

ZOBRAZOVÁNÍ SCAPHOLUNÁTNÍHO VAZU

IMAGING OF THE SCAPHOLUNATE LIGAMENT

přehledový článek

Alena Štouračová¹
Andrea Šprláková-Puková¹
Igor Čižmář²
Jana Procházková¹
Jiří Kucharský¹
Jan Novák³
Petr Vališ³

¹Radiologická klinika LF MU a FN, Brno

²Oddělení traumatologie FN, Olomouc

³Ortopedická klinika LF MU a FN, Brno

Přijato: 15. 2. 2016.

Korespondenční adresa:

MUDr. Alena Štouračová, PhD.
Radiologická klinika LF MU a FN
Jihlavská 20, 625 00 Brno-Bohunice
e-mail: astouracova@fnbrno.cz

Práce byla podpořena grantem IGA MZ ČR č. NT 14587-3 a MZ ČR – RVO (FN Br, 65269705).

Konflikt zájmů: žádný.

Hlavní stanovisko práce

Práce shrnuje možnosti zobrazovacích metod k ozřejmění lézí scapholunárního vazů.

SOUHRN

Štouračová A, Šprláková-Puková A, Čižmář I, Procházková J, Kucharský J, Novák J, Vališ P. Zobrazování scapholunárního vazů

Cílem sdělení je snaha shrnout současné možnosti zobrazení scapholunárního vazů a jeho patologií od metod snadno dostupných prakticky na všech radiologických pracovištích po zobrazení pomocí magnetické rezonance včetně charakteristiky vhodných typů sekvencí. Na příkladech z vlastního souboru pacientů demonstrují autoři patologie, s nimiž se setkáváme v běžné praxi.

Klíčová slova: scapholunární vaz, scapholunární disociace, zobrazovací metody.

Major statement

This work summarizes imaging methods possibilities to visualize scapholunate ligament lesions.

SUMMARY

Štouračová A, Šprláková-Puková A, Čižmář I, Procházková J, Kucharský J, Novák J, Vališ P. Imaging of the scapholunate ligament

The aim of this work is to summarize the current options to imaging scapholunate ligament and its pathologies of methods readily available on almost all radiology departments through magnetic resonance imaging, including characteristics of eligible sequences. Authors demonstrate pathology of the scapholunate ligament encountered in daily practice.

Key words: scapholunate ligament, scapholunate dissociation, imaging methods.

ÚVOD

Scapholunární vaz (SL) je interoseální vazem. Vedle vazů lunotriquetrálního je významným stabilizátorem proximální řady zápěstí. Anatomicky sestává ze tří částí: **porce palmární**, do které zabíhají vlákna Testutova vazů (lig. radioscapholunatum), jejíž vlákna probíhají šikmě, a **porce dorzální**, která je nejsilnější a jejíž vlákna probíhají příčně. Palmární část vazů je nejslabší a v průměru má šíři kolem 1 mm. Dorzální část vazů je nejdůležitější pro zachování vztahu mezi kostí člunkovou a poloměsíčitou, je oproti palmární silnější, v průměru dosahuje šíře 3 mm (1). Palmární a dorzální část mají histologicky charakter pravého vazů včetně doprovodných cév

a nervů. Střední část vazů je tvořena **fibroartilaginózní tkání** charakteru menisku (2).

Poškození scapholunárního vazů vede k chronickým bolestem a vývoji nestability zápěstí, je klinicky nejčastěji diagnostikovanou formou karpální nestability v klinické praxi, přičemž poškození vazů může vzniknout samostatně nebo jako první stupeň perilunární luxace (obr. 4), eventuálně jako součást komplexnějšího poranění distálního zápěstí (3). Pokud není poškození vazů včas odhaleno, může vyústit v artritické změny typu „scapholunate advanced collapse“ SLAC. Nestability zápěstí se dělí na dynamické a statické, další kla-



▲ Obr. 1A

▲ Obr. 1B

▲ Obr. 1C

Obr. 1. RTG zápěstí vpravo: A – v zadopřední; B, C – v boční projekci, normální nálezy
 Fig. 1. X-ray of the right wrist: A – posteroanterior; B, C – lateral projection, normal findings

sifikace odlišuje klinicky disociativní, nedisociativní a komplexní traumata zápěstí. Symptomatickou bývá častěji ruptura dorzální komponenty vazů (4).

Poškození vazů je často vedlejším nálezem při fraktuře distálního radiu, a to ve 20–30 % případů (5–7) a je nutné na něj při diagnostice zlomenin v této lokalitě pomyslet, stejně tak může být spojeno s frakturou vlastní kosti člunkové.

Akutní poranění vazů (do 3 týdnů od úrazu) mohou být klasifikována buď jako stabilní (u parciálního poškození vazů), nebo jako dynamická či statická u nestabilních poranění (při kompletních rupturách).

Chronická zranění (starší 6 týdnů) mohou být stabilní, nestabilní či fixovaná. Jsou spojena s řadou sekundárních změn včetně kapsulárních kontraktur, degenerativní artritidy, pankarpální artrózy či SLAC v případě neléčených scapholunárních disociací.

KLINICKÉ VYŠETŘENÍ

Scapholunární vaz leží ve scapholunárním intervalu, který se nachází cca 1–1,5 cm distálně od Listerova hrbolku, v místě, kde je hmatný mělký žlábek, tzv. „soft spot“. Při akutním poranění vazů bývá v tomto místě přítomný hematoma či otok, palpací zde bývá silně bolestivá. Bolestivost narůstá při maximální dorziflexi. Při chronických poškozeních scapholunárního vazů s rozvojem SLAC může být palpační bolestivost také v oblasti processus styloideus radii, případně celého radiokarpálního skloubení.

K vyšetření poškozeného scapholunárního vazů slouží stres test a Watsonův test. Při stres testu uchopí vyšetřující

mezi palec a ukazovák jedné ruky proximální část scaphoidea, druhou rukou lunatum a pohybem proti sobě se snaží vyvolat posun. Při poranění vazů je posun bolestivý. Při úplné ruptuře vazů bývá pozitivní Watsonův (scaphoid shift) test, při kterém vyšetřující stojí před vyšetřovaným tváří v tvář, umístí svůj palec (těže ruky, jako je strana vyšetřovaná) na tuberozitu scaphoidu a ostatní prsty ruky na dorzální plochu distálního radiu. Druhá ruka, držení za oblast metakarpů, provádí radiální a ulnární dukci. U nepoškozeného SL vazů je při ulnární dukci dlouhá osa scaphoidu rovnoběžná s dlouhou osou předloktí, při radiální dukci je téměř kolmá na osu předloktí. Pokud vyšetřující při poškozeném SL vazů tlačí palcem na tuberozitu scaphoidu, a tím mu brání zaujmout příčnou polohu, dochází při převodu z ulnární dukce a lehké extenze do radiální dukce a mírné flexe karpu k dislokaci scaphoidu z fossa scaphoidea radii dorzálně, což vyvolá bolestivost na dorzu karpu (ne pouze v místě tlaku palce) a pocit přeskočení. Při hyperlaxitě vazů je vhodné srovnat obě ruce vyšetřovaného, neboť test vyvolá přeskočení, ale není bolestivý.

ZOBRAZOVACÍ METODY

Cílem zobrazovacích metod je podat klinikovi dostatečnou informaci o anatomických poměrech v oblasti komplikovaného systému zápěstních kloubů, o kostních strukturách, chrupavkách, vazech, triangulo-fibroartilaginózním komplexu (TFCC), cévách a nervových strukturách a neposledně i probíhajících šlachách včetně možných tvarových variant a anomálií. Přesná diagnostika lézí struktur zápěstí, včetně odhalení degenerativních trhlin vazů či chrupavčitých struktur je důležitá pro vedení léčby.



▲ Obr. 2A

▲ Obr. 2B

Obr. 2. RTG zápěstí vlevo: A – v zadopřední projekci; B – stres projekce, která ukazuje rozšíření SL intervalu u pacientky s prokázanou parciální rupturou SL vazů

Fig. 2. X-ray of the left wrist: A – posteroanterior; B – stress projection that shows the extension of SL slit, in a patient with partial rupture of SL ligament

Skiografie

Základní zobrazovací metodou při diagnóze nestability zápěstí je prostý snímek. Provádí se klasická zadopřední projekce, u které se soustředíme v případě ozřejmění patologie scapholunárního vazů na vzdálenost mezi scaphoidem a lunátem (obr. 1A). Je-li tato větší než 4 mm, je léze vazů jistá, při vzdálenosti obou kostí na hranici 3 mm lze považovat lézi vazů za suspektní. Měření se v této lokalitě provádí v distální

části skloubení (obr. 1A), samozřejmě i změna postavení kůstek nám nepřímou ukazuje na patologii v této oblasti, za normu je brána vzdálenost scaphoidem a lunátem 2–3 mm. V boční projekci posuzujeme scapholunární úhel, norma se pohybuje v rozmezí 30–60° (obr. 1B), při jeho zvětšení nad 70° je obraz podezřelý a definitivně abnormitu v této lokalitě určí zvětšení úhlu nad 80° (viz obr. 3B) a úhel mezi os lunatum a capitatum (obr. 1C), jehož norma se pohybuje v rozmezí 0–30° (8).



▲ Obr. 3A

▲ Obr. 3B

Obr. 3. RTG zápěstí vpravo: A – v zadopřední; B – v boční projekci, s hraniční vzdáleností a zvětšeným SL úhlem u pacienta s parciální rupturou vazů

Fig. 3. X-ray of the right wrist: A – posteroanterior; B – lateral projection, pathologically increased SL angle, in patient with partial rupture of SL ligament

Tab. 1. Protokol MR vyšetření zápěstí nativně s dedikovanou zápěstní cívkou

Table 1. Protocol – Native MR examination with dedicated wrist coil

Sekvence	Rovina	TR (ms)	TE (ms)	Tloušťka řezu	Matrix	Flip angle
T1 TSE	sagitální	500	15	3	512	90
T1 TSE	koronární	650	22	2,5	640	90
PD TSE	koronární	3500	30	3	400	90
PD SPAIR	koronární	3400	25	2,5	640	90
T2 FFE	axiální	450	11,5	3	512	30
3D FFE WATS	axiální	26	9	1	640	30

Pokud obraz z prostých snímků není jednoznačný, doplňují se zvykle stresové snímky se zavřenou pěstí (obr. 2B) či snímky v dukci, zde pak záleží na zvyklostech pracoviště.

U hraničních hodnot s nejistými klinickými příznaky lze provést snímky obou rukou pro srovnání, zejména pro odlišení vrozené hyperlaxicity vazů (9).

Sonografie

Sonografie je snadno dostupná a levná metoda, která může být nápomocná při hodnocení patologií měkkých tkání zápěstí týkajících se abnormit šlach, vazů, ganglií, cév a nervů včetně syndromu karpálního tunelu či zánětlivých artopatií aj. (10, 11).

CT vyšetření

Zobrazení pomocí CT přístrojů je metodou volby u komunitivních fraktur v oblasti zápěstí, ovšem často přidružené léze vazů či chrupavek nebývají odhaleny. Zde může být nápomocna přímá CT arthrografie, která v dnešní době těží z nových multidetektorových přístrojů, jejichž submilimetrové izotropní zobrazení je užitečné zejména při zobrazení drobných struktur zápěstí a jejich případného poškození.

Lze ji považovat za alternativu přímé MR arthrografie (12–14) a stejně jako tato nahrazuje dříve užívanou arthrografii klasickou.

Pacienti stejně, jak je popsáno níže u přímé MR arthrografie, podstoupí aplikaci kontrastní látky intraartikulárně, v gantry jsou uloženi v poloze na břiše se vzpaženou horní končetinou s dlaní uloženou k podložce. Protokol vyšetření na přístroji Philips Briliance 64: tloušťka vrstvy 0,9 mm, inkrement 0,45, kolimace 20 × 0,625, pitch faktor 0,450, 120 kV a 225 mAs.

Zobrazení MR

Optimální metodou pro odhalení poranění měkkých tkání v oblasti zápěstí je obecně považována magnetická rezonance, a to zejména pro výbornou prostorovou rozlišovací schopnost a vysoký tkáňový kontrast. Zde se nabízí několik možností zobrazení:

1. **Zobrazení nativní** (obr. 5), které je pro pacienta méně náročnou variantou vyšetření, provádíme zejména u pacientů v indikacích revmatologických a onkologických. Nativní vyšetření je také doporučováno u okultních fraktur kosti člunkové (15). V identifikaci lézí scapholunárního vazů však, ač má vysokou specificitu, má nízkou senzitivitu – kolem 70 % (16). Protokol užívaný na našem pracovišti na přístroji Philips Achieva 1,5T (tab. 1).

Poškození scapholunárního vazů bývá dobře zobrazeno na T2 sekvencích s potlačením signálu tuku pod obrazem kompletního přerušení plynulosti vazů či jako oblast lineární hyperintenzity v částečném či celém průběhu vazů.



Obr. 4. RTG zápěstí vpravo: A – zadopřední; B – boční projekce, perilunární luxace, fraktura scaphoidu a abrupce styloidního výběžku ulny
Fig. 4. X-ray of the right wrist: A – posteroanterior; B – lateral projection, perilunate dislocation, scaphoid fracture, abruption of ulnar styloid

▲ Obr. 4A

▲ Obr. 4B

Tab. 2. **Protokol přímé MR arthrografie s dedikovanou zápěstní cívkou**Table 2. **Protocol – Direct MR arthrography**

Sekvence	Rovina	TR (ms)	TE (ms)	Tloušťka řezu	Matrix	Flip angle
T1 SPIR	koronární	650	22	2,5	640	90
T1 TSE	koronární	650	22	2,5	640	90
T1 TSE	sagittalní	500	15	3	512	90
PD a TSE	koronární	3500	50	3	400	90
3D WATS	axiální	20	7,7	0,8	480	50

U kompletních ruptur můžeme zachytit v oblasti vazů přítomnost synoviální tekutiny v místě komunikace mezi radiokarpálním a midkarpálním kloubem. Často přidružené distenze či roztržení vazů radiolunárního a radioscapophocapitárního bývají patrné v rovině sagittalní. V oblasti úponu scapholunárního vazů ke scaphoidu dochází častěji k avulznímu poškození, resp. fraktuře, než je tomu v oblasti pevného úponu k lunátu (17, 18).

2. **Vyšetření přímou MR arthrografií** je považováno za zlatý standard vyšetření scapholunárního vazů. Směs kontrastní látky (20 ml fyziologického roztoku + 0,1 ml Acidum Gadotericum 0,5 mmol/ml) bývá aplikována intraartikulárně dle zvyklostí pracovišť, buď jen do kloubu radiokarpálního anebo též do oblasti kloubů midkarpálního a distálního radiolunárního. Tím je zajištěno jasné ohraničení jemných struktur vazů eventuálně se zobrazí patologická komunikace mezi kloubem radiokarpálním a midkarpálním, a to nejen v případě podezření na lézi vazů scapholunárního, ale i jiných, zejména vazů lunotriquetrálního či abnormální komunikace s kloubem distálním radiolunárním.

Na našem pracovišti provádíme aplikaci směsi kontrastní látky jen monoartikulárně do kloubu radiokarpálního. Pacient během aplikace sedí s předloktím volně položeným na podložce s dlaní uloženou směrem dolů, mezi šlachy

m. extensor indicis a m. extensor pollicis longus v úrovni kloubní štěrbiny aplikujeme přibližně 2 ml směsi kontrastní látky (19). Během vlastního vyšetření je pacient uložen s končetinou podél těla. Naloženou má dedikovanou zápěstní cívkou. Protokol uvádí tabulka 2.

3. Poslední metodou nabízenou MR na našem pracovišti je **nativní zobrazení s pomocí mikroskopické cívky**. K dosažení vysoké kvality zobrazení je v tomto případě však nutné používat menší velikost oblasti zájmu, tzv. field of view, než při vyšetření zápěstní cívkou. Vyšetření je tedy třeba zacílit na část zápěstí se zvažovanou patologií.

Pacienti leží během vyšetření s končetinou podél těla stejně jako u předchozích variant, naloženu mají mikroskopickou cívkou. Protokol uvádí tabulka 3.

Vyšetření ve vysokém rozlišení s malým voxellem dnes nabízí i pracoviště na přístrojích s vyšší silou magnetického pole (3T).

PATOLOGIE VAZU

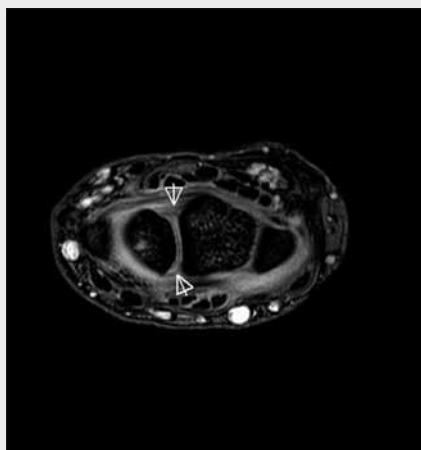
Z hlediska radiologa lze velmi snadno a účelně využít klinické klasifikace lézí vazů užívaných při arthroscopii. Na našem pracovišti používáme modifikovanou klasifikaci dle Geissle-

Tab. 3. **Protokol MR nativního vyšetření s mikrocívkou**Table 3. **Protocol – native MR examination with a microscopy coil**

Sekvence	Rovina	TR (ms)	TE (ms)	Tloušťka řezu	Matrix	Flip angle
3D SPIR FFE	koronární	44	12	0,75	512	25
3D mFFE WATS	axiální	27	9,2/5,1	0,5	640	30
PD SPAIR	sagittalní	2522	25	2	512	90
T1 TSE	koronární	481	22	1,5	256	90



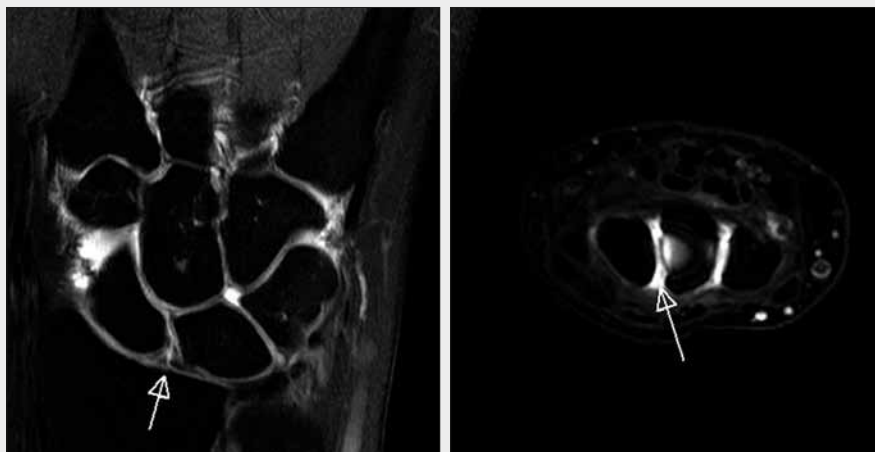
▲ Obr. 5A



▲ Obr. 5B

Obr. 5. **Nativní MR zápěstí:** A – koronární rovina PD SPAIR sekvence; B – axiální rovina T2 FFE sekvence u pacienta s avaskulární nekrózou scaphoidea, šipkami označen nepoškozený SL vaz

Fig. 5. **Native MRI of the wrist with dedicated wrist coil:** A – coronal plane PD SPAIR sequence; B – axial plane T2 FFE sequence in patients with avascular necrosis of the scaphoid, arrows labeled intact SL ligament



▲ Obr. 6A

▲ Obr. 6B

Obr. 6. **Přímá MR arthrografie:** A – koronární rovina T1 TSE SPIR sekvence v koronární rovině; B – 3D WATS sekvence v transverzální rovině, šipkami označen parciálně poškozený SL vaz
 Fig. 6. **Direct MR arthrography:** A – T1 TSE SPIR sequence on coronal plane; B – WATS 3D sequence on transverse plane, arrows show partial rupture of SL ligament

ra. Přičemž jako I. stupeň můžeme označit vazy nepoškozené, vazy distendované ovšem bez známek ruptury II. stupněm, III. stupněm pak vazy poškozené parciálně, přičemž s výhodou je označení místa poškození volárně, dorzálně. Stupeň IV skrývá kompletně přerušeny vaz.

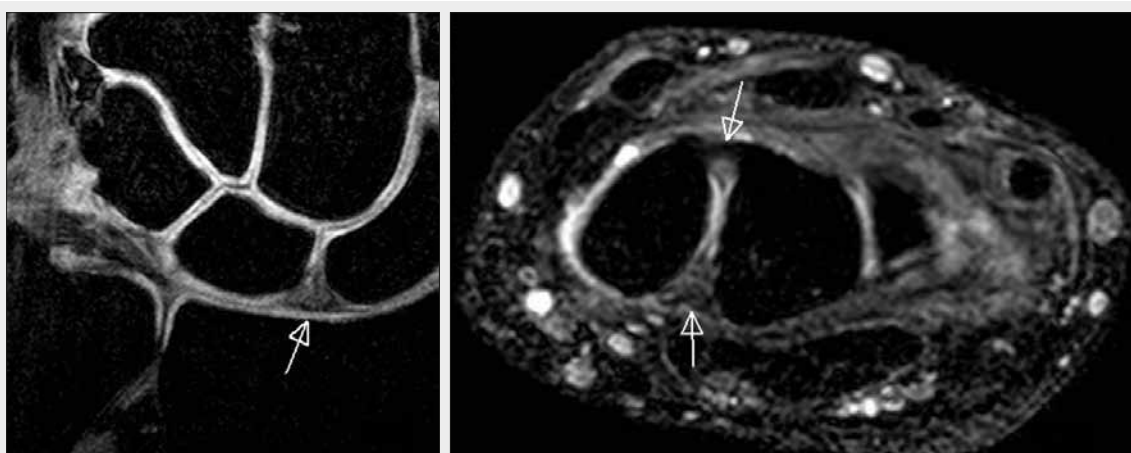
Scapholunární disociace je prezentovaná:

- zvětšením vzdálenosti mezi scaphoidem a lunátem nad 3 mm (v anglosaské literatuře popisována jako znamení Terryho Thomase, eventuálně Davida Lettermana)
- zvětšením lunátokapitátního úhlu nad 30° a scapholunárního úhlu nad 70°
- linií vysokého signálu v místě ruptury na nativním MR v T2 sekvencích s potlačení signálu tuku
- při kompletní lézi vazy tekutinou naplněnou šterbinou mezi scaphoidem a lunátem či průkaz komunikace mezi radiokarpálním a midkarpálním kloubem na nativním MR
- průkazem patologické komunikace mezi kompartmenty při přímé arthrografii

- přítomností přidružené synovitidy volárních radiokarpálních vazů
- degenerativní perforací v membranózní části scapholunárního vazů s neporušenou palmární a dorzální porcí scapholunárního vazů
- přítomností přidružených ganglií při patologii dorzální či dorzální a membranózní porce scapholunárního vazů

DISKUSE

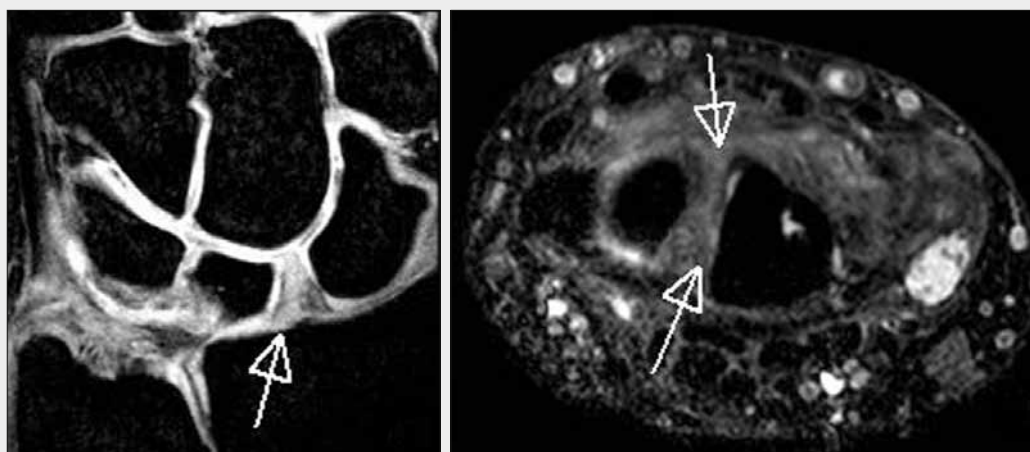
V případech klinického podezření na lézi scapholunárního vazů se zvykem postupuje od nejdostupnějších a nejjednodušších zobrazovacích metod k těm méně dostupným. V první linii odliší velké procento patologií již prostý snímek, a to v zadopřední a boční projekci, či doplňující projekce dukčních či stresových snímků. V případě, že i tyto nepřinášejí dostatečnou informaci o stavu scapholunárního vazů, přichází alespoň na našem pracovišti na řadu zobrazení MR.



▲ Obr. 7A

▲ Obr. 7B

Obr. 7. **Nativní vyšetření s mikrocívkou:** A – koronární rovina 3D SPIR sekvence; B – 3D mFFE WATS v transverzální rovině, šipkami označen nepoškozený SL vaz
 Fig. 7. **Non-contrast MR examination in high resolution with microscopy coil:** A – 3D SPIR sequence on coronal plane; B – 3D mFFE WATS on axial plane – the arrow marks undamaged SL ligament



▲ Obr. 8A

▲ Obr. 8B

Obr. 8. Nativní MR vyšetření s mikrocívkou: A – koronární rovina 3D SPIR sekvence; B – 3D mFFE WATS v transverzální rovině, šipkami označena ruptura vazy
 Fig. 8. Non-contrast MR examination in high resolution with microscopy coil: A – 3D SPIR sequence on coronal plane; B – 3D mFFE WATS on axial plane – the arrow marks SL ligament tear

Vzhledem k nízké senzitivě nativního vyšetření magnetickou rezonancí na 1–1,5T přístrojích, dle dostupné literatury 37–70% (16) se v dnešní době považuje za optimální zobrazovací metodu přímá MR arthrografie, eventuálně na některých pracovištích přímá CT arthrografie.

Přímá arthrografie dokáže prokázat nejen patologickou komunikaci mezi jednotlivými klouby, ale i přímo jednotlivé struktury vazů zobrazit. Výhodou přímé arthrografie je fakt, že v případě poškození vazů dochází k proniknutí kontrastní látky do midkarpálního kloubu a toto poškození je lépe detekovatelné než na nativním MR vyšetření. Na našem pracovišti je aplikována kontrastní látka pouze do kloubu radiokarpálního, což považujeme za dostačující k prokázání patologické komunikace s kloubem midkarpálním, i když lze namítnout, že aplikace kontrastní látky jen do jednoho kloubu může vést (v malém procentu případů) k falešně pozitivním nálezům. Ačkoliv většina prací ukazuje, že optimální je aplikace kontrastní látky nejen do kloubu radiokarpálního, ale i midkarpálního a distálního radioulnárního (12–14), má podání kontrastní látky pouze do radiokarpálního kloubu nesporné výhody. Aplikace se provádí bez skiaskopické kontroly, a tedy bez radiační zátěže pacienta, lze ji provést i u pacientů alergických na jodovou kontrastní látku (20).

Mnoho zahraničních pracovišť provádí přímou CT arthrografii s výbornými výsledky, ovšem zde si myslíme, že jde jen o záležitost historických zvyklostí a možností pracovišť, zvláště s ohledem na dostupnost dedikované cívky při MR zobrazování, která má zásadní vliv na kvalitu vyšetření.

Výhodou nativního vyšetření ve vysokém rozlišení s pomocí mikroskopické cívky (na našem pracovišti na 1,5T přístroji) nebo na 3T přístrojích je detailní zobrazení vazivových struktur a okolí, zejména pak chrupavčité vrstvy jednotlivých kůstek, struktury kostní dřevě, jemné struktury vazů či cév a nervových struktur. Další výhodou tohoto zobrazování je

neinvazivita výkonu. Díky tomu je vhodná i pro pacienty, kteří špatně tolerují injekční vstup, dále v případech, kdy je přímá arthrografie kontraindikována, jako je suspektní či prokázaná infekční artritida a infekce v místě vpichu.

Problematickými zůstávají i jizevnaté změny, které mnohdy při nativním vyšetření nejsou odlišitelné od jiných změn vazů, jako je jeho parciální ruptura či jen rozvláknění vazů při distenzi. Při nativním MR zobrazování není optimální ani přehlednost střední porce vazů. Tuto lze snáze hodnotit při přímé arthrografii, ačkoliv i zde je její zobrazení problematické, vzhledem k její velikosti, uložení a tvarovým variétám.

Při vyšetřování kloubů MR obecně zvyšuje výtěžnost vyšetření použití 3D sekvencí (21). Tyto sekvence umožňují zobrazení kontinuálních tenkých řezů a snižují efekt průměrování signálu (partial volume averaging). Navíc tyto sekvence s izotropním rozlišením umožňují vysoce kvalitní multiplanární přeformátování získaných obrazů, čímž se eliminuje opakování sekvence v jiné rovině, čehož lze využít při detekci patologických změn, resp. snáze detekovat případnou trhlinu (22).

MR obecně není schopná odlišit nestability v zápěstí statické a dynamické. Taktéž odlišení akutních a chronických změn nebývá vždy jednoznačné, zde má hlavní slovo klinický nález a samozřejmě anamnéza.

ZÁVĚR

Poškození scapholunárního vazů patří mezi ne vždy včasné diagnostikované patologie a je nutné na ně pomýšlet, neboť většina patologií je odhalitelná již prostým skiografickým vyšetřením. V případě, že i tato nepřináší dostatečnou informaci o stavu scapholunárního vazů, přichází alespoň na našem pracovišti na řadu zobrazení magnetickou rezonancí.

LITERATURA

1. **Bateni CP, Barlotta RJ, Richardson ML, et al.** Imaging key wrist ligaments: what the surgeon needs the radiologist to know. *AJR* 2013; 200: 1089–1095.
2. **Berger RA.** The ligaments of the wrist a current overview of anatomy with considerations of their potential functions. *Hand Clinics* 1997; 13(1): 63–82.
3. **Ira D, Čížmář I, Krtička M, Dráč P, Borlíček Z, Mašek M.** Časná sutura versus ligamentoplastika léze skafolunárního vazů – srovnání klinických výsledků. *Acta Chir orthop Traum čech* 2011; 78: 149–155.
4. **Stoller DW, Li AE, Lichtman DM, Brody GA.** The wrist and hand, In *Magnetic resonance imaging in orthopaedics and sports medicine*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins 2007; 1627–1846.
5. **Pilný J, Kubeš J, Hoza P, Mechl M, Višňa P.** Skafolunární nestabilita zápěstí po zlomeninách distálního radia. *Acta Chir orthop Traum čech* 2007; 74: 55–58.
6. **Richards RS, Bennett JD, Roth JH, Milne K Jr.** Arthroscopic diagnosis of intra-articular soft tissue injuries associated with distal radial fractures. *J Hand Surg Am* 1997; 22(5): 772–776.
7. **Tang JB.** Carpal instability associated with fracture of the distal radius. Incidence, influencing factors and pathomechanics. *Chinese Medical Journal* 1992; 105(9): 758–765.
8. **Metz VM, Fuchsjaeger M, Metz-Schimmerl SM.** Radiography of the Wrist and Hand. In: *Guglielmi G, van Kuijk C, Genant HK, editors. Fundamentals of Hand and Wrist Imaging*. Berlin, Heidelberg: Springer 2001; 1–26.
9. **Višňa P.** Vyšetření zápěstí. In *Pilný J, Čížmář I (eds.) Chirurgie zápěstí*. Praha: Galén 2006; 45–56.
10. **Taljanovic MS, Goldberg MR, Sheppard JE, Rogers LF.** US of the intrinsic and extrinsic wrist ligaments and triangular fibrocartilage complex – normal anatomy and imaging technique. *Radiographics* 2011; 10.1148/rg.e44
11. **Syed MA, Raj V, Jayapalan K.** Current role of multidetector computed tomography in imaging of wrist injuries. *Curr Probl Diagn Radiol* 2013; 42(1): 13–25.
12. **Moser T, Dosch JC, Buy X, Gangi A, Dietemann JL.** Multidetector CT arthrography of the wrist joint: how to do it. *Radiographics* 2008; 28(3): 787–800.
13. **Moser T, Khoury V, Harris PG, Bureau NJ, Cardinal E, Dosch JC.** MDCT arthrography or MR arthrography for imaging the wrist joint? *Semin Musculoskelet Radiol* 2009; 13(1): 39–54.
14. **Cerezal L, de Dios Berná-Mestre J, Canga A, Llopis E, Rolon A, Martín-Oliva X, et al.** MR and CT arthrography of the wrist. *Semin Musculoskelet Radiol* 2012; 16(1): 27–41.
15. **Brydie A, Raby N.** Early MRI in the management of clinical scaphoid fracture. *The British J of Radiology* 2003; 76(905): 296–300.
16. **Spaans A, van Minnen P, Prins HJ, Korteweg MA, Schuurman AH.** The value of 3.0-Tesla MRI in diagnosing scapholunate ligament injury. *J Wrist Surg* 2013; 2(1): 69–72.
17. **Linkous MD, Pierce SD.** Scapholunate ligamentous communicating defects in symptomatic and asymptomatic wrists: characteristics. *Radiology* 2000; 216(3): 846–850.
18. **Weiss KL, Bertran J.** High field mr surface coil imaging of the hand and wrist, part I. *Radiology* 1986; 160: 143–146.
19. **Šprláková-Puková A, Mechl M, Keřkovský M, Uher T.** Přímá MR arthrografie. *Ces Radiol* 2007; 61(1): 54–62.
20. **Beaulieu CF, Ladd AL.** MR arthrography of the wrist: scanning-room injection of the radiocarpal joint based on clinical landmarks. *American Journal of Roentgenology*. 1998; 170(3): 606–608.
21. **Kijowski R, Gold GE.** Routine 3D magnetic resonance imaging of joints. *J Magn Reson Imaging* 2011; 33(4): 758–771.
22. **Robinson G, Chung T, Finlay K, Friedman L.** Axial oblique MR imaging of the intrinsic ligaments of the wrist: initial experience. *Skeletal Radiol* 2006; 35: 765–773.