

ROLE MAGNETICKÉ REZONANCE VE VYŠETŘOVÁNÍ SPORTOVNÍCH ÚRAZŮ

A ROLE OF THE MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE ASSESSMENT OF THE SPORT INJURIES

původní práce

Jan Kastner¹
Jiří Ferda¹
Boris Kreuzberg¹
Václav Karnos²
Petr Nepraš³

¹Klinika zobrazovacích metod LF UK a FN, Plzeň

²Chirurgické oddělení FN, Plzeň-Bory

³Klinika ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí Klinika zobrazovacích metod LF UK a FN, Plzeň

Přijato: 15. 8. 2012.

Korespondenční adresa:

MUDr. Jan Kastner
Klinika zobrazovacích metod
Fakultní nemocnice
Alej Svobody 80, 304 60 Plzeň
e-mail: kastner@fnplzen.cz

Práce podpořena Programem rozvoje Univerzity Karlovy (projekt číslo P36).

SOUHRN

Kastner J, Ferda J, Kreuzberg B, Karnos V, Nepraš P. Role magnetické rezonance ve vyšetřování sportovních úrazů

Cíl. S nárůstem sportovních aktivit a vyšším počtem přístrojů magnetické rezonance se jeví potřeba vymezit úlohu magnetické rezonance ve vyšetřování sportovních úrazů. Autoři se pokusili na základě dlouholetých zkušeností určit přínos MR k objasňování sportovních traumat a ukázat na některá specifika vyšetření

Metoda. Byly sledovány sportovní úrazy jak rekreačních, tak závodních sportovců ve spádové oblasti v časovém období od roku 2004 do června 2012 tak, jak je přinášel sportovní život. Validita nálezů byla ověřována zpětnou vazbou v úzké spolupráci s ošetřujícími sportovními klubovými lékaři.

Výsledky. MR vyšetření potvrdilo nebo vyloučilo akutní trauma ve všech případech již v časném období po úrazu. U chronických potíží dokázalo určit bližší specifikaci onemocnění.

Závěr. MR je spolehlivou a nepřenosnější metodou ve vyšetřování sportovních poranění svalově-šlachové jednotky a kloubů.

Klíčová slova: magnetická rezonance, sportovní poranění, poranění kloubů, poranění svalů, poranění šlach.

SUMMARY

Kastner J, Ferda J, Kreuzberg B, Karnos V, Nepraš P. A role of the magnetic resonance imaging in the assessment of the sport injuries

Aim. The increased spectrum of the sport activities and also the increased number of the installed MR suites need to define the role of MRI more precise. The authors presented their own experience with the imaging of the sports injuries using MRI.

Methods. The period 2004–2012 was assessed according the occurrence of the sports injuries as the life brought them. Validity of the imaging results was compared with the preoperative or clinical data.

Results. MRI confirmed or excluded with high accuracy almost all injuries caused by the sports trauma.

Conclusion. Magnetic resonance is the best method in the investigation of sport related traumatic changes in musculo-tendinous unit and joints.

Key words: magnetic resonance imaging, sport injuries, joint injuries, tendon injuries, muscle injuries.

ÚVOD

Sport je důležitou součástí života jednotlivce i společnosti. V celé šíři zahrnuje na jedné straně občasnou rekreační sportovní aktivitu jako naplnění aktivního odpočinku a duševní relaxace a na straně druhé profesionální sportování, kde je sport pro jedince zdrojem obživy.

S nárůstem volného času a změnou společenského uspořádání se v posledních dvou desetiletích zvětšil prostor pro provozování sportovních aktivit. Došlo k masivnímu nárůstu různých fitcenter, provozování cykloturistiky, zimního lyžování, triatlону, adrenalinových extrémních sportů apod. To má však i své stinné stránky v nárůstu počtu a změně charakteru úrazů, s čímž jsou konfrontováni i radiologové.

Primárním cílem diagnostického zobrazení je ulehčit často těžkému terapeutickému rozhodování. Aby bylo dosaženo co největší diagnostické přesnosti, je třeba porozumět mechanismu úrazu a biomechanickému průběhu poškození.

Ve vyšetřování sportovních poranění je třeba zohlednit určité zvláštnosti. Vyšetřujeme převážně mladé, doposud zdravé lidi. Známký a tíže poranění mohou být rozdílné u rekreačních a závodních sportovců. Zatímco rekreační sportovci přicházejí většinou s jasným poraněním, u trénovaných sportovců může být poranění méně rozsáhlé, nebo mohou být přítomné jen netraumatické obtíže s limitací pohybu a bolestmi, což vyžaduje detailní vyšetření stupně poškození s ohledem na léčbu a možnost tréninku a rychlé a plné zotavení. To vyžaduje znalosti radiologických asistentů a radiologů o způsobech vyšetřování a hodnocení MR obrazů poranění a úzkou interdisciplinární spolupráci s indikujícími kliniky.

MATERIÁL A METODIKA

Sportovní úrazy vyšetřujeme systematicky od poloviny roku 2004, kdy jsme získali přístroj 1,5 T Avanto firmy Siemens. Od začátku roku 2011 máme možnost vyšetřovat i na přístroji 3 T Skyra, stejné firmy. Zpočátku jsme vyšetřovali sportovní poranění nárazově, se stoupající validitou našich nálezů pak stoupala i obliba MR vyšetření u indikujících kliniků. V současné době tvoří sportovní poranění 3–5 % všech vyšetření s určitými sezonními výkyvy.

Zranění závodní sportovci jsou k MR vyšetření indikováni klubovými lékaři s odborností chirurg, ortopéd-traumatolog a rehabilitační lékař. Úzkou spoluprací s nimi byla zajištěna zpětná vazba, což vedlo k získání větších zkušeností v precizování nálezů.

Nyní vyšetřujeme převážnou část sportovních poranění na přístroji 3 T, kde větší síla pole dovoluje i vyšší kontrastní rozlišení. Používáme pět základních sekvencí (tab. 1) – PD TSE fat sat (TR 3270 ms, TE 33 ms, matrix 320 × 320, šíře vrstvy 3 mm, TA 3,26 min), T2 TSE (TR 5020 ms, TE 80 ms, matrix 358 × 512, šíře vrstvy 3 mm, TA 4,16 min), T1 TSE (TR 724 ms, TE 21 ms, matrix 240 × 320, šíře vrstvy 3 mm, TA 3,41 min, T2 TIRM (TI 220 ms, TR 3300 ms, TE 37 ms, matrix 224 × 320, šíře vrstvy 3 mm, TA 3,50 min a 3D DESS), TR 14,8 ms, TE 5,0, matrix 240 × 256, šíře vrstvy 0,7 mm, TA 3,41 min.

T2 a TIRM sekvence jsou vynikající v zobrazení různých intenzit, charakteru a rozsahu otoku, T1 sekvence odhalí hematomy, popř. tukové atrofie svalů, PD FS sekvence jsou skvělé v posuzování kloubních chrupavek a edémů kostní

Tab. 1. Parametry zobrazení jednotlivých MR sekvencí
Table 1. Imaging parameters of MR sequences

Sekvence	TR (ms)	TE (ms)	Matrix	Šíře vrstvy (mm)	Trvání (min)
PD TSE	3270	33	320 × 320	3	3,26
T2 TSE	5020	80	358 × 512	3	4,16
T1 TSE	724	21	240 × 320	3	3,41
T2 TIRM STIR	3300 – TI 220	37	224 × 320	3	3,5
3D DESS WE	14,8	5	240 × 256	0,7	3,41

dřeně. Sekvence 3D DESS je vhodná v posuzování chrupavčích lézí, navíc jde o 3D sekvenci s izotropním zobrazením, která má výhodu tenkých řezů a možnost nastavení libovolné roviny.

Kromě těchto základních sekvencí užíváme k řešení speciálních otázek další speciální sekvence – např. T1 FLASH WE (otoky kostní dřevě), GE T2 (akutní hematom) k řešení speciálních otázek.

VÝSLEDKY

Sportovní poranění lze zjednodušeně rozdělit do tří skupin:

1. poranění svalově-šlachové jednotky,
2. poranění kloubů,
3. poranění skeletu.

Poranění svalově-šlachové jednotky

Poranění svalů je častější u závodních sportovců a tvoří asi 15–20 % všech sportovních poranění. Klinicky se svalové poranění projevuje bolestí od doby vzniku, otokem postižené oblasti na podkladě zvýšené intracelulární tekutiny, neobvyklým úsilím vyžadujícím excentrickou kontrakci a limitací výkonu (1, 2).

Poranění vzniká dvěma mechanismy:

1. přímým úderem, kdy v místě zasažení dochází ke kontuzi bez přerušení vláken, je přítomna intersticiální hemoragie popřípadě hematom;
2. distakcí nebo stříhovým mechanismem. K poškození dochází v důsledku excesivní silové kontrakce svalu zpravidla v locus minoris resistentiae, kterým je svalově-šlachová junkce (3). Je přítomna diskontinuita svalu, fokální edém a hemoragie.

MR znaky svalově šlachového poranění

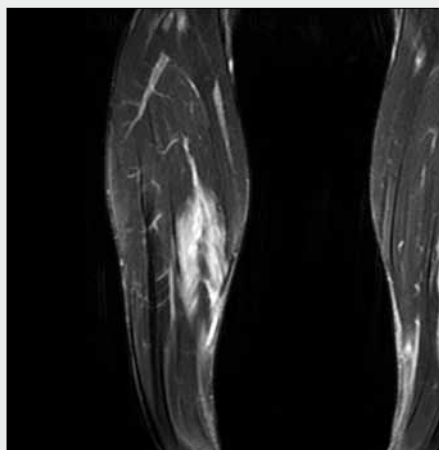
Podle tíže poškození se svalově šlachová poranění dělí do tří stupňů:

- natažení

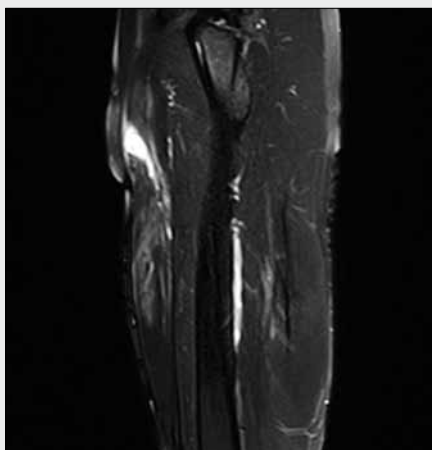
Jde o mikroskopické poranění, je přítomen fokální edém mezi svalovými vlákny a fasciemi, nejsou přítomné svalové disrupce. V MR obrazu je patrný v T2 w. sekvencích hyper-signal charakteristického vějířovitého vzhledu tvaru „perička“ (obr. 1).

- mírné zhmoždění

Zde jsou již přítomné makroskopické parciální trhliny v oblasti svalově-šlachové junkce. Běžný je fokální hematom. V MR obrazu je vidět lokální nahromadění tekutiny zpravidla na jednom okraji postiženého svalu (obr. 2).



▲ Obr. 1



▲ Obr. 2

Obr. 1. T2 TIRM STIR – natažení bérce svalů, fokální edém mezi svalovými snopci tvaru „peříčka“

Fig. 1. T2 TIRM STIR – overextension of the crural muscle, quill-like focal edema in between fasciculi

Obr. 2. T2 TIRM STIR – nahromadění tekutiny v úponu m. rectus femoris a edém svalu

Fig. 2. T2 TIRM STIR – fluid collection in the insertion of the m. rectus femoris, muscular edema

- těžké zhmoždění s úplnou rupturou

V MR obrazu je přítomná diskontinuita zpravidla v oblasti svalově-šlachové junkce s intra- nebo intermuskulární kolekcí tekutiny v důsledku edému a hematomu a retrakci šlachy a svalu. Typické jsou ruptury Achillovy šlachy u hráčů squashe, tenistů, volejbalistů a méně časté jsou ruptury šlachy quadricepsu (obr. 3A, B).

Poranění kloubů

Poranění kloubů je velmi časté a tvoří podle našich zkušeností asi 70–75 % všech sportovních poranění. Nejčastějším poraněným kloubem je kolenní kloub. Literární údaje uvádějí, že tvoří až 35 % poranění všech kloubů (4–7). Nejčastěji mají kolenní kloub poranění lyžaři, následují hokejisté a fotbalisté. Druhým nejčastěji poraněným kloubem je ramenní kloub (8–10). Jeho poranění se častěji vyskytují u vzpěračů, házenkářů, kulturistů a hokejistů. Loketní kloub trpí i vzpěračů a kulturistů, zápěstí u golfistů a hokejistů a kyčelní kloub u fotbalistů a hokejových brankářů. Hlezenní kloub je častěji postižen u fotbalistů.

Nejběžnějším poraněním u kolenního kloubu je poranění vnitřního postranního vazy. Vzniká mechanismem valgus stressu při násilné abdukci v zevní rotaci, kdy na zabloko-

vanou stojnou nohu hráče narazí jiný hráč z laterální strany do hráčova kolena.

Poškození vazy se dělí do tří stupňů:

- natažení

V MR obrazu jsou proužkovité kolekce edému, vaz má neostře kontury, ale není porušen (obr. 4A).

- zhmoždění vazy

Vaz je oddálen od kosti výpotkem nebo hematodem se ztrátou ohraničení, elongovaný průběh může již odpovídat parciálním rupturám (obr. 4B).

- ruptura nebo rozvolnění

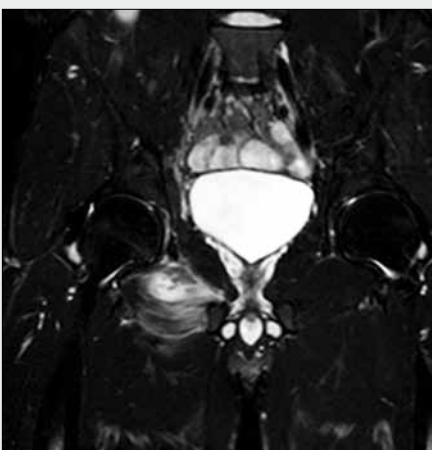
Klinicky je přítomna nestabilita, vaz je zvlněný, popř. s náletem fragmentů s přerušovanou konturou. V okolí je extravazát z kloubu podél roztrženého vazy. Vaz se trhá častěji blíže femorálního úponu, kostní avulze jsou vzácné. Zpravidla je přidruženo poranění menisků a je přítomna kostní modřina na kontralaterálních kondylech femuru a tibie (obr. 4C).

Uzdravený a mechanicky suficientní vaz může zůstat lehce širší s lehce hypointenzním signálem. Pellegrini-Stiedovy kalcifikace se mohou v MR obraze projevit jako fokus sníženého signálu (obr. 4D).

Druhým nejčastěji poraněným vazem je přední zkrřížený vaz (obr. 5). Dochází k němu kontaktním i nekontaktním



▲ Obr. 3A



▲ Obr. 3B

Obr. 3. A – PD TSE FS – úplná trhлина krátkého adduktora stehna u hokejisty, intermuskulární kolekce tekutiny; B – T2 TSE FS – centrální ruptura m. pectineus s hematodem

Fig. 3. A – PD TSE FS – complete laceration of the short adductor in ice-hockey player, intermuscular collection of fluid; B – central rupture of pectineus muscle with the hematoma



▲ Obr. 4A



▲ Obr. 4B



▲ Obr. 4C



▲ Obr. 4D

Obr. 4. A – PD TSE FS – natažení vnitřního postranního vazy (VPV), proužkovité kolečky kolem neporušených vláken vazy; B – zhmoždění VPV, elongovaný průběh, neostrá vlákna, rozvolnění vazy; C – ruptura VPV, přerušení vazy blíže femorálního úponu; D – stav po ruptuře VPV za 6 měsíců, zhojeno, širší vaz s nižším signálem

Fig. 4. A – PD TSE FS – overextension of the medial collateral ligament (MCL), linear fluid deposits along the intact ligament fibers; B – contusion of the MCL, elongated ligament, unsharpness of the fibers; C – MCL rupture nearby the femoral insertion; D – state after rupture before 6 months, healed ligament – thickening and decrease of the signal

mechanismem. Při kontaktním mechanismu se vaz trhá následkem nárazu do kolena při jeho zatížení. Při nekontaktním mechanismu dochází k poškození vazy při defenzivním couvání vzad a rychlém zpomalení či zastavení. Vaz se trhá nejčastěji ve femorální komponentě blíže úponu, může být však přetržen kdekoli ve svém průběhu.

Zobrazení vazy v MR vyžaduje parasagitální řezy v zevní rotaci nohy asi o 10–15 stupňů. Na řezech je patrna diskon-

tinuita vazy a většinou je přítomen doprovodný edém s hydropsem nebo hemarthros při sdruženém poranění Hoffova tělesa (obr. 6). V kostní dřeni kondylů bývá kostní modřina (obr. 7). U dětí a mladistvých dochází někdy k avulzním frakturám interkondylické eminence, kdy vaz zůstane neporušen (obr. 8).

Přímé sešití vazy se podaří jen výjimečně. U sportovců se provádí převážně primární plastika křížového vazy použitím



▲ Obr. 5



▲ Obr. 6

Obr. 5. PD TSE FS kompletní ruptura LCA ve femorální komponentě, diskontinuita vazy s oddělením konců

Fig. 5. PD TSE FS – complete rupture of the anterior cruciate ligament in the femoral component, ligamentous discontinuity with distraction of the ends

Obr. 6. T2 TSE – hemarthros a lacerace Hoffova tělesa

Fig. 6. T2 TSE – hemarthros and Hoff's body laceration



▲ Obr. 7



▲ Obr. 8

Obr. 7. T2 TIRM STIR – edém kostní dřeně laterálních kondylů tibie a femuru, kostní „modřina“
Fig. 7. T2 TIRM STIR – edema of the bone marrow in lateral condyls of femur and tibia

Obr. 8. T1 TSE – avulzní fraktura interkondylické eminence, kompresivní fraktura laterálního kondylu tibie
Fig. 8. T1 TSE – avulsion fracture of the intercondylar eminence, compressive fracture of lateral tibial condyle

autologního materiálu, která z dlouhodobého hlediska dovo-luje obnovení funkční stability a zbavuje bolesti. Bohužel ne vždy jsou výsledky, co se týče stability, schopnosti dlouhodo-bé zátěže a absence symptomatiky, uspokojivé. Lze pozorovat až u 25 % pacientů po operaci PZV různá omezení. Ve většině ortopedických center se upřednostňuje plastika z patelární šlachy. V posledních letech získala popularitu, díky vylepšení techniky, metoda double bundle reconstruction částečného odebrání šlachy m. semitendinosus a gracilis s vytvořením dvou autograftů ve čtyřech tunelech (obr. 9). Ojedinele jsou používány i allografty ze šlach m. tibialis ant. a posterior.

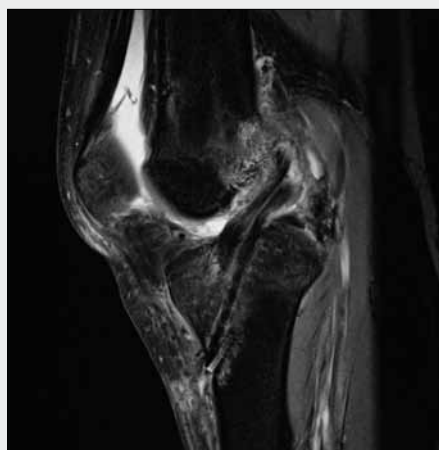
Úkolem MR je jednak posoudit stav hojení graftu a jed-nak vyloučit komplikace. V prvních měsících po operaci je nově inzerovaná část šlachy avaskulární. MR signál odpoví-dá ve všech pulsních sekvencích normální šlachové tkáni. Během 3 měsíců je šlacha obklopena synoviální proliferační tkání, a tím začíná vaskulární zásobení. Po měsících dochází k remodelačnímu procesu, který ústí do revaskularizace a re-synovializace (obr. 10). Jde o transformační proces, kdy na-konec inzerovaná šlacha vypadá jako PZV a stav se označuje jako graftligamentizace. V rámci transformačního děje šlacha zčásti oslabuje a je relativně náchylná k novému poškození. V normálním případě je resynovializační proces ukončen po 14 měsících až 1,5 roce a šlacha se podobá originálnímu PZV.

U plastiky PZV je důležitou komplikací impigement. Vede k omezení pohybu a nakonec vyúsťuje v novou rup-turu. Lokalizace tibiálního tunelu je rozhodujícím fakto-rem zda k impigementu dojde, nebo ne. V MR se dá přímo posoudit průběh kanálu, a tím vztah graftu ke strukturám v okolí. Je-li impigement přítomen, najde se zvýšená intenzi-ta v T1 a T2w. v distální třetině křížového vazy. Tyto signální alterace dávají tušit, že může jít o remodelizační stadium. Při existenci impigementu nedochází ani v průběhu let k nor-malizaci (obr. 11).

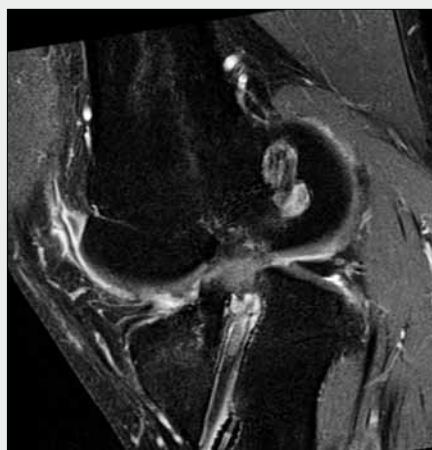
Dalšími komplikacemi mohou být artrofibrózy z ponecha-ného tibiálního konce vazy, metaplasie Hoffova tělesa a inter-kondylární fibrózy. Projevují se nízkým signálem při vchodu do kanálu.

Poranění zadního zkříženého vazy je vzácné, vzniká zpra-vidla přímým úderem zepředu na tibií hyperextendovaného kolena s následnou zadní subluxací tibie. Znaky ruptury vazy jsou stejné jako u PZV, zpravidla však nejde o izolované po-ranění, až v 60 % je sdružené s poraněním posterolaterálního rohu.

Poranění posterolaterálního rohu, zvané též arcuate kom-plex, obnáší poranění jedné nebo více následně jmenovaných struktur zevního postranního vazy, popliteálního svalu a jeho šlachy, posterolaterálního kloubního pouzdra, laterální hlavy m. gastrocnemius a ligamentum arcuatum.



▲ Obr. 9



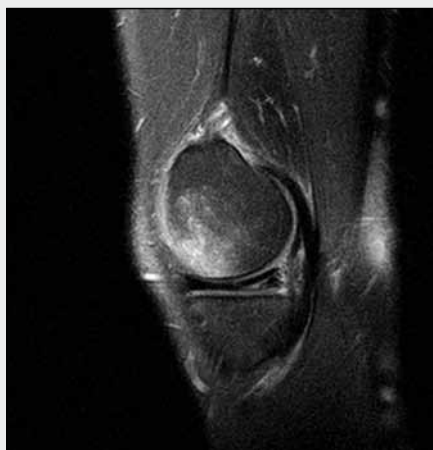
▲ Obr. 10

Obr. 9. PD TSE FS – plastika LCA double bundle technikou, časná pooperační kontrola, edém kostní dřeně proximální tibie, graft normální
Fig. 9. PD TSE FS – anterior crucial ligament replacement, double-bundle technique used, early post-surgery follow-up, bone marrow edema, graft without any pathological changes

Obr. 10. PD TSE FS – kontrola za 6 měsíců, altera-ce signálu v proximální části tibiálního kanálu, pokračující proces remodelace
Fig. 10. PD TSE FS – follow-up after 6 months, al-teration of the signal within the proximal part of tibial channel, the remodeling followed



▲ Obr. 11



▲ Obr. 12

Obr. 11. PD TSE – zhmoždění LCP, vaz je rozšířen, edematózní s hypersignálem

Fig. 11. PD TSE – contusion of posterior crucial ligament, which is dilated, increased signal due to the edema

Obr. 12. PD TSE FS – šikmá ruptura zadního rohu vnitřního menisku, hypersignální linie porušující konturu menisku, edém kostní dřevě v mediálním kondylu femuru

Fig. 12. PD TSE FS – oblique rupture in the posterior horn of medial meniscus, hypersignal line of the rupture, bone marrow edema within the medial femoral condyle

K varózním, valgózním a hyperextenčním poraněním kolenního kloubu jsou náchylné běh zpět s rychlými pohyby do stran a náhlými změnami směrů.

Velký význam má časné odhalení ruptur menisků (5, 6) (obr. 12). Více než izolované ruptury jsou častěji asociované poranění křížových vazů, ruptury menisků a léze postranních vazů. Nejčastějším místem ruptury je zadní roh vnitřního menisku, na zevním menisku přední roh. Traumatická ruptura probíhá typicky vertikálně a longitudinálně. Vnitřní meniskus je 3krát častěji postižen. Radiální trhliny jsou řídké a vyžadují značné trauma. Naopak u degenerativně postižených menisků může vést k fissuře normální zátěží. Degenerativní fissura pak probíhá typicky horizontálně a neřídka je asociována s meniskální cystou. Komplexní ruptury mají různé směry.

Posouzení menisků vyžaduje koronární a sagitální roviny. Signál menisků je ve všech sekvencích tmavý. Základem posouzení meniskální intenzity je klasifikace dle Stollera:

- stupeň 1: fokální intrameniskální nárůst signální intezity,
- stupeň 2: lineární intrameniskální nárůst signální intezity,
- stupeň 3: lineární intrameniskální zvýšení SI, dosahující povrchu menisku.

Kritériem je dosažení povrchu horní nebo dolní plochy alespoň ve dvou rovinách. Pokud je porušen povrch jen v jedné rovině, závěr může znít: susp. ruptura.

Přesné popsání lokalizace a charakteru ruptury má pro klinika význam v přípravě operačního instrumentária, protože některé léze mohou být přeshity. Nadhodnocení změn v popisu by naopak mohlo vést ke zbytečnému odstranění menisku.

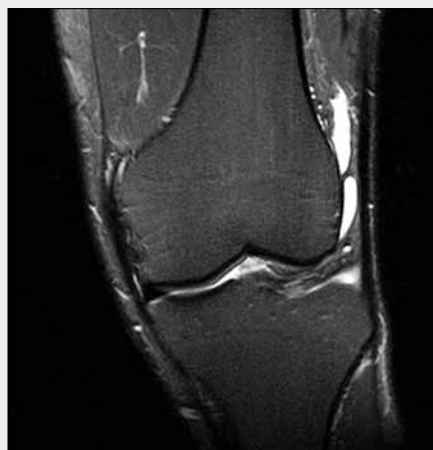
Magnetická rezonance se velmi dobře hodí k průkazu poškození kloubní chrupavky (11). Léze se projevují jako fissury se zatékající kloubní tekutinou, nebo jen jako signální alterace a lokální ztlustění (obr. 13). Při hrubším násilí se lze diagnostikovat osteochondrální lézi, popř. i s dislokací fragmentů.

Úkolem MR je popsat množství, hloubku a plošné rozšíření změn na chrupavce a jejich lokalizace v různých úsecích kloubu.

V malém počtu případů jsme se setkali se vzácnějšími sportovními poškozeními jako tendinosou lig. patelae u volejbalistů, fotbalistů a atletů výškařů. Ojediněle jsme diagnostikovali frikční syndrom z chronického dráždění traktus iliotibialis u běžců dlouhých tratí, kdy je při běhu trakt opakovaně drážděn a kde v T2 a TIRMw. nacházíme tekutinu podél traktu a rozšířenou laterální burzu kolenního kloubu (obr. 14). Při bolestech vnitřního kolena při ohybu a normálním MR nálezů na meniscích klinika někdy uspokojí závěr „mediální plica syndrom“, kdy můžeme nalézt více či méně patrné ztlustění mediální synoviální plíky na transversálních řezech. V ojedinělých případech se lze setkat s rupturou ligamentum patelae (u vzpěračů) a rupturou šlachy m. quadriceps při snaze o vybalancování pádu v nerovném terénu (obr. 15).



▲ Obr. 13



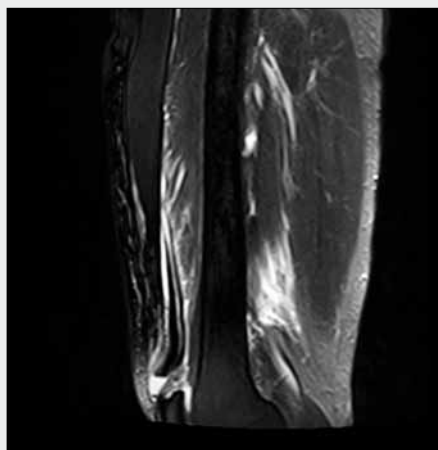
▲ Obr. 14

Obr. 13. PD TSE FS – fissura kloubní chrupavky mediálního kondylu tibie

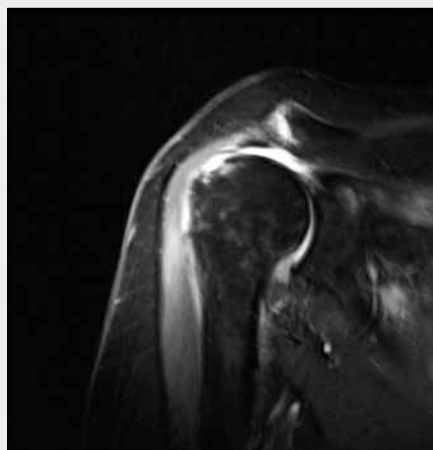
Fig. 13. PD TSE FS – chondral fissure on medial tibial condyle

Obr. 14. T2 TIRM STIR – iliotibial friction syndrom, zduření laterální burzy kolenního kloubu u běžce dlouhých tratí

Fig. 14. T2 TIRM STIR iliotibial friction syndrome – thickening of lateral knee joint bursa, long-distance runner



▲ Obr. 15



▲ Obr. 16

Obr. 15. T2 TIRM STIR – ruptura šlachy m. quadriceps s distrakcí šlachy a edémem okolních svalů
Fig. 15. T2 TIRM STIR – rupture of the quadriceps tendon, distraction, edema of the muscles

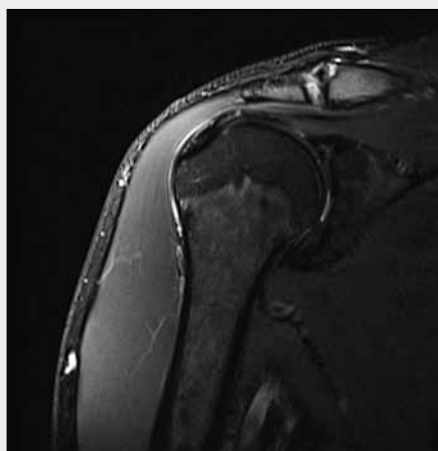
Obr. 16. T2 TIRM STIR – zhmoždění m. deltoideus s hypersignálem, výpotky v akromioklavikulárním a ramenním kloubu
Fig. 16. T2 TIRM STIR – contusion of the deltoid muscle-increased signal, fluid inside the acromioclavicular and shoulder joints

Druhým nejčastěji poraněným kloubem je ramenní kloub (9, 10). Tvoří asi 25 % všech poraněných kloubů. Trauma je častější u vzpěračů, házenkářů, hokejistů. K akutnímu poranění dochází u kontaktním mechanismem s protihráčem nebo podlahou, kluzištěm či mantinelem. Nejběžnější je kontuze akromioklavikulárního kloubu, následují kontuze deltoidního svalu (obr. 16). Akutní inzulty mohou vyústit u dříve mikrotraumaty poškozených struktur v trhlíně horního labra (SLAP léze) (obr. 17), rupturu rotátorové manžety, dislokaci šlachy bicepsu. U vzpěračů

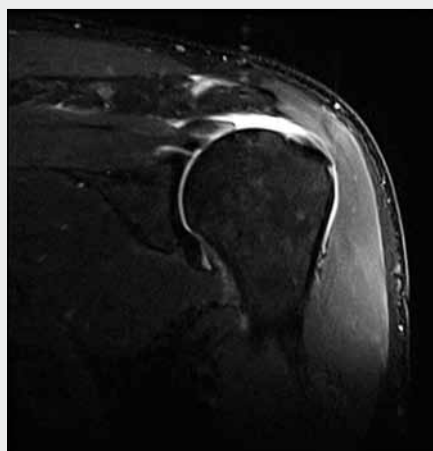
může nepříznivé postavení rotátorové manžety během zvedání činky přivodit akutní rupturu rotátorové manžety (obr. 18).

U závodních sportovců se častěji setkáváme s chronickým poškozením – glenohumerální nestabilitou s rupturami předního nebo zadního labra, tendinopatií rotátorové manžety či šlachy bicepsu se zeslabením a signálními alteracemi v důsledku vstupu tekutiny do mikrodefektů.

U loketního kloubu se nejčastěji setkáváme s rupturou bicepsu, někdy s avulzí tuberositas radii (obr. 19). Léze postihnu-



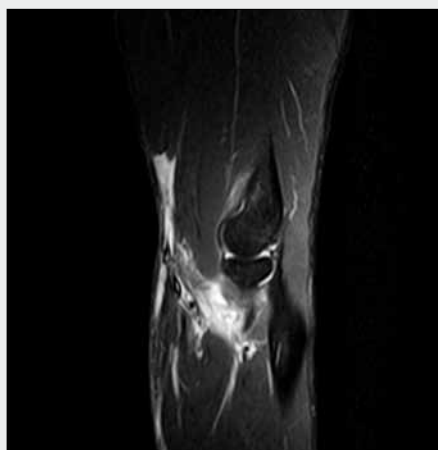
▲ Obr. 17



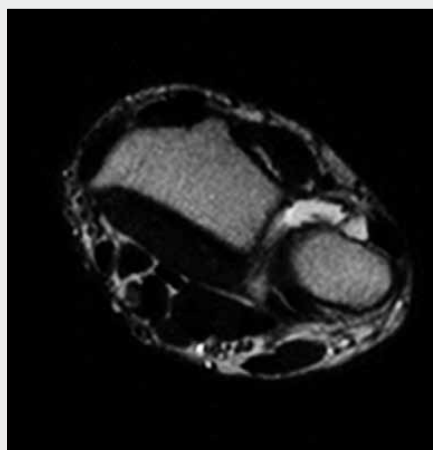
▲ Obr. 18

Obr. 17. PD TSE FS – SLAP léze typ 3 u hokejisty
Fig. 17. PD TSE FS – SLAP lesion type 3 in ice-hockey player

Obr. 18. PD TSE FS – akutní ruptura rotátorové manžety s retrakcí šlach m. supraspinatus u vzpěrače
Fig. 18. PD TSE FS – acute rupture of the rotator cuff, supraspinatus muscle tendon is distracted, weightlifter



▲ Obr. 19



▲ Obr. 20

Obr. 19. T2 TIRM – ruptura šlachy m. biceps brachii u kulturisty
Fig. 19. PD TSE FS – rupture of the bicipital tendon in culturist

Obr. 20. T2 TSE – tenosynovitis s výpotkem při dorzálním okraji ulny u hráče hokeje
Fig. 20. T2 TSE – tendosynovitis with fluid collection close to the dorsal ulnar margin in ice-hockey player



▲ Obr. 21A



▲ Obr. 21B

Obr. 21. A – RTG snímek I. kolena – nihil traumaticum; B – T1 TSE – vícečetné mikrofraktury lat. kondylu tibie

Fig. 21. A – X-ray – without signs of trauma; B – T1 TSE multiple microfractures of the lateral tibial condyle

je zejména kulturisty a vzpěrače. Poranění vzniká maximální excentrickou kontrakcí při pokusu zvednout těžkou váhu nebo je-li bráněno sestupně orientované kinetické energii částečnou kontrakcí svalu. Příčinou jsou tendinopatie nebo hypertrofie bicepsu nebo entezopatické změny na radiu. Můžeme se setkat i impigmentem šlachy bicepsu. Vzniká tak, že supinace vzhledem k pronaci posouvá radiální tuberositu dozadu a táhne biceps mezi hrbolk a ulnu. U tenistů jsou časté radiální nebo ulnární epikondylitidy s přítomností tekutiny při šlachových úponech. S ulnární neuropatií z komprese kubitálního tunelu se lze setkat u jezdců na koních. Na MR se projevuje edémem podél ulnárního nervu.

V menším počtu případů vyšetřujeme poranění ostatních kloubů – hlezna zejména u fotbalistů s poraněními vazů, zápěstí hlavně u golfistů a hokejistů s De Quervainovou tenosynovitiidou (obr. 20) a poranění prstů u lezců na stěnách s poraněními kolaterálních ligament.

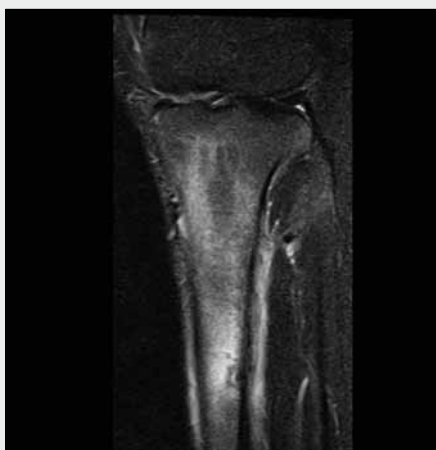
Poranění skeletu

Zvyšujícím se silovým přetížením může dojít k poranění skeletu. Rozlišujeme akutní přetížení a chronické kumulativní přetížení. Poranění skeletu jsou v drtivé většině případů odhalena RTG snímkem, popřípadě CT. MR se uplatní v 5–10 % sportovních poranění u nejasných nebo negativních nálezů

na RTG snímcích při klinicky výrazných potížích. U akutních postižení je většinou vždy přítomen v postižené oblasti lehce detekovatelný edém kostní dřeně jako známka kontuze dřeně (viz obr. 8). Zahrnuje histologicky nejen edém, ale i krvácení a trabekulární mikrofraktury (obr. 21A, B). Kostní kontuze může být zapříčiněna přímým nebo nepřímým traumatem. Jde většinou o kontrakční nebo střížné trauma; ve všech případech je významná nehodová mechanika. U distrakčních poranění s kostním vytržením může edém úplně chybět, proto mohou některé kortikální abrupce uniknout.

U nepřímého traumatu může výskyt edému upozornit na další poškození. Například edém na dorzolaterální hraně tibie a anterolaterálním okraji laterálního kondylu femoru je nepřímou známkou kompletní ruptury předního zkříženého vazy.

Chronické kumulativní přetížení způsobuje opakovaná mikrotraumata rovněž s nálezem nespecifického edému kostní dřeně, který může obrátit pozornost na nenápadné kostní změny – např. stress fraktury, osteochondrosis dissecans apod. Příkladem tohoto druhu přetížení je poranění zvané v anglosaské literatuře shin splints (synonymum medial tibial stress syndrom, tibial periostitis), poranění s periostitidou a periostální avulzí mediálního odstupu svalové facie m. soleus a následnou stress frakturou vnitřní proximální tibie v důsledku zesílené pronace nohy. Tento druh poranění jsme



▲ Obr. 22A



▲ Obr. 22B

Obr. 22. A – PD TSE FS – medial tibial stress syndrom, edém m. soleus, edém kostní dřeně, deformace kompakty v prox. metadiáfýze tibie; B – RTG snímek – iniciální krajkovitá periostóza stress fraktury na zadní hraně

Fig. 22. A – PD TSE FS – medial tibial stress syndrome, soleal muscle edema, edema of the bone marrow, compacta deformations within tibial metadiaphysis; B – X-ray – initial lace-like periostoses of the stress fracture on the dorsal tibial face

zaznamenali u hokejisty, který kvůli jinému zranění náhradně intenzivně trénoval na rotopedu (obr. 22A, B).

Zároveň je třeba mít na paměti, že edém kostní dřene je nález nespecifický, takže se zde vyskytuje řada diferenciálních diagnóz (obr. 23). Stojí-li edém kostní dřene v popředí, neobejdeme se bez klinicko-anamnestických údajů.

Posttraumatické linie fraktur jsou prokazatelné jak v T1, tak T2 (viz obr. 8). Zvláště T2 s nebo bez potlačení tuku dovo-lují posoudit šíření lomové linie v kortikální kosti a chrupavce. Takové šíření lomových linií, i když radiologicky nejsou patrné, se má to hodnotit jako těžké poškození ve srovnání s kostní modřinou. MR je nejsenzitivnější metodou nepatr-ných kostních poškození, multislice CT pak metodou k zob-razení detailů fraktury.

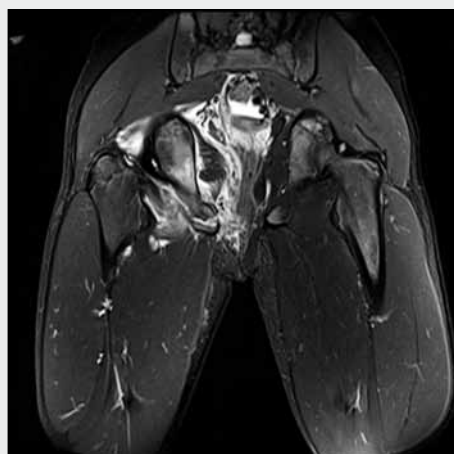
DIFERENCIÁLNÍ DIAGNÓZA

Současné možnosti zobrazovací diagnostiky zahrnují klasickou RTG skiografii, výpočetní tomografii (dále CT), ultra-sonografií a magnetickou rezonanci. První metodou volby po iniciálním klinickém vyšetření je zpravidla konvenční RTG snímek, který odhalí drtivou většinu zlomenin a vykloubení. Další informace může v kostní diagnostice přinést CT. Důležitou roli v diagnostice postižení měkkých tkání hraje sonografie. Její výhodou je bezrizikovost a nízké náklady. Dovoluje dobré posouzení extraartikulárních měkkých tkání, kloubních výpotků, svalových ruptur a kalcifikací a měla by být použita tam, kde není k dispozici magnetická rezonance. V zařízeních, kde je k dispozici přístroj MR, by měla být po základním RTG vyšetření použita magnetická rezonance, která v diagnostice poranění pohybového aparátu hraje MR rozhodující úlohu. Pro svůj vysoký kontrast měkkých tkání je nejlepší současnou metodou v diagnostice poranění svalů, šlach a chrupavek a některých lézí skeletu.

U poranění měkkých tkáních lze rozlišit charakter edému, stupeň poškození svalově-šlachové jednotky a doprovodné projevy jako hematomy, emfyzém měkkých tkání apod. (12). MR je nepřekonatelná v odhalení poškození vazů a šlach, dokáže posoudit jak akutní poškození, tak chronických traumat při přetížení a určit stupeň opotřebení šlach a kloubních chrupavek. Je spolehlivou metodou v posouzení poškození chrupavky jak kloubní, tak i menisků, jak akutních fissur, tak chronického poškození, a to již v relativně brzkém stadiu. Dokáže posoudit vztah a interakci jednotlivých struktur např. impigement syndromů, tendovaginitid, tunelových syndromů apod. Edém kostní dřene je velmi dobře detekovatelný v T2 sekvencích s potlačením tuku a STIR (short tau inversion recovery) sekvencích. Je nespecifickou známkou poškození kosti.

Při hodnocení MR nálezů je třeba vyvarovat se některých chyb a omylů. Patří sem artefakty na základě nehomogenity magnetického pole chemického posunu. Truncation artefakty nebo magic angle artefakty představují další MR specifické artefakty. Nehomogenita magnetu hraje většinou jen malou roli, může ale přicházet u vyšetření ramene, pokud není k dispozici dedikovaná cívka a rameno neleží centrálně a v sekvencích s potlačením tuku není suprese na okrajích FOV dokonalá.

Chemical-shift artefakty jsou podél frekvenčního načítání a jsou větší u přístrojů 3 T. Mohou předstírat léze chrupavky. Přídavná suprese tuku a otočení fáze mohou pomoci k diferenciaci mezi lézí a artefaktem. Truncation artefakty předsta-



▲ Obr. 23

Obr. 23. PD TSE FS – odlomení hrbolu kosti sedací, edém kostní dřene, parciální ruptury a natažení okolních svalů

Fig. 23. PD TSE FS – avulsion of the tuber ischii, bone marrow edema, overextension of the surrounding muscles

vují kruhové artefakty, které předstírají trhlinu menisku nebo změny chrupavky. Odlišují se od pravých lézí tím, že se šíří přes anatomické struktury. Mohou předstírat též trilamelární uspořádání chrupavky. U nových scannerů se vyskytují méně a nastávají prakticky jen u matrix menší než 256 × 256. Magic angle artefakty se manifestují falešně pozitivním zvýšením signálu v ligamentózních strukturách a i v jiných uspořádaných strukturách jako meniscích, šlachách a chrupavkách. Přichází v anatomických strukturách, které svírají oproti hlavnímu vektoru magnetického pole úhel asi 55 stupňů. Tento artefakt přichází při nízkých TE pod 37 ms a bývá diskutován u lézí křížových vazů, menisků a chrupavky. Tyto artefakty se nejčastěji vidí u zadního rohu zevního menisku. K omylům může docházet i při nedokonalé znalosti anatomie – např. záměnou meniskofemorálních ligamentů za trhlinu menisku. Správným provedením a zhodnocením MR vyšetření většinou odpadá nutnost diagnostické artroskopie a v případě potřeby je možné přistoupit rovnou k artroskopii terapeutické.

Vyšetření na 1,5 T přístrojích je velmi spolehlivé, přesto preferujeme vyšetření velkých kloubů na přístroji 3 T, které zkracuje vyšetřovací čas a má vyšší kontrastní rozlišení. Izotropní 3D řezy dovolují použít velmi tenké řezy a multiplanární rekonstrukce v libovolné ose, což dovo-luje posouzení vyšetřované struktury v optimální rovině. Diagnostika poranění pohybového aparátu u sportovního poranění vyžaduje nejen znalost MR obrazů jednotlivých traumat, ale i orientaci ve sportovní ortopedii a traumatologii, a je třeba mít i určitý přehled o světě sportu. Znalosti tréninkových metod, sportovní techniky, ale i pravidel soutěží a v neposlední řadě i účinků dopingů se mohou v posuzování nálezu MR vyšetření hodit. Závodní sportovci se v drtivé většině případů chtějí co nejdříve ke sportu vrátit a při vyšetření i léčbě většinou velmi dobře spolupracují.

LITERATURA

1. **Zoga AC, Kavanagh EC, Omar IM, Morrison WB, Koulouris G, Lopez H, Chaabra A, Domesek J, Meyers WC.** Athletic pubalgia and the „sports hernia“: MR imaging findings. *Radiology* 2008; 247(3): 797–807.
2. **Mengiardi B, Pfirrmann CW, Vienne P, Kundert HP, Rippstein PF, Zollinger H, Hodler J, Zanetti M.** Anterior tibial tendon abnormalities: MR imaging findings. *Radiology* 2005; 235(3): 977–984.
3. **Koulouris G, Connell D.** Imaging of hamstring injuries: therapeutic implications. *Eur Radiol* 2006; 16(7): 1478–1487. Epub 2006 Mar 3. Review.
4. **Oei EH, Nikken JJ, Ginai AZ, Krestin GP, Verhaar JA, van Vugt AB, Hunink MG.** Costs and effectiveness of a brief MRI examination of patients with acute knee injury. *Eur Radiol* 2009; 19(2): 409–418.
5. **Oei EH, Koster IM, Hensen JH, Boks SS, Wagemakers HP, Koes BW, Vroegindeweij D, Bierma-Zeinstra SM, Hunink MG.** MRI follow-up of conservatively treated meniscal knee lesions in general practice. *Eur Radiol* 2010; 20(5): 1242–1250.
6. **Savoie PY, Ravey JN, Dubois C, Barbier LP, Courvoisier A, Saragaglia D, Ferretti G.** Magnetic resonance diagnosis of posterior horn tears of the lateral meniscus using a thin axial plane: the zip sign--a preliminary study. *Eur Radiol* 2011; 21(1): 151–159.
7. **Delin C, Silvera S, Coste J, Thelen P, Lefevre N, Ehkirch FP, Le Couls V, Oudjit A, Radier C, Legmann P.** Reliability and diagnostic accuracy of qualitative evaluation of diffusion-weighted MRI combined with conventional MRI in differentiating between complete and partial anterior cruciate ligament tears. *Eur Radiol* 2012 (Epub ahead of print). PubMed PMID: 22903641.
8. **Rutten MJ, Spaargaren GJ, van Loon T, de Waal Malefijt MC, Kiemeney LA, Jager GJ.** Detection of rotator cuff tears: the value of MRI following ultrasound. *Eur Radiol* 2010; 20(2): 450–457.
9. **Herold T, Bachthaler M, Hamer OW, Hente R, Feuerbach S, Fellner C, Strotzer M, Lenhart M, Paetzel C.** Indirect MR arthrography of the shoulder: use of abduction and external rotation to detect full- and partial-thickness tears of the supraspinatus tendon. *Radiology* 2006; 240(1): 152–160.
10. **Saupe N, White LM, Bleakney R, Schweitzer ME, Recht MP, Jost B, Zanetti M.** Acute traumatic posterior shoulder dislocation: MR findings. *Radiology* 2008; 248(1): 185–193.
11. **Trattinig S, Domayer S, Welsch GW, Mosher T, Eckstein F.** MR imaging of cartilage and its repair in the knee – a review. *Eur Radiol* 2009; 19(7): 1582–1594. Epub 2009 Mar 13. Review.
12. **Hoffmann A, Mamisch N, Buck FM, Espinosa N, Pfirrmann CW, Zanetti M.** Oedema and fatty degeneration of the soleus and gastrocnemius muscles on MR images in patients with Achilles tendon abnormalities. *Eur Radiol* 2011; 21(9): 1996–2003.