

Využití skórovacích systémů při hodnocení zánětlivých změn Crohnovy choroby na MR-enterografii

The use of scoring systems in the evaluation of inflammatory changes in Crohn's disease on MR-enterography

Vlastimil Válek jr.¹, Daniel Bartušek¹, Markéta Smělá¹, Štefan Konečný², Marek Dostál^{1,3}

¹Klinika radiologie a nukleární medicíny LF MU a FN, Brno

²Interní a gastroenterologická klinika LF MU a FN, Brno

³Biofyzikální ústav LF MU, Brno

Hlavní stanovisko práce

Magnetická rezonance je základní radiologickou metodou při hodnocení zánětlivých změn střeva u pacientů s Crohnovou chorobou. Cílem MR skórovacích systémů je objektivní hodnocení těchto změn.

SOUHRN

Válek V. jr., Bartušek D, Smělá M, Konečný Š, Dostál M. Využití skórovacích systémů při hodnocení zánětlivých změn Crohnovy choroby na MR-enterografii

Crohnova choroba je chronické zánětlivé střevní onemocnění. Zlatým standardem při hodnocení tíže a rozsahu postižení jsou endoskopické metody. Jejich základní nevýhodou je invazivní charakter vyšetření. V rámci pravidelných kontrol jsou proto využívány neinvazivní radiologické metody – magnetická rezonance a ultrasonografie. Jejich další výhodou oproti koloskopii je vyšší výtěžnost při hodnocení komplikací onemocnění a dalších komorbidit. Nevýhodou zobrazovacích metod je určitá míra subjektivity zatěžující hodnocení a nutnost zkušeností. V současné době existuje řada skórovacích systémů pro MR, jejichž cílem je zajistit co možná nejvíce objektivní hodnocení postižení střeva. Výtěžnost těchto systémů byla prokázána v řadě studií a ačkoliv nejsou standardně využívány v klinické praxi, mohly by se v budoucnu stát užitečným nástrojem při nejjasnějších nálezech či při hodnocení efektu léčby.

Klíčová slova: magnetická rezonance, ultrasonografie, Crohnova choroba, skórovací systémy, MaRIA.

Major statement

Magnetic resonance is basic radiological modality in the evaluation of bowel inflammatory changes in patients with Crohn's disease. The aim of MR scoring systems is to objectively assess these changes.

SUMMARY

Válek V. jr., Bartušek D, Smělá M, Konečný Š, Dostál M. The use of scoring systems in the evaluation of inflammatory changes in Crohn's disease on MR-enterography

Crohn's disease is a chronic inflammatory bowel disease. Endoscopic methods are the gold standard for assessing the severity and extent of disease involvement. Their main disadvantage is the invasive nature of the examination. Therefore, non-invasive radiological methods such as magnetic resonance imaging and ultrasonography are used as part of regular follow-up. Their another advantage over colonoscopy is a higher yield in the evaluation of disease complications and other comorbidities. The disadvantage of imaging methods is a certain degree of subjectivity burdening the evaluation and, of course, the need for experience. Currently, there are a number of MR scoring systems that aim to provide the most objective assessment of bowel involvement. The yield of these systems has been demonstrated in a number of studies, and although they are not currently used in clinical practice, they could become a useful tool in the future when the findings are unclear or when assessing the effect of treatment.

Key words: magnetic resonance imaging, ultrasonography, Crohn's disease, scoring systems, MaRIA.

Přijato: 28. 9. 2023

Korespondenční adresa:

MUDr. Daniel Bartušek, Ph.D.
Klinika radiologie a nukleární medicíny
LF MU a FN
Jihlavská 20, 625 00 Brno
e-mail: bartusek.daniel@fnbrno.cz

Konflikt zájmů: žádný.

Podpořeno MZ ČR – RVO (FNBr, 65269705).

1a



1b



1 MR-enterografie, T1 s aplikací extracelulární kontrastní látky: (a) postkontrastně je patrné výrazné syčení především slizniční vrstvy stěvné stěny (žluté šipky); (b) vrstevnatý charakter syčení (zevní a vnitřní vrstvy) stěny (žluté šipky)

MR-enterography, T1 with application of extracellular contrast medium: (a) postcontrast images show marked enhancement of the mucosal layer of the intestinal wall (yellow arrows); (b) shows the layered character of enhancement (outer and inner layer) of the wall (yellow arrows)

CROHNOVA CHOROBA

Crohnova choroba je chronický nespecifický střevní zánět postihující trávicí trubici kdekoli od dutiny ústní až po konečník (1). Nejčastěji se onemocnění manifestuje postižením tenkého střeva s typickou lokalizací v oblasti terminálního ilea (2). Průběh onemocnění je charakteristický opakujícími se epizodami exacerbace a remise. Mezi hlavní klinické příznaky akutního zánětlivého postižení patří např. bolest břicha a čtenější stolice s příměsí hlenu a krve (1–3).

DIAGNOSTIKA

V rámci primodiagnostiky onemocnění je důležité provedení koloskopie, eventuálně enteroskopie s odběrem vzorku (nejen aktuálně postižených segmentů střeva) k histologickému vyšetření (4, 5). Pacienti s již stanovenou diagnózou jsou dále pravidelně sledováni. Vedle koloskopie jsou k pravidelnému sledování využívány zobrazovací metody. S jejich pomocí lze posoudit přítomnost zánětlivých změn střeva a komplikací s tímto postižením souvisejících (6).

Zobrazovací metody lze využít i v diagnostice onemocnění asociovaných s nespecifickými střevními záněty (jako primární sklerozující cholangoitida, nebo karcinom střeva) (4). Pro posouzení střeva se v současné době využívá především ultrasonografie a magnetická rezonance (MR). Jejich výhodou oproti výpočetní tomografii je absence ionizujícího záření, umožňující pravidelné a opakované kontroly zejména u mladých pacientů s manifestací onemocnění kolem 20 let (2, 7).

Výhodou ultrasonografie oproti MR je nízká cena, rychlost a dostupnost vyšetření (8). Na druhou stranu pomocí MR můžeme přesněji posoudit rozsah postižení tenkého střeva (9). Nevýhodou u MR je délka vyšetření, nutnost adekvátní přípravy před samotným vyšetřením a spolupráce pacienta během vyšetření (10). K přesnějšímu zhodnocení charakteru postižení střevní stěny je rovněž vhodné podání intravenózní kontrastní látky, což může být problematické například u pacientů s renální selháním (9, 11). Výpočetní tomografie (CT) by měla být využívána především u akutních stavů a při posuzování komplikací v dutině břišní. Limitací metody je radiační zátěž. Za další limitaci lze

považovat nutnost podání intravenózní kontrastní látky, spojené s rizikem nežádoucí reakce. Ta se vyskytuje častěji u jodových kontrastních látek, ve srovnání s kontrastními látkami používanými na MR (7, 12).

AKTIVNÍ VS. CHRONICKÉ ZMĚNY

Role zobrazovacích metod spočívá jednak v odhalení přítomnosti zánětlivého postižení střeva, charakteru změn (aktivní/chronické) a rozsahu postižení včetně eventuálních komplikací (především abscesy a píštěle). Přesné posouzení těchto faktorů se podílí na rozhodnutí o dalším managementu léčby pacienta (3, 7, 13).

Známkou aktivního zánětu na MR je zesílení stěny, která se postkontrastně nápadně sytí ve srovnání s nepostiženými segmenty (3). Můžeme vidět dominantně syčení mukózy (zejména v časných fázích postkontrastního vyšetření) a vrstevnatý typ syčení (tzv. target sign). V takovém případě se sytí vnitřní (mukóza) a zevní (muscularis/serosa) vrstva (obr. 1a,b). Střední



2 MR-enterografie, T2 SPAIR, koronální rovina: na skenu s potlačením tuku je patrná rozšířená a hyperintenzní stěna střeva v důsledku edému (žluté šipky)
MR-enterography, T2 SPAIR, coronal plane: the fat suppression scan shows a thickened and hyperintense bowel wall due to edema (yellow arrows)

uzlin, eventuálně i podíl volné tekutiny (obr. 4a–c) (3).

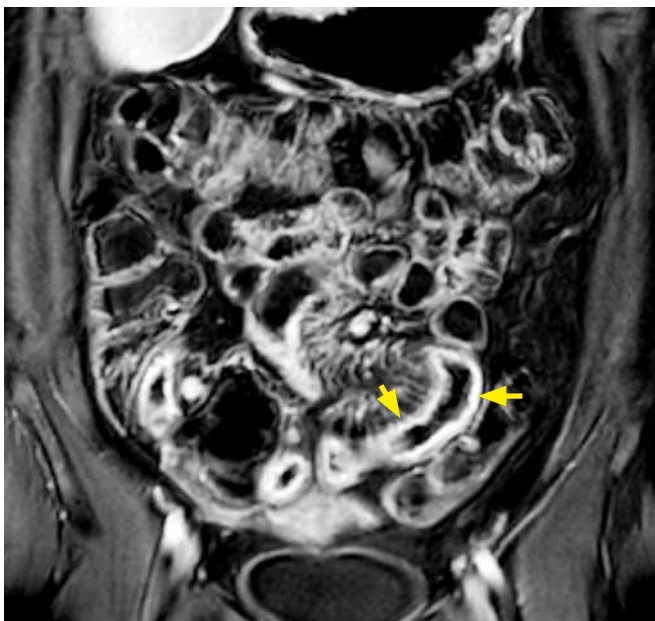
Klidové období nemoci se může projevit absencí jakéhokoliv nálezu na zobrazovacích metodách. Velmi často ovšem přetrvává zesílení střešní stěny (17, 18). Oproti aktivnímu zánětu je to však způsobeno fibrózními změnami, a charakter postižení je tak odlišný. Stěna se i nadále sytí (méně výrazně ve srovnání s aktivním postižením) a charakter syčení je buď vrstevnatý (tedy nesytí se submukóza, ve které se ukládá tuk), eventuálně se může střední část stěny dosycovat v pozdní fázi a výsledkem je homogenní charakter syčení stěny (obr. 5a) (14). V důsledku ukládání tuku je stěna hyposignální na sekvencích s potlačením tuku (obr. 5b,c) (3). V okolí postiženého segmentu mohou přetrvávat lymfatické uzliny (19). Při opakovaných zánětlivých exacerbacích či v rámci dlouhodobě perzistujícího zánětu může docházet k reaktivním změnám i v okolním mezenteriu. Dochází k tzv. tukové infiltraci mezenteria a zvýrazněný perienterální tuk může oddělovat jednotlivé střevní kličky (obr. 6a,b) (3, 20).

Zatímco aktivní zánět lze potlačit úpravou medikace, fibrózní změny často vyžadují chirurgickou intervenci (3). Zejména při delším trvání nemoci jsou tyto dva stavy velmi často přítomny

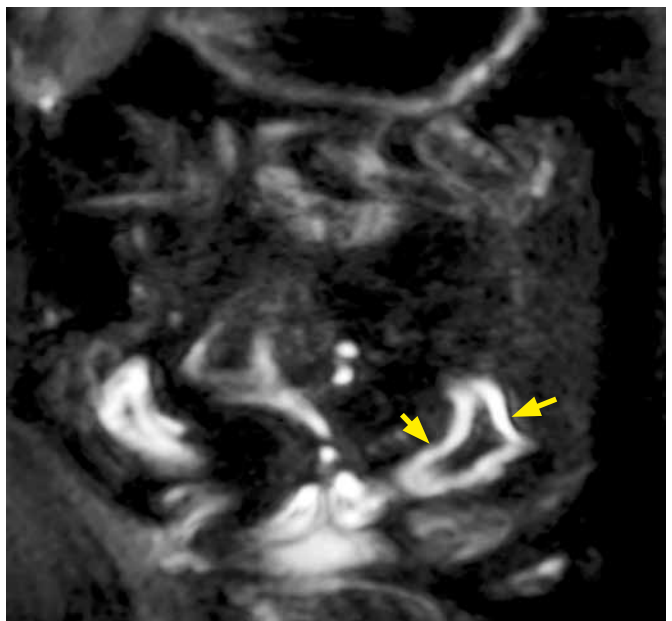
část odpovídající submukóze má nižší intenzitu signálu. V případě transmurálního postižení je syčení stěny homogenní (3, 14, 15). Dalším faktorem je edém stěny na T2 vážených obrazech s potlačením tuku (obr. 2). Na této sekvenci má stěna v rámci zánětlivého prosáknutí vyšší intenzitu signálu ve srovnání s musculus psoas major

(15). U aktivního zánětu dále může docházet k restrikci difuze molekul, čehož využíváme u DWI sekvence (stěna je hypersignální (obr. 3a,b) s hyposignálním korelátem na ADC) (16). Kromě samotného postižení střeva dochází během aktivního zánětu i k reaktivním změnám v okolí – syčení přilehlého mezenteria a vizualizace lymfatických

3a



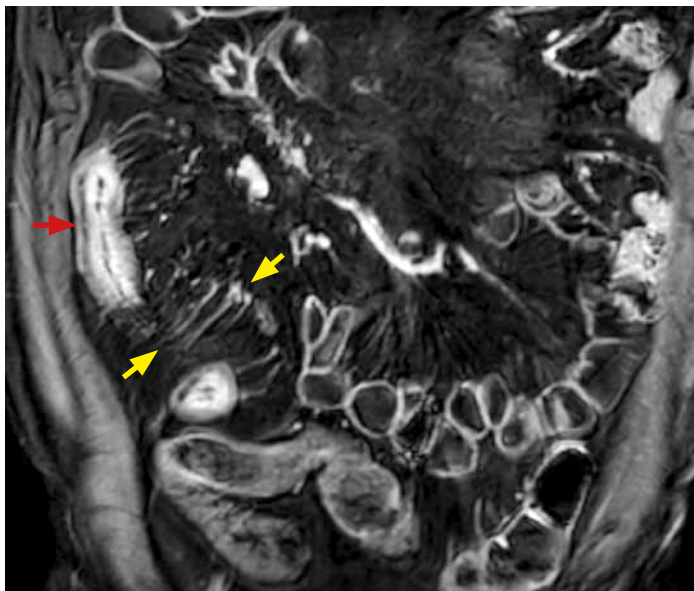
3b



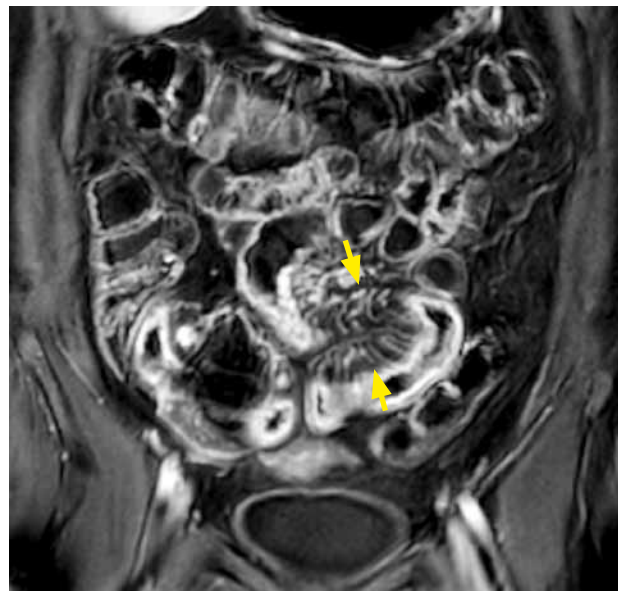
3 MR-enterografie: T1 s aplikací extracelulární kontrastní látky (a); DWI sekvence, b = 800 (b) koronální rovina. Rozšířená stěna, která se postkontrastně výrazně sytí (a, žluté šipky) má i zvýšený signál na DWI sekvenci (b, žluté šipky)

MR-enterography: T1 with application of extracellular contrast agent (a); DWI sequence, b = 800 (b) coronal plane. The thickened wall is significantly enhancing (a, yellow arrows) and also has increased signal on DWI sequence (b, yellow arrows)

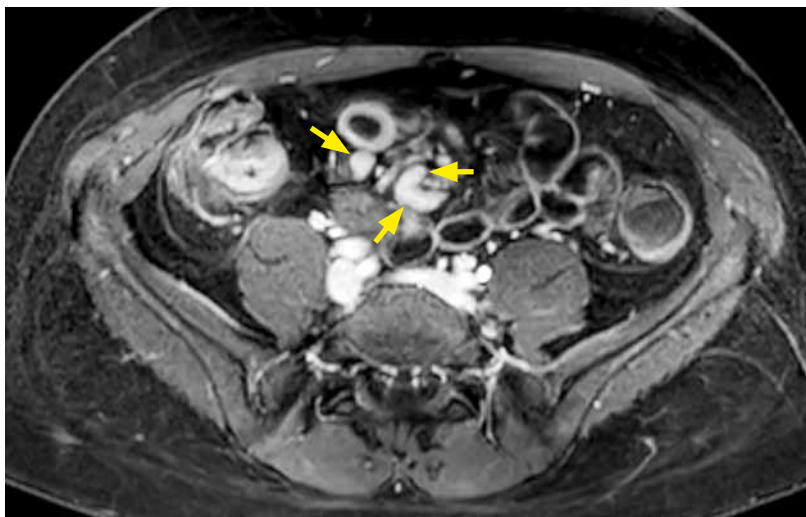
4a



4b



4c



4 MR-enterografie, T1 s aplikací extracelulární kontrastní látky, koronální a transverzální rovina: (a) patrná sytící se rozšířená stěna (červená šipka), rovněž jsou zvýrazněné mezenteriální cévní pleteně zásobující postižený segment (žluté šipky); (b) podobný nálezní zvýrazněných cévních pleteně mezenteria; (c) patrné zvětšené lymfatické uzliny v okolí postiženého střeva (žluté šipky)

MR-enterography, T1 with application of extracellular contrast agent, coronal and transversal plane: (a) shows the enhancing and thickened wall (red arrow), there is also engorgement of the mesenteric vessels supplying the affected segment (yellow arrows); (b) a similar finding of engorgement of the mesenteric vessels is also seen; (c) shows enlarged lymph nodes around the affected bowel (yellow arrows)

Tab. 1. MaRIA skóre

Table 1. MaRIA score

$$\text{MaRIA} = (1,5 \times \text{šíře stěny (mm)}) + (0,02 \times \text{RCE}) + (5 \times \text{edém stěny}) + (10 \times \text{ulcerace})$$

$$\text{RCE} = \left[\frac{\text{WSI nativně} - \text{WSI postkontrastně}}{\text{WSI postkontrastně}} \right] \times 100 \times \left(\frac{\text{SD šum nativně}}{\text{SD šum postkontrastně}} \right)$$

WSI – intenzita signálu stěny na T1 váženém obraze, SD šum – průměr tří naměřených hodnot směrodatné odchylky v ROI umístěné mimo tělo pacienta, edém stěny – přítomnost (1)/nepřítomnost (0) edému; ulcerace – přítomnost (1)/nepřítomnost (0) ulcerací

WSI – wall signal intensity on T1 weighted image; SD noise – the average of three standard deviation measured outside the patient's body using ROI; bowel wall edema – presence (1)/absence (0) of edema; ulceration – presence (1)/absence (0) of ulcerations

Tab. 2. London skóre

Table 2. London score

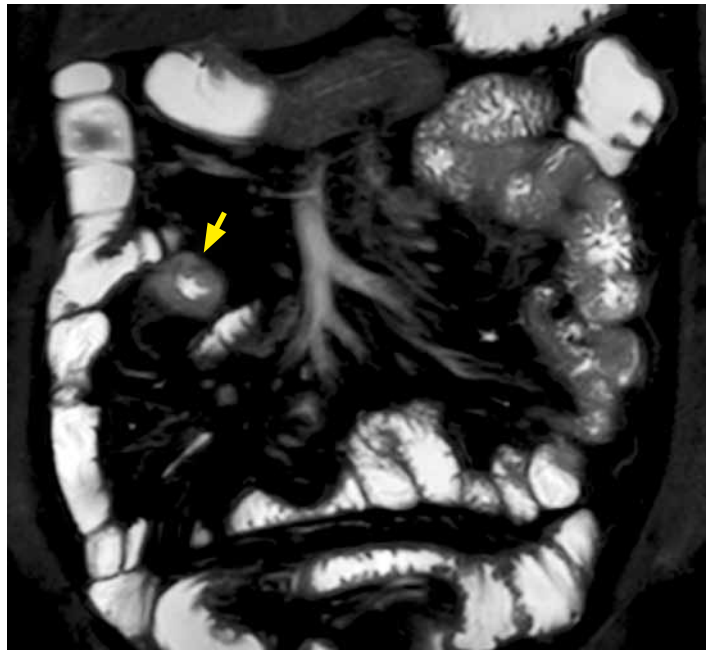
$$\text{London} = 1,79 + (1,34 \times \text{šíře stěny}) + (0,94 \times \text{signál T2 s potlačením tuku})$$

Šíře stěny	0	1–3 mm
	1	3–5 mm
	2	5–7 mm
	3	> 7 mm
Signál T2 s potlačením tuku	0	jako normální střevo
	1	lehce vyšší signál (tmavě šedá)
	2	středně vyšší signál (světle šedá)
	3	výrazně vyšší signál (bílá)

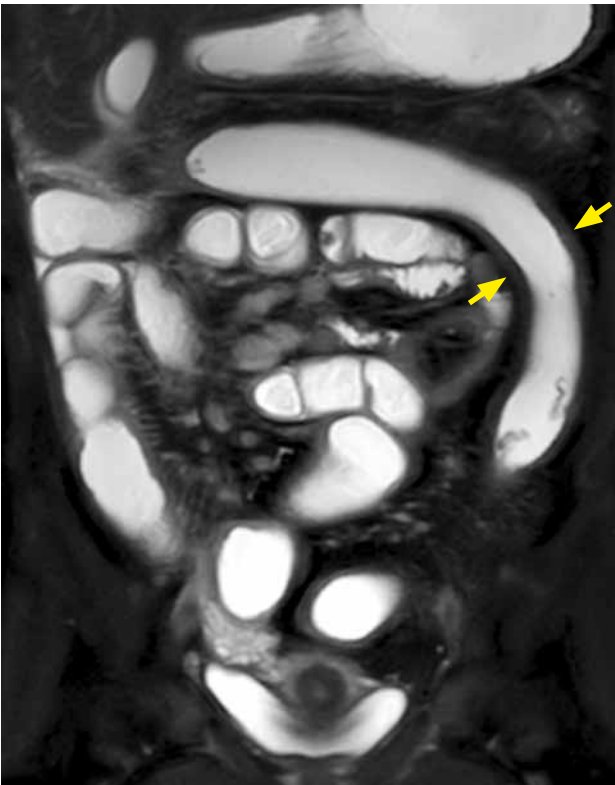
5a



5b



5c



5

MR-enterografie: T1 s aplikací extracelulární kontrastní látky (a); T2 SPAIR (b, c) koronální rovina. Je patrná sytější se rozšířená stěna střeva (žlutá šipka), nejširší (prostřední) vrstva submukózy se sytí relativně nejméně (a). Na obrázku b s potlačením tuku nemá stěna ve srovnání s ostatními segmenty výrazněji zvýšený signál. U jiného pacienta je zesílená hyposignální stěna v důsledku její infiltrace tukem (c).

MR-enterography: T1 with application of extracellular contrast agent (a); T2 SPAIR (b, c) coronal plane. The (a) image shows the enhancing and thickened bowel wall (yellow arrow). The widest (middle) layer of the submucosa is relatively least enhancing (a). In the (b) image fat-suppressed scan, the wall does not have a significantly increased signal compared to the other segments. The (c) image in another patient shows a thickened hyposignal wall due to its infiltration by fat.

v kombinaci, tedy v postiženém střevním segmentu je podíl jak fibrózních, tak zánětlivých změn (14).

MR SKÓROVACÍ SYSTÉMY

V rámci objektivizace hodnocení zánětlivých změn střešní stěny bylo vytvořeno několik skórovacích systémů (7). Na základě předem definovaných

parametrů můžeme s jejich pomocí posoudit přítomnost a tíži zánětlivých změn. V současné době slouží tyto systémy především pro potřeby výzkumu a v praxi se standardně nepoužívají (6, 7). Mezi nejčastěji používané patří MaRIA, London a Clermont skóre (5, 7, 10, 21). Společnými kritérii, ze kterých se vypočítá výsledná hodnota MaRIA a Clermont skóre je tloušťka stěny, edém a ulcerace. Dalším parametrem

u MaRIA skóre je poměr změny signálu stěny postkontrastně oproti nativní sekvenci. Clermont skóre využívá DWI sekvence místo postkontrastních skenů a do výsledku je započítána ADC hodnota (tab. 1, 3) (7). Pomocí DWI sekvencí lze definovat zánětlivě postižené střevní segmenty, podobně jako pomocí postkontrastních sekvencí (9, 11). Představují tak potenciální alternativu u pacientů, u kterých nelze podat kontrastní

6a



6b



6 MR-enterografie, T1 s aplikací extracelulární kontrastní látky, koronální rovina: objemný mezenteriální infiltrát u pacienta s několik let trvajícím onemocněním se oproti nativnímu (a) skenu postkontrastně sytí (b) a retrahuje okolní kličky střevní

MR-enterography, T1 with application of extracellular contrast agent, coronal plane: in a patient with several years of disease duration a giant mesenteric infiltrate is enhancing after administration of contrast agent (a, b) and retracte surrounding bowel loops

látku (16) London skóre vyhodnocuje tloušťku a edém stěny (tab. 2) (21).

Všechny tyto skórovací systémy byly ověřeny ve studiích s využitím koloskopie nebo histologického vyšetření vzorků střevní stěny jako srovnávací metody. Senzitivita a specifita detekce zánětlivých změn u MaRIA skóre je udávána v rozmezí 65–88%, resp. 78–96%. U London skóre 71–81%, resp. 70–99%, u Clermont skóre 89%, resp. 79% (5,22). Cut-off hodnota pro odlišení aktivního střevního zánětu u MaRIA skóre je 7, pro London skóre 4,1 a pro Clermont skóre 8,4. MaRIA a Clermont skóre dále odlišují těžké postižení pomocí cut-off hodnoty 11, resp. 12,5 (5, 21).

Na našem pracovišti byla provedena retrospektivní analýza 203 segmentů střeva celkem u 43 pacientů. U všech byla provedena koloskopie a MR s rozstupem do 2 měsíců. Průměrná hodnota MaRIA u pacientů s postižením dle koloskopie byla 12,94, u pacientů bez střevního postižení 5,29. Senzitivita MaRIA skóre při srovnání s koloskopií

byla 63%, specifita 93% (5, 21). Jedním z možných vysvětlení nižší senzitivity v našem souboru je nerovnoměrný rozstup mezi koloskopií a MR.

Jednou z hlavních limitací těchto systémů je delší doba vyhodnocení výsledného skóre (7, 23). Při hodnocení aktivity pomocí těchto systémů navíc není brán zřetel na rozsah postižení (10), ani na přítomnost komplikací, jako jsou abscesy či přístěle. Tyto akutní stavy však často vedou ke změně managementu pacienta – ať už úpravě medikamentózní léčby, nebo případné chirurgické/radiologické intervenci (24, 25). U Clermont skóre je limitací kvantitativní hodnocení ADC indexu u DWI sekvencí, vzhledem k absenci jednoznačné cut-off hodnoty odlišující aktivní onemocnění (16, 26). Problematiké je rovněž odlišení aktivních a chronických změn, protože restrikce difuze je patrná v obou případech (16). Nespolupráce pacienta, resp. vznik pohybových artefaktů, u pacientů neschopných adekvátně zadržet dech je

další limitací. V takových případech jsou sekvence s artefakty mnohdy nehodnotitelné a výsledné skóre nelze sestavit.

Délku stanovení výsledného skóre se podařilo redukovat zavedením zjednodušené verze MaRIA skóre (MaRIAs) (10). Hodnotícími parametry jsou tloušťka stěny, přítomnost edému, ulcerací a prosáknutí mezenteriálního tuku (10, 27). Korelace mezi endoskopickým nálezem a MaRIAs skóre, resp. mezi klasickým MaRIA a MaRIAs skórovacím systémem byla rovněž prokázána (7, 10, 28). Další výhodou této varianty klasického MaRIA skóre je podobně jako u London skóre absence nutnosti hodnocení postkontrastních sekvencí (7).

Rozsah onemocnění jako součást komplexního hodnocení aktivity střevního zánětu je zahrnut například v MEGS skóre. Jedná se o skórovací systém vycházející z parametrů London skóre, který hodnotí celkem devět segmentů střeva od jejunu po rektum. Body navíc k výslednému skóre jsou přidány v případě přítomnosti zvětšených uzlin

Tab. 3. Clermont skóre

Table 3. Clermont score

$$\text{Clermont} = (1,646 \times \text{šíře stěny (mm)}) - (1,321 \times \text{ADC}) + (5,613 \times \text{edém stěny}) + (8,306 \times \text{ulcerace}) + 5,039$$

ADC = $\times 10^{-3}$ mm²/s, edém stěny – přítomnost (1)/nepřítomnost (0) edému, ulcerace – přítomnost (1)/nepřítomnost (0) ulcerací
ADC = $\times 10^{-3}$ mm²/s, bowel wall edema – presence (1)/absence (0) of edema, ulceration – presence (1)/absence (0) of ulcerations

či komplikací (příštělí a abscesů), což je další rozdíl oproti výše zmíněným systémům (21). Kromě výše uvedených byly publikovány například Nancy, Lemann skóre a některé další (10, 21).

Cílem těchto systémů je primárně odlišení přítomnosti a nepřítomnosti aktivního zánětlivého postižení střevních klíčků u pacientů s Crohnovou chorobou (5, 28). Ne vždy je však možné jednoznačné odlišení aktivních a chronických změn. Tento fakt zřejmě částečně souvisí s tím, že zánětlivé změny mohou koincidovat s fibrózní přestavbou střevní stěny. Význam odlišení dominující složky postižení (aktivní zánět vs. fibróza) hraje roli při rozhodování o dalším managementu pacienta.

Vedle posouzení střevního postižení u nově diagnostikovaných pacientů či

u pacientů s exacerbací spočívá role MR i v hodnocení odpovědi na léčbu. U pacientů s vyhojeným endoskopickým nálezem dochází s časovým odstupem i k regresi změn patrných na MR a s tím souvisejícím snížením hodnoty MaRIA skóre ve srovnání s vyšetřením před zahájením léčby (18). Vedle hodnocení aktivity střevního postižení u pacientů s Crohnovou chorobou se řada autorů zabývá i touto možností využití skórovacích systémů.

I v současné době podléhá hodnocení určité variabilitě mezi jednotlivými lékaři, která závisí mimo jiné na zkušenostech konkrétního radiologa. Nicméně použití skórovacích systémů zlepšuje objektivizaci MR vyšetření, což bylo prokázáno vysokou mírou inter- a intra-reprodukovatelnosti (5, 10, 23, 29).

ZÁVĚR

Magnetická rezonance je v současné době spolu s ultrasonografií jednou ze základních zobrazovacích metod k hodnocení zánětlivého postižení střeva u pacientů s Crohnovou chorobou. Cílem skórovacích systémů je objektivní odlišení přítomnosti zánětlivého postižení střevní stěny, což má zásadní význam pro plánování dalšího managementu pacienta. Ačkoliv byla prokázána jejich korelace s koloskopickým vyšetřením (a jinými standardizovanými metodami), nejsou tyto systémy zatím běžně zavedeny v klinické praxi. Do budoucna by však mohly být pomůckou při nejasných nálezech na MR. ●

LITERATURA

- Hustý J, Bartušek D, Válek V, Smělá M, Zbořil V, et al. Využití kontrastního ultrazvuku v diagnostice aktivity Crohnovy nemoci. *Ces Radiol* 2013; 67(1): 39–45.
- Ranasinghe IR, Hsu R. Crohn Disease. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [citováno 5. prosinec 2022]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK436021/>
- Lišková Z, Sláviková K, Mikula P, Lehotská V. MR Enterographic evaluation of the small bowel Crohn's subtypes. *Ces Radiol* 2018; 72(3): 151–160.
- Roda G, Chien Ng S, Kotze PG, Argollo M, Panaccione R et al. Crohn's disease. *Nat Rev Dis Primers* 2020; 6(1): 1–19. doi: 10.1038/s41572-020-0156-2
- Rimola J, Alvarez-Cofiño A, Pérez-Jeldres T, Ayuso C, Alfaro I, et al. Comparison of three magnetic resonance enterography indices for grading activity in Crohn's disease. *J Gastroenterol* 2017; 52(5): 585–593. doi: 10.1007/s00535-016-1253-6
- Kucharzik T, Tielbeek J, Carter D, Taylor SA, Tolan D, et al. ECCO-ESGAR Topical Review on Optimizing Reporting for Cross-Sectional Imaging in Inflammatory Bowel Disease. *J Crohns Colitis* 2022; 16(4): 523–543. doi: 10.1093/ecco-jcc/jjab10
- Rimola J, Torres J, Kumar S, Taylor SA, Kucharzik T. Recent advances in clinical practice: advances in cross-sectional imaging in inflammatory bowel disease. *Gut* 2022; 71: 2587–2597. doi: 10.1136/gutjnl-2021-326562
- Hata J, Imamura H. The Use of Transabdominal Ultrasound in Inflammatory Bowel Disease. *Korean J Radiol* 2022; 23(3): 308–321. doi: 10.3348/kjr.2021.0692
- Puylaert CAJ, Tielbeek JAW, Schüffler PJ, Nio CY, Horsthuis K, et al. Comparison of contrast-enhanced and diffusion-weighted MRI in assessment of the terminal ileum in Crohn's disease patients. *Abdom Radiol* 2019; 44(2): 398–405. doi: 10.1007/s00261-018-1734-6
- D'Amico F, Chateau T, Laurent V, Danese S, Peyrin-Biroulet L. Which MRI Score and Technique Should Be Used for Assessing Crohn's Disease Activity? *J Clin Med* 2020; 9(6): 1691. doi: 10.3390/jcm9061691
- Cansu A, Bekircavusoglu S, Oguz S, Bulut E, Fidan S. Can diffusion weighted imaging be used as an alternative to contrast-enhanced imaging on magnetic resonance enterography for the assessment of active inflammation in Crohn disease? *Medicine (Baltimore)* 2020; 99(8): e19202. doi: 10.1097/MD.0000000000001920
- Caschera L, Lazzara A, Piergallini L, Ricci D, Tuscano B, et al. Contrast agents in diagnostic imaging: Present and future. *Pharmacological Research* 2016; 110: 65–75. doi: 10.1016/j.phrs.2016.04.023
- Mírka H, Ferda J, Ohlidalová K, Koželušová J. Hodnocení dynamiky perfuze střevní stěny při stanovení aktivity Crohnovy choroby: porovnání ultrasonografie a magnetické rezonance s blood-pool kontrastní látkou. *Ces Radiol* 2009; 63(1): 42–47.
- Griffin N, Grant LA, Anderson S, Irving P, Sanderson J. Small bowel MR enterography: problem solving in Crohn's disease. *Insights Imaging* 2012; 3(3): 251–263. doi: 10.1007/s13244-012-0154-3. doi: 10.1148/rg.2020190091
- Guglielmo FF, Anupindi SA, Fletcher JG, Al-Hawary MM, Dillman JR, et al. Small Bowel Crohn Disease at CT and MR Enterography: Imaging Atlas and Glossary of Terms. *RadioGraphics* 2020; 40(2): 354–375. doi: 10.1148/rg.2020190091
- Dohan A, Taylor S, Hoeffel C, Barret M, Allez M, et al. Diffusion-weighted MRI in Crohn's disease: Current status and recommendations. *J Magn Reson Imaging* 2016; 44(6): 1381–1396. doi: 10.1002/jmri.25325
- Wilkens R, Novak KL, Maaser C, Panaccione R, Kucharzik T. Relevance of monitoring transmural disease activity in patients with Crohn's disease: current status and future perspectives. *Therap Adv Gastroenterol* 2021; 14: 17562848211006672. doi: 10.1177/17562848211006672
- Rimola J, Alfaro I, Fernández-Clotet A, Castro-Poceiro J, Vas D, et al. Persistent damage on magnetic resonance enterography in patients with Crohn's disease in endoscopic remission. *Aliment Pharmacol Ther* 2018; 48(11–12): 1232–1241. doi: 10.1111/apt.15013

19. **Maconi G, Sorin V, Kopylov U, Barzilay O, Ferretti F, et al.** Diagnostic significance of mesenteric lymph node involvement in proximal small bowel Crohn's disease. *Therap Adv Gastroenterol* 2022; 15: 17562848221118664. doi: 10.1177/17562848221118664
20. **Mentzel HJ, Reinsch S, Kurzai M, Stenzel M.** Magnetic resonance imaging in children and adolescents with chronic inflammatory bowel disease. *World J Gastroenterol*. 2014; 20(5): 1180–1191. doi: 10.3748/wjg.v20.i5.1180
21. **Rozendorn N, Amitai MM, Eliakim RA, Kopylov U, Klang E.** A review of magnetic resonance enterography-based indices for quantification of Crohn's disease inflammation. *Therap Adv Gastroenterol* 2018; 11: 1756284818765956. doi: 10.1177/1756284818765956
22. **Greer MLC, Cytter-Kuint R, Pratt L tal, Soboleski D, Focht G, et al.** Clinical-stage Approaches for Imaging Chronic Inflammation and Fibrosis in Crohn's Disease. *Inflamm Bowel Dis* 2020; 26(10): 1509–1523. doi: 10.1093/ibd/izaa218
23. **Puylaert CAJ, Nolthenius CJT, Tielbeek JAW, Makanyanga JC, Rodriguez-Justo M, et al.** Comparison of MRI Activity Scoring Systems and Features for the Terminal Ileum in Patients With Crohn Disease. *AJR Am J Roentgenol* 2019; 212(2): W25–31. doi: 10.2214/AJR.18.19876
24. **De Simone B, Davies J, Chouillard E, Di Saverio S, Hoentjen F, et al.** WSES-AAST guidelines: management of inflammatory bowel disease in the emergency setting. *World J Emerg Surg* 2021; 16: 23. doi: 10.1186/s13017-021-00362-3
25. **Kala Z, Marek F, Válek VA, Bartušek D.** Crohn's Disease Surgery. *Vnitř. Lék.* 2014; 60(7–8): 617–623.
26. **Soydan L, Demir AA, Ozer S, Ozkara S.** Can MR Enterography and Diffusion-Weighted Imaging Predict Disease Activity Assessed by Simple Endoscopic Score for Crohn's Disease? *J Belg Soc Radiol* 2019; 103(1): 10. doi: 10.5334/jbsr.1521
27. **Shaoul R, Day AS.** An Overview of Tools to Score Severity in Pediatric Inflammatory Bowel Disease. *Front Pediatr* 2021; 9: 615216. doi: 10.3389/fped.2021.615216
28. **Roseira J, Ventosa AR, de Sousa HT, Brito J.** The new simplified MARIA score applies beyond clinical trials: A suitable clinical practice tool for Crohn's disease that parallels a simple endoscopic index and fecal calprotectin. *United European Gastroenterol J* 2020; 8(10): 1208–1216. doi: 10.1177/2050640620943089
29. **Jairath V, Ordas I, Zou G, Panes J, Stoker J, et al.** Reliability of Measuring Ileo-Colonic Disease Activity in Crohn's Disease by Magnetic Resonance Enterography. *Inflamm Bowel Dis* 2018; 24(2): 440–449. doi: 10.1093/ibd/izx040