

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Adéla Vojtěšková

**Zobrazování MR a ultrasonografie v diagnostice muskuloskeletálního
systému**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Doc. MUDr. Jaroslav Vomáčka, Ph.D., MBA

Olomouc 2013

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Zobrazování MR a ultrasonografie v diagnostice muskuloskeletálního systému“ vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 30. dubna 2013

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Doc. MUDr. Jaroslavovi Vomáčkovi, PhD., MBA, za odborné vedení bakalářské práce, za cenné rady při zpracování a za poskytnutí literatury pro zpracování bakalářské práce.

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Název práce v ČJ : Zobrazování MR a ultrasonografie v diagnostice muskuloskeletálního systému

Název práce v AJ : MR imaging and ultrasonography in the diagnosis of musculoskeletal system

Datum zadání : 2012 – 11 - 28

Datum odevzdání : 2013 – 04 - 30

Vysoká škola, fakulta : Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta zdravotnických věd

Ústav : Radiologických metod

Autor práce : Adéla Vojtěšková

Vedoucí práce : Doc. MUDr. Jaroslav Vomáčka, Ph.D., MBA

Oponent práce : MUDr. Jan Hrbek

Abstrakt v ČJ :

Bakalářská práce se zabývá zobrazováním pomocí ultrasonografie a magnetické rezonance u diagnostiky muskuloskeletálního systému. Ústřední otázkou bylo zjištění poznatků, co doposud bylo opublikováno o zobrazování magnetickou rezonancí a ultrasonografií v diagnostice muskuloskeletálního systému v českých periodikách. V práci je zařazeno vše o diagnostice pomocí ultrasonografie a magnetické rezonance. Tato bakalářská práce byla vytvořena jako přehled doposud opublikovaných poznatků o diagnostice muskuloskeletálního systému v současném diagnostickém zobrazování od roku 1997 – 2012 v českém jazyce.

Abstrakt v AJ :

This bachelor thesis deals with imaging using ultrasonography and magnetic resonance imaging for diagnosing musculoskeletal system. The main issue was to determine the knowledges they've ever been publicated of magnetic resonance imaging and ultrasonography in the diagnosis of musculoskeletal system in the Czech journal. The work includes everything about the diagnosis by Ultrasonography and magnetic resonance imaging. This thesis was created as an overview to date published knowledge about diagnosing musculoskeletal system in present diagnostic imaging since 1997 – 2012 in the Czech language.

Klíčová slova v ČJ :

Muskuloskeletální systém, ultrasonografie, magnetická rezonance, pohybový aparát, ultrazvuk, kolenní kloub, MR, vyšetřování pohybového aparátu

Klíčová slova v AJ :

Musculoskeletal system, ultrasonography, magnetic resonance, ultrasound, knee-joint, MR, examination of musculoskeletal system

Rozsah : 48 s., 8 příloh

OBSAH

ÚVOD.....	8
CÍLE PRÁCE.....	10
1 SOUČASNÝ STAV ULTRASONOGRAFICKÉ DIAGNOSTIKY.....	11
1.1 Historie metod.....	11
1.2 Nejmodernější trendy.....	12
1.3 Indikace k USG vyšetření.....	13
1.3.1 Vývojová kyčelní dysplazie.....	13
1.3.2 Vyšetřování měkkých tkání.....	14
1.3.3 Klouby.....	15
1.3.4 Nádory.....	18
1.3.5 Další možnosti vyšetření.....	20
2 ZOBRAZOVÁNÍ MAGNETICKOU REZONANCÍ.....	22
2.1 Sportovní úrazy.....	23
2.2 Klouby.....	23
2.3 Nádory.....	27
2.3.1 Nádory páteře.....	27
2.3.2 Nádory měkkých tkání.....	29
2.4 Další možnosti vyšetření.....	30
2.5 Přímá a nepřímá MR artrografie.....	33
3 DIAGNOSTICKÉ ZOBRAZOVÁNÍ POMOCÍ USG A MR NA OBLAST KOLENNÍHO KLOUBU.....	36
3.1 Vyšetření pomocí USG.....	36

3.2	Vyšetření pomocí MR	37
ZÁVĚR	.....	39
LITERATURA A ZDROJE	.....	40
SEZNAM ZKRATEK	.....	45
SEZNAM TABULEK	.....	47
SEZNAM PŘÍLOH	.....	48

ÚVOD

Muskuloskeletální systém tvoří převážně svalová soustava (svaly) a kosterní soustava (kosti a klouby). Nejsložitějším kloubem v těle je kolenní kloub, který obsahuje mimo jiné i vazivově-chrupavčité menisky. Je důležité znát i fyziologické pochody probíhající v kostech, protože její permanentní přestavba probíhající fyziologicky po celý život má vliv na volbu zobrazovacích metod.

Ultrazvuk využívá podélné mechanické vlnění mimo slyšitelné spektrum. V medicíně se nejběžněji používají frekvence v rozmezí zhruba mezi 7 až 15 MHz. Vzhledem k charakteru šíření akustických vln tekutinami jsou velmi dobře zobrazeny orgány a měkké tkáně, které obsahují větší množství vody (podkoží, svaly, cévy, naplněný kloub) nebo přímo tekutinové kolekce (cystické léze, hematomy, abscesy).

Magnetická rezonance je založena na změnách chování atomových jader, které jsou umístěny v silném vnějším magnetickém poli po aplikaci radiofrekvenčního pulzu. Klíčovou roli hrají jádra vodíku v molekulách vody, v makromolekulách a v organických molekulách. Metoda je tedy velmi vhodná k hodnocení měkkých tkání, kloubů a kostní dřeně. Kostní a kloubní problematika zabírá asi 15% z celkového času na MR vyšetřovnách.

Ke zpracování této bakalářské práce byla použita následující vyhledávací strategie. Jako klíčová slova byla zvolena : muskuloskeletální systém, ultrasonografie, magnetická rezonance, pohybový aparát. Vyhledávání proběhlo v databázi MEDVIK a GOOGLE SCHOLAR. Články byly vyhledávány pouze v českém jazyce od roku 1997 do roku 2012. V první etapě bylo nalezeno celkem 67 článků. Bylo použito 22 článků. Zbylé články nebyly použity z důvodu toho, že neobsahovaly potřebné informace k ultrasonografii nebo magnetické rezonance muskuloskeletálního systému.

V průběhu psaní bakalářské práce proběhla druhá etapa vyhledávání s těmito klíčovými slovy : ultrazvuk, kolenní kloub, MR, vyšetřování pohybového aparátu. Při čemž bylo nalezeno 45 článků. Z toho bylo použito 10 článků. Zbytek článků nebyl použit kvůli nevyhovujícím informacím. Zbytek informací, potřebných pro napsání

bakalářské práce byl dohledán v knihách, uvedených v seznamu bibliografických zdrojů.

CÍLE PRÁCE

- Cíl 1. Předložit poznatky o indikacích k vyšetření muskuloskeletálního systému pomocí ultrasonografie.
- Cíl 2. Shrnout informace o používaných MR sekvencích u pohybového aparátu.
- Cíl 3. Aplikovat zjištěné poznatky diagnostického zobrazování pomocí USG a MR na oblast kolenního kloubu.

1 SOUČASNÝ STAV ULTRASONOGRAFICKÉ DIAGNOSTIKY

1.1 Historie metod

První pokusy s využitím ultrazvuku spadají do období padesátých let, kdy jednorozměrný sled obrazu měl v lékařství omezené využití. Vyvinutí dvourozměrného zobrazovacího systému, který je známý pod názvem B zobrazení, nám otevírá nové možnosti. V roce 1991 byl do Montpellier svolán 1.mezinárodní sjezd „Ultrasonografie pohybového aparátu“, kde byly vytyčeny možnosti vyšetřování všech oblastí pohybového aparátu a následně byla založena organizace ISDULA. V roce 1992 bylo prohlášeno ultrazvukové vyšetřování za rozvinutou metodu a název organizace se změnil na ISMUS. (Hrazdira, Skotáková, 2004, s.179-186)

Ultrasonografické vyšetření nevyužívá ionizační záření a je dostupné ve většině zdravotnických zařízení i některých ambulancích. (Gallo a kol., 2011, s.34) Muskuloskeletální ultrasonografii používáme hlavně při poranění svalů a ostatních měkkých částí. Vyšetřování ramenního nebo kolenního kloubu je komplikovanější, protože se snažíme zobrazit patologické změny na vazech a svalech. (Nekula, 2001, s.8) Nevýhodou je, že USG je metodou subjektivní a nespecifickou, která vyžaduje zkušenost vyšetřujícího nejen s USG vyšetřením, ale i problematikou pohybového aparátu a jeho patologiemi. (Hrazdira, Skotáková, Pazourek, 2012, s.63) Hrazdira uvedl, že ultrasonografické vyšetřovací techniky získávají pevné pozice v různých oborech medicíny pro svoji ekologickou čistotu, nepřítomnost negativních vedlejších účinků na organismus a pro absenci prokázaných rizik hrozících vyšetřujícímu personálu. Dává možnosti ustáleného a opakovaného vyšetření pro pacienta zcela nebolestivého, bez rizika alergizace. (Hrazdira L., 1997, s.212) Při vyšetření pohybového aparátu je důležité stranové srovnání postižené a nepostižené struktury u téhož pacienta. (Hrazdira, Skotáková, Pazourek, 2012, s.65) Obory jako ortopedie, traumatologie a sportovní lékařství začaly ultrazvukové zobrazení využívat až v posledních 20 letech. (Hrazdira I., 2010, s.24)

Základy ultrazvukovému vyšetřování pohybového aparátu položily pokusy zaměřeny na zachycení Bakerových pseudocyst a naplněných burz. Setkáváme se s nimi již před třiceti lety (Baumann, Kremer). K prudkému rozvoji USG kolenního kloubu dochází v druhé polovině osmdesátých let dvacátého století zásluhou německých autorů U. Harlanda, E. Rohra a C. Sohna. Ultrazvukem můžeme zachytit tekutinu (zvýšená kloubní náplň, naplněné cystické útvary, ganglia a burzy), kostní povrchy (artrotické a artritické změny), měkké tkáně (menisky, ligamentózní aparát), hematomy, výpotky, změny na novorozeneckém a dětském kloubu . (Trnavský, Rybka, 2006, s.51)

1.2 Nejmodernější trendy

Sonoelastografie

V poslední době se sonoelastografie (US elastografie) zařadila mezi vyvíjené softwarové novinky. Pracuje na základě kompresi povrchových tkání ozvučovací hlavicí. (Vomáčka, Nekula, Kozák, 2012, s.40) Hrazdira uvedl, že tyto vlastnosti závisí na molekulových vazbách jednotlivých součástí tkání a na jejich mikroskopickém a makroskopickém uspořádání. Patologické změny tkáně se projeví změnou tuhosti. Zdravé tkáně a benigní ložiska vykazují daleko menší tuhost než ložiska maligní. Zobrazení elasticity tkání probíhá ve dvou fázích. První fází je zjišťování rozsahu posunu tkání na základě signálů vysílaných z ultrazvuku a odražených z oblasti vyšetřovaného místa a ve druhé fázi je rekonstruováno zobrazení posunutí jednotlivých tkáňových struktur podle jejich mechanických vlastností a je znázorněno barevně. (Hrazdira I., 2008, s.11) Elasticita je sledovatelná na echotomografickém pozadí v barevné škále od modré přes zelenou a žlutou k červené škále. (Vomáčka, Nekula, Kozák, 2012, s.41)

1.3 Indikace k USG vyšetření

1.3.1 Vývojová kyčelní dysplazie

Vývojová kyčelní dysplazie (VKD) představuje poruchu vývoje acetabula, proximálního konce femuru a kloubního pouzdra. Košťál uvedl, že se výskyt VKD objevuje v 1% populace, kdy dívky jsou postiženy v 1 případě na 300 porodů a chlapci v 1 případě na 2000 porodů. (Koudela a kol., 2004, s.239) V dějinách již Hippokrates popsal diagnostiku a léčbu tohoto onemocnění. Jako první změny na novorozeneckém kloubu ve své práci uvedl Paletta (1820). Průkopníkem USG diagnostiky VKD je Reinhard Graf z Rakouska. (Poul et al., 2009, s.183-190) Ultrazvukové vyšetření dětských kyčelních kloubů je nezbytnou součástí vyšetřování kyčelních kloubů u všech novorozenců. (Koudela a kol., 2004, s.243)

Grafova klasifikace je založena na zobrazení kyčelního kloubu ve frontální rovině. Při vyšetření dítě leží na zádech, kyčelní kloub je v lehké flexi a sonda je umístěna laterálně od kloubu, orientovaná do frontální roviny. Používá se lineární sonda 7,5 MHz, někdy i 5 MHz. (Koudela a kol., 2004, s.243) Hodnocení vychází z konstrukce tří linií. Jsou to linie kostěné stříšky, základní linie a linie chrupavčité stříšky. Základní linie s linií kostěné stříšky tvoří úhel α . (Poul et al., 2009, s.183-190) Úhel α má za normálních okolností 60° a více. (Koudela a kol., 2004, s.244) Úhel β je utvořen základní linií a linií chrupavčité stříšky. (Poul et al., 2009, s.183-190) Za normálních podmínek 55° a méně. (Koudela a kol., 2004, s.244)

Tab.1 – Klasifikační třídy USG zobrazení kyč.kloubů dle Grafa

Třída	Úhel α	Úhel β	Popis
I	$> 60^\circ$	$< 55^\circ$	Norma
IIA	$50-60^\circ$	$55-77^\circ$	nezralost, < 3 měsíce
IIB	$50-60^\circ$	$55-77^\circ$	> 3 měsíce
IIC	$43-49^\circ$	$> 77^\circ$	ohrožená kyčel
IID	$43-49^\circ$	$> 77^\circ$	dynam.instabilita
III	$< 43^\circ$	$> 77^\circ$	decentrovaný kyč.kloub
IV	$< 43^\circ$	$> 77^\circ$	nejzávažnější

(zdroj : Poul et al., 2009, s.191)

1.3.2 Vyšetřování měkkých tkání

Základem pro každé vyšetření pohybového aparátu je vyšetřování měkkých tkání. Posuzují se jak změny povrchových kontur, tak vnitřní echostruktury a změny echogenity. Fibrózní změny, degenerace a atrofie tkání jsou charakteristické pro zvýšenou odrazivost, naopak při zánětlivém prosáknutí či vyplnění defektu tekutinou vidíme sníženou echogenitu. Avšak největší diagnostickou cenu má stranové srovnání postižené a nepostižené struktury pacienta. (Hrazdira, 2004,s.50)

Pro vyšetřování měkkých tkání je nutno uvědomit si odrazivost jednotlivých struktur. Podle sestupné echogenity je můžeme seřadit : kost, vazivo, vazivová chrupavka, sval, tuk, hyalinní chrupavka. Udává se, že kožní povrch je silně echogenní vrstva a podkožní tuk je nehomogenní, protkaná výrazně echogenním vazivem. Příčně pruhované svalstvo má vyšší echogenitu, čím vyšší je stah. U starších jedinců je taktéž vyšší echogenita, dává se to do souvislosti s poklesem hydratace a dystrofickými změnami. Šlachy a vazy jsou při kolmém odrazu viditelné jako výrazné echogenní struktury se směrovým uspořádáním. (Hrazdira, Skotáková, 2004, s.179-185)

Šlachy

Postižení šlach se týká především sportovců, ale i manuálně pracujících lidí. Jsou převážně chronického charakteru, která jsou způsobena opakující se mechanickou zátěží, provázenou zánětlivou reakcí nebo věkem podmíněnou degenerací. (Gallo a kol., 2011, s.103)

Vyšetření Achillovy šlachy je poměrně časté. Vyšetřujeme ji v podélných i příčných řezech, které vždy doplňujeme dynamickým vyšetřením šlachy. Používají se vysokofrekvenční lineární sondy v rozmezí 7,5 – 15 MHz. Šlacha má dobrou echogenitu s výrazně echogenními podélně probíhajícími vlákny a oproti okolí je ostře ohraničena. Při akutních zánětlivých změnách bývá šlacha rozšířena s neostrými okraji, odrazivost šlachy je snížena a podélně probíhající vlákna jsou neostře ohraničena. Ruptura šlachy je charakterizována anechogenitou až hypoechogenitou. (Gatterová, Jarošová, 2001 s.85-86)

Svaly

Nejčastějšími sportovními úrazy jsou zavřená svalová poranění. U hokejistů a fotbalistů jsou to převážně adduktory, musculus triceps surae u běžců nebo skokanů a poranění pletence pažního u vrhačů a vzpěračů. Většina těchto poranění vzniká nepřímým mechanismem na nedostatečně rozcvičený sval. (Gallo a kol., 2011, s.102) Ultrazvuk nám přesně verifikuje velikost poranění, proces hojení, velikost trhliny a intramuskulární hematom. (Kučera, Krůta, a kol., 2011, s.144-146)

1.3.3 Klouby

Kolenní kloub

Kolenní kloub se vyšetřuje v B-modu, kde je zachycena rovina řezu pod sondou. Používáme jak lineární sondy s rovnoběžným vlněním, tak sektorové sondy s divergujícími paprsky. Mezi nejnovější trendy v ultrasonografii řadíme 3D vyšetřování. (Trnavský, Rybka, 2006, s.52) Při 3D vyšetření musí být impulzy

uspořádány prostorově, kdy jednotlivé body (= voxely) jsou v prostoru uspořádány pravidelně a tvoří celkově prostorovou – objemovou informaci. (Hrazdira, Skotáková, 2006, s.415)

- *Bakerova pseudocysta*

Dle Trnavského a Rybky je to patologická komunikace mezi kloubem a paraartikulárními prostory, která může ventilovým mechanismem způsobit jejich naplnění anechogenní kloubní tekutinou. (Trnavský, Rybka, 2006, s.52) Hrazdira uvedl, že se může rozšiřovat proximálním i distálním směrem nejčastěji podél hluboké fascie musculus gastrocnemius. (Hrazdira, 2004, s.47) Pseudocysty jsou dané zesíleným vstupním a výstupním echem, které nalézáme v typické lokalizaci a mohou mít různý tvar : kulovitý, oválný, piškotovitý nebo proužkovitý. Často dochází ke kondenzaci obsahu a ke kalcifikacím kvůli stagnující tekutině v burze. Pod takovýmto kalcifikátem se tvoří ultrazvukový stín. (Trnavský, Rybka, 2006, s.54) Využíváme 3D USG vyšetřovací techniku, která nám umožní nejen její jednoznačný průkaz, ale zmapuje i komunikaci do kloubu, vztah k okolním tkáním a přesný tvar pseudocysty. (Hrazdira, Skotáková, 2006, s.415)

- *Menisky*

Menisky plní funkci stabilizační, vyrovnávající inkongruenci mezi kloubní plochou tibie a kloubní plochou femuru. Chrání kloubní chrupavku a pomáhají roztírání synoviální tekutiny po kloubní ploše. (Gallo a kol., 2011, s.83) Vyšetření provádíme ve třech polohách. Na zádech s pravouhlo flexí v koleni, v poloze na boku s lehce ohnutými koleny v úhlu asi 25° a v poloze na břiše. Meniskus se nám jeví jako homogenní šedý trojúhelník, ohrančený proximálně kloubní chrupavkou femuru, pod kterou leží syté kostěné echo kondylu femuru. (Trnavský, Rybka, 2006, s.56-57) 3D vyšetření nám dává unikátní možnost prostorové rekonstrukce poškozeného menisku. Příčné trhliny, které v základních řezech nemusí být patrné, máme ve frontální rovině detekovatelné. (Hrazdira, 2004, s.54) Patologicky můžeme nalézt ruptury traumatické a degenerativní, které se jeví jako obláčkovité zvýšení echogenity v nehomogenní struktuře. (Gallo a kol., 2011, s.83) Naopak trhlina menisku se zobrazí jako velmi syté čarkovité echo probíhající příčně meniskem. (Trnavský, Rybka, 2006, s.58)

- *Vazivový aparát*

Patelární vaz i postranní vazy jsou velmi dobře přístupné ultrazvukovému vyšetření. Postranní vazy nejčastěji posuzujeme v podélných řezech přímo nad vyšetřovanými strukturami. (Trnavský, Rybka, 2006, s.59) 15x častější je poranění vnitřního postranního vazy než poranění zevního postranního vazy. (Gallo a kol., 2011, s.80) Postranní vazy vyšetřujeme lineární sondou s vodní předsádkou, díky které odhalíme porušení kontinuity vazů. (Trnavský, Rybka, 2006, s.60)

Daleko složitěji se posuzují zkřížené vazy, které leží v ultrazvukovém stínu kostních struktur. Někteří autoři doporučují posuzovat pevnost kolenního kloubu na základě přesného echografického vyšetření kolena v držených polohách, kdy porovnáváme vyšetření klidové s vyšetřením v držené poloze. (Trnavský, Rybka, 2006, s.62-63) K poranění zadního zkříženého vazy dochází při nárazu proximální tibie do palubní desky při autonehodě. (Gallo a kol., 2011, s.82)

Ramenní kloub

Ramenní kloub je nejpohyblivějším kloubem v lidském těle. (Gallo a kol., 2011, s.91) Jeho poranění patří relativně k častým poraněním u pacientů ve všech věkových kategoriích. Nejčastějším typem poranění měkkých struktur ramene je ruptura rotátorové manžety. (Keřkovský, Šprláková-Puková, Uher a kol., 2008, s.168) Nejvíce se vyskytuje u pacientů mezi 50.-60.rokem věku na základě degenerativních změn a u mladších jedinců při pádu na horní končetinu, která je v extenzi nebo při náhlé kontrakci svalu za současné rotace ramene. (Šprláková-Puková, Roth, Repko, 2004, s.22) V průběhu roku 2005-2006 provedli Keřkovský a kol. studii, která zahrnovala 52 pacientů. Všichni byli vyšetřeni vsedě a horní končetina byla polohována do pronace a supinace. Byla použita lineární sonda o frekvenci 7-12MHz. Nejčastějšími nálezy na ultrazvuku byly úplná ruptura rotátorové manžety a Hill-Sachsův defekt hlavice humeru. (Keřkovský, Šprláková-Puková, a kol., 2008 ,s.168) USG vyšetření je tedy metoda vhodná k diagnostice poranění rotátorové manžety, u které byla zjištěna dostatečná senzitivita a specificita a je tedy vhodná i pro akutní diagnostiku poranění ramenního kloubu. (Keřkovský, Bohatá, Šprláková, Uher, 2006, s.406)

Temporomandibulární kloub

Je to synoviální kloub, který je významně zatěžovaný. Důležitou nekostěnou součástí kloubu je disk z chrupavčité tkáně. Ten rozděluje kloub na dvě části – horní a dolní. Častou patologií, se kterou se můžeme setkat, je onemocnění disku. Vyšetřuje se povrchovou lineární sondou s frekvencí 17 MHz, vždy ve dvou rovinách a každá rovina s dynamickou fází (otevírání a zavírání úst), kdy sledujeme vztah disku a kondylu. Nevýhodou je, že struktury v hloubce kloubu nejsou pomocí ultrazvuku detekovatelné. (Šprláková-Puková, Štouračová, a kol., 2012, s.425-426)

Revmatoidní artritida

Revmatoidní artritida (RA) je chronické systémové onemocnění, které se projevuje bolestivostí a ztuhlostí drobných kloubů, nejčastěji na ruku, případně jejich otokem. Ultrazvukem lze velmi dobře detekovat zvýšení tekutiny v jednotlivých kloubech a zobrazit postiženou zmnoženou synoviální výstelku. Je možné hodnotit i úbytek chrupavčité vrstvy v některých kloubech a okrajové nerovnosti. Součástí by mělo být i použití dopplerovského mapování. K vyšetření se volí frekvence lineární sondy vyhovující dané anatomické oblasti (12-17 MHz), kterou nemusí být pouze klouby zápěstí a drobné klouby rukou. Vyšetření je možné provést i s aplikací kontrastní látky. Nejčastěji se používá 5 ml SonoVue, po kterém následuje aplikace 20 ml fyziologického roztoku. Po aplikaci je vyšetření prováděno lineární sondou 12 MHz. (Šprláková-Puková, Štouračová a kol., 2012, s.395-400)

1.3.4 Nádory

Mezi standardní vyšetřovací metody patří RTG, CT a MR. Ultrasonografie se mezi ně zařadila až v posledních letech. Včasná diagnostika nádorů často rozhoduje o budoucnosti a o osudu pacienta, i přestože muskuloskeletální nádory bývají rozpoznány velmi pozdě. (Hrazdira, 2004, s.57) Ultrazvuk u muskuloskeletálních nádorů má význam nejen v diagnostice, ale i při navigovaných punkcích, v předoperačním plánování a při dalším sledování pacientů, kdy nám pomáhá ke

včasnému odhalení lokální recidivy. Při USG vyšetření hodnotíme jejich lokalizaci, velikost (objem), echogenitu a homogenitu, cévní hustotu a architekturu, ohraničení a vztah k okolním strukturám. (Hrazdira, Skotáková, Pazourek, 2012, s.63-65)

Kostní tumory jsou vzácné, tvoří pouze 1% všech nádorů v populaci. Muskuloskeletální nádory představují u dětí a adolescentů 5-6% všech maligních nádorů, kdy osteosarkom a Ewingův sarkom zastupují až 90%. (Poul et al., 2009, s.313) Nádory jsou nejčastěji umístěny extraartikulárně, kde jsou časté osteochondromy v metafyzárních částech dlouhých kostí. (Trnavský, Rybka et al. 2006, s.67-69) Nevýhodou jsou větší nádory, které přesahují velikost sondy a nelze je zachytit do jednoho vyšetřovacího pole. (Hrazdira, 2004, s.57) Moderní přístroje však tuto nevýhodu nahrazují možností tvorby panoramatických snímků, kdy jsou spojeny na sebe navazující USG obrazy. (Hrazdira, Skotáková, Pazourek, 2012, s. 65)

USG vyšetření lokalizuje patologickou tkáň, která má odlišnou echogenitu a echostrukturu oproti okolí a zejména oproti nepostížené kontralaterální straně. (Hrazdira, 2004, s.57) Zobrazení pouzdra nebo naopak infiltrativního šíření do okolí nám pomáhá odhadnout charakter ohraničení ložiska. (Hrazdira, Skotáková, Pazourek, 2012, s.65) 3D Doppler nám zachytí prokrvení sledované krajiny. Ultrasonograficky získané informace mohou být rozhodující v plánování dalšího postupu. Data umožní prostorovou rekonstrukcí nalézt pro terapii nejlepší a nejméně rizikovou cestu. Ultrazvuk hraje nezastupitelnou roli při sledování pooperačních stavů. (Hrazdira, 2004, s.58)

Již před čtvrtstoletím byla uvedena možnost biopsie pod ultrazvukovou kontrolou (Zornoza 1982). Pro snadnější navigaci lze na sondu připevnit speciální držák na bioptickou jehlu, která musí být ve stejné rovině s rovinou zobrazení. K odběru na cytologické vyšetření se používají běžné jehly, zatímco k odběru materiálu k histologickému vyšetření je třeba speciálních bioptických jehel. Punkční zákroky pod ultrazvukovou kontrolou jsou šetrné výkony, které lze provést ambulantně a nahradit tak probatorní vyříznutí za hospitalizace. (Hrazdira, Skotáková, Pazourek, 2012, s.65)

1.3.5 Další možnosti vyšetření

Vyšetřování povrchů kostí

Kostěný povrch se na sonogramech jeví jako silná sytá linie. Ta přerušuje šíření ultrazvukového vlnění a pod touto linií se nachází obraz ultrazvukového stínu. Okostice za normálních okolností splývá s povrchem kostí, oddělena je pouze při některých patologických stavech. Při vyšetření je nutno použít sondy s vysokou rozlišovací schopností a kolmý dopad ultrazvukových vln na kostěný povrch. (Hrazdira, Skotáková, 2004, s.179-185) 2D techniky neumožní přesnou rekonstrukci kostěného povrchu, ty musí vyšetřující odhadnout na základě vlastní zkušenosti a představivosti. Tuto překážku nahradí použití 3D ultrazvukové techniky s postprocessingovou rekonstrukcí. Po načtení a určení zájmové oblasti se označí kostěné povrchy a nad nimi ležící měkké tkáně se odříznou. Poté je dopočítán prostorový model, se kterým se může libovolně otáčet a prohlížet z různých stran. Tento obraz je plně srovnatelný s CT a MR. (Hrazdira, 2004, s.49)

Ultrasonograficky je možná diagnostika traumatických změn skeletu, která má význam zejména u neosifikovaného skeletu. Po ukončení léčby a sejmutí sádrového obvazu fraktur u dětí lze USG vyšetřením nahradit kontrolní skiagram. K ultrazvukovému vyšetření se používá 7 MHz lineární sonda. Plně zhojena diskontinuita povrchu kosti v délce do 3 mm je na ultrasonografickém vyšetření prokazatelná za 7-10 dnů. Diskontinuita délky 3-8 mm se prokáže až za 10-15 dnů. (Skotáková, Bartl, Mach a kol., 2005, s.41-42)

Vyšetřování kolekce tekutiny

Pro tekutiny je typická minimální až žádná odrazivost – echogenita, proto jsou tekutina i prostory tekutinou vyplněné dobře ohraničené od okolních tkání. Cystické útvary a ganglia jsou velmi dobře detekovatelnými strukturami, dále kolekci tekutiny můžeme zachytit v burzách, hematomech a opouzdřených hematomech. (Hrazdira, Skotáková, 2004, s.179-186) Tekutinu dále můžeme zachytit při zvýšené náplni kloubů při revmatoidních a poúrazových procesech. Minimální echogenitu vykazuje i

hyalinní chrupavka, naopak zvýšení echogenity zachytíme u akutního hematomu.
(Hrazdira, 2004, s.47)

2 ZOBRAZOVÁNÍ MAGNETICKOU REZONANCÍ

Magnetická rezonance je neinvazivní vyšetřovací metoda, která se stala nenahraditelnou součástí komplexu zobrazovacích metod užívaných moderní lékařskou vědou. (Válek, Žižka, 1996, s.5) MR je založena na principu změn magnetických momentů atomových jader. (Dungl a kol., 2005, s.69) Pacient je uložen do velmi silného magnetického pole, kam je vyslán krátký radiofrekvenční impulz a po jeho skončení se snímá magnetický signál. Ten vytváří jádra atomů vodíku v pacientově těle. Signál se potom změří a využije se k rekonstrukci obrazu. (Vomáčka, Nekula, 2012, s.47) Absolutní kontraindikací jsou kardiostimulátor, elektronicky řízené implantáty, cévní svorky z feromagnetického či neznámého materiálu a kovová cizí tělesa v oku. Mezi relativní kontraindikace patří kovová cizí tělesa, klaustrofobie, první trimestr gravidity, TEP, stenty, kava-filtry a svorky do 6 týdnů po implantaci (Nekula, Chmelová, 2009, s.35-36)

Vyšetření pomocí MR je indikováno pro zhodnocení traumat svalů a šlach, k rozlišení cyst, ganglií a hematomů, k diagnostice skrytých zlomenin, akutních i chronických osteomyelitid a k posouzení traumatických i netraumatických kloubních změn. Je také vynikající metodou ke zhodnocení chorobných změn kostní dřeně, například u poruch prokrvení kosti, u časných stadií únavových zlomenin, u zánětů a některých maligních nádorů. (Gallo a kol., 2011, s.155) Nejpoužívanější vyšetřovací technikou je zjišťování T1 a T2 relaxačních časů, kdy T1 čas je doba, za kterou longitudinální magnetizace dosáhne 63% původní hodnoty a T2 čas, kdy příčná magnetizace dosáhne 37% původní hodnoty. Mezi základní vyšetřovací postupy patří spin-echo sekvence, což je základní vyšetření. Jednotlivé tkáně mají rozdílné T1 a T2 časy a tím i rozdíly v intenzitě signálu, což se projeví v rozdílu stupně šedi. Tmavší struktury jsou hyposignální a světlejší struktury hypersignální a takto získané obrazy se nazývají T1 a T2 vážené obrazy. (Vomáčka, Nekula, 2012, s.48-49)

K základním protokolům se při vyšetření pohybového aparátu používá několik sekvencí. STIR je sekvence s potlačením tuku, nejcitlivější k průkazu edému kostní dřeně. T2SE sekvence slouží k průkazu poranění měkkých tkání a T1SE sekvence se

dělá k vyloučení nebo potvrzení poranění skeletu. Dnes již existují protokoly k docílení maximální diagnostické výtečnosti při maximální časové úspoře. (Skotáková, Hrazdira, 2004, s.189-190)

2.1 Sportovní úrazy

Na klinice zobrazovacích metod v Plzni vyšetřují většinu sportovních poranění na přístroji 3T, kde větší síla pole dovoluje i vyšší kontrastní rozlišení. Využívají pěti základních sekvencí – PD fat sat, které jsou skvělé v posuzování kloubních chrupavek a edémů kostní dřevě, T2 TSE a T2 TIRM sekvence jsou vynikající v zobrazení různé intenzity, charakteru a rozsahu otoku, T1 sekvence, které odhalí hematomy, popř. tukové atrofie svalů a 3D DESS sekvence, vhodná k posuzování chrupavčitých lézí. Je to 3D sekvence s izotropním zobrazením, jenž má výhodu tenkých řezů a možnost nastavení libovolné roviny. (Kastner, Ferda, Kreuzberg a kol., 2012, s.360)

2.2 Klouby

Revmatoidní artritida

Je to chronické systémové zánětlivé kloubní onemocnění, způsobující významné funkční postižení. Průběh onemocnění je od mírných forem až po formy s vysokou aktivitou choroby, vedoucí k destrukci kloubů a nenávratným kloubním změnám. MR se stala modalitou zobrazení včasných kostních a kloubních změn u pacientů s revmatoidní artritidou s normálním nálezem při nativním rtg vyšetření. (Seidl, Vaněčková, Gatterová a kol., 2008, s. 190)

Užívá se vyšetření rukou, kdy je pacient v poloze na břiše a ruce jsou uloženy v kolenní cívce. Vždy se prvně provádí lokalizační sken v koronární rovině a následují nativní spin-echo sekvence v T1 i T2 vážených obrazech a po podání kontrastní látky intravenózně T1 vážený obraz s potlačením tuku.

Klinicky významné jsou u revmatoidních chorob změny na krční páteři, proto se k vyšetřování používá speciální krční cívka. Dle autorů se standardně používá SE sekvence a sagitální roviny s T1 v.o., T2 v.o. a T1 v.o. s potlačením tuku v těže rovině. Axiální skeny se doplňují v případě objevení patologie. Vyšetření lze provést i ve flexi, které je významné pro hodnocení zúžení páteřního kanálu. (Charvát, Vencovský, Jarošová a kol., 2000, s.150-152)

Kolenní kloub

Menisky

Menisky mají na sagitálních i koronárních řezech homogenně nízký signál a trojúhelníkovitý tvar ve všech typech MR sekvencí. Periferní částí menisků přiléhají ke kloubnímu pouzdru a od částí centrálních jsou strukturálně odlišné. Periferie je více prokrvena a obsahuje více tukové tkáně, proto může být její signál v T1 váženém a proton-denzitním obraze vyšší. Koronární řez se nejčastěji provádí v T1 váženém obraze a sagitální řez v proton-denzitním obraze, kde se zachycuje ligamentum transversum těsně při jeho úponu na přední roh menisku. (Trnavský, Rybka et al., 2006, s.76-77) Nehomogenita intenzity signálu ukazuje na posttraumatické změny charakteru vazivových jizev, zatímco zvýšená intenzita signálu v T2 váženém obraze a jeho nestejnorodost svědčí pro čerstvé traumatické změny. (Drugová, Silber, Kapounek a kol., 2004, s.58)

Ruptury a degenerativní změny jsou nejčastějším postižením menisků. Degenerativní změny I. stupně se zobrazí jako tečkovité zvýšení intenzity v T1 a PD obrazech a degenerativní změny II. stupně mají proužkovitý tvar a jsou předstupněm ruptury. (Trnavský, Rybka et al., 2006, s.84) Ruptury menisků se v T1 i T2 vážených obrazech zobrazují jako hyperintenzní linie. Koleno by mělo být v plné extenzi a mírné zevní rotaci za použití kolenní cívky. Trhliny lze rozdělit do 4 stupňů. I. stupeň se projeví globulárním hyperintenzním ložiskem v zadním rohu menisku. II. stupeň jako lineární hyperintenzní linie nedosahující k povrchu oproti III. stupni, kdy linie zřetelně dosahuje k povrchu a IV. stupeň má četné hyperintenzní linie v menisku dosahující k povrchu. (Charvát, Lacman, Hospodár, 1999, s.199-201) Nejčastějším místem

ruptury je zadní roh vnitřního menisku, který je 3x častěji postižen a přední roh zevního menisku. (Kastner, Ferda, Kreuzberg a kol., 2012, s.364) Další abnormalitou jsou tzv. parameniskální cysty či ganglion, kdy se jedná o patologickou kolekci zahuštěné tekutiny, která vznikne v souvislosti s rupturou menisku, častěji v laterální porci kloubu. (Trnavský, Rybka et al., 2006, s.85-86)

Vazivový aparát

Všechny zkřížené vazy mají nízký signál v T1 i T2 obrazech a jsou poměrně ostře ohraničeny oproti okolním strukturám, výjimkou je ale dolní část předního zkříženého vazy, který bývá mírně rozvlákněn a jeho hodnocení je obtížnější. Zadní zkřížený vaz je dobře posouditelný ve všech sekvencích. Nejlépe se zobrazí na sagitálních řezech, kde je patrné hladké ohraničení i celý průběh, avšak jeho postižení je méně obvyklé. Kolaterální vazy se hodnotí výhradně v koronárních řezech a vazy patelární v sagitálních řezech, kde jsou zachyceny podélně. (Trnavský, Rybka et al., 2006, s.77-80)

Poškození vnitřního postranního vazy se dělí do tří stupňů : natažení, zhmoždění vazy a ruptura nebo rozvolnění. Natažení vazy se v MR obraze zobrazí jako proužkovité kolekce edému, kdy má vaz neostře kontury, ale není porušen. Zhmožděný vaz je oddálen od kosti buď výpotkem, nebo hematomem se ztrátou ohraničení.

V T1 váženém obraze jsou vazy hypointenzní a dobře ohraničené. Přední zkřížený vaz má mírně vyšší intenzitu než zadní zkřížený vaz. V T2 váženém obraze jsou vazy hypointenzní, které jsou dobře ohraničené od hyperintenzní tekutiny. Poškození předního zkříženého vazy se nejčastěji projeví jeho nerovností, zvlněným průběhem a zvýšením intenzity. (Charvát, Lacman, Hospodár, 1999, s.202-203) Zobrazení předního zkříženého vazy je třeba provést parasagitální řezy v zevní rotaci nohy asi o 10-15°. Na řezech je většinou přítomen doprovodný edém s hydropsem a je patrna nespojitost vazy. Úkolem magnetické rezonance po případné operaci je posouzení stavu hojení a vyloučení komplikací. Během 3 měsíců začíná vaskulární zásobením, šlacha je obklopena synoviální proliferací tkání. V normálním případě se po

14 měsících až 1,5 roce šlacha podobá originálnímu přednímu zkříženému vazu. (Kastner, Ferda, Kreuzberg a kol., 2012, s. 361-363) Důležité je znát i nepřímé známky ruptury předního zkříženého vazu. Je to přítomnost edému kostní dřevě v dorzální části tibiálního plateau a odpovídající části vnějšího kondylu femuru, ventrální posun tibie a zvlněný průběh zadního zkříženého vazu. Postižení zadního zkříženého vazu je vzácné, i přestože jeho hodnocení je snadnější, protože v MR obraze je lépe ohraničen. (Trnavský, Rybka et al., 2006, s.87) Pokud dojde k ruptuře podélných vazů, tak dochází k přerušení kontinuity, zkrácení a tekutina zatéká mezi snopce. U poškození patelárního vazu dochází k jeho rozšíření a zvýšení intenzity. (Charvát, Lacman, Hospodár, 1999, s.202-203)

Ganglion předního zkříženého vazu je vzácný, ale průkaz na MR je dostačující. Ganglion je cystický útvar, který souvisí s kloubem nebo synoviální šlachovou pochvou, obsahující tekutinu bohatou na mucin. Vyšetření bylo provedeno v T2 vážených obrazech ve všech třech rovinách, sagitální proton-denzitní sekvence a koronární T1 v.o. sekvence. Ganglion se projevuje nízkou intenzitou signálu na proton denzitních obrazech a vysokou intenzitou signálu na T2 vážených obrazech. (Škvára, Edelmann, Derner a kol., 2008, s.313-316)

Ramenní kloub

Ramenní kloub má největší rozsah pohybů ze všech kloubů v lidském těle a jeho stabilita je za normálních okolností udržována složitou interakcí mezi statickými a dynamickými stabilizačními systémy. MR zobrazí i ostatní struktury v okolí ramenního kloubu, jako jsou poranění horní části labra, sdružené s poraněním šlachy dlouhé hlavy bicepsu, vznikající při přetěžování ramenního kloubu. Provádí se T1 vážené sekvence v axiální a šikmé koronární rovině a sekvence s potlačením tuku v šikmé koronární a šikmé sagitální rovině. (Kautzner, Smetana, Krótká a kol., 2008, s.191-192)

Průkaz cysty ramenního kloubu se provádí standardním vyšetřovacím protokolem v T1 a v T2 vážených obrazech ve všech třech základních rovinách. V T1 i v T2 v.o. často patrný objemný cystický útvar . Velmi často je taky patrná komunikace

cystického útvaru s kloubní dutinou, který dále cípovitě zasahuje k synoviální pochvě šlachy dlouhé hlavy bicepsu, se kterou komunikuje. Na T2 váženém obrazu se cystický útvar projeví zvýšeným signálem intenzity. (Derner, Drugová, Malý, 2010, s.53-54)

Temporomandibulární kloub

MR jako jediná metoda dokáže zobrazit i jemné struktury kloubu, má však ale omezení daná technickým vybavením. Zobrazení struktur detailněji s vyšším rozlišením a vyšším tkáňovým kontrastem umožní použití mikroskopických cívek se zorným polem vymezeným na tuto oblast. Oproti ultrasonografickému vyšetření je vyšetření pomocí MR časově náročnější a vyžaduje větší spolupráci pacienta. Využívá se protokolu PD a T1 FFE sekvence šikmo sagitálně podle průběhu ramu mandibuly, T2 3D FFE rovinu v koronární rovině a dynamické bFFE, kdy pacient podle pokynů postupně otevírá ústa. V případě současného vyšetření obou kloubů se používají mikroskopické cívky v PD sekvenci šikmo sagitální, koronární a transverzální rovině a dynamické bFFE sekvence. (Šprláková-Puková, Štouračová a kol., 2012, s.426-428)

2.3 Nádory

2.3.1 Nádory páteře

Zevně od tvrdé pleny v epidurálním prostoru jsou umístěny extradurální nádory, které vycházejí typicky z obratlů nebo paravertebrálních tkání. Asi 10% Schwanomů je lokalizováno extradurálně. Magnetická rezonance dokáže s velkou senzitivitou zobrazit deformaci durálního vaku, vyšetřit obratle spolu s šířením patologického procesu do páteřního kanálu nebo stanovit míru a charakter postižení míšních struktur. Autoři provádí vyšetření v sagitálních rovinách řezů v modu spin echo sekvence T1 a T2 vážených obrazech, často také využívají techniku s potlačením tuku. V místech patologického nálezu dále pokračují transverzálními řezy v T1 a T2 vážených obrazech. Většina tumorů v tělech obratlů má sníženou intenzitu signálu v T1 vážených obrazech a zvýšenou intenzitu v T2 vážených obrazech. (Seidl, Obenberger, Viták, 1999, s.55)

Nejčastější benigní tumor páteře a nejčastější tumor páteře vůbec je hemangiom, který bývá často odhalen náhodně. Je charakteristický pomalým růstem, který však může vést až k poruše statiky a zborcení obratlového těla. Na MR obrazu v T1 sekvenci je přítomné zvýšení signálu, které má nehomogenně rastrovou strukturu. I v T2 STIR obrazech je patrná vysoká intenzita. (Mechl, Šprláková – Puková, Keřkovský, 2012, s.370-371)

Nejčastějším zdrojem metastáz do obratlů je podle statistik až z 77% myelom. Magnetická rezonance dokáže zobrazit kompresivní myelopatii, která se projeví zvýšeným signálem v T2 vážených obrazech. Dále dokáže zobrazit s velkou senzitivitou změnu signálu kostní dřeni jako projev infiltrace dřeni nádorovým procesem. Snížení intenzity v T1 i T2 vážených obrazech ukazuje ve většině případech na osteosklerotický proces a snížení intenzity v T1 v.o. provázené zvýšeným signálem v T2 v.o. bývá projevem osteolytických metastáz. Autorům se dále osvědčilo v T1 v.o. užití techniky s potlačením tuku, kde se patologická ložiska mění v hypersignální. (Seidl, Obenberger, Viták, 1999, s.56-60) Metastázy lze dobře odlišit od edému kostí dřeni při fraktuře obratlového těla, kdy je signál v T2 sekvenci zvýšen, zatímco u metastáz je v T2 hypointenzní, stejně jako v T1 sekvenci. Aplikace paramagnetické kontrastní látky intravenózně je v případě odhalení metastáz nevhodná, protože se postkontrastně sytí a maskují se tak oproti kostní dřeni. (Mechl, Šprláková – Puková, Keřkovský, 2012, s.371-374)

Mnohočetný myelom patří mezi nejčastější primární kostní nádor. Na skeletu se mnohočetný myelom projevuje v 97% odbouráváním kostní dřeni a postupující tumorózní proces vede ke kompresím obratlů. Provádí se vyšetření hrudní a bederní páteře se spin-echo sekvencí T1 v.o. a T2 v.o. v sagitální rovině, může se doplnit i o transverzální rovinu. Změny v T1 v.o. jsou nejdůležitější a zásadní pro diagnostiku, další postupy mají jen doplňující význam. (Nekula, Ščudla, Bačovský, 1998, s.290-292) Mnohočetný myelom se začíná vyšetřovat i jako celotělové vyšetření pomocí magnetické rezonance se zobrazením difuze, které prokazuje vyšší kontrastní změny oproti klasickým sekvencím. (Mechl, Neubauer a kol., 2007, s.364-367)

2.3.2 Nádory měkkých tkání

Magnetická rezonance činí v diagnostice tumorů měkkých částí dvě vlastnosti : výrazné rozdíly kontrastního zobrazení různých měkkých částí a velmi dobré topografické zobrazení různých měkkých částí v různých rovinách. V T1 váženém obraze se prokrvená tkáň tumoru jeví jako hypointenzní a v T2 váženém obraze jako hyperintenzní, zatímco tuková tkáň v T1 obraze má vysoký signál a v T2 obraze poněkud menší signál. Vazivová tkáň má jak v T1, tak v T2 obraze nízký signál. Po aplikaci paramagnetické kontrastní látky i.v. vyniká zejména ohraničení tumorů a jejich velikost, nasycení nádoru kontrastní látkou zvýší intenzitu v T1 obraze. (Kreuzberg, 1998, s.6-12)

Incidence maligních nádorů je nízká, frekvence výskytu stoupá s věkem a je mírně vyšší u mužského pohlaví. Ze 75% jsou postiženy končetiny. Benigní nádory oproti maligním jsou velmi časté, jejich incidence je až 100krát vyšší. Magnetická rezonance je preferovanou metodou, kdy její výhodou je vysoká senzitivita a komplexní zobrazení anatomických poměrů i morfologie léze. Její vysoké kontrastní rozlišení umožňuje lépe hodnotit anatomické struktury a odlišit patologickou tkáň od normální. Tumor by měl být zobrazen minimálně ve dvou rovinách, z toho jedna musí být axiální. Nezbytným předpokladem pro přesný staging jsou povrchové cívky dosahující vyššího geometrického rozlišení.

Využívají se T2 vážené obrazy s použitím sekvence rychlého spinového echa. Poskytnou dobrý kontrast mezi nádorem a okolními tkáněmi. Pro detekci některých komponent tumorů a pro hodnocení kontrastního syčení jsou zásadní T1 vážené obrazy. Technika sekvence s potlačením signálu tuku poskytuje velmi dobrý kontrast, ale má nižší geometrické rozlišení je důležitá pro odlišení částí nádoru obklopených tukem. Zpřesnění diferenciální diagnózy mezi maligními a benigními lézemi umožní dynamické postkontrastní vyšetření, které umožní hodnotit míru vaskularizace tkáně nádoru. Maligní nádory se sytí více a rychleji než léze benigní, které se sytí pozvolně. Dynamické postkontrastní vyšetření se může uplatnit při hodnocení odpovědi na léčbu a posuzování eventuální recidivy nádoru. Většina nádorů měkkých tkání je v T1 vážených obrazech hypointenzní a v T2 vážených obrazech mají vyšší intenzitu. Vysoká intenzita signálu v T1 vážených obrazech je charakteristická pro tuk a nízký

signál v T2 vážených obrazech je charakteristickou vlastností kolagenního vaziva. (Mírka, Ferda, Kastner a kol., 2012, s.411-412)

2.4 Další možnosti vyšetření

Chrupavka

Ve všech standardních spin echo sekvencích má chrupavka středně intenzí signál, proto volíme jiné typy sekvencí, jako je gradient-echo nebo turbo-spin-echo sekvence s potlačením tuku. (Trnavský, Rybka et al., 2006, s.81) Je třeba použít tenké řezy, nejlépe 3D sekvence, kde je rychlost měření nutností, protože při použití 3D sekvencí je počet obrazů řádově mnoho desítek. Významná je i závislost na síle magnetického pole a na kvalitě gradientního systému. (Mechl, 2004, s.305)

Studie magnetické rezonance popisuje uspořádání hyalinní chrupavky ve třech vrstvách, přičemž vrchní vrstva je hypointenzní, prostřední hyperintenzní a hluboká vrstva tvořící přechod chrupavky do kosti je opět hypointenzní. U degenerativních onemocnění a traumatických stavů dochází ke změnám tloušťky chrupavky a objevují se nepravidelnosti až poškození jejího povrchu. (Drugová, Silber, Kapounek a kol., 2004, s.56-57) Postižení chrupavky lze rozdělit na izolovaná postižení, tj. chondromalacie, a postižení komplexu chrupavka-kostní dřev, tzv. osteochondronekróza. Chondromalacie se nejčastěji vyskytuje na česce, následkem přetěžování. Osteochondronekrózy jsou postiženy nejčastěji následkem traumatu či degenerativních změn. U osteochondronekrózy se prosáknutí kostní dřevě projevuje snížením signálu v T1 a zvýšením signálu v T2 obrazech. Traumatický původ tohoto postižení potvrzuje výpotek v kloubu, který má vysoký signál v T2 obraze.

Osteoartróza je nejčastější degenerativní onemocnění kloubů, kdy dochází k přestavbě a pozvolnému úbytku chrupavky, které u populace ve věku nad 63 let postihuje asi 33% jedinců. Magnetická rezonance zobrazí nejenom defekt či úbytek chrupavky a subchondrální léze, ale i další změny doprovázející artrózu. Vyšetření bylo provedeno v sagitálních řezech v T1 váženém obraze 3D gradientní sekvence

s potlačením tuku a standardní sagitální řezy v T2 váženém obraze s potlačením tuku. Následně byl prostřednictvím volumetrie změřen objem chrupavky. (Vaněčková, Seidl, Mašek a kol., 2004, s.24-26)

Kostní dřev

K zobrazení kostní dřev jsou dostačující standardní spin-echo sekvence, protože v T1 obraze má kostní dřev vysoký signál díky množství tukové tkáně, a právě v T1 obraze se její postižení projeví nejlépe. V T2 obraze se zobrazí až pokročilejší stadia abnormalit dřev. (Trnavský, Rybka et al., 2006, s.81) MR umožňuje i detekci změn v kostní dřev charakteru „edému kostní dřev“, který byl prokázán u skrytých zlomenin, u zhmoždění kostí a u zánětlivých a degenerativních artropatií různých kloubů. V letech 2002 – 2004 autoři provedli rozbor výskytu edému kostní dřev v hlavici humeru po úrazech ramenního kloubu u 110 nemocných. Ten byl prokázán u 66% vyšetřovaných, kdy měl ve většině případů difuzní charakter a jen výjimečně byl omezen na oblast velkého hrbolu pažní kosti. Edém kostní dřev byl definován jako snížení intenzity signálu různého rozsahu na T1 vážených obrazech a jako zvýšení intenzity signálu na STIR a T2 vážených obrazech, kdy tloušťka řezu byla vždy 4 mm. (Drugová, Silber, Druga, 2005, s.259-261)

Skrytá zlomenina

Skryté zlomeniny nejsou patrné na rtg snímku a rozdělují se do 4 skupin – kostní modřina, subkortikální zlomenina, osteochondrální zlomenina a zlomenina femuru a tibie. V T1 vážených obrazech zachycujeme kostní modřinu jako difuzně neostře ohraničenou zónu snížené intenzity. Zvýšená intenzita se projeví na T2 vážených obrazech, která dosahuje od subkortikální oblasti přes metafýzu do diafýzy. Subkortikální kostní léze mají snížený signál na T1 vážených obrazech a zvýšený signál na T2 vážených obrazech a lze je dále rozdělit na retikulární léze, geografické kostní léze a lineární zlomeniny. Při osteochondrální zlomenině dochází k trhlině v chrupavce a zlomenině segmentu kosti těsně pod ní. Poškození je nejlépe vidět v T2 vážených obrazech, kdy se prokáže zatékání tekutiny do trhliny. Nejčastěji jsou

lokalizovány na kondylech femuru. U zlomenin femuru a tibie jsou patrné jednoduché nebo mnohočetné linie změn signálu směřující svisle k artikulárnímu povrchu, části kostí nebo chrupavek jsou vpáčeny různým stupněm. (Charvát, Lacman, Hospodár, 1999, s.203-205)

U pacientky (23 let), která si při pádu na sněhu poranila koleno, byla po 24 hodinách provedena magnetická rezonance. Na T2 vážených obrazech v sagitálním řezu je diferencovatelný subchondrálně lokalizovaný malý kostní fragment v oblasti zadní hrany vnitřního kondylu tibie s okolním edémem kostní dřevě, dále pak tekutina v suprapatelární burze a v kloubní štěrbině. Na T1 vážených obrazech je kromě kostního fragmentu viditelná nepravidelná, větvcí se lomná linie probíhající šikmo proximální epifýzou tibie. K průkazu stresové zlomeniny bylo poprvé využito MR vyšetření v roce 1986. (Drugová, Bumbálková, 2002, s.312-314)

Spondylartritida

Často se onemocnění projevuje periferní artritidou s postižením dolních končetin, nejčastěji paty. Pacient leží na zádech s nohama do gantry, které jsou zafixovány v hlavové cívce. Provede se lokalizační sken T1 v.o. v koronární rovině a následující sagitální skeny SE sekvence T1 vážený obraz, T2 vážený obraz a T1 v.o. s potlačením tuku po aplikaci kontrastní látky i.v. pro zobrazení synovitidy. (Charvát, Vencovský, Jarošová a kol., 2000, s.153-154)

Svalové postižení

Zobrazování svalové tkáně pomocí MR umožňuje zjištění zánětlivých změn a jejich lokalizaci. Standardně se používá celotělová cívka a SE sekvence T2 váženého obrazu s potlačením tuku. K detekci tohoto onemocnění se používá vyšetření stehenních svalů, v rozsahu od kyčelních kloubů po kolenní klouby. Akutní zánětlivé postižení se projevuje difuzním prosáknutím různých svalových struktur, jak jednostranně, tak oboustranně. Při chronickém postižení spíše převládají fibrózní změny a atrofie svalstva. (Charvát, Vencovský, Jarošová a kol., 2000, s.154)

Natažení svalu je mikroskopické poranění, kde je přítomen fokální edém mezi svalovými vlákny a fasciemi. Na MR se zobrazí v T2 vážených obrazech jako hypersignál charakteristického vějířovitého vzhledu tvaru „peříčka“. U zhmoždění svalu jsou přítomny makroskopické parciální trhliny. Je vidět lokální nahromadění tekutiny, většinou na jednom okraji postiženého svalu. (Kastner, Ferda, Kreuzberg a kol., 2012, s.360)

2.5 Přímá a nepřímá MR artrografie

Přímá artrografie spočívá v aplikaci kontrastní látky do dutiny kloubu. Dochází k roztažení kloubního pouzdra, a tím k lepšímu odlišení jednotlivých kloubních struktur. Lze také posoudit komunikaci jednotlivých kloubních oddílů navzájem a případné porušení kontinuity kloubního pouzdra při zatékání aplikované směsi kontrastní látky nitrokloubní. Do kloubu lze aplikovat pouze fyziologický roztok, avšak výhodnější je použití ředěné paramagnetické kontrastní látky, protože její vysoký signál v T1 i T2 vážených obrazech poskytuje nejlepší kontrastní odlišení od přilehlých kloubních struktur, jako jsou chrupavka, vazy a šlachy. (Šprláková – Puková, Mechl a kol., 2007, s.54)

U ramenního kloubu je nejlépe aplikaci kontrastní látky provádět pod skiaskopickou nebo ultrazvukovou kontrolou. Aplikace je možná ventrálně – zepředu při poloze na zádech, nebo dorzálně – zezadu při poloze vsedě. MR vyšetření provádíme pomocí ramenní cívky. Vyšetření se provádí v T1 obrazech ve třech rovinách a dále dvou rovin v T1 obraze s potlačením tuku. Vhodné je doplnit proton-denzitní a T2 obraz v koronární rovině. (Šprláková – Puková, Mechl a kol., 2007, s.55)

Zápěstí je ideálním kloubem pro vyšetření přímou MR artrografií, protože se výrazně zvyšuje senzitivita a specificita. Je tak jedinou metodou, která dokáže prokázat nejen patologickou komunikaci mezi jednotlivými klouby, ale i přímo jednotlivé struktury zobrazit. Při aplikaci směsi není nutná skiaskopická či ultrazvuková kontrola. Směs se aplikuje podle odporu, obvykle v množství 3-6 ml. Po aplikaci pacient provádí krouživé pohyby v zápěstí pro dosažení optimálního rozložení směsi a rovněž

pro umožnění úniku směsi mimo radiokarpální kloub, pokud je přítomna patologická komunikace. Vyšetření se provádí pomocí cívky pro malé oblasti. Používají se T1 obrazy ve třech základních rovinách a dále koronární obrazy v PD a T2, T1 obrazy s potlačením tukové tkáně v rovině koronární a transverzální. (Šprláková – Puková, Mechl a kol., 2007, s. 56)

Kolenní kloub patří mezi nejčastěji vyšetřované klouby na MR. Využívá se patelofemorálního přístupu z laterální či mediální strany, odkud je kloubní dutina dobře přístupná. Důležité je před aplikací kontrastní látky odsát z kloubu případný výpotek, který by změnil ředění kontrastní náplně a tím si samotné zobrazení. Samozřejmostí je použití kolenní cívky. Využívá se standardní sekvence v T1 váženém obraze a je výhodné využít i 3D techniky, protože posuzování chrupavky patří k jedné z indikací přímé MR artrografie. (Šprláková – Puková, Mechl a kol., 2007, s.57-58)

Hlezenní kloub je kloubem komplikovaným a velmi důležitým pro aktivní pohyb. Jeho punkce je oproti kolennímu kloubu složitější a je vhodné ji provádět pod skiaskopickou kontrolou. Aplikace kontrastní látky se provádí vleže. Použití povrchové cívky je nutností. Kromě standardních T1 obrazů je velmi vhodné použití 3D sekvencí díky jejich rozlišení a možnosti následných prostorových rekonstrukcí. (Šprláková – Puková, Mechl a kol., 2007, s.59)

Většina abnormalit kyčelního kloubu je řešena konzervativně, o to je však důležitější přesné posouzení abnormality před případným zákrokem. Punkční přístup do kloubu lze získat buď laterálně, nebo ventrálně z mediální části třísla, které je sice jednodušší, ale je třeba se vyhnout nervově cévnímu svazku v třísle. Postižení loketního kloubu je dáno zatížením horní končetiny, které je časté u sportovců nebo po pracovním přetížení. Aplikace kontrastní látky je možná z laterálního přístupu okolo hlavičky radia nebo přístupem dorzálním mezi hlavičku radia, olecranonem a pažní kostí. (Šprláková – Puková, 2007, s.60)

Princip nepřímé MR artrografie spočívá v intravenózní aplikaci standardní paramagnetické kontrastní látky v běžné dávce 0,2 ml/kg hmotnosti nemocného. Aby došlo k dostatečnému průniku kontrastní látky do výstelky kloubu, musí pacient pohybovat končetinou alespoň půl hodiny po aplikaci. Poté se provede T1 sekvence

nebo saturace signálu z tukové tkáně. Tento způsob vyšetření je užitečný u postižení kloubní výstelky a struktur s ní související. Granulační změny se po nasycení kontrastní látkou lépe ohraničí od nepostižených struktur kloubu. (Trnavský, Rybka, et al., 2006, s.83,95)

3 DIAGNOSTICKÉ ZOBRAZOVÁNÍ POMOCÍ USG A MR NA OBLAST KOLENNÍHO KLOUBU

3.1 Vyšetření pomocí USG

Nejčastěji se vyšetřuje v B-modu, který je standardní zobrazovací echografickou technikou, kdy je zachycena rovina řezu pod sondou. K vyšetření je vhodné používat jak sektorové sondy s divergujícími paprsky, tak lineární sondy s rovnoběžným vlněním. Povrchové struktury je výhodné vyšetřovat lineárními paprsky o frekvenci vyšší než 7,5 MHz. Sektorovou sondu s malým aktivním povrchem volíme, pokud je potřeba proniknout do kloubu nebo provést dynamické vyšetření. Vlnění sektorové sondy proniká jako úzký svazek malým akustickým oknem kloubní štěrbinou do nitrokloubní dutiny, kde diverguje a zobrazuje jednotlivé struktury lépe, než rovnoběžné vlnění. Při dynamickém vyšetření neomezuje malá hlavice této sondy pohyb kloubu, a stále zůstává v kontaktu s povrchem těla. K zobrazení jemných změn, jako jsou trhliny menisku, se využívají sondy s vyšší frekvencí, a tím i s vyšší rozlišovací schopností, nejlépe od 10 MHz a výše. K vyšetření prokrvení slouží dopplerovské techniky, které zachycením pohybu krevních elementů zobrazují proudění krve a cévní systém. (Trnavský, Rybka et al., 2006, s.52)

Kolenní kloub se vyšetřuje v lehu na zádech v předních podélných suprapatelárních, infrapatelárních a laterálních řezech. Ty se doplní transverzálními řezy, vyšetřením štěrbinou a dynamickým vyšetřením nejčastěji pasivních pohybů. Popliteální jáma se vyšetřuje v poloze na břiše. Pomocí ultrazvuku se dále vyšetřuje náplň kolenního kloubu, Bakerova pseudocysta, burzy, menisky, vazivový aparát, chrupavčité a kostní kloubní povrchy a nádory. (Trnavský, Rybka et al., 2006, s.52-67)

Dalším vývojovým stupněm je prostorová rekonstrukce vyšetřovaných struktur. 3D prostorové multiplanární zobrazení umožňuje generovat řezy a pohledy v nekonečném množství. Prostorová rekonstrukce využívá metodu tzv. volume rendering, je to rozšíření rovinných rekonstrukčních metod speciálními imageprocessingovými postupy, které jsou aplikovány na oblast užšího zájmu

s využitím načtených 3D objemových dat. 3D ultrazvuk umožní posoudit vztah mezi patologickou strukturou a jejím okolím včetně prokrvení, která je zobrazena pomocí 3D dopplerovských metod. Používají se různé postprocessingové povrchové či transparentní mody. (Trnavský, Rybka et al., 2006, s.69-70)

Při vyšetřování pomocí sondy s okamžitým načítáním prostorových dat s 3D v reálném čase, se pak mluví o 4D ultrasonografickém vyšetření. Čtvrtou dimenzí je dimenze časová. (Trnavský, Rybka et al., 2006, s.73)

3.2 Vyšetření pomocí MR

Kolenní kloub je považován za jeden z nejsložitějších kloubů lidského těla. Právě na něm při chůzi a pohybu spočívá hmotnost a stabilita celého těla. Jeho součástí je řada důležitých vazů, šlach a jiných struktur, které mohou být porušeny. Magnetická rezonance je schopna posoudit všechny tyto struktury kloubu s vynikajícím odlišením jejich kontrastu. (Trnavský, Rybka et al., 2006, s.75)

Pacient je uložen kloubem ve speciální kolenní cívce dolními končetinami směrem do gantry, kloub je v neutrální poloze s možnou minimální flexí. Šířka vrstev a parametry používaných sekvencí k vyšetření kolenního kloubu většinou závisí na zvyklostech pracoviště (Trnavský, Rybka et al., 2006, s.82)

Prvně se provede lokalizační měření v transverzální rovině, kdy je nutné zachytit celý rozsah kloubu, a dále lokalizační měření v sagitální a koronární rovině, které jsou rovnoběžné s dlouhou osou femuru a tibie. Následují PD turbo-spin-echo sekvence v sagitální rovině se saturací tukové tkáně, PD + T2 turbo-spin-echo sekvence v sagitální rovině a T1 spin-echo sekvence v sagitální rovině. Všechny 3 sekvence jsou rovnoběžné s dlouhou osou předního zkříženého vazů a jejich rozsah je lateromediálně přes úroveň kondylů. Dále se provede PD + T2 turbo-spin-echo sekvence v koronární rovině, rozsah od úrovně fossa poplitea, do úrovně patelly a rovina představuje spojnicí středů obou kondylů. Poslední sekvence je PD + T2 turbo-spin-echo v transverzální rovině, rovina je kolmá na dlouhou osu kloubu a její rozsah je od

úrovně metafýzy tibie, do úrovně horního pólu patelly. (Trnavský, Rybka et al., 2006, s.82

Tab. 2 – Parametry používaných sekvencí na MR

TYP SEKVENCE	ROVINA	ROZSAH	TLOUŠŤKA VRSTVY	ČAS
Lokalizator tra	Rozsah kloubu			0.07min
Lokalizator sag + cor	Rovnoběžně s dlouhou osou femuru a tibie			0.13 min
PD tse FS sag.	Rovnoběžně s dlouhou osou před. zkříž.vazu	Lateromediálně přes úroveň kondylů	4mm	2.26min.
PD+T2 tse sag	Rovnoběžně s dlouhou osou před. zkříž.vazu	Lateromediálně přes úroveň kondylů	3.5mm	4.55 min.
T1 se sag	Rovnoběžně s dlouhou osou před. zkříž.vazu	Lateromediálně přes úroveň kondylů	4mm	3.00min.
PD + T2 tse cor.	Spojnice středů obou kondylů femuru	Od úrovně fossa poplit. Do úrovně patelly	3.5mm	3.00min.
PD+T2 tse tra	Kolmo na dlouhou osu kloubu	Od úrovně metafýzy tibie do úrovně hor. polu patelly	4mm	3.00 min.

(zdroj : FNOL, Radiologická klinika)

Vysvětlivky:

tra - transverzální

tse - turbo-spin-echo sekvence

sag - sagitální

FS - saturace tukové tkáně (fat

cor - koronární

saturation)

PD - proton-denzitní

se - spin-echo sekvence

ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem shrnula, na jakém principu pracuje ultrasonografie a magnetická rezonance. Uvedla jsem, co vše zahrnuje pojem muskuloskeletální systém. Popsala jsem i historii muskuloskeletální ultrasonografie a její vývoj.

Prvním cílem bylo zjistit, jaké jsou indikace k ultrasonografickému vyšetření v diagnostice muskuloskeletálního systému. Hlavní výhodou ultrazvukového vyšetření je jeho neinvazivnost a dostupnost ve většině zdravotnických zařízeních a i některých ambulancích, které dávají možnost ustáleného a opakovaného, zcela nebolestivého vyšetření. Důležitá je zkušenost vyšetřujícího lékaře nejen s ultrazvukovým vyšetřením, ale i problematikou pohybového aparátu a jeho nemocemi. Ultrasonografie je také základní screeningovou metodou v diagnostice vývojové kyčelní dysplazie u dětí v novorozeneckém a kojeneckém věku.

Druhým cílem bylo předložit poznatky o používaných MR sekvencích u konkrétních částí pohybového aparátu. Magnetická rezonance je neinvazivní vyšetřovací metoda a vyšetření muskuloskeletálního systému je druhé nejčastější vyšetření na magnetické rezonanci. Existují základní sekvence, jako jsou T1, T2, PD a sekvence s potlačením tuku, ale také sekvence sloužící k docílení maximální diagnostické výtěžnosti při maximální časové úspoře. Zobrazování se děje prakticky ve všech základních rovinách, tj. transverzální, sagitální a koronární. Je důležité využívat speciální povrchové cívky. Nevýhodou MR je relativně vysoká cena vyšetření, nižší dostupnost přístroje a čekací doba trvající i několik týdnů. Vyšetření nelze provést u lidí s absolutními kontraindikacemi.

Třetím cílem bylo popsat vyšetření pomocí ultrazvuku a magnetické rezonance u kolenního kloubu. Byl popsán postup vyšetření, uložení pacienta. U magnetické rezonance byly uvedeny použité sekvence.

LITERATURA A ZDROJE

1. HRAZDIRA, L., SKOTÁKOVÁ, J. Muskuloskeletální ultrazvuk – vývoj, možnosti a význam v oborech zabývajících se pohybovým aparátem. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*. 2004, 13(4), 179-186. ISSN 1210–5481.
2. GALLO, J. a kol. *Ortopedie pro studenty lékařských a zdravotnických fakult – 1.vydání*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 2011. ISBN 978-80-244-2486-6.
3. NEKULA, J. *Zobrazovací metody muskoskeletálního systému pro studující fyzioterapie – 1.vydání*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 2001. ISBN 80-244-0260-2.
4. HRAZDIRA, L., SKOTÁKOVÁ, J., PAZOUREK, L. Ultrasonografie v diagnostice nádorů pohybového aparátu. *Ortopedie*. 2012, 6(2), 63-66. ISSN 1802-1727.
5. HRAZDIRA, L. Ultrasonografie pohybového aparátu. *Rehabilitácia*. 1997, 30(4), 212-216. ISSN 0375-0922.
6. TRNAVSKÝ, K., RYBKA, V. et al. *Syndrom bolestivého kolena – 1.vydání*. Praha: Galén. 2006. ISBN 80-7262-391-5.
7. SKOTÁKOVÁ, J., BARTL, V., MACH, V., CHARVÁTOVÁ, M., MASAŘÍKOVÁ, H., POHANKOVÁ, I., ČTVRTNÍČKOVÁ, M. Ultrasonografická kontrola hojení fraktur u dětí. *Česká radiologie*. 2005, 59(1), 41-43. ISSN 1210-7883.
8. HRAZDIRA, L. *Možnosti 3D ultrazvukového vyšetřování a prostorových rekonstrukcí pohybového aparátu*. Brno: Paido. 2004. ISBN 80-7315-070-0.
9. HRAZDIRA, L., SKOTÁKOVÁ, J. 3D ultrasonografické vyšetřování pohybového aparátu. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae czechoslovaca*. 2006, 73(6), 414-420. ISSN 0001-5415.

10. POUL, J. et al. *Dětská ortopedie – 1.vydání*. Praha: Galén. 2009. ISBN 978-80-7262-622-9.
11. KEŘKOVSKÝ, M., ŠPRLÁKOVÁ–PUKOVÁ, A., UHER, T., VOJTANÍK, P., ROUCHAL, M. Význam UZ vyšetření v diagnostice poranění ramenního kloubu. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae czechoslovaca*. 2008, 75(3), 167-172. ISSN 0001-5415.
12. ŠPRLÁKOVÁ-PUKOVÁ, A., ROTH, T., REPKO, M. Parciální ruptura manžety rotátorů v UZ a MR obraze s následnou přímou MR artrografií. *Česká radiologie*. 2004, 58(1), 20-23. ISSN 1210-7883.
13. KEŘKOVSKÝ, M., BOHATÁ, Š., ŠPRLÁKOVÁ, A., UHER, T. Poranění ramenního kloubu v UZ a MR obraze. *Česká radiologie*. 2006, 60(5), 406. ISSN 1210-7883.
14. KOUDELA, K. a kol. *Ortopedie – 1.vydání*. Praha: Karolinum. 2004. ISBN 80-246-0654-2.
15. VOMÁČKA, J., NEKULA, J., KOZÁK, J. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty – 1.vydání*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 2012. ISBN 978-80-244-3126-0.
16. NEKULA, J., CHMELOVÁ, J. *Základy zobrazování magnetickou rezonancí – 1.vydání*. Ostrava: Ostravská univerzita. 2009. ISBN 978-80-7368-335-1.
17. HRAZDIRA, I. *Úvod do ultrasonografie v otázkách a odpovědích pro studenty lékařské fakulty*. 2008.
Dostupné : www.med.muni.cz/dokumenty/pdf/uvod_do_ultrasonografie1.pdf
18. HRAZDIRA, I. *Úvod do ultrasonografie pro studenty lékařské fakulty*. 2010.
Dostupné : www.med.muni.cz/dokumenty/pdf/uvod_do_ultrasonografie2.pdf
19. GATTEROVÁ, J., JAROŠOVÁ, K. Ultrazvukové vyšetření Achillovy šlachy v revmatologii. *Česká revmatologie*. 2009, 9(2), 85-87. ISSN 1210-7905.

20. ŠPRLÁKOVÁ-PUKOVÁ, A., ŠTOURAČOVÁ, A., KEŘKOVSKÝ, M., LIBERDA, O., PEŘINA, V., BARTUŠEK, K., SMÉKAL, Z., ŠMIRG, O. Ultrazvukové vyšetření a magnetická rezonance čelistních kloubů. *Česká radiologie*. 2012, 66(4), 424-429. ISSN 1210-7883.
21. ŠPRLÁKOVÁ-PUKOVÁ, A., ŠTOURAČOVÁ, A., KEŘKOVSKÝ, M., FOJTÍK, Z., OBROVSKÁ, M., PAVLÍK, T. Odlišení degenerativních změn od počínající fáze revmatoidní artritidy a stanovení aktivity choroby pomocí ultrazvukového vyšetření s kontrastní látkou. *Česká radiologie*. 2012, 66(4), 394-402. ISSN 1210-7883.
22. KUČERA, A., KRŮTA, T., MAHR, E., KÁDNER, P., KYNČL, M., HŘÍBAL, Z. Poranění svalů zadní skupiny stehna u sportovců, diagnostika a léčba. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*. 2011, 20(3), 144-155. ISSN 1210-5481.
23. DUNGL, P. a kol. *Ortopedie – 1.vydání*. Praha: Grada. 2005. ISBN 80-247-0550-8.
24. ŽIŽKA, J., VÁLEK, V. *Moderní diagnostické metody. Magnetická rezonance – 3.díl*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. 1996. ISBN 80-7013-225-6.
25. MECHL, M. Novinky v MR zobrazování muskuloskeletálního aparátu. *Česká radiologie*. 2004, 58(5), 305-307. ISSN 1210-7883.
26. SKOTÁKOVÁ, J., HRAZDIRA, L. Indikace CT a MR vyšetřování při poranění pohybového aparátu. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*. 2004, 13(4), 187-193. ISSN 1210-5481.
27. DRUGOVÁ, B., SILBER, J., DRUGA R. Edém kostní dřeně po úrazech ramenního kloubu prokázány magnetickou rezonancí. *Česká radiologie*. 2005, 59(5), 259-263. ISSN 1210-7883.
28. DRUGOVÁ, B., BUMBÁLKOVÁ, V. Skryté kostní trauma prokázané při vyšetření magnetickou rezonancí. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae čechoslovaca*. 2002, 69(5), 312-316. ISSN 0001-5415.

29. CHARVÁT, F., VENCOVSKÝ, J., JAROŠOVÁ, K., GATTEROVÁ, J., ŠEDO VÁ, L., LACMAN, J. Magnetická rezonance (MR) u zánětlivých revmatických chorob. *Česká radiologie*. 2000, 54(3), 150-155. ISSN 1210-7883.
30. SEIDL, Z., VANĚČKOVÁ, M., GATTEROVÁ, J., PAVELKA, K., PEGZOVÁ, D., ŠEDO VÁ, L. Časná stadia revmatoidní artritidy : prospektivní studie hodnotící význam magnetické rezonance pro diagnostiku a predikci dalšího vývoje onemocnění. *Česká radiologie*. 2008, 62(2), 189-192. ISSN 1210-7883.
31. SEIDL, Z., OBENBERGER, J., VITÁK, T., PETEROVÁ, V., DANEŠ, J. Extradurální nádory páteře v obraze magnetické rezonance. *Česká radiologie*. 1999, 53(2), 55-62. ISSN 1210-7883.
32. NEKULA, J., ŠČUDLA, V., BAČOVSKÝ, J. Vyšetřování magnetickou rezonancí v diagnostice a léčbě mnohočetného myelomu. *Česká radiologie*. 1998, 52(5), 290-294. ISSN 1210-7883.
33. MECHL, M., NEUBAUER, J., KREJČÍŘÍK, P., SEDLÁKOVÁ, J. Celotělové vyšetření pomocí magnetické rezonance se zobrazením difuze u nemocných s mnohočetným myelomem – první zkušenosti. *Česká radiologie*. 2007, 61(4), 364-369. ISSN 1210-7883.
34. ŠKVÁRA, D., EDELMANN, K., DERNER, M., ZASADILOVÁ, P., DRUGOVÁ, B. Ganglion předního zkříženého vazů v zobrazení magnetickou rezonancí. *Česká radiologie*. 2008, 62(3), 313-316. ISSN 1210-7883.
35. VANĚČKOVÁ, M., SEIDL, Z., MAŠEK, M., KRÁSENSKÝ, J., OLEJÁROVÁ, M., GATTEROVÁ, J., FOREJTOVÁ, Š., ŠENOLT, L., PAVELKA, K., DANEŠ, J. Volumetrické sledování chrupavky v obraze MR u gonartrózy. *Česká radiologie*. 2004, 58(1), 24-26. ISSN 1210-7883.
36. CHARVÁT, F., LACMAN, J., HOSPODÁR, V. Naše zkušenost s magnetickou rezonancí a artroskopií u traumatického kolena. *Česká radiologie*. 1999, 53(4), 199-208. ISSN 1210-7883.

37. DERNER, M., DRUGOVÁ, B., MALÝ, V. Objemná cysta ramenního kloubu. *Česká radiologie*. 2010, 64(1), 52-56. ISSN 1210-7883.
38. KREUZBERG, B. Užití magnetické v diagnostice nádorových procesů měkkých částí. *Česká radiologie*. 1998, 52(1), 6-12. ISSN 1210-7883.
39. DRUGOVÁ, B., SILBER, J., KAPOUNEK, A., KAPOUNEK, B., WIMMER, T., DRUGA R. Magnetická rezonance v diagnostice traumat měkkých tkání a skeletu kolenního kloubu. *Česká radiologie*. 2004, 58(2), 56-64. ISSN 1210-7883.
40. KAUTZNER, J., SMETANA, P., KRÓTKÁ, I., KOS, P., FREI, R., TRČ, T. Korelace patologických nálezů ramenního kloubu pomocí artroskopie versus nukleární magnetickou rezonancí. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae czechoslovaca*. 2008, 75(3), 190-195. ISSN 0001-5415.
41. ŠPRLÁKOVÁ-PUKOVÁ, A., MECHL, M., KEŘKOVSKÝ, M., UHER, T. Přímá MR artrografie. *Česká radiologie*. 2007, 61(1), 54-62. ISSN 1210-7883.
42. KASTNER, J., FERDA, J., KREUZBERG, J., KARNOS, V., NEPRAŠ, P. Role magnetické rezonance ve vyšetřování sportovních úrazů. *Česká radiologie*. 2012, 66(4), 359-368. ISSN 1210-7883.
43. MECHL, M., ŠPRLÁKOVÁ-PUKOVÁ, A., KEŘKOVSKÝ, M. Tumory páteře v CT a MR obrazu – přehled a diferenciální diagnostika nejčastějších postižení. *Česká radiologie*. 2012, 66(4), 369-378. ISSN 1210-7883.
44. MÍRKA, H., FERDA, J., KASTNER, J., KREUZBERG, B., PAVELKA, T., MICHAL, M. Diagnostika nádorů měkkých tkání pomocí magnetické rezonance. *Česká radiologie*. 2012, 66(4), 410-419. ISSN 1210-7883.

SEZNAM ZKRATEK

2D	dvourozměrné zobrazení
3D DESS	3D double-echo-steady-state
3D	trojrozměrné zobrazení
3T	3 Tesla
4D	čtyřrozměrný prostor
bFFE	balanced fast field-echo
CT	výpočetní tomografie
i.v.	intravenózně
ISDULA	International Society for the Development of Ultrasonography in the Locomotor Apparatus
ISMUS	International Society for Musculoskeletal UltraSound
k.l.	kontrastní látka
MHz	megahertz
ml	mililitr
ml/kg	mililitr na kilogram
mm	milimetr
MR	magnetická rezonance
PD	proton-denzitní
RA	revmatoidní artritida
RTG	rentgen
SE	spin-echo sekvence

STIR	short tau inversion recovery
T1	podélná magnetizace
T2	příčná magnetizace
T1 FFE	T1 fast field-echo
T1SE	T1 spin-echo sekvence
T2 3D FFE	T2 3D fast field-echo
T2 STIR	T2 short tau inversion recovery
T2 TIRM	T2 turbo inversion recovery magnitude
T2 TSE	T2 turbo spin-echo
T2SE	T2 spin-echo sekvence
TEP	totální endoprotéza
USG	ultrasonografie
v.o.	vážený obraz
VKD	vývojová kyčelní dysplazie

SEZNAM TABULEK

Tab 1. - Klasifikační třídy USG zobrazení kyč.kloubů dle Grafa.....14

Tab 2. – Parametry používaných sekvencí na MR.....38

SEZNAM PŘÍLOH

- Příl. 1 – MR kolenního kloubu v koronární rovině, T2 sekvence
- Příl. 2 – MR kolenního kloubu v sagitální rovině, T2 sekvence
- Příl. 3 – MR kolenního kloubu v koronární rovině, PD sekvence
- Příl. 4 – MR kolenního kloubu v sagitální rovině, PD sekvence
- Příl. 5 – MR ramenního kloubu v koronární rovině, T2 sekvence
- Příl. 6 – MR temporomandibulárního kloubu v sagitální rovině, PD sekvence
- Příl. 7 – Anechogenní Bakerova pseudocysta označena křížky, použita sonda s frekvencí 15 MHz
- Příl. 8 – Anechogenní Bakerova pseudocysta, použita sonda s frekvencí 4 MHz

PŘÍLOHY



Příl.1 – MR kolenního kloubu v koronární rovině, T2 sekvence



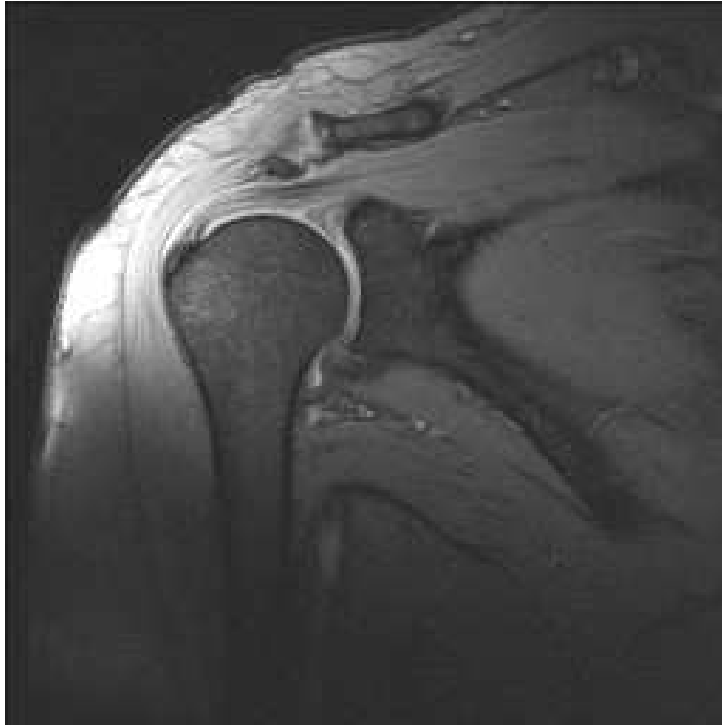
Příl. 2 – MR kolenního kloubu v sagitální rovině, T2 sekvence



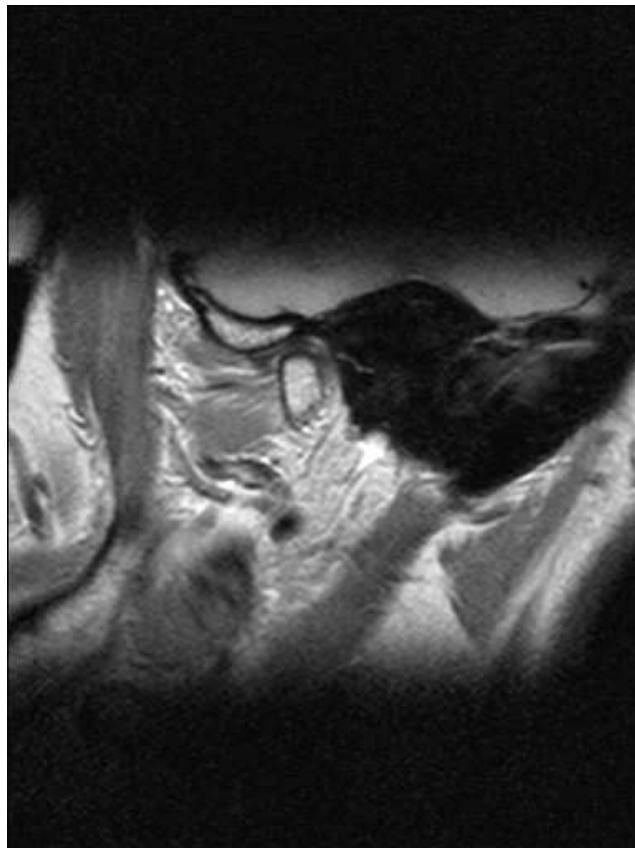
Příl. 3 – MR kolenního kloubu v koronární rovině, PD sekvence



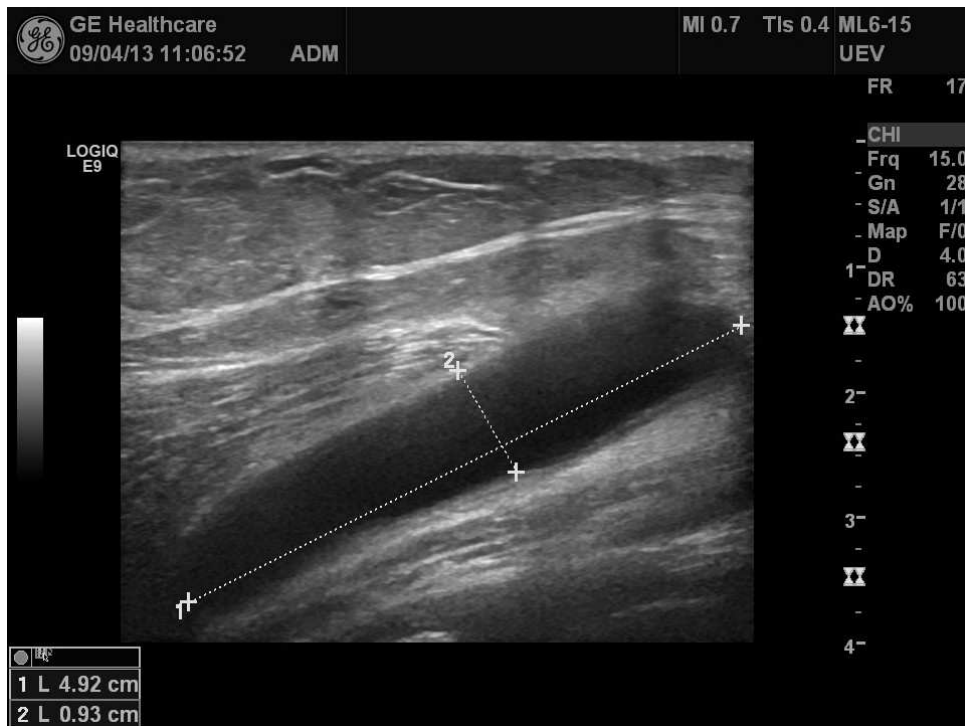
Příl. 4 – MR kolenního kloubu v sagitální rovině, PD sekvence



Příl. 5 – MR ramenního kloubu v koronární rovině, T2 sekvence



Příl. 6 – MR temporomandibulárního kloubu v sagitální rovině, PD sekvence



Příl. 7 – Anechogenní Bakerova pseudocysta označena křížky, použita sonda s frekvencí 15 MHz



Příl. 8 – Anechogenní Bakerova pseudocysta, použita sonda s frekvencí 4 MHz