

# Spolehlivost hodnocení vyšetření na magnetické rezonanci po ošetření chondrálních defektů kolenního kloubu

## Reliability of the Evaluation of MRI Examinations after the Treatment of Chondral Defects in the Knee Joint

A. ŠPRLÁKOVÁ-PUKOVÁ<sup>1</sup>, A. ŠTOURAČOVÁ<sup>1</sup>, P. VALIŠ<sup>2</sup>, M. REPKO<sup>2</sup>, E. KORIŤÁKOVÁ<sup>3</sup>,  
J. TINTĚRA<sup>4</sup>, T. OTAŠEVIČ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klinika radiologie a nukleární medicíny Fakultní nemocnice Brno a Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, Brno

<sup>2</sup> Ortopedická klinika Fakultní nemocnice Brno a Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, Brno

<sup>3</sup> Institut biostatistiky a analýz Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, Brno

<sup>4</sup> Institut klinické a experimentální medicíny, Praha

### ABSTRACT

#### PURPOSE OF THE STUDY

This study is a component part of the project focused on cartilage imaging after the treatment of a defect. It aims to compare the evaluation of postoperative status performed by two radiologists with the use of 2D MOCART scoring system and to determine whether this method is a reliable tool for the evaluation of postoperative changes.

#### MATERIAL AND METHODS

The study evaluated 78 MRI examinations from 25 patients (one patient had two defects treated), each of whom underwent 3 MRI examinations at 6, 12 and 18 months after surgery. The MRI examinations were performed on Philips Ingenia 3T scanner with 8-channel knee coil, in line with the routine protocol (coronal, sagittal and transversal PD SPAIR, coronal T1, sagittal PD HR, sagittal bFFE). The MRI examinations were evaluated independently by two radiologists using the 2D MOCART (Magnetic Resonance Observation of Cartilage Repair Tissue) score.

#### RESULTS

The raters agreed in a total of 592 of 702 evaluations, therefore the inter-rater reliability is high, namely 84.3%. The highest inter-rater agreement was in assessing subchondral lamina and subchondral bone. Whereas the lowest inter-rater agreement was achieved in assessing effusion. The total score showed a very strong and statistically significant correlation ( $r = 0.893$ ). In eight out of nine questions there was no statistically significant difference between the raters. A significant difference was seen only in the assessment of repair tissue structure. Excellent reliability of the total score was also confirmed by the intraclass correlation coefficient.

#### DISCUSSION

The high degree of agreement in assessing the signal intensity of repair tissue was considered very positive as it is generally viewed as the major pitfall in evaluations. On the contrary, subjective perception was confirmed in the evaluation of tissue homogeneity, especially when comparing homogeneity with the adjacent tissue in close vicinity that could have changed already. Surprisingly, the lowest inter-rater concordance was reported in the evaluation of effusion, where in some cases, its volume was underestimated, when traced back retrospectively.

#### CONCLUSIONS

The results of this study confirm that despite certain doubts regarding subjective perception of some of the evaluation criteria the 2D MOCART scoring system is a very good and objective tool to evaluate the effects of surgery.

**Key words:** magnetic resonance imaging, hyaline cartilage, classification.

Podpořeno MZ ČR – RVO (FNBr, 16-30833A)

### ÚVOD

Ošetření chondrálních defektů kolenního kloubu je v současnosti již rutinním operačním zákrokem na řadě pracovišť. Přispívá k tomu nejen větší počet pacientů s lokálním poškozením chrupavky a aktivním způsobem života, ale i množství operačních možností od mikro-

fraktur až po použití různých implantátů (6, 17). K diagnostice těchto stavů před operací se nejčastěji používá magnetická rezonance (4, 8, 11, 15). Otázkou však zůstává hodnocení po vlastním zákroku. I v tomto případě je magnetická rezonance jedním z objektivních nástrojů,

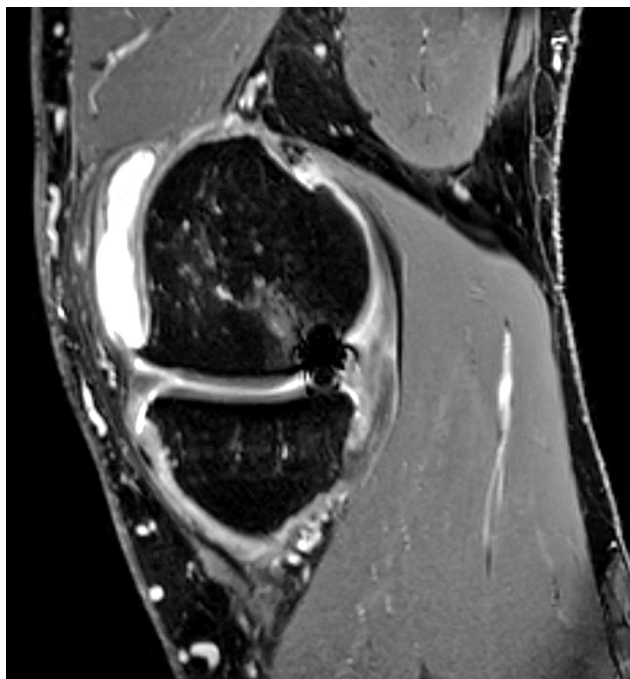
jak přehledně zobrazit místo ošetření včetně dalších struktur kolenního kloubu a zobrazit tak efekt operace a případné další patologie (16).

Hodnocení pooperačních stavů bez jakékoliv klasifikace však nemusí být dokonalé, zatížené jednak subjektivitou hodnotícího radiologa, ale i zkušenostmi, případně neznalostí problematiky. Snaha o odstranění těchto faktorů vedla ke vzniku skórovacích systémů.

Pro hodnocení změn, které v místě ošetření chondrálního defektu nastávají, lze tedy dnes použít některou z možných klasifikací, velmi rozšířená je MOCART (Magnetic Resonance Observation of Cartilage Repair Tissue) klasifikace (5, 10, 12, 19, 20). Toto hodnocení lze provést ve dvou variantách – jednodušší 2D a složitější 3D hodnocení.

I když je navržené schéma hodnocení poměrně robustní, přehledné a číselně vyjádřené, tedy posunuté ze subjektivního hodnocení směrem ke snaze o objektivizaci, u řady kritérií je v praxi nelehké jej přesně použít. Zejména v 2D MOCART klasifikaci je jednou z hodnocených částí i intenzita a homogenita signálu ošetřené tkáně, tato se srovnává s okolní intenzitou chrupavky, která však může být rovněž díky degenerativním změnám a někdy i díky pooperačnímu stavu změněná. V rutinní praxi je však jednodušší použít právě tuto 2D klasifikaci.

3D MOCART klasifikace totiž k hodnocení používá zobrazovací sekvenci s 3D izotropním prostorovým rozlišením, která není na řadě pracovišť v běžném protokolu dostupná. Navíc na některých pracovištích se tato sekvence velmi často používá jako sekvence gradientního echa, která je náchylná k susceptibilním artefaktům.



Obr. 1. Artefakty drobných částí kovu na gradient echo sekvenci bFFE v místě ošetření chondrálního defektu, sagitální rovina.

Fig. 1. Metal artefacts on gradient echo sequence bFFE at the chondral defect treatment site, sagittal plane.

Právě tyto artefakty jsou v pooperačním stavu velmi časté díky otěru kovu (obr. 1).

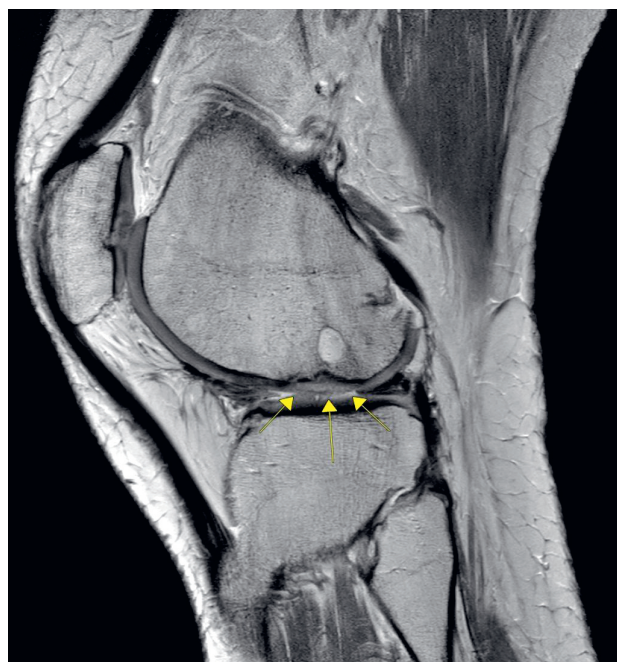
Práce, které srovnávají 2D a 3D MOCART skóre (3, 19), prokazují korelaci mezi 2D a 3D MOCART hodnocením, vzhledem k uvedeným faktům a zejména širší možnosti použití na různých typech pracovišť jsme se tedy v této práci rozhodli srovnat, jak velká shoda bude mezi dvěma radiology při použití 2D MOCART klasifikace, a tak určit, zda je tento skórovací systém vhodný pro běžné hodnocení ošetření chondrálních defektů.

V použitém 2D MOCART skóre se hodnotí 9 parametrů (otázek) – viz tabulka 1.

## MATERIÁL A METODIKA

Vyšetření probíhalo na přístroji Philips Ingenia 3T s použitím dedikované kolenní cívký dS/K s 8 přijímacími kanály. Vyšetření zahrnovalo morfologické obrazy protonové denzity s potlačením signálu tuku (PD SPAIR) v koronární, sagitální a transverzální rovině, T1-vážené obrazy koronálně, PD HR sagitálně a sagitální obrazy sekvence bFFE – viz tabulka 2.

Zhodnotili jsme 25 pacientů po dvou různých typech ošetření – mikrofraktury a implantace skafoldu v kombinaci s mikrofrakturami v rámci metody AMIC (Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis). Každý pacient absolvoval 3 vyšetření – 6, 12 a 18 měsíců po operaci. U jednoho pacienta byly ošetřeny dva defekty, celkem tedy 78 vyšetření od hodnotitele A a stejný počet od hodnotitele B.



Obr. 2. PD sekvence sagitálně, šipky označují místo implantace, implantovaná tkáň je v nivaueu okolní chrupavky, homogenní, blízká intenzitou chrupavce, bez známek změn povrchu reparaované tkáně. Nerovná kortikalis, subchondrální cystoidy.

Fig. 2. Sagittal PD sequence, arrows indicate the site of implantation, the repair tissue is on the level of the adjacent cartilage, homogenous, surface is intact. Irregularities of cortical bone, subchondral cystoids.

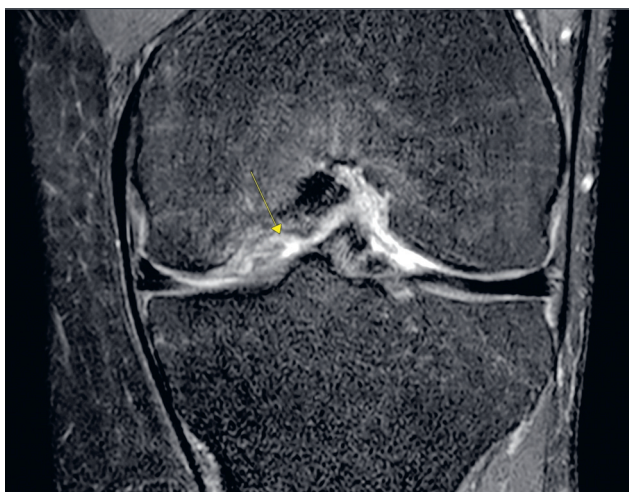
Tab. 1. Otázky / Table 1. Questions

Question	Class	Score
Degree of defect repair and defect filling	complete (on a level with adjacent cartilage)	20
	hypertrophy (over the level of the adjacent cartilage)	15
	incomplete (under the level of the adjacent cartilage: underfilling): >50 % of the adjacent cartilage	10
	incomplete (under the level of the adjacent cartilage: underfilling): <50 % of the adjacent cartilage	5
	subchondral bone exposed (complete delamination or dislocation and/or loose body)	0
Integration to border zone	complete (complete integration with adjacent cartilage)	15
	incomplete (incomplete integration with adjacent cartilage), demarcating border visible (split-like)	10
	defect visible < 50% of the length of the repair tissue	5
	defect visible >50% of the length of the repair tissue	0
Surface of the repair tissue	surface intact (lamina splendens intact)	10
	surface damaged (fibrillations, fissures, and ulcerations) > 50% of repair tissue depth	5
	surface damaged (fibrillations, fissures, and ulcerations) < 50% of repair tissue depth or total degeneration	0
Structure of the repair tissue	homogeneous	5
	inhomogeneous or cleft formation	0
Signal intensity of the repair tissue	isointense	30
	moderately hyperintense	10
	markedly hyperintense	0
Subchondral lamina	intact	5
	not intact	0
Subchondral bone	intact	5
	edema, granulation tissue, cysts, sclerosis	0
Adhesions	no	5
	yes	0
Effusion	no effusion	5
	effusion	0
<b>TOTAL POINTS</b>	<b>maximum: 100 achieved:</b>	

Tab. 2. Vyšetření MRI / Table 2. MRI examination

	Orientace	Typ sekvence	TR ms	TE ms	Šíře vrstvy	Voxel size	Čas měření
PD SPAIR	cor	2D	3000	35	2,5	0,54 x 0,56	3:54
PD SPAIR	sagit	2D	3000	35	2,5	0,54 x 0,57	3:06
PD SPAIR	tra	2D	3000	35	2,5	0,54 x 0,56	3:06
PD HR	sagit	2D	3600	30	2,5	0,25 x 0,40	3:02
T1	cor	2D	669	20	2,5	0,42 x 0,57	2:49
bFFE	sagit	3D	7,5	3,4	0,6	0,6 x 0,6	10:33





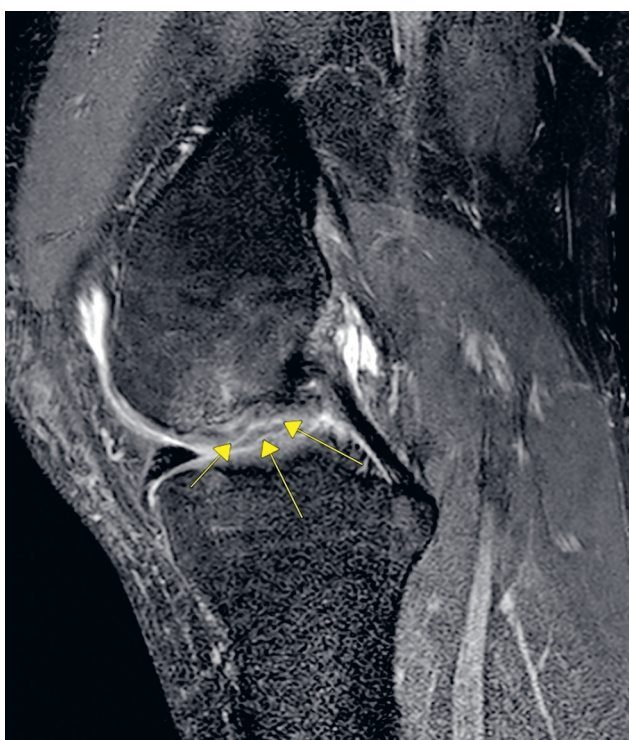
Obr. 3. PD SPAIR koronálně, šipka označuje místo ošetření, patrná je jednak prominence reparované tkáně a rovněž její nekompletní integrace do okolí. Reparovaná tkáň je nehomogenní intenzity signálu, subchondrálně nerovnosti kortikalis a známky edému kostní dřevě.

Fig. 3. Coronal PD SPAIR, the arrow indicates the site of treatment, hypertrophy of repair tissue and incomplete integration in the adjacent tissue. The repair tissue is inhomogenous, subchondral irregularities of the cortical bone and bone marrow edema.



Obr. 4. PD SPAIR koronálně, šipky označují místo ošetření s nerovným povrchem, nerovnosti a drobné defekty nezasahují do poloviny výšky reparované tkáně. Subchondrální okrsky edému.

Fig. 4. Coronal PD SPAIR, arrows indicate the site of treatment with irregular surface, irregularities and minor defects limited to the superficial half of the repair tissue Subchondral edema.



Obr. 5. PD SPAIR sagitálně, šipky označují místo ošetření, reparovaná tkáň je oddělena T2 hyperintenzním proužkem. Patrná je i hypertrofie reparované tkáně – nad nivaueu okolní chrupavky a její nehomogenita, subchondrálně pak známky edému kostní dřevě.

Fig. 5. Sagittal PD SPAIR, arrows indicate the site of treatment, repair tissue is inhomogenous with cleft formation. Hypertrophy of repair tissue – above the level of adjacent cartilage, subchondral marrow edema.



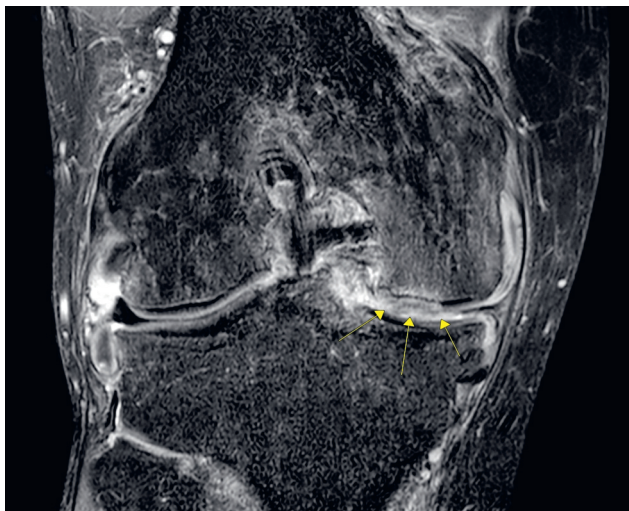
Obr. 6. PD SPAIR koronálně, šipka označuje místo ošetření s impakcí kortikalis v místě operace, subchondrálními změnami – cystoidy, jinak je vrstva reparované tkáně v nivaueu okolní chrupavky, homogenní.

Fig. 6. Coronal PD SPAIR, the arrow indicates the site of treatment with cortical bone defect, subchondral changes – cystoids, the repair tissue is on the level of adjacent cartilage, homogenous.

Hodnocení na magnetické rezonanci prováděli nezávisle na sobě dva atestovaní lékaři, radiologové se zkušenostmi hodnocení muskuloskeletální problematiky (v délce 13 a 18 let) podle přiložené klasifikace, a to 6, 12 a 18 měsíců po operaci.

Pro hodnocení vyplnění defektu je rozhodující, zda je místo defektu vyplněno tkání v nivaueu okolní chrupavky, či zda nedosahuje či naopak přesahuje její úroveň (obr. 2).





Obr. 7. PD SPAIR koronálně, šipky směřují k místu ošetření, subchondrálně patrné okrsky edému, vlastní reparovaná tkáň nehomogenní, v nívau okolní chrupavky s drobnými povrchovými nerovnostmi a drobnými adhezemi.

Fig. 7. Coronal PD SPAIR, arrows indicate the site of treatment, subchondral edema, inhomogeneities of the repair tissue, on the level of adjacent cartilage, incongruity of the surface of the repair tissue and formation of adhesions.

Integrace do okolí hodnotí vztah mezi okolní chrupavkou a tkání vyplňující defekt, pokud není mezi těmito strukturami mezera, je integrace kompletní (obr. 3).

Při hodnocení povrchu tkáně vyplňující defekt se zohledňují případné nerovnosti a drobné okrajové ulcerace, hodnotí se, zda jsou přítomny do 50 % výšky (tloušťky) tkáně, či zda přesahují 50 % výšky reparované tkáně (obr. 4).

Za homogenní tkáň se považuje normální vrstevnatá struktura srovnatelná s okolní (zdravou) tkání chrupavky. Zvláštním případem je případné vmezeření nehomogenního, většinou T2 hyperintenzního proužku mezi spodinu defektu a vlastní tkáň (obr. 5).

Signál novotvořené tkáně je považován za normální, pokud je jeho intenzita stejná jako okolní chrupavka (obr. 2).

Subchondrální laminou je myšlen povrch kortikalis v místě defektu a jeho případné změny (obr. 6).

Změny v subchondrální kosti odrážejí změny v kostní dřeni v místě defektu (obr. 7).

Jako adheze jsou označovány drobné pruhovité intenzity v okolí ošetřeného místa, T2 hypointenzní.

Výpotkem se rozumí zmnožení tekutiny, není stanoven přesný objem.

Každý pacient tak k jednotlivému vyšetření dosahuje nějakého přesného skóre, čísla, které odráží MR obraz místa ošetření. Čím vyšší skóre, tím více je stav přiblížen normální (resp. okolní) chrupavce.

Ke statistickému vyhodnocení shody mezi hodnotiteli byla použita sumarizace počtu a procenta vyšetření, ve kterých nastaly shody a neshody mezi oběma hodnotiteli. Dále byla provedena sumarizace rozdílů v uděleném skóre mezi hodnotiteli pomocí průměru, směrodatné odchylky (SD), mediánu, minima (min) a maxima (max).

K ověření, zda byl průměrný rozdíl statisticky významně odlišný od 0, byl použit jednovýběrový t-test. Na závěr byla vyhodnocena korelace udělených skóre mezi hodnotiteli, a to pomocí Pearsonova korelačního koeficientu  $r$  a koeficientu vnitřní korelace (intra-class correlation coefficient – ICC). Síla korelací dle Pearsonova korelačního koeficientu byla hodnocena jako velmi slabá (pro  $r < 0,2$ ), slabá (0,2–0,4), mírná (0,4–0,6), silná (0,6–0,8) a velmi silná (0,8–1,0) (2). Dle koeficientu vnitřní korelace byla spolehlivost hodnocení hodnotitelů rozdělena na špatnou (pro ICC  $< 0,5$ ), mírnou (0,5–0,75), dobrou (0,75–0,9) a excelentní (0,9–1,0) (7). Statisticky významné výsledky nastaly při  $p < 0,05$ . Analýza byla provedena ve statistickém programu IBM SPSS Statistics 25.

## VÝSLEDKY

### Procentuální shoda

Při statistickém zpracování byla nalezena vysoká procentuální shoda při hodnocení dle 2D MOCART klasifikace (tab. 3). Celkově se hodnotitelé shodli v 592 hod-

Tab. 3. Sumarizace počtu a procenta vyšetření, v nichž nastaly shody a neshody mezi hodnotiteli

Table 3. Summary of the number and percentage of MRI examinations in which the raters agreed and disagreed

	Shoda	Neshoda
Otázka 1	66 (84,6%)	12 (15,4%)
Otázka 2	69 (88,5%)	9 (11,5%)
Otázka 3	63 (80,8%)	15 (19,2%)
Otázka 4	61 (78,2%)	17 (21,8%)
Otázka 5	69 (88,5%)	9 (11,5%)
Otázka 6	72 (92,3%)	6 (7,7%)
Otázka 7	72 (92,3%)	6 (7,7%)
Otázka 8	61 (78,2%)	17 (21,8%)
Otázka 9	59 (75,6%)	19 (24,4%)

Tab. 4. Sumarizace rozdílů v uděleném skóre mezi hodnotiteli. Statisticky významné výsledky jsou označeny hvězdičkou

Table 4. Summary of differences in the score between the raters. Statistically significant results are marked with an asterisk

	Průměr ± SD	Medián (min; max)	p-hodnota
Otázka 1	0,0 ± 3,0	0,0 (-5,0; 10,0)	0,223
Otázka 2	0,0 ± 2,0	0,0 (-10,0; 5,0)	1,000
Otázka 3	0,0 ± 2,0	0,0 (-5,0; 5,0)	0,199
Otázka 4	1,0 ± 2,0	0,0 (-5,0; 5,0)	<0,001*
Otázka 5	1,0 ± 6,0	0,0 (-30,0; 20,0)	0,483
Otázka 6	0,0 ± 1,0	0,0 (-5,0; 5,0)	0,103
Otázka 7	0,0 ± 1,0	0,0 (-5,0; 5,0)	0,418
Otázka 8	0,0 ± 2,0	0,0 (-5,0; 5,0)	0,470
Otázka 9	0,0 ± 2,0	0,0 (-5,0; 5,0)	0,254
Celkové skóre	2,0 ± 8,0	0,0 (-25,0; 30,0)	0,020*

Tab. 5. Sumarizace korelace v udělených skóre oběma hodnotiteli hodnocená pomocí Pearsonova korelačního koeficientu  $r$  a koeficientu vnitrotřídní korelace (ICC). Statisticky významné výsledky jsou označeny hvězdičkou

Table 5. Summary of correlations between the scores granted by the raters assessed using Pearson correlation coefficient  $r$  and intraclass correlation coefficient (ICC). Statistically significant results are marked with an asterisk

	Pearsonovo $r$	p-hodnota	ICC (95% IS)	p-hodnota
Otázka 1	0,845	<0,001*	0,915 (0,867; 0,946)	<0,001*
Otázka 2	0,814	<0,001*	0,898 (0,840; 0,935)	<0,001*
Otázka 3	0,683	<0,001*	0,808 (0,699; 0,877)	<0,001*
Otázka 4	0,592	<0,001*	0,705 (0,493; 0,822)	<0,001*
Otázka 5	0,801	<0,001*	0,888 (0,825; 0,929)	<0,001*
Otázka 6	0,833	<0,001*	0,907 (0,854; 0,941)	<0,001*
Otázka 7	0,767	<0,001*	0,868 (0,793; 0,916)	<0,001*
Otázka 8	0,441	<0,001*	0,613 (0,393; 0,753)	<0,001*
Otázka 9	0,501	<0,001*	0,666 (0,478; 0,787)	<0,001*
Celkové skóre	0,893	<0,001*	0,940 (0,903; 0,962)	<0,001*

nocení ze 702, tedy shoda je 84,3 %. Nejvyšší shoda mezi hodnotiteli byla v otázkách 6 a 7 (92,3 %) – hodnocení subchondrální laminy a subchondrální kosti. Zatímco nejnižší shoda byla v otázce 9 (75,6 %) – hodnocení výpotku.

### Vyhodnocení rozdílů

Při vyhodnocení rozdílů v uděleném skóre mezi oběma hodnotiteli nebyl v osmi z devíti otázek statisticky významný rozdíl mezi hodnotiteli (tab. 4). Signifikantní rozdíl byl pouze v otázce číslo 4 – struktura reparované tkáně, avšak průměrný rozdíl mezi hodnotiteli nebyl nijak vysoký (pouze 1 bod). U většiny otázek byl průměrný rozdíl i medián rozdílu roven 0, což ukazuje na vysokou shodu mezi hodnotiteli.

### Korelace

Korelace ve všech položkách mezi hodnoceními dvou hodnotitelů byly statisticky významné, a to při výpočtu pomocí Pearsonova korelačního koeficientu i koeficientu vnitrotřídní korelace (tab. 5). Dle Pearsonova korelačního koeficientu byla korelace u šesti z devíti položek silná až velmi silná ( $r > 0,6$ ). U třech položek (otázka 4 – struktura reparované tkáně, otázka 9 – výpotek a otázka 8 – adheze) byla korelace mírná ( $r = 0,592$ ;  $r = 0,501$ ;  $r = 0,441$ ). U celkového skóre byla korelace velmi silná ( $r = 0,893$ ) a statisticky významná.

U dvou z devíti položek (otázka 1 a otázka 6) ukazuje koeficient vnitrotřídní korelace (ICC) na excelentní spolehlivost. U čtyř položek byla spolehlivost dobrá a u zbývajících třech položek (otázka 4, otázka 9 a otázka 8) byla mírná spolehlivost. Celkové skóre mělo excelentní spolehlivost.

Vysoká shoda mezi hodnotiteli odpovídající vysokým hodnotám Pearsonova korelačního koeficientu i koeficientu vnitrotřídní korelace je patrná i z tečkových grafů (obr. 8). Největší tečky se vyskytují na diagonále (čárkovaná čára), což znamená, že se hodnotitelé A i B velmi shodovali. U celkového skóre jsou tečky velmi blízko diagonále, což odpovídá vysoké korelaci.

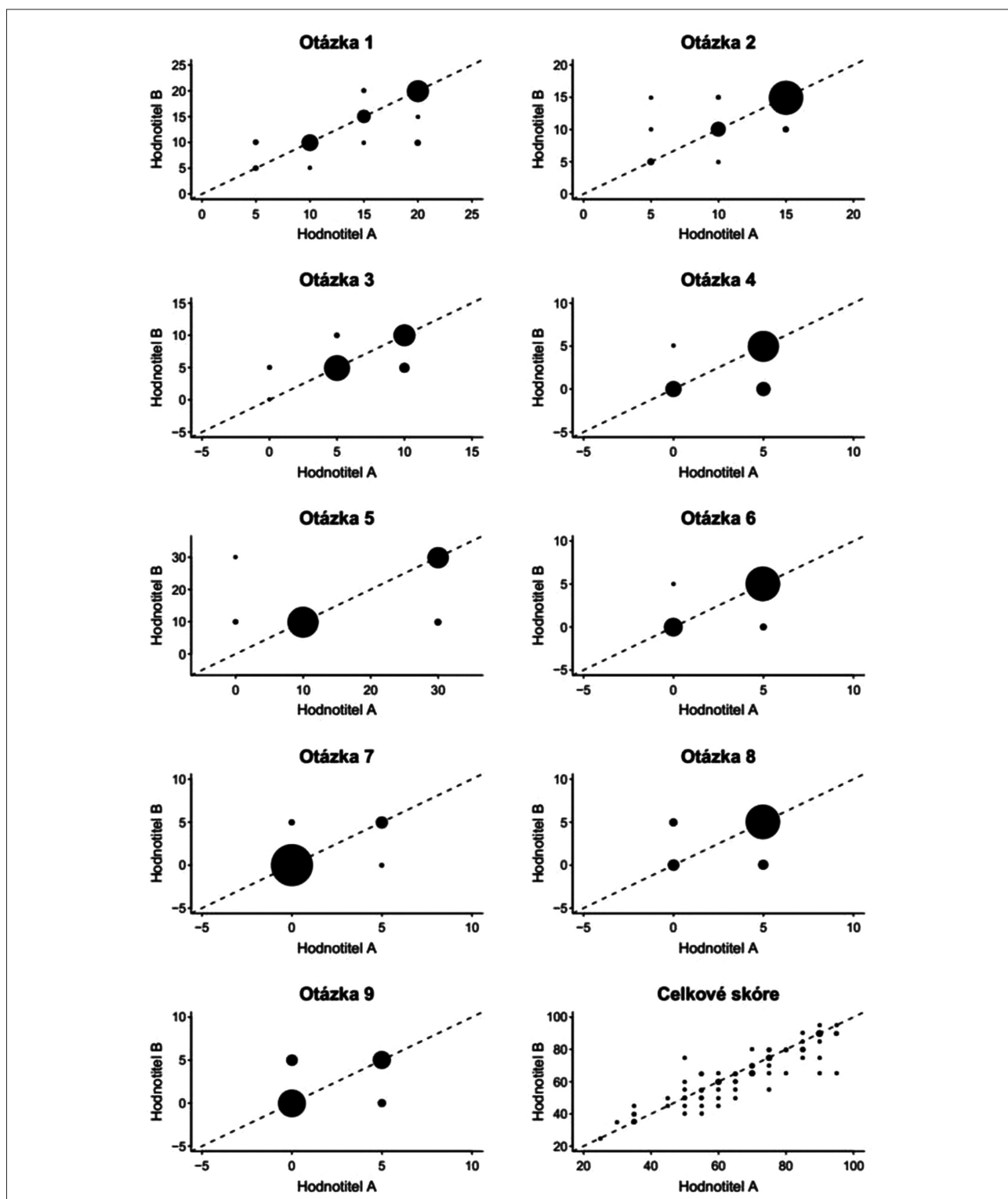
### DISKUSE

Hodnocení některých otázek, jako je například intenzita signálu tkáně nebo její homogenita (1, 9), může být v obraze magnetické rezonance obtížná, protože se nepoužívá žádná přiřazená hodnota signálu, tak jako např. v CT obraze. Obvykle se při hodnocení používá jako referenční hodnota intenzita okolní tkáně, např. izosignální, homogenní s okolní chrupavkou, se svalovou tkání a podobně. Problematická může být situace, kdy je změněná i komparativní tkáň. Z tohoto důvodu je nejspíše patrný největší rozdíl mezi hodnotiteli v otázce 4, při hodnocení struktury reparované tkáně. Zarážejícím nálezem byla nejmenší procentuální shoda při hodnocení výpotku (otázka 9), kdy byla neshoda v 24,4 % mezi hodnotiteli. Při zpětném dohledání jednotlivých vyšetření se nejspíše jednalo o nesprávné zhodnocení množství tekutiny v kloubu (14, 18), podhodnocení při hodnocení pouze v jedné z vyšetřovaných rovin. Do budoucna je vždy nutné předem stanovit, ve kterých sekvencích a jakým způsobem se tato zdánlivě nekomplikovaná oblast bude hodnotit.

Překvapivá byla shoda v otázce 5, při hodnocení signálu intenzity reparované tkáně, procentuální shoda v 88,5 %. Tato oblast nám při zpětné diskusi hodnocení připadala nejvíce subjektivní, srovnávali jsme ji s okolní chrupavkou, kterou jsme považovali za nejméně poškozenou. Tento způsob se nakonec ukázal jako spolehlivější než již zmíněné hodnocení homogenity reparované tkáně, které jsme srovnávali s těsným okolím operačního zákroku.

Vysoká shoda v otázkách 6 a 7, při hodnocení změn subchondrální kortikalis a subchondrální kosti, je dána díky jasně definovaným změnám ve struktuře kosti subchondrálně a rovněž díky spolehlivému zobrazení v PD vážených sekvencích s potlačením signálu tuku, jejichž citlivost je pro tyto změny velmi vysoká.

Nižší korelaci s neshodou v 21,8 % případů u hodnocení adheze (otázka 8) si vysvětlujeme podhodnocením některých vyšetření, v některých případech i vzhledem k hůře přehlednému pooperačnímu stavu.



Obr. 8. Tečkové grafy – srovnání jednotlivých položek i celkového MOCART skóre mezi hodnotiteli. Na svislé ose hodnotitel B, na horizontální ose hodnotitel A. Velikost tečky odpovídá počtu výskytů dané kombinace hodnocení (např. u otázky 6 největší tečka vyznačuje, že 49krát oba hodnotitelé dali skóre 5, zatímco nejmenší tečka znamená, že 1krát dal hodnotitel A skóre 0 a hodnotitel B skóre 5). Čárkovaná diagonální čára vyznačuje shodu mezi hodnotiteli. Největší tečky se vyskytují na diagonále (čárkovaná čára), což znamená, že se hodnotitelé A i B velmi shodovali.

Fig. 8. Dot plot – comparison of individual items and the total MOCART score between the raters. The rater B is plotted on the vertical axis, the rater A on the horizontal axis. The size of the dot corresponds to the number of occurrence of the given combination of score (e.g. the largest dot in question 6 shows that score 5 was given by both raters in 49 cases, while the smallest dot means that score 0 was given once by the rater A and score 5 was given once by the rater B). The dashed diagonal line indicates the agreement between the raters. The largest dots are on the diagonal line (dashed line), which means that there was a high degree of agreement between the rater A and the rater B.



Při srovnání s dostupnou literaturou jsou dosažené výsledky velmi obdobné. Vysoké shody mezi hodnotiteli bylo dosaženo v citované práci Marlovits et al. 2010 (10), v nedávné práci autorů Schreiner et al. 2019 (13) bylo dosaženo rovněž vysoké shody mezi zkušenými hodnotiteli, v této práci byla největší variabilita v otázce hodnocení povrchu tkáně. Tato neshoda byla přičítána nesprávnému zhodnocení drobných změn na povrchu chrupavky, v obou pracích pak byl kladen důraz na vyšetření s vysokým prostorovým rozlišením, které je nutné ke správnému zhodnocení (10, 13).

## ZÁVĚR

Výsledky této práce potvrzují, že při hodnocení zkušeným radiologem, je 2D MOCART klasifikace (Magnetic Resonance Observation of Cartilage Repair Tissue), velmi dobrým objektivním nástrojem pro zhodnocení efektu operačního ošetření chrupavky.

## Literatura

1. Carballido-Gamio J, Joseph GB, Lynch JA, Link MT, Majumdar S. Longitudinal analysis of MRI T2 knee cartilage laminar organization in a subset of patients from the osteoarthritis initiative: a texture approach. *Magn Reson Med*. 2011;65:1184–1194.
2. Evans JD. Straightforward statistics for the behavioral sciences. Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove, 1996.
3. Goebel L, Zurakowski D., Müller A, Pape D., Cucchiari M., Madry H. 2D and 3D MOCART scoring systems assessed by 9.4 T high-field MRI correlate with elementary and complex histological scoring systems in a translational model of osteochondral repair. *Osteoarthritis Cartil*. 2014;22:1386–1395.
4. Cheng Q, Zhao FC. Comparison of 1.5- and 3.0-T magnetic resonance imaging for evaluating lesions of the knee: a systematic review and meta-analysis (PRISMA-compliant article). *Medicine (Baltimore)*. 2018;97:e12401.
5. Jungmann PM, Welsch GH, Brittberg M, Trattnig S, Braun S, Imhoff AB, Salzmann GM. Magnetic resonance imaging score and classification system (AMADEUS) for assessment of pre-operative cartilage defect severity. *Cartilage*. 2017;8:272–282.
6. Komárek J, Vališ P, Repko M, Chaloupka R, Krbec M. Léčba osteochondrálních defektů kolenního kloubu metodou implantace solidního chondrograftu – dlouhodobé výsledky. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2010;77:291–295.
7. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med*. 2016;15:155–163.
8. Liu Yw, Tran Md, Skalski Mr, Patel DB, White EA, Tomasian A, Gross JS, Vangsness CT, Matcuk GR Jr. MR imaging of cartilage repair surgery of the knee. *Clin Imaging*. 2019;58:129–139.
9. Markhardt BK, Kijowski R. The clinical significance of dark cartilage lesions identified on MRI. *AJR Am J Roentgenol*. 2015;205:1251–1259.
10. Marlovits S, Singer P, Zeller P, Mandl I, Haller J, Trattnig S. Magnetic resonance observation of cartilage repair tissue (MOCART) for the evaluation of autologous chondrocyte transplantation: determination of interobserver variability and correlation to clinical outcome after 2 years. *Eur J Radiol*. 2006;57:16–23.
11. Mori V, Sawicki LM, Sewerin P, Eichner M, Schaarschmidt BM, Oezel L, Gehrmann S, Bittersohl B, Antoch G, Schleich C. Differences of radiocarpal cartilage alterations in arthritis and osteoarthritis using morphological and biochemical magnetic resonance imaging without gadolinium-based contrast agent administration. *Eur Radiol*. 2019;29:2581–2588.
12. Niemeyer P, Laute V, Zinser W, Becher C, Kolombe T, Fay J, Pietsch S, Kuźma T, Widuchowski W, Fickert S. a prospective, randomized, open-label, multicenter, phase III noninferiority trial to compare the clinical efficacy of matrix-associated autologous chondrocyte implantation with spheroid technology versus arthroscopic microfracture for cartilage defects of the knee. *Orthop J Sports Med*. 2019;7:2325967119854442.
13. Schreiner MM, Raudner M, Marlovits S, Bohndorf K, Weber M, Zalaudek M, Rohrich S, Szomolanyi P, Filardo G, Windhager R, Trattnig S. The MOCART (magnetic resonance observation of cartilage repair tissue) 2,0 knee score and atlas. *Cartilage*. 2019;1947603519865308.
14. Schweitzer E, Falk A, Berthoty D, Mitchell M, Resnick D. Knee effusion: normal distribution of fluid. *AJR Am J Roentgenol*. 1992;159:361–363.
15. Šprláková-Puková A, Vališ P, Mechl M, Zobrazování hyalinní chrupavky pomocí magnetické rezonance. *Ces Radiol*. 2017;71:291–295.
16. Trattnig S, Winalski CS, Marlovits S, Jurvelin JS, Welsch GH, Potter HG. Magnetic resonance imaging of cartilage repair. *Cartilage*. 2011;2:5–26.
17. Vališ P, Repko M, Krbec M, Chaloupka R, Šprláková A, Adler J, Nýdrle M. Ošetření defektu chrupavky hlezna solidním chondrograftem. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2005;72:52–56.
18. Wang Y, Teichtahl AJ, Pelletier JP, Abram F, Wluka AE, Hussain SM, Martel-Pelletier J, Cicuttini FM. Knee effusion volume assessed by magnetic resonance imaging and progression of knee osteoarthritis: data from the Osteoarthritis Initiative. *Rheumatology (Oxford)*. 2019;58:246–253.
19. Welsh GH, Zak L, Mamisch TC, Resinger C, Marlovits S, Trattnig S. Three-dimensional magnetic resonance observation of cartilage repair tissue (MOCART) score assessed with an isotropic three-dimensional true fast imaging with steady-state precession sequence at 3.0 Tesla. *Invest Radiol*. 2009;44:603–612.
20. Yoon TH, Jung M, Choi CH, Kim HS, Lee YH, Choi YS, Kim SJ, Kim SH. Arthroscopic gel-type autologous chondrocyte implantation presents histologic evidence of regenerating hyaline-like cartilage in the knee with articular cartilage defect. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. (Epub 2019) 2020;28:941–951.

## Korespondující autor:

MUDr. Tomáš Otaševič  
Ortopedická klinika FN Brno  
Jihlavská 20  
625 00 Brno  
E-mail: totasevic@email.cz