitace a využíval kompenzační pomůcky. Přibližně po čtyřech letech pacient znovu přišel s úrazem téhož kloubu. Tentokrát byl odeslán rovnou na vyšetření magnetickou rezonancí. Výsledkem byla patrná zóna edému kostní dřeně, drobná fisura na chrupavce. Stav po LCA byl v normě.

Šestý pacient navštívil chirurgickou ambulanci s úrazem levého kolenního kloubu, který si způsobil při rekreačním fotbale. Po nutném klinickém vyšetření byla patrná lehká náplň, ale hrubá patologie vyloučena, proto byl odeslán na vyšetření magnetickou rezonancí, která se měla zaměřit podrobně na měkké struktury. Byl zjištěn objemný chondrální defekt patelly, hyperintenzní úpon lig. patellae a tendinoza úponu. Po zhodnocení stavu ortopedem byla naplánována ASK levého kolenního kloubu. Po operaci, která proběhla bez obtíží, byl pacient propuštěn do domácí péče a zahájil řízenou rehabilitaci.

Sedmý pacient utrpěl zranění pravého kolenního kloubu při hokejovém zápase. Vyšetření proběhlo na klinice ortopedie a traumatologie. Byla provedena magnetická rezonance, kde byla zjištěna zlomenina patelly. Vzhledem k jejímu dobrému postavení, nebyla nutná chirurgická léčba. Pacient byl léčen konzervativně. Po dvou měsících pacient opět přichází s bolestmi pravého kolene. Opět se provedla magnetická rezonance. Odhalila zhojenou schůdkovitou deformaci laterálního okraje s přehojenou fisurou chrupavky na patelle. Pacientovi byla nařízena pomalejší a méně intenzivnější rehabilitace.

Osmý pacient přišel na kliniku ortopedie a traumatologie s bolestí na zadní straně stehna, která se objevila po běhání. Po klinickém vyšetření byly bolestivé šlachy hamstringů za mediální stranou kolena. Bylo provedeno USG vyšetření a pro posouzení stavu a detailnějšího popisu byla indikována magnetická rezonance. Po dvou měsících proběhlo vyšetření, kde se zaznamenalo pouze natažení distální šlachy hamstringů. Pacientovi byl doporučen klidový režim včetně řízené rehabilitace.

Devátý pacient je silový trojbojař. Přišel s úrazem levého ramenního kloubu. Tento úraz doprovázela velmi intenzivní bolest. Po klinickém a RTG vyšetření nebyla patrná zásadní patologie. Pacientovi byl nařízen klidový režim. Bolesti postupně odeznívaly. Po třech týdnech došlo po tréninku k recidivě. Bolesti se projevily spíše na zevní straně ramenního kloubu. Opět bylo provedeno klinické vyšetření, pro přesnější zobrazení bylo indikováno také USG vyšetření. To nebylo dostačující, proto pacient podstoupil ještě

vyšetření na magnetické rezonanci. Toto vyšetření odhalilo degenerativní změny v rotátorové manžetě a natažený deltový sval. Po dvou měsících proběhlo kontrolní vyšetření na magnetické rezonanci. Po komparaci s předchozím vyšetřením bylo patrné residuum edematozních změn. Závěrem byl impigement syndrom v důsledku svalové hypertrofie a degenerace rotátorové manžety.

Vzhledem k poznatkům, které jsme získali při psaní této práce, můžeme potvrdit, že magnetická rezonance má při vyšetřování pohybového aparátu, zejména sportovních úrazů, své opodstatnění. Ve všech případech, které prezentujeme, bylo provedeno vyšetření magnetickou rezonancí. Ať už se jednalo o doplňující vyšetření nebo o první volbu zobrazení anatomických struktur. Toto vyšetření většinou vedlo ke stanovení přesné diagnózy, od které se dále odvíjela následná léčba. Při poranění měkkých struktur (menisky, vazy, chrupavka), zejména při poranění kolena, které je nejčastější, je rentgenové vyšetření nedostačující, protože nám tyto struktury nedokáže podrobně zobrazit.

Druhým cílem v pořadí bylo stanovit ideální algoritmus pro vyšetřování sportovních úrazů pohybového aparátu. Po detailnějším rozboru kazuistik je patrné, že vyšetřovací metoda pomocí skiagrafie je stále na prvním místě, vzhledem k jejím nižším nákladům, rychlosti vyšetření a bez nutnosti objednání se. Z celého zkoumaného souboru bylo prvotně na RTG odesláno pět pacientů. Jeden pacient podstoupil jako první vyšetření ultrasonografií a tři pacienti byli po klinickém vyšetření odesláni na magnetickou rezonanci. Ve všech třech případech se jednalo o vrcholové sportovce, kdy je nutné stanovit diagnózu v co nejkratším čase a co nejpřesněji. Pro lepší představu slouží Příloha č. 4.

Posledním cílem práce bylo zjistit, jak je dlouhá čekací doba pacientů na vyšetření magnetickou rezonancí. Pro ujasnění tohoto cíle jsme kontaktovali několik sportovních ortopedů a položili jim stejnou otázku: *„Jak dlouhá bývá čekací doba na vyšetření MR?“*. Z dvaceti oslovených lékařů, na dotaz odpovědělo patnáct. Všichni, kteří odpověděli, se téměř shodli na tom, že průměrná doba objednání bývá jeden až čtyři týdny. Závisí také na stavu pacienta v případě, že se jedná o akutní stav, kde se předpokládá nebezpečí prodlevy, se vyšetření provádí ihned. Jeden z lékařů také uvedl, že záleží na vytíženosti pracoviště, dále na rozsahu zranění a výkonosti pacienta. Oproti tomu se nám dostalo odpovědi, že jeden z lékařů vyšetření magnetickou rezonancí využívá zcela minimálně, pouze

výjimečně. Uvedl, že jsou indikace tohoto vyšetření, kde je jeho význam velký a rozhodující, ale spíše při poranění hlavy, kvůli krvácení do mozku. Dodal, že základem je klinické vyšetření a následný RTG snímek.

Vzhledem k tomu, že je magnetická rezonance nezastupitelná při zobrazení měkkých struktur, umožní lepší diagnostiku a tím se zvyšuje i kvalita péče.

ZÁVĚR

Využívání magnetické rezonance při vyšetřování sportovních úrazů je již téměř zavedeným standardem. Jedná se o metodu, která díky vysoké rozlišovací schopnosti často odhalí poškození, která se při RTG nebo USG vyšetření nezobrazí. Určitou překážkou je vysoká cena tohoto vyšetření, proto jí v drtivé většině předchází klasické skiagrafické vyšetření. Ovšem nad tímto negativem převažuje její neinvazivnost a přesnost při zobrazení anatomických struktur. Výsledek vyšetření často určí směr následné léčby a to, zda je nutné operativní řešení nebo postačí konzervativní léčebný postup.

V teoretické části práce jsme se zabývali stručným popisem anatomie pohybového aparátu. Tento popis nám slouží se lépe orientovat v nálezech, které jsou součástí praktické části práce. Dále jsme uvedli patologické procesy, které jsme rozdělili do třech skupin a pro úplnost jsme ke každé z nich uvedli nejčastější příklad sportovního úrazu. V neposlední řadě jsme stručně představili zobrazovací metody, které se při vyšetřování pohybového aparátu používají. Jedná se o skiagrafické zobrazení, ultrasonografii, výpočetní tomografii. Podrobně jsme se věnovali magnetické rezonanci, protože na ni se práce soustředí.

Pro výzkum jsme zvolili kvalitativní metodu formou kazuistik. Tato metoda nám umožnila nastínit konkrétní případy a ozřejmit jednotlivé cíle, které jsme si předem stanovili. Jednalo o pacienty, kteří na kliniku přicházeli s úrazy způsobenými sportem, při nichž byla využita magnetická rezonance. Zároveň se nám objasnilo, že i když se magnetická rezonance ve většině případů nevyužívá jako první způsob vyšetření, tak zde ale své opodstatnění má. Z hlediska poranění měkkých struktur umožňuje stanovit přesnou diagnostiku a následnou léčbu. Takže ve všech případech, které jsme nastínili, se magnetická rezonance využila nejméně jednou. V několika případech sloužila i jako kontrolní vyšetření. Uvedené případy nám dále pomohly do jisté míry nastínit algoritmus využívaných zobrazovacích metod. Jako jistou nevýhodu lze považovat to, že na vyšetření bývá delší čekací doba. Dle zjištěných informací se jedná o jeden až čtyři týdny. Tato doba se však může v závislosti na rozsahu zranění nebo vytíženosti pracoviště měnit.

Význam této práce spatřuji zejména v její aktuálnosti. Vzhledem k tomu, že s rozvojem sportovních aktivit stoupá i riziko vzniku úrazů, lze magnetickou rezonanci doporučit jako šetrnou vyšetřovací metodu v tomto odvětví.

LITERATURA A PRAMENY

1. **DYLEVSKÝ, Ivan.** *Základy anatomie.* Praha : TRITON, 2006. str. 272. ISBN 80-7254-886-7.

2. **TRNAVSKÝ, Karel a SEDLÁČKOVÁ, Marie, et.al.** *Syndrom bolestivého ramene.* Praha : Galén, 2002. str. 149. ISBN 80-7262-170-X.

3. **TICHÝ, Miroslav.** *Dysfunkce kloubu VI Horní končetina.* Praha : Miroslav Tichý, 2008. str. 130. ISBN 978-80-254-3489-5.

4. **MARTÍNKOVÁ, Jana, MUDr.** *Sportovní úrazy a přetížení pohybového aparátu sportem - Praktický průvodce pro zdravotníky i laiky.* Praha : Mladá fronta a.s., 2013. str. 72. ISBN 978-80-204-2454-9.

5. **ČIHÁK, Radomír.** *Anatomie 1.* Praha : Grada, 2011. str. 552. 978-80-247-3817-8.

6. **TICHÝ, Miroslav.** *Dysfunkce kloubu V Dolní končetina.* Praha : Miroslav Tichý, 2008. str. 126. ISBN 978-80-254-2251-9.

7. **TRNAVSKÝ, Karel, RYBKA, Vratislav, et at.** *Syndrom bolestivého kolena.* Praha : Galén, 2006. str. 225. ISBN 80-7262-391-5.

8. **PILNÝ, Jaroslav, a kolektiv.** *Prevence úrazů pro sportovce.* Praha : Grada Publishing, a.s., 2007. str. 104. ISBN 978-80-247-1675-6.

9. **BEŇAČKA, Josef a kolektiv.** *Pohybový aparát a zdraví - Vybrané kapitoly ze sportovní medicíny.* Brno : Paido, 2013. str. 185. ISBN 978-80-7315-241-3.

10. **KASTNER, Jan a kolektiv.** *Role magnetické rezonance ve vyšetřování sportovních úrazů* [online]. 2012(66/4), 359 - 368 [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad_1204_359_368.pdf

11. **FERDA, Jiří a kolektiv.** *Základy zobrazovacích metod.* Praha : Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-164-3.

12. **GALLO, Jiří a kolektiv.** *Ortopedie pro studenty lékařských a zdravotnických fakult.* Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. str. 211. ISBN 978-80-244-2486-6.

13. **SEIDL, Zdeněk.** *Radiologie pro studium i praxi.* Praha : Grada, 2012. ISBN 978-80-247-41086.

14. **VÁLEK, Vlastimil, ŽIŽKA, Jan.** *Moderní diagnostické metody.* Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 80-7013-225-6.

15. **LAVERNE, Tolley,Gurley, WILLIAM, J.Callaway.** *Radiologic technology.* St. Louis : Mosby Elsevier, 2006. ISBN 978-0-323-03566-8.

16. **PRETORIUS, E.,Scott, SOLOMON, Joffrey, A.** *Radiology secrets puls.* Philadelphia : Mosby Elsevier, 2011. ISBN 978-0-323-06794-2.

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

18. **HEŘMAN, Miroslav a kolektiv.** *Základy radiologie.* Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-2901-4.

19. **DYLEVSKÝ, Ivan a kolektiv.** *Pohybový systém a zátěž.* Praha : Grada Publishing, a.s., 1997. ISBN 80-7169-258-1.

20. **GRAHAM, Donald, T., CLOKE, Paul, J., VOSPER, MArtin.** *Principles of radiological physics.* Edinburgh : Churchill Livingstone, 2007. ISBN 978-0-443-10104-5.

21. **MECHL, Marek, TINTĚRA, Jaroslav, ŽIŽKA, Jan et al.** *Protokoly MR zobrazování.* Praha : Galén, 2014. ISBN 978-80-7492-109-4.

22. **Safety issues linger over gadolinium-based contrast agents**. *AuntMinnie.com.* [Online] 28. Únor 2018. [Citace: 28. Únor 2018.] https://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=rca&sub=ecr_2018&pag=dis&ItemID=119986.

23. **ULLMANN, Vojtěch**: AstroNuklFyzika [online]. [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: http://astronuklfyzika.cz/Fyzika-NuklMed.htm

SEZNAM ZKRATEK

2D..... dvojrozměrný

3D..... trojrozměrný

art. ..... articulatio, kloub

AP ..... anteroposteriorní, předozadní

CT ..... Computed Tomography, výpočetní tomografie

EKG ..... elektrokardiografie

FAI ..... femoroacetabulární impingement

FN ..... Fakultní nemocnice

GE, GRE ..... gradient echo

HU..... Hounsfieldova jednotka

IR ..... Inversion recovery, inverzní postup

KL ..... kontrastní látka

L ..... levý

LCA ..... ligamentum cruciatum anterius, přední zkřížený vaz

LCP ..... ligamentum cruciatum posterius, zadní zkřížený vaz

lig, ligg ..... ligamentum, vaz

m. ..... musculus, sval

MR ..... magnetická rezonance

n. ..... nervus, nerv

např. ..... například

P ..... pravý

PD ..... proton density, protonová hustota

popř. ..... popřípadě

RHC ..... rehabilitace

RTG ..... rentgen

SE..... sekvence

stp..... stav po

T ..... Tesla

TC ..... art. talocruralis, talokrurální kloub

TE..... time to echo, excitační čas

TEP ..... totální endoprotéza

TI..... Inversion time, inverzní čas

tj. ..... to je

TR ..... time to repeat, relaxační čas

tzv..... takzvaný

USG ..... ultrasonografie

v.o. ..... vážený obraz

w.i. ..... weighted image, vážený obraz

SEZNAM OBRÁZKŮ

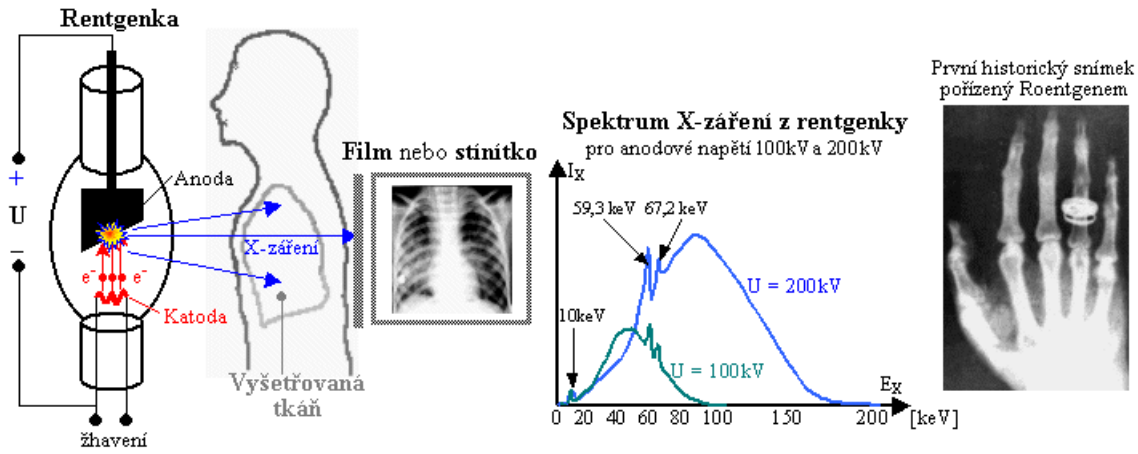
Obrázek 1 MR Artrografie, Koronární řez – Kyčelní kloub 43
Obrázek 2 MR Artorografie, Sagitání řez – Kyčelní kloub..... 44
Obrázek 3 MR Koronární řez – Hlezno 45
Obrázek 4 MR Koronární řez – Hlezno 47
Obrázek 5 MR Koronární řez – Hlezno, kontrolní..... 48
Obrázek 6 MR Koronární řez – Kolenní kloub 50
Obrázek 7 MR Sagitální řez – Kolenní kloub, Plastika LCA..... 52
Obrázek 8 MR Transverzální řez – Kolenní kloub..... 54
Obrázek 9 MR Transverzální řez – Patella..... 55
Obrázek 10 MR Sagitální řez – Kolenní kloub 57
Obrázek 11 MR Koronární řez – Ramenní kloub 59

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Základní principiální schéma rentgenového zobrazení 72
Příloha 2 Projekce dráhy rentgenky při CT vyšetření – tzv. šroubovice 72
Příloha 3 Precesní pohyb po plášti kužele 73
Příloha 4 Využívání zobrazovacích metod 73
Příloha 5 Žádost o poskytnutí informací FN Plzeň 74

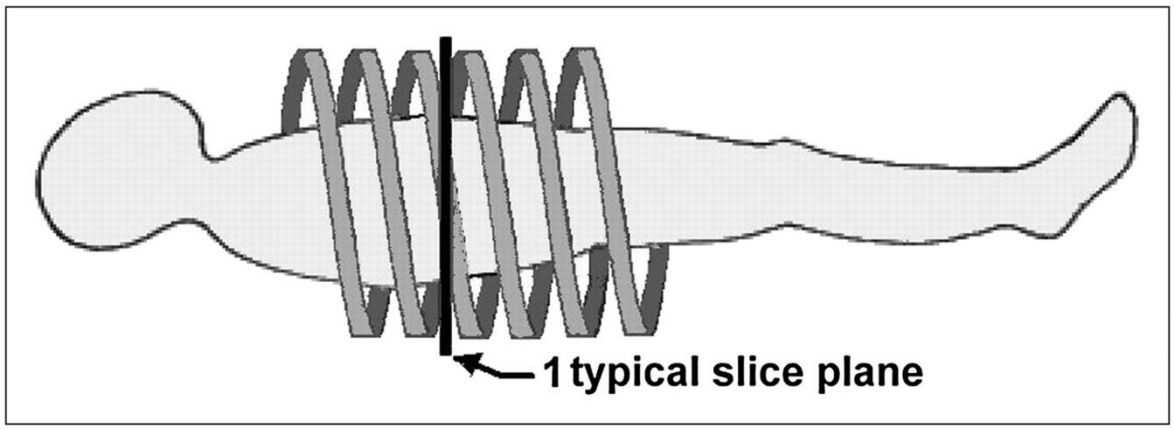
PŘÍLOHY

Příloha 1 Základní principiální schéma rentgenového zobrazení



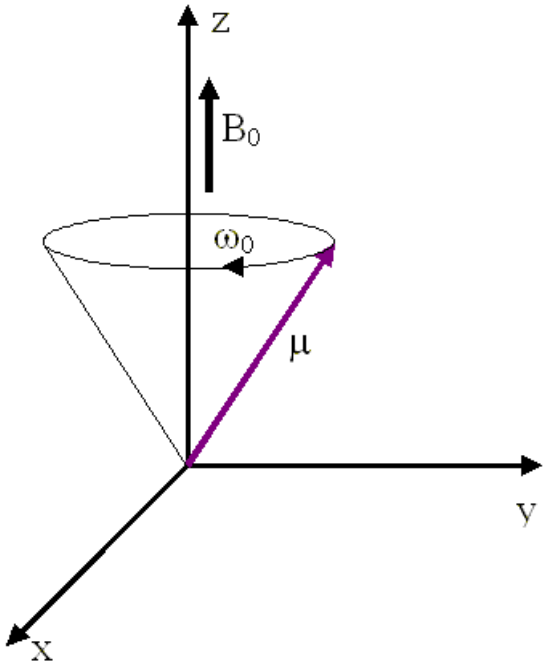
Zdroj: Aplikace ionizujícího záření - jaderné a radiační metody. AstroNuklFyzika [online]. [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm

Příloha 2 Projekce dráhy rentgenky při CT vyšetření – tzv. šroubovice



Zdroj: Principles of CT and CT Technology. Journal of Nuclear Medicine Technology [online]. 2018 [cit. 2018-01-05]. Dostupné z: http://tech.snmjournals.org/content/35/3/115/F11.expansion.html

Příloha 3 Precesní pohyb po plášti kužele



Zdroj: Fyzikální princip NMR. MRI BRNO [online]. Brno [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: http://fmri.mchmi.com/main_index.php?strana=13

Příloha 4 Využívání zobrazovacích metod

Pacient	První volba vyšetření		
	RTG	**USG**	**MR**
1	**X**		
2	**X**		
3	**X**		
4			**X**
5	**X**		
6			**X**
7			**X**
8		**X**	
9	**X**		

Zdroj: Vlastní

Příloha 5 Žádost o poskytnutí informací FN Plzeň

FAKULTNÍ NEMOCNICE PLZEŇ
Útvar náměstka pro ošetřovatelskou péči
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
Veronika Žižková
Studentka oboru Radiologický asistent
Fakulta zdravotnických studií - Katedra záchranářství a technických oborů
Západočeská univerzita v Plzni

Povolení sběru informací ve FN Plzeň

Na základě Vaší žádosti Vám jménem Útvaru náměstkyně pro ošetřovatelskou péči FN Plzeň **uděluji souhlas** se sběrem informací o zobrazovacích metodách, používaných u pacientů *Kliniky zobrazovacích metod (KZM)* FN Plzeň. Informace budete získávat v souvislosti s vypracováním Vaší bakalářské práce s názvem *„Význam magnetické rezonance při vyšetřování pohybového aparátu“.*

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, ***Mgr. Bc. Radka Süsse,*** *úsekového radiologického asistenta* 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 a výuku NELZP
zástupkyně náměstkyně pro oš. péči

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

27. 9. 2016