

MR ENTEROGRAFIA S POUŽITÍM EXPERIMENTÁLNEJ SPIO ORÁLNEJ KONTRASTNEJ LÁTKY – PRVÉ SKÚSENOSTI

MR ENTEROGRAPHY USING EXPERIMENTAL SPIO ORAL CONTRAST AGENT – FIRST EXPERIENCES

původní práce

Marková Ingrid^{1,5}
Kluchová Kateřina^{2,3}
Izák Niko¹
Novák Pavel⁴
Novotná Kateřina¹
Bielik Radoslav¹

¹Radiologické oddelenie, FNŠP
F. D. Roosevelta, Banská Bystrica,
Slovenská republika

²Výzkumné centrum nanomateriálů,
UP Olomouc

³Katedra fyzikální chemie,
UP Olomouc

⁴MEDIHOPE s.r.o., Prostějov

⁵Radiologická klinika LF a FNŠP,
UP Olomouc

Přijato: 15. 8. 2009.

Korespondenční adresa:

MUDr. Ingrid Marková
Radiologické oddelenie FNŠP
F. D. Roosevelta
nám. gen. Svobodu 1,
975 17 Banská Bystrica,
Slovenská republika
e-mail: ingrid.markova@gmail.com

Článek vznikl v rámci grantového projektu CEP 1MO5512 Centrum práškových nanomateriálu na výzkumu SPIO perorální kontrastní látky při vyšetření tenkého střeva.

Podakovanie kolektívu autorov
Mgr. Pavlovi Tučekovi z Katedry
matematickej analýzy a aplikovanej
matematiky UP Olomouc za vypracovanie štatistickej analýzy.

SOUHRN

Marková I, Kluchová K, Izák N, Novák P, Novotná K, Bielik R. MR enterografia s použitím experimentálnej SPIO orálnej kontrastnej látky – prvé skúsenosti

Cieľ. Magnetická rezonancia je výberovou modalitou v zobrazovaní tenkého čreva vzhľadom na vysoké rozlíšenie mäkkého tkaniva, multiplanárnu akvizíciu, možnosť vykonávať funkčné štúdie, absenciu radiačného žiarenia, obzvlášť u detí a mladšej populácie. Z technického hľadiska je nutná príprava tenkého čreva – jeho dostatočná distenzia, zamedzenie pohybových artefaktov a prijateľná doba vyšetrenia. Distenzia sa dá dosiahnuť dvoma spôsobmi, buď perorálnou náplňou, alebo cez zavedenú nazojejunálnu sondu. Kontrastné perorálne látky sú charakterizované ako pozitívne, negatívne alebo bifázické.

Metoda. Štúdia je rozdelená do troch skupín. V 1. skupine je 17 zdravých dobrovoľníkov. Po 6–8hodinovom lačnení pili frakcionovane 1000 ml perorálneho roztoku v priebehu 50 minút. Potom sa vykonala MREg (magnetická rezonančná enterografia) bez podania kontrastnej látky a spazmolytika. V 2. skupine bolo realizované MRCP u 24 chorých s rôznymi diagnózami a v rámci prípravy pred vyšetrením sme podávali v množstve 500 ml perorálny nálev 30 minút pred vyšetrením frakcionovane. V poslednej skupine sú zatiaľ chorí s Crohnovou chorobou, zápalovým ochorením čreva atď. – štúdia nie je ešte ukončená. Všetky vyšetrenia boli realizované na 1,5T systéme (Signa Horizon Lx, GE, Milwaukee, Wisconsin, USA), protokol vyšetrenia pri MREg: axiálna/koronálna rovina

SUMMARY

Marková I, Kluchová K, Izák N, Novák P, Novotná K, Bielik R. MR enterography using experimental SPIO oral contrast agent – first experiences

Aim. Magnetic resonance is a method of choice in small bowel imaging according to high resolution of soft tissue, multiplanar acquisition, possibility of functional studies, absence of radiation, especially in children and younger population. From technical point of view small bowel preparation is necessary – sufficient distension, avoiding of motion artifacts, acceptable examination time. Small bowel distension can be reached in 2 ways, peroral filling or filling through nasojejunal tube. Oral contrast agents are characterized as positive, negative or biphasic.

Method. Study is divided into 3 groups. There are 17 healthy volunteers in the first group. After 6–8 hours of fasting, they drank fractionally 1000 ml peroral solution within 50 minutes. Then followed MREg (magnetic resonance enterography) without intravenous contrast agent and spasmolytic agent. Second group was realized in 24 patients with MRCP (magnetic resonance pancreatico-cholangiography) with various diagnoses, as small bowel preparation we gave them 500 ml of peroral solution fractionally within 30 minutes. Last group consists of patients with Crohn's disease, inflammatory bowel disease, etc, study is not finished yet. All examinations were realized on 1,5T system (Signa Horizon Lx, GE, Milwaukee, Wisconsin, USA), examination protocol in MREg: breathhold axial/coronal plane 2D T2 SSFSE (single-shot fast spine-scho), all patients and

2D T2 SSFSE (single-shot fast spine-scho) so zadržaním dychu, všetci chorí a dobrovoľníci vyplnili dotazník o charakteristike roztoku. Štyria rádiológovia nezávisle hodnotili vyšetrenia v 1. a 2. skupine. Tretia štúdia nie je ukončená, a preto nebola štatisticky analyzovaná. Analýza bola spracovaná štatistickými metódami χ^2 -testom dobrej zhody a kontingenčnými tabuľkami na hladine významnosti 5%.

Výsledky. Z hodnotení dotazníkov 1. a 2. skupiny o charakteristike experimentálneho roztoku vyplýva existencia závislosti chuti a vzhľadu roztoku, ovocná chuť je spojená s obstojným vzhľadom a dobrou chuťou roztoku, kovová a syntetická chuť je spojená s nepekným vzhľadom a nie dobrou chuťou roztoku. Štatistickou analýzou bola dokázaná závislosť medzi problémami počas pitia (diarrhoe, nauzea, flatulencia, gargoizmus) a rovnakými pretrvávajúcimi problémami po 2 hodinách po vypití roztoku. Bola vypočítaná závislosť medzi kovovou, respektíve syntetickou, chuťou roztoku a pridruženou nauzeou. V oboch skupinách boli vypočítané rovnaké vedľajšie prejavy počas pitia (diarrhoe, nauzea, flatulencia, gargoizmus) a 2 hodiny po vypití v závislosti od chuti a množstva nálevu. Zo štatistickej analýzy a hodnotenia vyšetrení štyrmi rádiológmi v 1. a 2. skupine vyplýva hodnotiteľnosť MREg, MRCP, T2 váž. obrazu, SNR v T2 váž. obraze a sú dokázateľne závislé od náplne lúmenu. V 95% sa všetci štyri rádiológovia zhodli v odpovediach na otázky. Podľa hodnotenia dotazníkov v skupine zdravých jedincov rádiológmi je dostatočná koncentrácia 800 mg maghemit (gamma-Fe₂O₃)/4g bentonit v 1000 ml roztoku.

Záver. Perorálny nálev s použitím SPIO nanopartikul maghemitu (800 mg) v bentonitovej matrici v 1000 ml roztoku je vhodný pre vyšetrenie tenkého čreva pomocou MREg. Bude potrebné ďalej skúmať hodnotenie zápalových ochorení tenkého čreva a MREg s použitím SPIO orálnej kontrastnej látky.

Kľúčové slová: magnetická rezonančná enterografia (MREg), perorálny nálev, tenké črevo, SPIO (Super Paramagnetic Iron Oxides) partikuly.

volunteers fulfilled questionnaire about the solution characterization, 4 radiologists independently evaluated the examinations in first two groups. Third group was not statistically analyzed because of it is not finished yet. Analysis was made by statistic methods of χ^2 -test of good agreement and contingent tables with level of significance 5%.

Results. Evaluation of the questionnaires about solution characterization in first and second group resulted in existence of dependence on solution taste and appearance, fruity taste is connected with sufficient appearance and good solution taste, metallic and synthetic taste is connected with bad appearance and not good solution taste. According to statistic analysis, there is dependence between problems during drinking (diarrhoe, nausea, flatulence and gargoism) and problems remaining 2 hours after drinking solution. There was seen dependance between metallic, synthetic solution taste, associated nausea respectively. Adverse effects during drinking and after 2 hours drinking (diarrhoe, nausea, flatulence and gargoism) were present in both groups in dependance of solution taste and volume. Evaluation of MREg, MRCP, T2 weighted images is dependend on quality of luminal filling according to statistical analysis and 4 radiologists evaluation of first and second group. In 95% all 4 radiologists were agreed in answers for questions. Based on evaluation of the questionnaires, 800 mg maghemit/4g bentonit in 1000 ml of solution is sufficient concentration.

Conclusion. Oral contrast agent with SPIO nanoparticles of maghemit (800 mg) in bentonit matrix in 1000 ml solution, is appropriate for small bowel examination with MREg. Further study will be necessary for evaluation of inflammatory bowel diseases and MREg with SPIO oral contrast agent.

Key words: magnetic resonance enterography (MREg), oral contrast agent, small bowel, SPIO (Super Paramagnetic Iron Oxides) particles.

ÚVOD

V súčasnosti existuje niekoľko neinvazívnych a minimálne invazívnych techník na zobrazovanie tenkého čreva. Ich výber sa riadi heslom maximálnej optimalizácie času vyšetrenia, dostupnosti vyšetrenia, spôsobu prípravy, výťažnosti pri potvrdzovaní diagnózy. Magnetická rezonančná enterografia (MREg) patrí medzi neinvazívne metódy s absenciou radiačnej záťaže. Magnetická rezonancia (MR) sa s veľkou výhodou používa na primárnu diagnostiku a ďalšie sledovanie počas liečby predovšetkým Crohnovej choroby, je vhodná aj na celoživotné dispenzárne sledovanie chorých s týmto zápalom obdobne aj u všetkých chorých s IBD (inflammatory bowel disease – zápalové ochorenia čreva) v akomkoľvek veku. Oproti CT (komputerová tomografia) MR poskytuje prídavné informácie a je schopná zhodnotiť akékoľvek ochorenie tenkého čreva (1). Podmienkou hodnotiteľného vyšetrenia je dostatočná náplň kontrastnou látkou a distenzia lúmenu tenkého čreva (2), minimalizácia pohybových artefaktov, dostatočná sila magnetického poľa (od 1T vyššie) a nutná spolupráca vyšetrujúceho. Technika MREc (magnetickej rezonančnej enteroklýzy) bola vyvinutá, ale aj keď umožňuje excelentné zobrazenie, jej klinická implementácia ide pomaly, chorí pociťujú ako traumatizujúcu duodenálnu intubáciu (2). Zavedenie perorálnej náplne bez intubácie a s použitím nie nefrotoxických k.l. viedli k rýchlemu klinickému rozšíreniu tejto zobrazovacej metódy. MREg poskytuje širšiu klinickú akceptáciu so zachovaním neinvazívnosti (2). Samotná voda ako perorálna náplň je nepostačujúca, približne do 20 minút sa začína jej reabsorpcia v proximálnych úsekoch tenkého čreva. Do vody je nutné pridávať osmotické a neosmotické aditíva, aby sa zabránilo jej včasnej reabsorpcii (3). S ohľadom na publikované štúdie o použití orálnej kontrastnej látky (k.l.), sa perorálne k.l. vo všeobecnosti delia na pozitívne, negatívne a bifázické (4). Pozitívne k.l. vytvárajú efekt tzv. „bright lumen“ (svetlý lumen), spôsobujú skrátenie T1 relaxačného času, sú hyperintenzné v T2 aj T1 váženom obraze. Sem patria komerčne vyrábané kontrastné látky na báze gadolinia (Gd) a mangánu (Mn). Negatívne k.l. vytvárajú efekt tzv. „dark lumen“ (tmavý lumen), skrátujú T2 relaxačný čas, preto sú v T2 a T1 váženom obraze tmavé. Sem patria všetky látky na báze oxidov železa (SPIO – Super Paramagnetic Iron Oxides a USPIO – Ultrasmall Super Paramagnetic Iron Oxides). Bifázické k.l. vytvárajú dvojaký efekt, sú hyperintenzné v T2 váženom obraze a hypointenzné v T1 váženom obraze. K nim priradujeme vodu, manitol, polyetylén glykol (PEG), metylcelulózu. Podľa doteraz publikovaných štúdií mnohí autori preferujú používanie bifázických orálnych kontrastných látok (4). Cieľom našej štúdie je prezentovanie prvých výsledkov použitia experimentálneho SPIO perorálneho nálevu pri MREg metódou „tmavého lúmenu“ u zdravých aj chorých jedincov s rôznymi zápalovými ochoreniami tenkého čreva.

MATERIÁL A METODA

Subjekty

Štúdia je realizovaná v spolupráci Výskumného Centra nanomateriálů Přírodovědecké fakulty UP Olomouc a Radiologic-

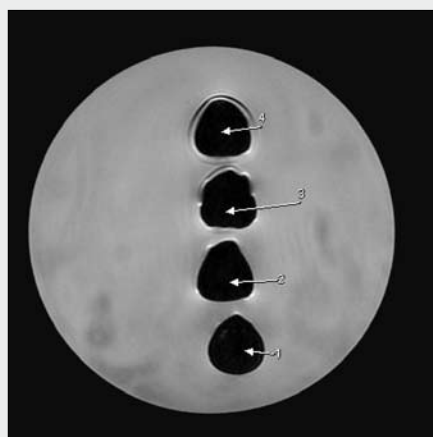
kého oddelenia FNŠP F.D. Roosevelta, Banská Bystrica. Štúdia (vrátane klinického skúšania) je povolená rozhodnutím etickej komisie z 5. februára 2008 pri FNŠP F.D.R. Banská Bystrica, Slovenská republika. Všetci vyšetruvaní podpísali písomný súhlas s vyšetrením podľa platnej legislatívy pre klinické skúšanie v Slovenskej republike. Štúdia je rozdelená do troch skupín. V 1. skupine je 17 zdravých dobrovoľníkov. Vekové rozpätie bolo od 24–49 rokov, priemerný vek 36,8 roka, z toho 11 žien a 6 mužov. Dobrovoľníci pili po 6–8hodinovom lačnení frakcionovane perorálny nálev v priebehu 50 minút frakcionovane (150–200 ml každých 7–10 minút) v objeme 1000 ml. Po ďalších 10 minútach sa vykonala MREg bez podania kontrastnej látky a spazmolytika. V 2. skupine bolo realizované MRCP u 24 chorých s rôznymi diagnózami, v rámci prípravy pred vyšetrením, chorí pili v množstve 500 ml perorálny nálev 30 minút frakcionovane obdobne ako v 1. skupine. V tejto skupine bolo 16 žien a 8 mužov, vekové rozpätie 25–88 rokov, priemer 53,5 roka, jedna pacientka mala malígnu stenózu žľčovodov, jedna pacientka mala benígnu stenózu žľčovodov, dva chorí mali primárnu sklerotizujúcu cholangitidu (PSC), jedna pacientka mala Crohnovu chorobu + PSC, tri pacienti cholecystolitíazu susp. choledocholitíazu s alebo bez dilatácie žľčovodov, päť pacientov mali pankreatitis, päť pacientov mali cirhózu pečene s portálnou hypertenziou a ascitom pred transplantáciou pečene, jeden pacient s náhodne zisteným Grawitzovým nádorom obličky a metastázami intraperitoneálne a intrahepatálne, tri chorí boli po cholecystektomii, jeden chorý mal chronickú hepatitis a jeden chorý cholangitidu. Tretia skupina – štúdia ešte nie je ukončená.

Perorálne nálevy

Nálev vytvárajúci „tmavý“ lumen čreva bol pripravený zmiešaním: 76,4g PEG 4000 (polyetylén glykol – Makrogol) + 2,84g NaS (natrium sulfid) + 0,84g NaHCO₃ (bikarbonát sodný) + 0,72g KCl (kalium chlorid) + 0,36g NaCl (natrium chlorid) + 500ml HAMI džús (HAMI, Nutricia, CZ) jablko/mrkva + 500ml voda + SPIO partikuly (maghemitu v bentonitovej matrici) (obr. 1) – vyskúšala sa dávka 200, 400, 600 a 800mg maghemitu/4g bentonitu v 1000ml roztoku a porovnaním vyšetrenia s použitím komerčného preparátu Lumirem (Bracco, IT). Maghemitové nanopartikuly sú obalené do aluminosilikátového minerálu (bentonit – čistý íl) laboratórnou cestou a ako prášok sú dodané do džúsu (kojenecká výživa), ktorý zabraňuje jeho sedimentácii v roztoku. Cena maghemit/bentonitového roztoku s pridaním vyššie popísaných aditív je minimálne 6–7× nižšia než komerčne vyrábané preparáty (Lumirem Bracco, Abdoscan Nycomed) a predstavuje cenovo lacnú variantu experimentálnej novej kontrastnej látky na perorálnu náplň pre MR diagnostiku ochorení tenkého čreva (5). Nálev vytvárajúci „svetlý“ lumen čreva bol pripravený zmiešaním 76,4g PEG 4000 (polyetylén glykol – Makrogol) + 2,84g NaS + 0,84g NaHCO₃ + 0,72g KCl + 0,36g NaCl + 1000ml voda (4).

Protokol vyšetrení

Všetky vyšetrenia boli vykonané na prístroji 1,5T systéme (Signa Horizon Lx, GE, Milwaukee, Wisconsin, USA). Protokol pri MREg: pronačná poloha, body phased array, lokalizér, breathold ax 2D T2 SSFSE (single-shot fast spine-scho) TE 80, TR minimum = 1852, FOV 38 × 38cm a viac, bandwidth 31,25



Obr. 1

Obr. 1. Fantómová skúška homogenity signálovej intenzity rôznych džúsov + 200 mg maghemit/4 g bentonit matrica

1 – RYO 100% mrkva, 2 – Sunárek jablko + mrkva, 3 – HIPP – marhuľa, 4 – HAMI jablko/mrkva, T2 SSFSE

Fig. 1. Phantom test of homogeneity of signal intensity of various juices + 200mg maghemit/4g bentonit matrix

1 – RYO 100% carrot, 2 – Sunárek apple + carrot, 3 – HIPP – apricot, 4 – HAMI apple/carrot, T2 SSFSE

hrúbka vrstvy 5 mm, sp 1,0 matrix 256 × 256, breathold cor 2D T2SSFSE TR 80, TE minimum = 2027, bandwidth 31,25 FOV 48 × 48 cm², matrix 384 × 320, spacing 1,0 hrúbka vrstvy 5 mm, v 1. skupine doplnené ax DWI b = 800, cor T1 3D fSPGR.

Protokol pri MRCP lok, ax/cor 2D T2 SSFSE TE 500, TR6000, bandwidth 31,25, matrix 384 × 320, FOV 36, hrúbka vrstvy 20 mm, spacing 0, počet vrstiev 14 a viac.

Analýza dát

V oboch skupinách vyšetrení vyplňovali dotazník. V dotazníku odpovedali na otázky týkajúce sa charakteristiky chuti, vzhľadu, objemu roztoku a hodnotenia vedľajších efektov počas pitia a 2 hodiny po vypití nálevu. Zatiaľ boli analyzované výsledky vyšetrení v 1. a 2. skupine (3. skupina – štúdia nie je ukončená) štyrmi rádiológmi (I. N., P. N., N. K. B. R.). Vyšetrenia sa analyzovali na pracovnej stanici ADW 4.1, (GE, Milwaukee, Wisconsin, USA), súčasne vyplňovali dotazník osobitne pre 1. skupinu s otázkami o postupe nálevu za 50 minút, náplň lúmenu tenkého čreva, hodnotiteľnosť vyšetrenia, hodnotenie T2 váženého obrazu, hodnotenie T1 váženého obrazu, hodnotenie SNR (pomer signál/šum) v T2 váženom obraze a v T1 váženom obraze. Pri posledných dvoch otázkach bola stupnica vyjadrenia percentuálne vynikajúca 80–100 %, postačujúca 50–80 %, nepostačujúca menej ako 50 %, nedá sa hodnotiť. Pri druhej až piatej otázke bola stupnica hodnotenia slovná bez percentuálneho hodnotenia. Pri analýze vyšetrení 2. skupiny sa hodnotil postup nálevu za 30 minút, náplň lúmenu, hodnotiteľnosť vyšetrenia, hodnotenie T2 váženého obrazu, hodnotenie SNR T2 váženého obrazu a hodnotenie MRCP s použitím negatívnej perorálnej náplne. Posledné dve otázky boli hodnotené percentuálne a slovné, ostatné len slovnou stupnicou rovnako ako v 1. skupine.

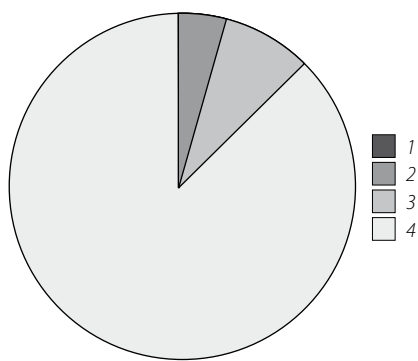
Štatistická analýza

Vyplnené dotazníky boli analyzované χ^2 -testom dobrej zhody a vytvorené kontingenčné tabuľky s hladinou významnosti

5 % (platnosťou 95 %). Na základe kontingenčných tabuliek boli zhotovené kruhové grafy s rozlíšením výsledkov osobitne ženy, mužov a celkovo.

VÝSLEDKY

Zo štatistickej analýzy χ^2 -testom a z kontingenčných tabuliek s hladinou významnosti 5 % (platnosťou 95 %), hodnotenia dotazníkov vyplnených vyšetrovanými z 1. a 2. skupiny vyplývajú: existencia závislosti chuti, charakteristiky a vzhľadu roztoku, a to ovocná chuť je spojená s obstojným vzhľadom a dobrou chuťou roztoku, kovová a syntetická chuť je spojená s nepekným vzhľadom a nie dobrou chuťou roztoku. Dokázaná závislosť medzi problémami počas pitia (diarrhoe, nauzea, flatulencia, gargoizmus) a rovnakými pretrvávajúcimi problémami po 2 hodinách po vypití roztoku. Dväťdesiat percent žien udávalo zlú chuť roztoku, 100 % mužov nemalo výhrady k chuti roztoku. Bola vypozerovaná závislosť medzi kovovou, respektíve syntetickou, chuťou roztoku a pridruženou nauzeou. V 2. skupine chorých mali problémy počas pitia a po vypití (nauzea, flatulencia, gargoizmus, redšia stolica) dva chorí s chronickou pankreatitis, jedna chorá s Crohnovou chorobou + PSC, a jedna chorá s PSC, čo predstavuje 16 %. V 1. skupine zdravých dobrovoľníkov v 11 (64 %) prípadoch bez ohľadu na koncentráciu maghemit/bentonit prášku boli problémy 2 hodiny po vypití diarrhoe s alebo bez flatulencie v osmi (47 %) prípadoch, v troch (17 %) prípadoch boli počas pitia a 2 hodiny po vypití gargoizmus alebo flatulencia, v dvoch (11 %) prípadoch nauzea. V oboch skupinách vyšetrení nad 50 rokov neudávali problémy počas pitia a 2 hodiny po vypití (podľa psychologického výskumu môže ísť aj o zatajovanie subjektívnych pocitov). Zo štatistickej analýzy a kontingenčných tabuliek s hladinou významnosti 5 % (platnosťou 95 %) hodnotenia dotazníkov štyrmi rádiológmi v 1. a 2. skupine vyplýva hodnotiteľnosť MREg, MRCP, T2 váženého obrazu, SNR v T2 váženom obraze je dokázateľne závislé od náplne lúmenu. Pokiaľ je náplň nepostačujúca v akýchkoľvek úsekoch, hodnotenie je nepostačujúce. Nie je vypozerovaná závislosť pohlavia od postupu náplne v tenkom čreve. V 2. skupine bolo zistený postup nálevu do hrubého čreva s náplňou celého tenkého čreva za 30 minút od začatia pitia nálevu u mužov 37,5 %, u žien 45 %, celkovo 42,7 %; celé tenké črevo bez náplne hrubého čreva za 30 minút od začatia pitia nálevu bolo zistené u mužov v 31,25 %, u žien 18,75 %, celkovo 22,92 %. Náplň duodena a jejuna za 30 minút od začiatku pitia nálevu bola u mužov v 21,88 %, u žien 20,31 %, celkovo 20,83 % (graf 1, 2 a 3). V skupine zdravých dobrovoľníkov bola sledovateľná náplň duodena, jejuna, ilea a ileocekalneho prechodu u všetkých 17 (100 %) dobrovoľníkov (graf 4, 5 a 6). V skupine dobrovoľníkov sa sledovala aj DWI pri b = 0, b = 500, namerané dáta neboli hodnotiteľné (nepriaznivý SNR) a množstvo pohybových artefaktov. Obdobne bol nekvalitný SNR v T1 váženom obraze (3D fSPGR) a sekvencia nie je hodnotiteľná pri použití experimentálneho perorálneho nálevu. V 95 % sa všetci štyri rádiológovia zhodli v odpovediach na otázky u náhodne vybraných pacientov, pri uvažovanom dvojstupňovom hodnotení uspokojivé – neuspokojivé. V dvoch tretinách prípadov v 2. skupine bola náplň tenkého čreva uspokojivá a hodnotenie vyšetrenia postačujúce (graf 7, 8 a 9). V 1. skupine zdravých dobrovoľníkov bolo rozloženie

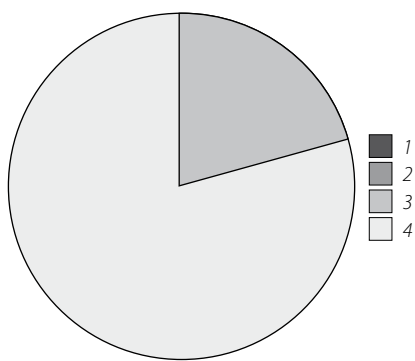


▲ Graf 1. Náplň lúmenu za 50 minút – muži

1 – žalúdok, duodenum, 2 – žalúdok, duodenum, jejunum, 3 – žalúdok, duodenum, jejunum, ileum, 4 – náplň tenkého a hrubého čreva

Graph 1. Luminal filling after 50 minutes – men

1 – stomach, duodenum, 2 – stomach, duodenum, jejunum, 3 – stomach, duodenum, jejunum, ileum, 4 – filling of the small and large bowel

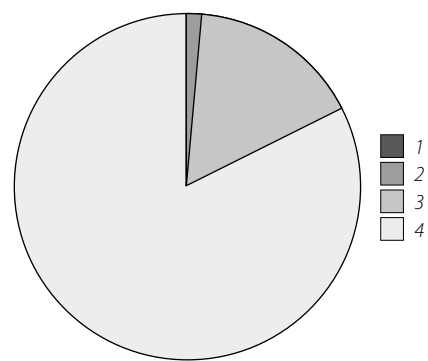


▲ Graf 2. Náplň lúmenu za 50 minút – ženy

1 – žalúdok, duodenum, 2 – žalúdok, duodenum, jejunum, 3 – žalúdok, duodenum, jejunum, ileum, 4 – náplň tenkého a hrubého čreva

Graph 2. Luminal filling after 50 minutes – women

1 – stomach, duodenum, 2 – stomach, duodenum, jejunum, 3 – stomach, duodenum, jejunum, ileum, 4 – filling of the small and large bowel

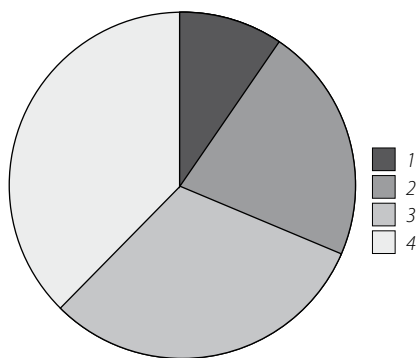


▲ Graf 3. Náplň lúmenu za 50 minút – muži + ženy

1 – žalúdok, duodenum, 2 – žalúdok, duodenum, jejunum, 3 – žalúdok, duodenum, jejunum, ileum, 4 – náplň tenkého a hrubého čreva

Graph 3. Luminal filling after 50 minutes – men + women

1 – stomach, duodenum, 2 – stomach, duodenum, jejunum, 3 – stomach, duodenum, jejunum, ileum, 4 – filling of the small and large bowel

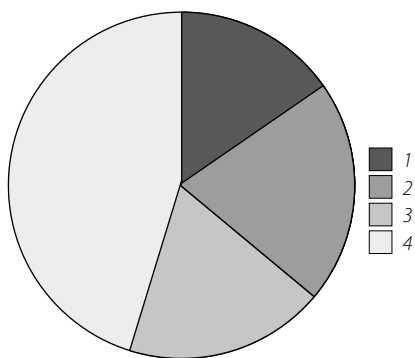


▲ Graf 4. Náplň lúmenu za 30 minút – muži

1 – žalúdok, duodenum, 2 – žalúdok, duodenum, jejunum, 3 – žalúdok, duodenum, jejunum, ileum, 4 – náplň tenkého a hrubého čreva

Graph 4. Luminal filling after 30 minutes – men

1 – stomach, duodenum, 2 – stomach, duodenum, jejunum, 3 – stomach, duodenum, jejunum, ileum, 4 – filling of the small and large bowel

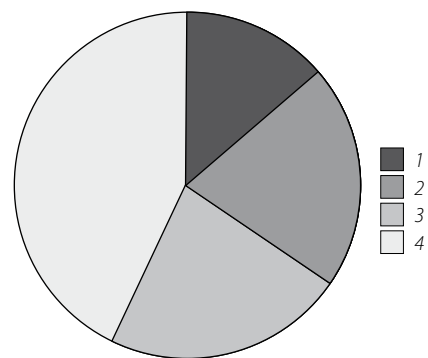


▲ Graf 5. Náplň lúmenu za 30 minút – ženy

1 – žalúdok, duodenum, 2 – žalúdok, duodenum, jejunum, 3 – žalúdok, duodenum, jejunum, ileum, 4 – náplň tenkého a hrubého čreva

Graph 5. Luminal filling after 30 minutes – women

1 – stomach, duodenum, 2 – stomach, duodenum, jejunum, 3 – stomach, duodenum, jejunum, ileum, 4 – filling of the small and large bowel

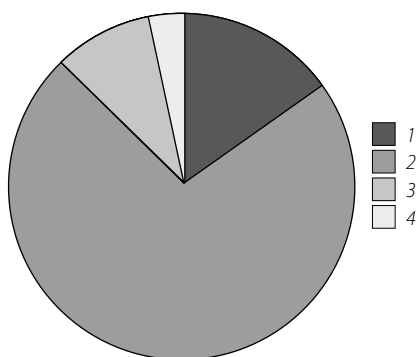


▲ Graf 6. Náplň lúmenu za 30 minút – muži + ženy

1 – žalúdok, duodenum, 2 – žalúdok, duodenum, jejunum, 3 – žalúdok, duodenum, jejunum, ileum, 4 – náplň tenkého a hrubého čreva

Graph 6. Luminal filling after 30 minutes – men + women

1 – stomach, duodenum, 2 – stomach, duodenum, jejunum, 3 – stomach, duodenum, jejunum, ileum, 4 – filling of the small and large bowel

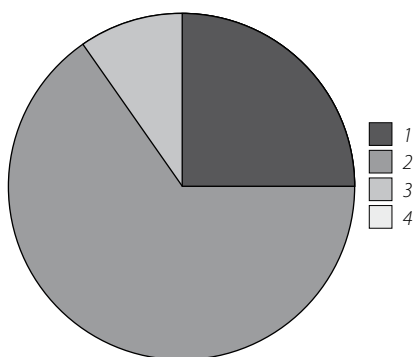


▲ Graf 7. Rozloženie kontrastného nálevu v 2. skupine – muži

1 – vynikajúca, 2 – postačujúca, 3 – nepostačujúca, 4 – nedá sa hodnotiť

Graph 7. Lay out of the peroral contrast agent in 2nd group – men

1 – excellent, 2 – sufficient, 3 – insufficient, 4 – impossible evaluation

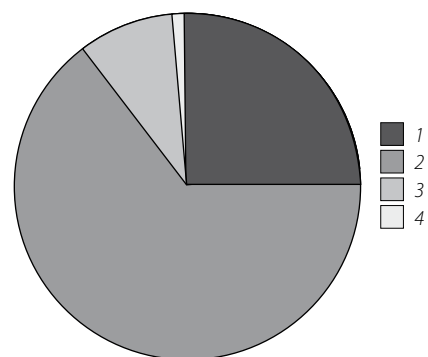


▲ Graf 8. Rozloženie kontrastného nálevu v 2. skupine – ženy

1 – vynikajúca, 2 – postačujúca, 3 – nepostačujúca, 4 – nedá sa hodnotiť

Graph 8. Lay out of the peroral contrast agent in 2nd group – women

1 – excellent, 2 – sufficient, 3 – insufficient, 4 – impossible evaluation



▲ Graf 9. Rozloženie kontrastného nálevu v 2. skupine – muži + ženy

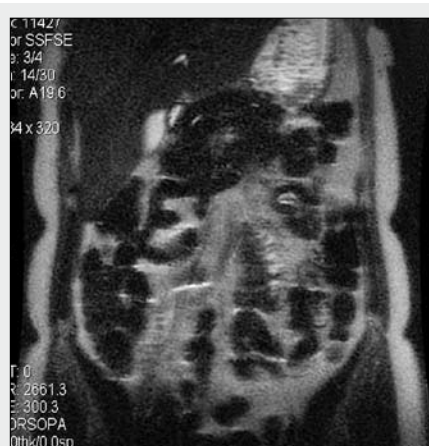
1 – vynikajúca, 2 – postačujúca, 3 – nepostačujúca, 4 – nedá sa hodnotiť

Graph 9. Lay out of the peroral contrast agent in 2nd group – men + women

1 – excellent, 2 – sufficient, 3 – insufficient, 4 – impossible evaluation



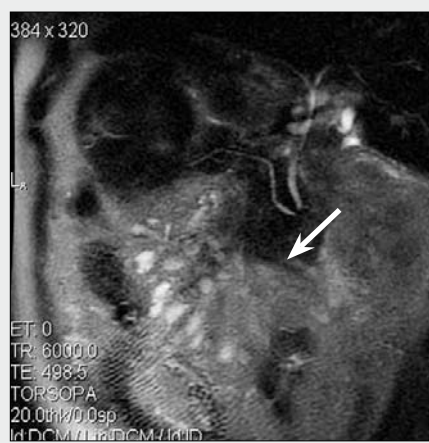
▲ Obr. 2



▲ Obr. 3



▲ Obr. 4



▲ Obr. 5

Obr. 2. MREg s komerčným kontrastným nálevom Lumirem, zdravá žena 45 let, koronárna rovina T2SSFSE

Fig. 2. MREg with commercial oral contrast agent Lumirem, healthy woman 45 years, coronal plane, T2SSFSE

Obr. 3. MREg s experimentálnym nálevom, koncentrácia 800 mg maghemit/4 g bentonitovej matrice v 1000 ml roztoku, zdravá žena 42 let, koronárna rovina T2SSFSE

Fig. 3. MREg with experimental oral contrast agent, concentration 800 mg maghemit/4 g bentonit matrix in 1000 ml of solution, healthy woman 42 years, coronal plane T2SSFSE

Obr. 4. MRCP koronárna rovina, experimentálny roztok perorálne, 56-ročný muž s cirhózou heparu, ascitom, edémom črevných kľúčiek, pred transplantáciou heparu, lepšie odlíšenie ascitu od edému črevnej steny

Fig. 4. MRCP coronal plane, experimental oral contrast agent, 56-years man with liver cirrhosis, ascites, small bowel edema, before liver transplantation, better distinguishing ascites from small bowel edema

Obr. 5. MRCP koronárna rovina, experimentálny roztok perorálne, 65-ročný muž, nepoznaný Grawitzov nádor pravej obličky

šípka – početné MTS intraperitoneálne paraluminálne
Fig. 5 MRCP coronal plane, experimental oral contrast agent, 65-years man, unknown Grawitz tumor of the right kidney
arrow – multiple metastases intraperitoneal paraluminal

nálevu v lúmene po 50 minútach až po hrubé črevo v 82,35 %, rozloženie a homogenita kontrastného nálevu v tenkom čreve bolo vynikajúca v 48,53 %, postačujúca v 39,51 %, nepostačujúca v 11 %. Hodnotenie nálevu v T2 váženom obraze (vyplýva zo samotnej podstaty obrazu a nálevu) bola vynikajúca 41,18 % a postačujúca v 52,94 % pri použití koncentrácie 800 mg maghemit/bentonit v 1000 ml roztoku (obr. 2, 3). Hodnotenie SNR v T1 váženom obraze bolo nepostačujúce v 82,35 % a nehodnotiteľné v 17,65 %. V 2. skupine sme pri MRCP zistili náhodný nález nepoznaného Grawitzovho nádoru pravej obličky s početnými metastázami intraperitoneálne paraluminálne (obr. 5), dosiahli sme lepšie znázornenie edému črevných kľúčiek u pacientov s cirhózou hepareu a portálnou hypertenziou (obr. 4).

DISKUSIA

Magnetická rezonancia sa dostáva do popredia v algoritme zobrazovania tenkého čreva. Z technického hľadiska je nutná príprava tenkého čreva – jeho dostatočná distenzia, zamedzenie pohybových artefaktov a prijateľná doba vyšetrenia. Nemenej dôležitá je akceptácia vyšetrenia samotnými chorými a prítomnosť, respektíve absencia, vedľajších účinkov nálevu v tenkom čreve. V literatúre bola publikovaná štúdia o použití malého množstva (menej ako 500 ml) vysokoosmolárneho orálneho kontrastného nálevu (Banana Smoothie Readi – cat, E-Z-EM; 194 mOsmol/l), ktorý zaručil dostatočnú distenziu

tenkého čreva (6). Použité kontrastné nálevy sú charakterizované ako pozitívne, negatívne alebo bifázické. Odborná rádiologická spoločnosť nie je ujednotená v štandardizácii typu kontrastného nálevu v tenkom čreve a v spôsobe jeho aplikácie do tenkého čreva (perorálne alebo cez NJ sondy) (1, 7). Najčastejšou klinickou indikáciou na zobrazovanie tenkého čreva sú zápalové ochorenia čreva, kde MR poskytuje simultánne zobrazenie črevnej steny a extraintestinálnych zmien (fistuly, lymfadenopatia, mezenterické abscesy, peritoneálna tekutina) a poskytuje aj zhodnotenie aktivity ochorenia. Môžu sa použiť ako MREc aj MREg, pričom chorí preferujú MREg. Malabsorbčné syndromy, obzvlášť celiakia, sú ďalšou vhodnou indikáciou na MREg, aj keď definitívna diagnóza si vyžaduje overenie jejunálnou biopsiou (8). MREc je v každom prípade indikovaná na detekciu neoplazií. Pre absenciu radiačnej záťaže a relatívne nižšiu cenu vyšetrenia sa v poslednej dobe množia články preferujúce ultrasonografiu alebo jej novšiu variantu – dynamické zobrazovanie pomocou ultrasonografie a kontrastnej látky (CEUS – contrast-enhanced ultrasound) (9–12) pri zhodnotení aktivity Crohnovej choroby. Pri zrovnávaní kvality MREg s ostatnými zobrazovacími metódami je nutné posúdiť viac aspektov – možnosť dynamického zobrazovania intramurálnych zmien, možnosť posúdenia peristaltiky, priestorové rozlíšenie a cenu. V tomto smere sa dovoľuje zrovnanie s ultrasonografiou, avšak topografické zobrazenie v ultrasonografii zaostáva za magnetickou rezonanciou (13, 14). MR zobrazenie s adekvátnou distenziou tenkého čreva je možné aj bez skiaskopicky navigovanej

duodenálnej intubácie (2) s pridaním neosmoticky aktívnych látok (polyetylén glykol), rezorbcia pridanej vody je spomalená, pridaný džús HAMI (jablko + mrkva) pôsobí proti sedimentácii nanopartikul v čreve a napomáha homogénnejšiemu rozloženiu nálevu v tenkom čreve. Porovnaním koncentrácie 200, 400, 600 a 800 mg maghemit/bentonit v 1000ml roztoku sa koncentrácia 800 mg ukazuje ako najlepšia. Na hodnotenie vyšetrenia bol použitý T2 vážený obraz a negatívny perorálny nálev tenkého čreva aby sa posúdil prínos perorálneho nálevu bez použitia intravenózne k.l. Použitím negatívnej perorálnej kontrastnej náplne sa diagnostická hodnota T2 váženého obrazu signifikantne zlepšila, keďže v T2 váženom obraze bez použitia perorálneho nálevu je značne nehomogénny signál lúmenu čreva (tekutý a plynový obsah čreva). Negatívny signál lúmenu tenkého čreva dovoľuje v T2 váženom obraze detekovať aj minimálne množstvo tekutiny periluminálne, alebo detekovať edém mesenterického tuku (1). Orálna kontrastná náplň umožňuje zhodnotenie celého tenkého čreva od duodena po ileocaekálny prechod, čo pri enteroklyze nie je technicky možné (poloha konca sondy), pri nadmernej náplni je komprimované hrubé črevo maximálnou náplňou kľučiek tenkého čreva, pri maximálnej dilatácii kľučiek nie je možné zhodnotiť prítomnosť adhézií. Zhodnotenie signálovej inten-

zity črevnej steny a mezenteria, ktoré sú dôležité na hodnotenie transmurálneho zápalu, sa lepšie zhodnocuje pri stredne naplnených črevných kľučkách než pri ich maximálnej náplni (1). Možnou nevýhodou je suboptimálna náplň črevných kľučiek pri zlej spolupráci pacienta, slabá náplň môže poddiagnostizovať prítomnosť menších striktúr (1). T2 vážený obraz s potlačením tuku pridáva prídavné informácie o murálnych a extramurálnych zmenách pri zápale tenkého čreva.

ZÁVER

Predbežné výsledky z 1. a 2. skupiny naznačujú, že hodnotenie zmien na tenkom čreve je možné pomocou MREg ako náhrady za relatívne invazívnu a chorými všeobecne neobľúbenú MREc. Pozitívny nálev v tenkom čreve sa používa vo všeobecnosti najčastejšie. Podľa našich predbežných výsledkov je možné použiť experimentálny negatívny nálev tenkého čreva (maghemit/bentonit + džús + PEG + voda) bez použitia kontrastnej látky intravenózne a s použitím T2 váženého obrazu. V štúdií ďalej budeme sledovať prínos experimentálneho SPIO perorálneho nálevu pri zápalových a malabsorbčných ochoreniach tenkého čreva.

LITERATÚRA

- Maccioni F, Bruni A, Viscido A, Colaiacomo MCh, Cocco A, Montesani Ch, et al. MR imaging in patients with Crohn disease: value of T2 – versus T1 – weighted gadolinium – enhanced MR sequences with use of an oral superparamagnetic contrast agent. *Radiology* 2005; 238: 517–530.
- Lauenstein TC, Schneemann H, Vogt FM, Herborn ChU, Ruhm SG, Debatin JF. Optimization of oral contrast agents for MR imaging of the small bowel. *Radiology* 2003; 228: 279–283.
- Laghi A, Carbone I, Catalano C, Iannaccone R, Paolantonio P, Baeli I, Trenna S, Passariello R. Polyethylene glycol solution as an oral contrast agent for MR imaging of the small bowel. *AJR* 2001; 177: 1333–1334.
- Laghi A, Paolantonio P, Iafrate F, Borrelli O, Dito L, Tomei E, et al. MR of the small bowel with a biphasic oral contrast agent (polyethylene glycol): technical aspects and findings in patients affected by Crohn's disease. *Radiol Med* 2003; 106: 18–27.
- Kluchova K, Zboril R, Tucek J, Pecova M, Zajoncova L, Safarik I, et al. Superparamagnetic maghemite nanoparticles from solid – state synthesis – their functionalization towards peroral MRI contrast agent and magnetic carrier for trypsin immobilization. *Biomaterials* 2009; 30: 2855–2863.
- Kinner S, Kuehle ChA, Herbig S, Haag S, Ladd SC, Barkhausen J, et al. MRI of the small bowel: can sufficient bowel distension be achieved with small volumes of oral contrast? *Eur Radiol* 2008; 18: 2542–2548.
- Prassopoulos P, Papanikolaou N, Grammatikakis J, Rousomoustakaki M, Maris T, Gourtsoyiannis N. MR enteroclysis imaging of Crohn's disease. *Radiographics* 2001; 21: S61–S72.
- Laghi A. MRI with or without antero-clysis. Postgraduate Educational programme ECR 2009. Book of Abstracts 2009; 19 (Suppl).
- Válek V, Hustý J. Crohn's disease: Clinical-surgical questions and imaging answers. *Eur J Radiol* 2009; 69: 375–380.
- Cammarota T, Sarno A, Robotti D, Bonenti G, Debani P, Versace K, et al. US evaluation of patients affected by IBD: How to do it, methods and findings. *Eur J Radiol* 2009; 69: 429–437.
- Klibanov AL. Ligand-carrying gas-filled microbubbles: ultrasound contrast agents for targeted molecular imaging. *Bioconjug Chem* 2005; 16: 9–17. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Contrast-enhanced_ultrasound
- Válek V, Kysela P, Vavříková M. Crohn's disease at the small bowel imaging by the ultrasound-enteroclysis. *Eur J Radiol* 2007; 62(2): 153–159.
- Ferda J, Koželuhová J, Kastner J, Vondráková R, Kreuzberg B, Baxa J, et al. Využití MR enterografie v zobrazení Crohnovy nemoci. *Čes Radiol* 2006; 60: 203–208.
- Mírka H, Ferda J, Ohlídalová K, Koželuhová J. Hodnocení dynamiky perfuze střevní stěny při stanovení aktivity Crohnovy choroby: Porovnání ultrasonografie a magnetické rezonance s blood-pool kontrastní látkou. *Čes Radiol* 2009; 63: 42–47.