

# MR vyšetření skafolunárního vazů ve vysokém rozlišení s použitím mikroskopické cívky: srovnání s přímou MR artrografií a artroskopickými nálezy

## High-Resolution MR Examination of the Scapholunate Ligament using a Microscopic Coil: Comparison with Direct MR Arthrography and Arthroscopy Findings

A.ŠTOURAČOVÁ<sup>1</sup>, A. ŠPRLÁKOVÁ-PUKOVÁ<sup>1</sup>, I. ČIŽMÁŘ<sup>2</sup>, J. PROCHÁZKOVÁ<sup>1</sup>, E. JANOUŠOVÁ<sup>3</sup>, P. VALIŠ<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Radiologická klinika, Fakultní nemocnice Brno, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno,

<sup>2</sup> Traumatologické oddělení, Fakultní nemocnice Olomouc

<sup>3</sup> Institut biostatistiky a analýz, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

<sup>4</sup> Ortopedická klinika, Fakultní nemocnice Brno, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

### ABSTRACT

#### PURPOSE OF THE STUDY

Scapholunate dissociation is a clinically most frequently diagnosed form of carpal instability. The aim of this study was to compare high resolution MRI using a microscopic coil with direct MRI arthrography in patients with suspected scapholunate ligament lesions and compare the results with arthroscopy findings and Geissler's arthroscopy classification.

#### MATERIAL AND METHODS

A prospective study was carried out in 47 patients (average age, 30.7 years) with clinical symptoms of wrist instability from 2013 to 2014. The patients were examined with the MR device Philips Achieva 1.5T using a microscopic coil and subsequently by direct MR arthrography. The results of examination were evaluated independently by two groups of physicians using a modified arthroscopic classification. The results were verified arthroscopically. For evaluation, an adjusted Geissler's classification was used. The study was approved by the Multicentre Ethics Committee of the Faculty of Medicine in Brno and informed consent was obtained from each patient.

#### RESULTS

A total of The MRI examination was evaluated and included in the study in 44 patients (three were excluded for the presence of motion artefacts). Only 20 patients underwent arthroscopy. Examination with a microscopic coil correctly classified 14 of them; an accuracy of 70 % (95 % CI: 45.7 % - 88.1 %) and  $p = 0.021$ . Direct MR arthrography correctly classified 16 of 20 injured ligaments, i.e., an accuracy of 80 % (95 % CI: 56.3 % - 94.3 %) and  $p = 0.002$ .

#### DISCUSSION

Currently, the diagnosis of pathological changes in the wrist is made by routine MRI especially when there is the possibility of using sequences with high spatial resolution. Even though we achieved poorer results by native examination using these techniques, when they were compared with the results of direct MR arthrography, they were still better than those reported in the recent literature.

#### CONCLUSION

The optimal method for an examination algorithm of scapholunate ligament lesions is direct MR arthrography. In our study correct findings of direct MR arthrography using Geissler's classification were shown in 80 % of the patients.

**Key words:** scapholunate ligament, scapholunate ligament lesion, direct MR arthrography, microscopic coil, Geissler's classification.

## ÚVOD

Skafolunárního disociace, přesněji řečeno, poškození skafolunárního vazů, je klinicky nejčastěji diagnostikovanou formou karpální nestability v klinické praxi. Poškození vazů vede k chronickým bolestem a může mít za následek nestabilitu zápěstí (18). Pokud není poškození vazů včas odhaleno, může vyústit v artrotické změny typu „scapholunate advanced collapse“ SLAC (9, 19). Poškození vazů je často spojeno s frakturou distálního radia, a to až ve 20 až 30 % případů (15, 16), a je nutno na něj při zlomeninách v této lokalitě pomyšlet.

Skafolunární vaz je mezikostním vazem. Kromě lunotriquetrálního vazů je důležitým stabilizátorem proximální řady zápěstí. Anatomicky se skládá ze tří částí: palmární části, s vlákny Testutova vazů (lig. radioscapholunatum), jejíž vlákna probíhají šikmě, a porce dorzální, která je nejsilnější a jejíž vlákna probíhají příčně. Histologicky, palmární a dorzální část vazů mají charakter pravého vazů, včetně doprovodných cév a nervů. Centrální část vazů je tvořena fibroartilaginózní tkání podobné menisku (1, 3).

Magnetická rezonance je v současné době přijímána jako nejlepší zobrazovací metoda pro detekci poranění měkkých tkání v oblasti zápěstí, zejména díky své výjimečné prostorové rozlišovací schopnosti. Existuje několik možností zobrazování.

Nekontrastní MR zobrazování na 1T nebo 1,5T přístrojích, která používají povrchové nebo dedikované cívky, má při detekci lézí skafolunárního vazů vysokou specifitu, ovšem nízkou senzitivitu dle dostupné literatury v rozmezí 37–70 % (10, 18). Nativní MRI však přináší cenné informace u pacientů s podezřením na okultní zlomeninu skafoidu při negativním skiagrafickým vyšetření (5).

Přímá MR artrografie je považována za ideální zobrazovací metodu se senzitivitou a specificitou > 90 % (12). Směs kontrastní látky je aplikována intraartikulárně, a to buď jen do radiokarpálního kloubu, nebo i do kloubu midkarpálního a distálního radioulnárního. Tak je zajištěno jasné ohraničení jemných struktur vazů případně se zobrazí patologická komunikace mezi kloubem radiokarpálním a midkarpálním, a to nejen při podezření na lézi vazů skafolunárního ale i jiných, zejm. vazů lunotriquetrálního či abnormální komunikace s kloubem distálním radioulnárním, která je známkou poškození triangulofibroartilaginózního komplexu (TFCC), (2, 6, 13, 21, 22).

Další metodou magnetické rezonance je vyšetření ve vysokém rozlišení, v našem případě s použitím mikroskopické cívky. Vyšetření je nativní, cíleno na předpokládanou patologii při malém field of view (FOV). To umožňuje detailní zobrazení drobných struktur zápěstí, jednotlivých vazů a kloubní chrupavky.

Další možností, jak dosáhnout detailního zobrazení struktur zápěstí, je vyšetření na přístroji o síle pole 3 T s použitím dedikované cívky (20).

Předmětem této studie bylo porovnat nativní vyšetření ve vysokém rozlišení s mikroskopickou cívkou a přímou MR artrografii u pacientů s podezřením na lézi skafo-

unárního vazů při použití modifikované Geisslerovy klasifikace (8). Nálezy byly korelovány s artroskopií jakožto metodou „zlatého standardu“.

Cílem bylo zjistit, která z těchto dvou vyšetřovacích metod lépe koreluje s artroskopickými nálezy, a je tedy vhodnějším diagnostickým nástrojem pro klinika.

Jako primární hypotézu bylo stanoveno, že použité zobrazovací metody by měly přinést srovnatelné výsledky s artroskopií při použití Geisslerovy klasifikace.

## MATERIÁL A METODIKA

Tato prospektivní studie byla schválena Etickou komisí pro multicentrické studie Fakultní nemocnice Brno. Studijní období bylo v letech 2013 a 2014. Podepsaný informovaný souhlas se zařazením do studie byl vyžadován od všech zařazených pacientů.

Bylo zařazeno 47 pacientů (průměrný věk 30,7 roků, v rozpětí 21–43 let) s klinickými příznaky léze skafolunárního vazů či s podezřením na lézi vazů z prostých rentgenových snímků. Pacienti byli vyšetřeni traumatologem či ortopedem, přičemž za suspektní byly považovány příznaky jako je bolest v lokalitě vazů a pozitivní Watsonův (scaphoid shift) test. Následně byli pacienti vyšetřeni skiagraficky, a to v zadopřední a boční projekci. Doplněny byly i stresové projekce. Za suspektní jsme považovali, pokud došlo k rozšíření skafolunární vzdálenosti nad 3 mm nebo jejímu rozšíření ve stresových projekcích a pokud byl skafolunární úhel větší než 70°.

Do studie nebyli vyřazeni pacienti se známou kontrindikací k MR vyšetření a pacienti se známou alergií na kontrastní látku. Nezaznamenali jsme žádné pacienty s anamnézou předchozího poranění zápěstí.

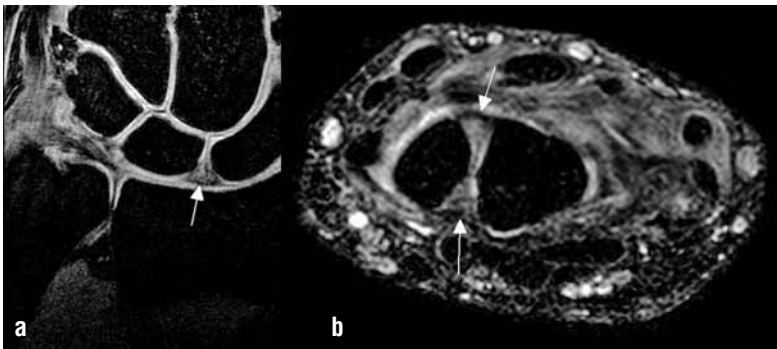
MR vyšetření bylo provedeno u všech 47 pacientů (25 mužů (53 %) a 22 žen (47 %)).

Tři vyšetření byla vyloučena ze závěrečného hodnocení pro přítomnost pohybových artefaktů, ve dvou případech při použití obou metod. V jednom případě to bylo pro pohybové artefakty pouze při vyšetření s mikroskopickou cívkou.

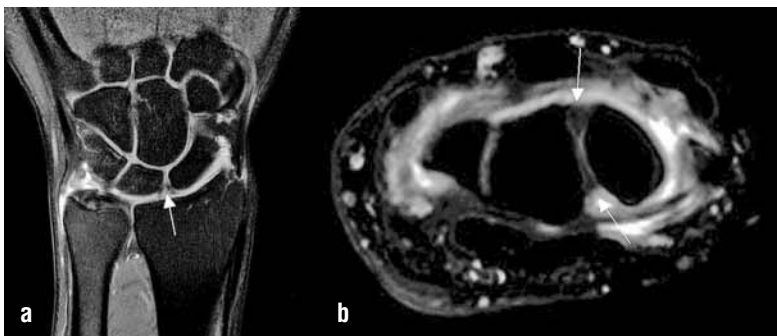
Pacienti byli vyšetřeni MR přístrojem Philips Achieva se silou magnetického pole 1,5 Tesla za použití mikroskopické cívky (microscopy coil 47). Vyšetření bylo provedeno nativně, bez aplikace kontrastní látky. Pacient byl vyšetřen s horní končetinou podél těla s dlaní v pronáční poloze. Vyšetření bylo provedeno v koronálních řezech T1 TSE a 3D SPIR sekvencemi, v sagitální rovi-

Tab. 1. Protokoly vyšetření

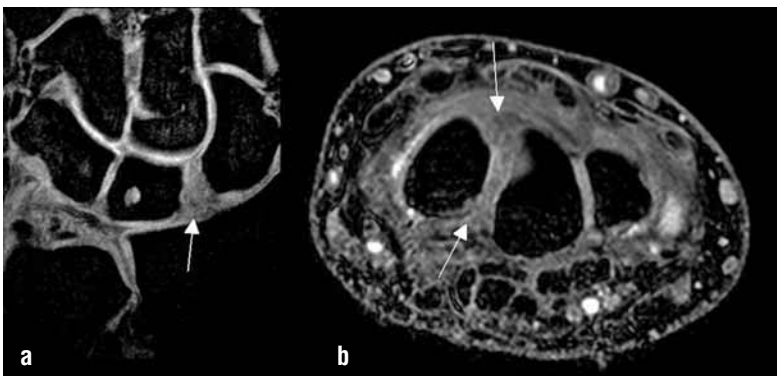
	Sekvence	Rovina	FOV (mm)	TR (ms)	TE (ms)	Flip angle
Vyšetření s mikroskopickou cívkou	3D SPIR	koronální	60	44	12	25
	T1 TSE	koronální	60	479	22	
	3D mFFE WATS	axiální	100	26	9,2	30
	PD SPAIR	sagitální	80	2522	25	
Přímá MR artrografie	T1 TSE SPIR	koronální	100	650	22	
	T1 TSE	koronální	100	650	22	
	PD TSE	koronální	100	3500	30	
	3D WATS	axiální	110	20	7,7	50
	T1 TSE	sagitální	120	500	15	



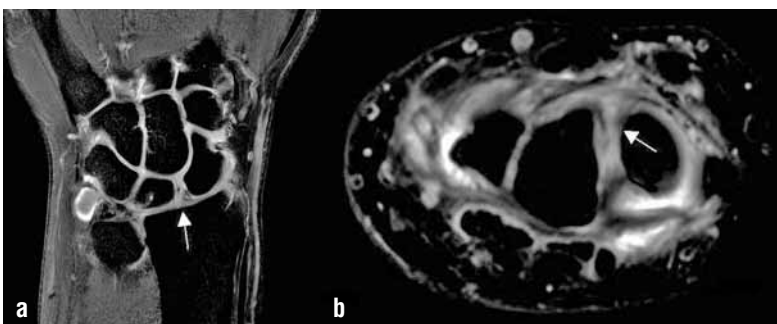
Obr. 1. Nativní vyšetření ve vysokém rozlišení: a – 3D SPIR sekvence v koronální rovině, b – 3D mFFE WATS sekvence v rovině transversální – šipkami označen nepoškozený vaz.



Obr. 2. Přímá MR arthrografie u téhož pacienta: a – T1 TSE SPIR sekvence v koronální rovině, b – 3D WATS sekvence v transversální rovině – šipkami označen intaktní skafolunární vaz.



Obr. 3. Nativní vyšetření ve vysokém rozlišení: a – 3D SPIR sekvence v koronální rovině, b – 3D mFFE WATS sekvence v rovině transversální – šipkami označena lokalita kompletně poškozeného vazu.



Obr. 4. Přímá MR arthrografie u téhož pacienta: a – T1 TSE SPIR sekvence v koronální rovině, b – 3D WATS sekvence v transversální rovině – šipkami označen přerušný skafolunární vaz.

ně PD SPAIR a v transversálních řezech mFFE WATS sekvencí (tabulka 1).

Pacienti byli následně vyšetřeni přímou MR arthrografií. Před vyšetřením byla pacientům za aseptických kautel aplikována směs kontrastní látky (v množství 2 ml; 0,1 ml acidum gadotericum 0,5 mmol/l ve 20 ml fyziologického roztoku) do radiokarpálního skloubení. Punkce byla provedena v úrovni kloubní štěrbině mezi šlachami *m. extensor pollicis longus* a *m. extensor indicis* (21). Látka byla podávána bez ověření polohy jehly zobrazovací metodou. Všichni pacienti byli vyšetřováni v totožné pozici s horní končetinou podél těla, s pomocí dedikované zápěstní cívky (wrist coil 8). Vyšetření bylo provedeno v sagitální rovině T1 TSE sekvencí, koronálně T1 TSE, T1 TSE SPIR a PD sekvencemi a transversálně 3D WATSf sekvencí (tabulka 1).

Vyšetření bylo vyhodnoceno nezávisle dvěma skupinami lékařů zabývajících se především muskuloskeletální radiologií (se specializovanou způsobilostí, s minimálně 7 lety praxe), výsledky byly statisticky zpracovány.

Pro vyhodnocení byla použita upravená Geisslerova klasifikace, která popisuje stupně poškození vazu při artroskopických intervencích (8). Byla použita čtyřstupňová klasifikační stupnice. Stupeň I znamenal nepoškozený skafolunární vaz (obr. 1 a 2), stupeň II popisuje změny v signálu vazu, ale bez jasně poškození vazu, stupeň III znamenal částečné natržení vazu s lokalizovatelným poškozením ve volární a/nebo dorzální porci skafolunárního vazu, stupeň IV odpovídal kompletnímu roztržení vazu (obr. 3 a 4).

Artroskopické vyšetření bylo vyhodnoceno kvalifikovaným a zkušeným traumatologem či ortopedem zabývajícím se chirurgií ruky. K vyhodnocení byla použita Geisslerova klasifikace. Pouze 20 pacientů podstoupilo artroskopii.

Při statistickém zpracování byly pro sumarizaci shody klasifikace vyšetření jednotlivými zobrazovacími metodami a jejich srovnání s operačním nálezem použity kontingenční tabulky. Pro hodnocení statistické významnosti vztahu v kontingenční tabulce byl použit Fisherův exaktní test, pro hodnocení síly asociace byl vypočten Cohenův koeficient kappa a Cramérovo V. Pro srovnání metod s operačním nálezem byla dále vypočtena celková správnost včetně intervalů spolehlivosti (IS) a rovněž senzitivita, specifita, negativní a pozitivní prediktivní hodnoty. Zpracování bylo provedeno v softwaru IBM SPSS Statistics verze 21 a softwaru R verze 3.1.0.



## VÝSLEDKY

Ze srovnání artroskopických nálezů s nativním vyšetřením s mikrocívkou (tab. 2) vyplývá, že při vyšetření nebyl odhalen jeden případ bez ruptury, avšak správně byly identifikovány 3 z 5 poškození vazů 2. stupně (60 %), 7 z 9 (77,8 %) parciálních ruptur a 4 z 5 (80 %) kompletních ruptur. Celkem bylo při použití mikrocívky správně klasifikováno 14 případů ze 20, tzn. správnost je 70 % (95 % IS: 45,7–88,1 %),  $p = 0,021$ . Senzitivita, specifická, pozitivní i negativní prediktivní hodnoty pro jednotlivé stavy jsou sumarizovány v tabulce 3.

Přímá MR artrografie při srovnání s artroskopickými nálezy objevila jeden případ bez ruptury, správně identifikovala 3 z 5 poškození vazů II. stupně (60 %), 8 z 9 (88,9 %) částečných ruptur a 5 (100 %) kompletních ruptur. MR artrografie správně klasifikovala 16 z 20 nálezů s přesností 80 % (95 % CI: 56,3–94,3 %),  $p = 0,002$ . Pokud tyto výsledky porovnáme s přesností získanou vyšetřením s použitím mikroskopické cívky, je zřejmé, že tato metoda, která správně klasifikovala 14 z 20 případů, byla pouze o něco horší ve srovnání s přímou MRI artrografií. Senzitivita, specifická, pozitivní a negativní prediktivní hodnota pro každý stav jsou sumarizovány v tabulce 5.

V průběhu vyšetření byly diagnostikovány také jiné patologie, a to u 27 pacientů, nejčastěji poškození TFCC ve 14 případech (32 %), léze lunotriquetrálního vazů v 6 případech (13 %), ganglia v 7 případech (16 %). U dvou pacientů byla popsána fraktura skafoidu.

## DISKUSE

Dle našich znalostí dostupné literatury se jedná o první přímé porovnání dvou způsobů zobrazení magnetickou rezonancí popisujících možné poškození skafolunárního vazů s pomocí Geisslerovy klasifikace a artroskopickou verifikací.

Tab. 2. Srovnání vyšetření s mikroskopickou cívkou s artroskopickými nálezy

	Artroskopie				$p = 0,003$
	stupeň I	stupeň II	stupeň III	stupeň IV	Mikrocívka celkem
Mikroskopická cívka					
stupeň I					4 (20,0%)
stupeň II	1 (100,0%)	3 (60,0%)			10 (50,0%)
stupeň III		2 (40,0%)	7 (77,8%)	1 (20,0%)	6 (30,0%)
stupeň IV			2 (22,2%)	4 (80,0%)	20 (100,0%)
Artroskopie	1 (100,0%)	5 (100,0%)	9 (100,0%)	5 (100,0%)	

Tab. 3. Míry hodnotící úspěšnost vyšetření pomocí mikroskopické cívky

Stav	Senzitivita	Specifická	Pozitivní prediktivní hodnota	Negativní prediktivní hodnota
stupeň I	0,0	100,0	–	95,0
stupeň II	60,0	93,3	75,0	87,5
stupeň III	77,8	72,7	70,0	80,0
stupeň IV	80,0	86,7	66,7	92,9

Magnetická rezonance je dnes již běžně používaná zobrazovací metoda u pacientů s podezřením na lézi skafolunárního vazů, zvláště když klinické nálezy jsou nejasné.

Vzhledem k nízké senzitivitě rutinního MR vyšetření na 1,5T přístrojích (10, 18) jsou v současné době považovány za nejlepší zobrazovací metody přímá MR nebo CT artrografie (6, 7, 13, 14).

Mnoho zahraničních pracovišť provádí přímou CT artrografií s výbornými výsledky, je ovšem otázkou, zda nejde jen o záležitost historických zvyklostí a možností pracovišť. Zejména když si uvědomíme, že vlastní vaz nemůže být na CT vyšetření dobře zobrazitelný. Při možnosti vyšetření MR s dedikovanou cívkou či přímou MR artrografií je CT artrografie zbytečná, prokáže pouze komunikaci mezi jednotlivými klouby, hodnocení vlastního vazů je však na hranici možností této metody.

Při vyšetřování kloubů magnetickou rezonancí obecně zvyšuje výtěžnost vyšetření použití 3D sekvencí (11). Tyto sekvence umožňují zobrazení kontinuálních tenkých řezů a snižují efekt průměrování signálu (partial volume averaging). Sekvence s izotropním rozlišením navíc 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 (17).

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 artrografie kontrastní indikována, jako je suspektní či prokázaná infekční artritida a infekce v místě vpichu.

Tab. 4. Srovnání přímé MR artrografie a artroskopických nálezů

	Artroskopie				$p = 0,003$
MR artrografie	stupeň I	stupeň II	stupeň III	stupeň IV	MR artrografie
stupeň I		2 (40,0%)			2 (10,0%)
stupeň II		3 (60,0%)			3 (15,0%)
stupeň III	1 (100,0%)		8 (88,9%)		9 (45,0%)
stupeň IV			1 (11,1%)	5 (100,0%)	6 (30,0%)
Artroskopie	1 (100,0%)	5 (100,0%)	9 (100,0%)	5 (100,0%)	20 (100,0%)

Tab. 5. Míry hodnotící úspěšnost vyšetření přímou MR artrografií

Stav	Senzitivita	Specifická	Pozitivní prediktivní hodnota	Negativní prediktivní hodnota
stupeň I	0,0	89,5	0,0	94,4
stupeň II	60,0	100,0	100,0	88,2
stupeň III	88,9	90,9	88,9	90,9
stupeň IV	100,0	93,3	83,3	100,0

Nicméně vyšetření s mikroskopickou cívkou má menší pole oblastí zájmu než přímá MR artrografie. Z tohoto důvodu je třeba pečlivě zvážit indikace pro tento typ vyšetření, protože se zaměřuje na zobrazování specificky drobných struktur. Další nevýhodou vyšetření ve vysokém rozlišení je častější výskyt pohybových artefaktů, v našem souboru se jedná o artefakty u celkem tří pacientů, ačkoliv artefakty byla znehodnocena i dvě vyšetření přímou artrografií při horší spolupráci s pacientem.

Dalším problematickým okruhem jsou jizevnaté změny, které často nejsou odlišitelné při nativním vyšetření od jiných změn vazů, jako jsou rozvláknění při jeho distenzi či parciálním natržení. Stejně tak zobrazení interoseální porce skafolunárního vazů není ideální, tuto část vazů lze lépe hodnotit přímou MR artrografií, i když i zde vzhledem k její velikosti, uložení a anatomickým varietám je její zobrazení problematické.

Další variantou vyšetření umožňující zpřesnění diagnostiky ruptur vazů v predisponovaném terénu (odlišení natržení od degenerace v důsledku chronických změn) je vyšetření ve stresové pozici či během pohybu (4), které ovšem nebylo součástí tohoto projektu. Srovnání klidové a stresové polohy by mohlo vést k přesnějšímu hodnocení změn, a to zejména s ohledem na funkci vazů.

Magnetická rezonance s rozvojem nových sekvencí zlepšila senzitivitu detekce kompletních i parciálních trhlin skafolunárního vazů. Nicméně, artroskopické metody mají schopnost současně detekovat a léčit poranění skafolunárního vazů (8).

Cílem této studie bylo porovnat, které z dvou předkládaných metod MR zobrazování používaných pro mapování předoperačního terénu poskytuje lepší shodu s artroskopickými nálezy.

## ZÁVĚR

Poškození skafolunárního vazů může představovat významný zdroj dysfunkce karpálního kloubu. Detailní zobrazení a vyhodnocení rozsahu poranění skafolunárního vazů poskytuje cenné informace pro chirurga ruky, a tak umožňuje zvolit cílenou terapii. Optimální variantou vyšetřovacího algoritmu léze skafolunárního vazů je verifikace pomocí přímé MR artrografie. V naší studii jsme prokázali při použití Geisslerovy klasifikace správnost metody přímé MR artrografie u 80 % pacientů.

## Literatura

1. Bateni CP, Barlotta RJ, Richardson M. Imaging key wrist ligaments: what the surgeon needs the radiologist to know. *AJR*. 2013;200:1089–1095.
2. Beaulieu CF, Ladd AL. MR arthrography of the wrist: scanning-room injection of the radiocarpal joint based on clinical landmarks. *Am J Roentgenol*. 1998;170:606–608.
3. Berger RA. The ligaments of the wrist A current overview of anatomy with considerations of their potential functions. *Hand Clinics*. 1997;13:63–82.
4. Boutin RD, Buonocore MH, Immermann I, Ashwell Z, Sonico GJ, Robert M. Real time Magnetic Resonance Imaging (MRI) during active wrist motion – initial observations. *PLoS One*. 2013;8:e84004.
5. Brydie A, Raby N. Early MRI in the management of clinical scaphoid fracture. *Br J Radiol*. 2003;76:296–300.
6. Cerezal L, De Dios Berna-Mestre J, Canga A, Llopis E, Rolon A, Martin-Oliva X. MR and CT arthrography of the wrist. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2012;16:27–41.
7. Cerezal L, Abascal F, Garcia-Valtuille R, Del Pinal F. Wrist MR arthrography: how, why, when. *Radiol Clin North Am*. 2005;43:709–731.
8. Geissler WB. Arthroscopic management of scapholunate instability. *J Wrist Surg*. 2013;2:129–135.
9. 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 Traumatol Cech*. 2011;78:149–155.
10. Johnstone DJ, Thorogood S, Smith W H. A comparison of magnetic resonance imaging and arthroscopy in the investigation of chronic wrist pain. *J Hand Surg*. 1997;22:714–718.
11. Kijowski R, Gold GE. Routine 3D magnetic resonance imaging of joints. *J Magn Reson Imaging*. 2011;33:758–771.
12. Mahmood A, Fountain J, Vasireddy N, Waseem M. Wrist MRI arthrogram vs wrist arthroscopy: what are we finding? *Open Orthop J*. 2012; 6:194–198.
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;13:39–54.
14. Moser T, Dosch JC, Buy X, Gangi A, Dietemann JL. Multidetector CT arthrography of the wrist joint: how to do it. *Radiographics*. 2008;28:787–800.
15. Pilný J, Kubeš J, Hoza P, Mechl M, Višňa P. Skafolunární nestabilita zápěstí po zlomeninách distálního radia. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2007;74:55–58.
16. 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;22:772–776.
17. 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.
18. Schädel-Höpfner M, Iwinska-Zelder J, Braus T. MRI versus arthroscopy in the diagnosis of scapholunate ligament injury. *J Hand Surg Br*. 2001;26:1:17–21.
19. Slater R, Szabo R, Bay B, Laubach J. Dorsal intercarpal ligament capsulodesis for scapholunate dissociation: biomechanical analysis in cadaver model. *J. Hand. Surg Am*. 1999;24:232–239.
20. 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;2:69–72.
21. Šprláková-Puková A, Mechl M, Keřkovský M, Uher T. Přímá MR artrografie. *Čes Radiol*. 2007;61:54–62.
22. Van Dijke CF, Wiarda BM. High resolution wrist MR arthrography at 1.5T. *Belg J Radiol JBR-BTR*. 2009;92:53–59.

## Korespondující autor:

Doc. MUDr. Martin Repko, Ph.D.  
Ortopedická klinika, Fakultní nemocnice Brno  
Lékařská fakulta Masarykovy univerzity  
Jihlavská 20, 625 00 Brno  
E-mail: mrepko@fnbrno.cz