

VYUŽITÍ KONTRASTNÍHO ULTRAZVUKU V DIAGNOSTICE AKTIVITY CROHNOVY NEMOCI

ASSESSMENT OF CROHN'S DISEASE ACTIVITY WITH CONTRAST ENHANCED ULTRASOUND

původní práce

Jakub Hustý¹
Daniel Bartušek¹
Vlastimil Válek¹
Markéta Smělá¹
Vladimír Zbořil²
Lucie Prokopová²

¹Radiologická klinika FN Brno
a Lékařské fakulty Masarykovy
univerzity, Brno

²Interní gastroenterologická
klinika FN Brno a Lékařské fakulty
Masarykovy univerzity, Brno

Přijato: 15. 1. 2013.

Korespondenční adresa:

MUDr. Jakub Hustý
Radiologická klinika FN a LF MU
Jihlavská 20, 625 00 Brno
e-mail: jhusty@fnbrno.cz

Konflikt zájmů: Autoři neuvádějí
žádný konflikt zájmů.

SOUHRN

Hustý J, Bartušek D, Válek V, Smělá M, Zbořil V, Prokopová L. Využití kontrastního ultrazvuku v diagnostice aktivity Crohnovy nemoci

Cíl. Posoudit přínos a způsob využití kontrastního ultrazvukového vyšetření v detekci aktivity Crohnovy nemoci.

Metoda. U 61 pacientů bylo provedeno kolonoskopické vyšetření (sloužící jako referenční metoda), nativní ultrazvukové vyšetření střev a kontrastní ultrazvukové vyšetření střev s následnou softwarovou kvantifikační analýzou.

Výsledky. Hodnoty senzitivity/specificity v detekci aktivity střevního zánětu u nativního ultrazvukového vyšetření byly 83,3 %, resp. 77,8 %. U kontrastního vyšetření s použitím parametru Peak Intensity dosahovaly hodnoty senzitivity/specificity 90,7 %, resp. 83,7 %. Statisticky významně korelovalo s aktivitou taktéž subjektivní hodnocení postkontrastního syčení střevní stěny a parametr Time to Peak.

Závěr. Kontrastní ultrazvukové vyšetření dosahuje vyšších hodnot senzitivity i specificity oproti nativnímu vyšetření a v případech hraničních či nejednoznačných nálezů nativního vyšetření může být jeho použitím přínosem.

Klíčová slova: ultrazvuk, kontrastní látka, Crohnova nemoc, endoskopie.

SUMMARY

Hustý J, Bartušek D, Válek V, Smělá M, Zbořil V, Prokopová L. Assessment of Crohn's disease activity with contrast enhanced ultrasound

Aim. The aim of the study is to assess contribution and possibilities of contrast enhanced ultrasound in assessment of Crohn disease activity.

Method. Sixty one patients underwent colonoscopy (as reference method), native bowel ultrasound examination and contrast enhanced ultrasound examination with further software quantification analysis.

Results. The calculated values of sensitivity/specificity in determining Crohn disease bowel inflammation activity by native ultrasound were 83,3/77,8%. The contrast enhanced ultrasound by using Peak Intensity parameter reached sensitivity/specificity 90,7/83,7%. Statistically significant difference was confirmed also by using subjective evaluation of bowel wall contrast enhancement and quantification parameter Time to Peak.

Conclusion. Contrast enhanced bowel ultrasound proved higher sensitivity and specificity compared to native examination and its use could be contribution in ambiguous or borderline results of native examination.

Key words: contrast media, Crohn disease, endoscopy ultrasonography.



Obr. 1

Obr. 1. Ukázka postkontrastního syčení celé šíře stěny i okolí

Fig. 1. Enhancement of the whole width of the bowel wall and its surroundings

ÚVOD

Crohnova nemoc patří do skupiny onemocnění označovaných jako idiopatické střevní záněty (IBD), pro které je charakteristické chronické a relabující zánětlivé poškození gastrointestinálního traktu. Crohnova nemoc je rozšířena po celém světě, s dominancí výskytu v Evropě a Severní Americe (1). Etiopatogeneze Crohnovy nemoci stále zůstává ne zcela objasněna. Vzhledem k typickým patologickým změnám se jedná o abnormální prolongovanou imunitní odpověď organismu, přičemž ale jednoznačné vyvolávající faktory zůstávají stále z větší části nejasné. U Crohnovy nemoci může být postižena kterákoliv část trávicí trubice od úst po anus. Predilekční lokalizace postižení je oblast distálního tenkého a proximálního tlustého střeva. V průběhu nemoci často dochází kromě primární lokalizace k nesouvislému poškození dalších segmentů střeva (2). Vzhledem k variabilní lokalizaci je pak i spektrum klinických příznaků široké. Typickým klinickým nálezem je průjem a bolesti břicha spojené s váhovým úbytkem. Mezi časté komplikace pak patří tvorba stenóz a píštělí, přítomny mohou být i extraintestinální projevy (3). Typickým bývá transmuralní charakter zánětu, nicméně dominantními postiženými vrstvami většinou bývají mukóza a submukóza. V dalších fázích pak může vzniknout fibróza jako nepravidelné zesílení střevní stěny s následným vznikem stenóz.

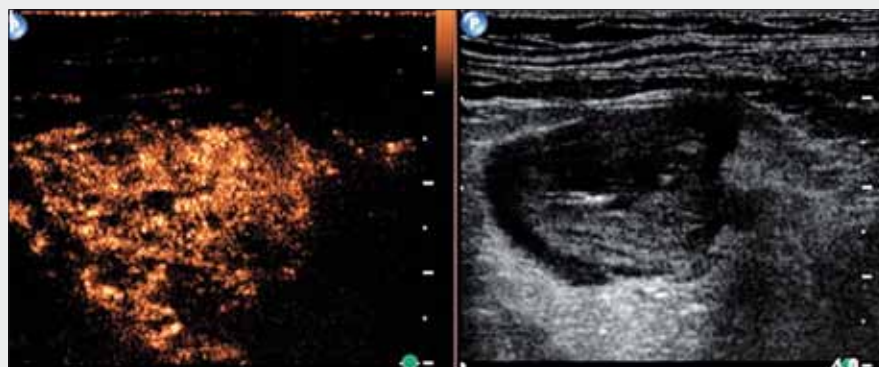
Vaskulární změny při zánětu se dají charakterizovat dvěma základními principy. Prvním je vazodilatace prekapilárních arteriol, zajištěná uvolněním specifických zánětlivých mediátorů v dané oblasti, vedoucí k lokálnímu zvýšení krevního toku a způsobující hyperémii (4). Druhým principem zvýšené

vaskularizace je zánětlivá neoangiogeneze v postižené oblasti. Histologické studie prokázaly, že neovaskularizace střevní stěny charakterizovaná tvorbou nových kapilár zejména v mukóze a submukóze patří k časným patologickým známkám u pacientů s aktivitou zánětu u Crohnovy choroby (5). Zánětlivá hyperémie a aktivace neoangiogeneze u aktivních forem pak patří k základním principům, na kterých je založeno ultrazvukové zobrazování pomocí intravenózní aplikace kontrastní látky.

Vzhledem k faktu, že Crohnova nemoc je celoživotním a relabujícím onemocněním, je po stanovení diagnózy pravidelné sledování pacientů nutností. Metody používané ve sledování se v zásadě dají rozdělit na tři skupiny: klinické, endoskopické a radiologické.

Ultrazvukové vyšetření poskytuje oproti ostatním radiologickým metodám řadu výhod a samozřejmě i nevýhod, které z něj ale finálně dělají účinnou a efektivní zobrazovací metodu v diagnostice Crohnovy nemoci – jak v případě primodiagnostiky, tak zejména pro pravidelné sledování pacientů v průběhu léčby (6, 7). Myšlenka využití specifických ultrazvukových kontrastních látek v posouzení aktivity střevního zánětu u Crohnovy nemoci již byla v řadě prací zmiňována, nicméně publikované práce o přínosu, indikacích, technice provedení a hodnocení této metody jsou stále velmi nejednoznačné a různorodé.

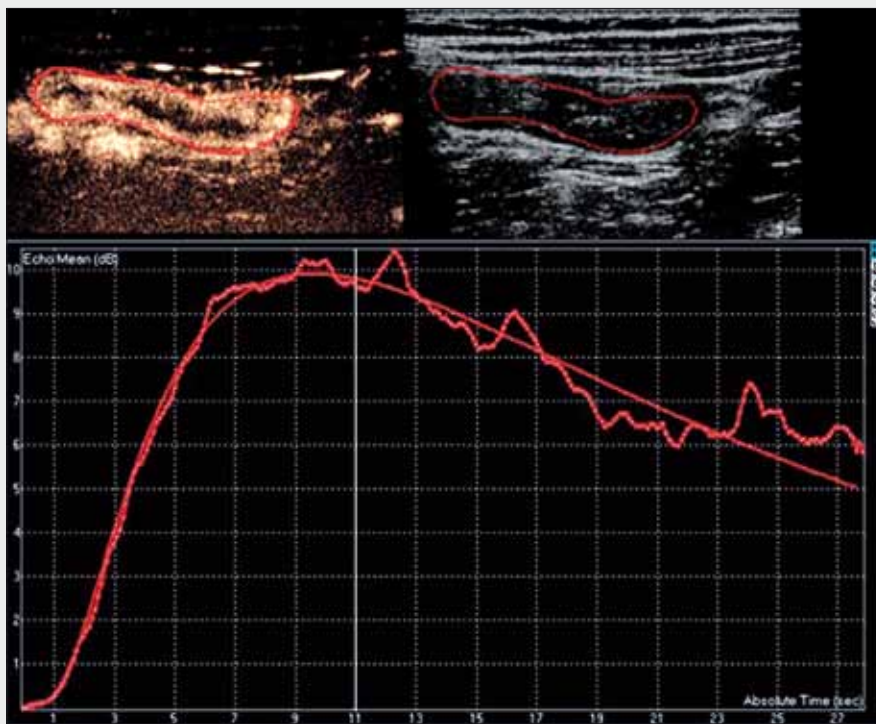
Cílem práce tedy bylo odpovědět na otázky, jaké parametry dostupné při kontrastním ultrazvukovém vyšetření nejlépe korelují s aktivitou zánětu a jaký je přínos tohoto vyšetření oproti nativnímu ultrazvukovém vyšetření.



Obr. 2

Obr. 2. Ukázka absence postkontrastního syčení v okolí střeva

Fig. 2. Absence of postcontrast enhancement of the bowel surroundings



◀ Obr. 3

Obr. 3. Ukázka křivky intenzity syčení v závislosti na čase u aktivity (Peak Intensity 10 dB, Time to Peak 9 s)

Fig. 3. Signal intensity over time curve – activity (Peak Intensity 10 dB, Time to Peak 9 s)

METODIKA

Kritéria pro zařazení pacientů do souboru byla histologicky (zpravidla biopsie při endoskopii, eventuálně chirurgický resekát) ověřená diagnóza Crohnovy nemoci a postižení dostupné a zobrazitelné kolonoskopicky a ultrazvukově. Pacienti absolvovali v rozmezí maximálně 10 dní kolonoskopické vyšetření (sloužící jako referenční metoda), nativní UZ vyšetření, UZ vyšetření s aplikací kontrastní látky a následnou softwarovou kvantifikační analýzou.

Před ultrazvukovým vyšetřením nebyla požadována žádná speciální příprava, všichni pacienti byli vyšetřeni na stejném přístroji shodným postupem.

V případě nativního ultrazvukového vyšetření byly na postiženém úseku hodnoceny parametry: ztráta stratifikace stěvních stěn, přítomnost hypervaskularizace stěny v Power doppler modu, zesílení a prosáknutí mezenterálního tuku, přítomnost mezenterální lymfadenopatie a komplikací v okolí (zánětlivý pseudotumor, absces, píštěle). Jejich pozitivita byla hodnocena jako aktivita postižení.

Kontrastní vyšetření bylo ve všech případech provedeno lineární sondou L 12-5 MHz. Zpravidla ihned navazovalo na předchozí nativní vyšetření. Byl vždy vybrán nejvíce postižený úsek, tj. úsek s nejvíce zesílenou stěnou, eventuálně s nejvýraznějšími nativními známkami aktivity. Zobrazení bylo provedeno v příčném řezu. Po zaměření úseku ve standardním B-modu bylo přepnuto do režimu zobrazení side-by-side – na polovině obrazovky běží standardní obraz v B-modu, na druhé polovině pak obraz s nastavením specifickým pro kontrastní vyšetření. Tzv. Gain obrazu pro kontrastní vyšetření byl nastaven těsně nad nulovou úroveň, tj. zcela minimální nenulové pozadí. Vyšetření bylo provedeno ve všech případech se zcela shodnými parametry – mechanický index byl nastaven 0,10, jako specifické kontrastní zobrazení byla použita technika Power modulace (PM). Těsně před aplikací kontrastní

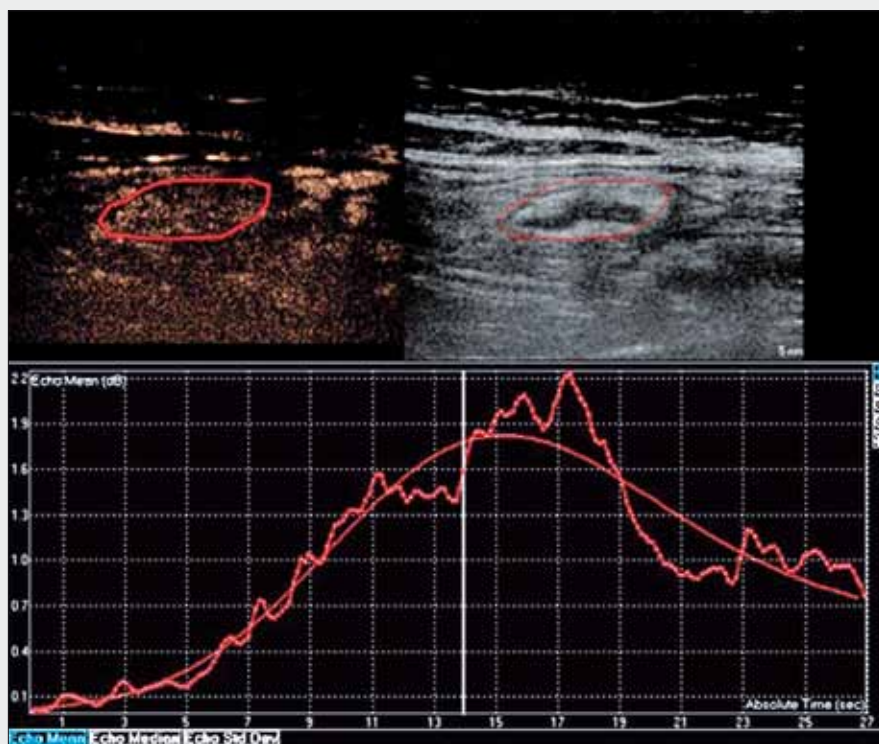
látky bylo zahájeno nahrávání smyčky. Během vyšetření byla zachována maximálně stacionární poloha sondy. Intravenózní aplikace probíhala zpravidla cestou kubitální žíly. Ve všech případech bylo bolusově (v průběhu maximálně 2 sekund) aplikováno 3,5 ml kontrastní látky SonoVue® (Bracco) a ihned následně propláchnuto 10 ml fyziologického roztoku.

U žádného pacienta nebyla sledována jakákoliv reakce na podanou kontrastní látku.

Hodnocení kontrastního vyšetření probíhalo ve dvou krocích: jednak ve vizuálním (subjektivním) hodnocení, jednak v softwarové kvantifikaci (objektivním) hodnocení.

Vizuální (subjektivní) hodnocení zahrnovalo subjektivní posouzení zvýšení intenzity syčení stěny, posouzení dominantně se syčící vrstvy a přítomnost syčení okolí.

K softwarové kvantifikaci syčení byl použit dedikovaný software QLab® (Philips). Základem pro kvantifikaci bylo vytvoření křivky závislosti intenzity syčení na čase pomocí výběru tzv. ROI (Region of Interest), vypočítání a zobrazení křivky intenzity syčení v závislosti na čase a její proložení plynulou extrapolací křivkou. Z křivky byly následně automaticky softwarem vypočteny dvě hodnoty – Peak intensity (PI) – hodnota udávaná v decibelech (dB) a odpovídající maximální dosažené intenzitě syčení a Time to Peak (TTP) – čas v sekundách (s) od začátku syčení stěny do dosažení maximální hodnoty syčení. Při získání těchto hodnot byly použity softwarové procesy eliminace pohybových nepřesností (tzv. motion compensation – automatická funkce softwaru schopná detekovat lehké pohyby vyšetřovaného orgánu a pomocí souhlasného pohybu ROI jejich vliv eliminovat) a odečtení nenulové intenzity signálu pozadí vyšetřované oblasti před samotným nasycením (tzv. Background set – eliminace vlivu výchozího nenulového nastavení parametru Gain obrazu před aplikací kontrastní látky, a tím odstranění falešně vyšší



Obr. 4

Obr. 4. Ukázka typické křivky intenzity syčení v závislosti na čase klidového postižení bez aktivity – remise (Peak Intensity 1,8 dB, Time to Peak 16 s)

Fig. 4. Signal intensity over time curve – remission (Peak Intensity 1,8 dB, Time to Peak 16 s)

absolutní intenzity nasycení – byl hodnocen opravdu jen přírůstek signálu po aplikaci kontrastní látky).

Kolonoskopický nález byl na definovaných úsecích hodnocen pomocí Blackstonovy klasifikace pro stupeň aktivity endoskopického nálezu při Crohnově nemoci stupni A–D (A: klidové stadium – setřelá cévní kresba, granularita, B: lehká aktivita – fokální nebo difuzní erytém, C: střední aktivita – vředy velikosti < 5 mm, počet < 5/10 cm, D: silná aktivita – vředy velikosti > 5 mm, počet > 5/10 cm).

VÝSLEDKY

Do souboru bylo zařazeno 61 pacientů s následující charakteristikou: Průměrný věk pacientů byl 35 let, 33 (54 %) mužů,

28 (46 %) žen. Hodnocený úsek byl u 43 (71 %) pacientů definovaný segment kolon (ascendens, transversum, descendens, sigmoideum), u 11 (18 %) ileocaecum, u 7 (11 %) anastomóza či neoterminální ileum.

Jako referenční metoda pro posouzení obou typů ultrazukového vyšetření byl použit výsledek kolonoskopického vyšetření. Rozdělení pacientů podle kolonoskopického nálezu bylo následující: 18 pacientů bez známek aktivity (Blackstone A), 43 pacientů s nálezem aktivity (Blackstone B, C, D). Výsledky celkového hodnocení výstupu nativního ultrazukového vyšetření vzhledem k výsledkům kolonoskopie s kalkulací hodnot senzitivity a specifity shrnuje tabulka 1. Celková senzitivita výstupu nativního ultrazukového vyšetření pro detekci aktivity byla 83,7 %, specifita pak 77,8 %.

U kontrastního vyšetření byly kvantifikační analýzou získány a hodnoceny dva spojitě parametry: Peak Intensity a Time to Peak. Rozložení jejich hodnot vzhledem k přítomnosti aktivity jsou uvedeny v tabulce 2 a grafech 1,2. Z uvedených výsledků je patrný významný rozdíl hodnot obou parametrů v závislosti na přítomnosti aktivity.

ROC analýzou byly dále stanoveny optimální cut-off hodnoty pro rozlišení aktivního a neaktivního postižení s vhodným poměrem senzitivity a specifity – u parametru Peak Intensity 5 dB, u Time to Peak 11 s. Hodnoty senzitivity a spe-

Tab. 1. Výsledky nativního ultrazukového vyšetření

Table 1. Results of native ultrasound examination

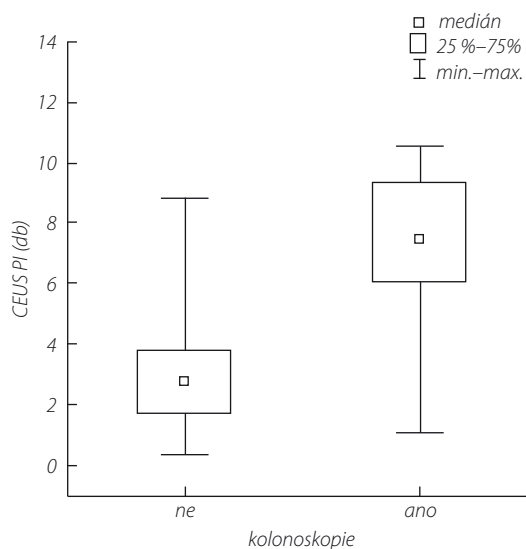
| Kolonoskopie | | Nativní vyšetření UZ | |
|---------------------------|--------|----------------------|-----------------|
| aktivita dle kolonoskopie | celkem | bez známek aktivity | známky aktivity |
| | n | n (%) | n (%) |
| ano | 43 | 7 (16,3 %) | 36 (83,7 %) |
| ne | 18 | 14 (77,8 %) | 4 (22,2 %) |

Fisher exact: p < 0,001

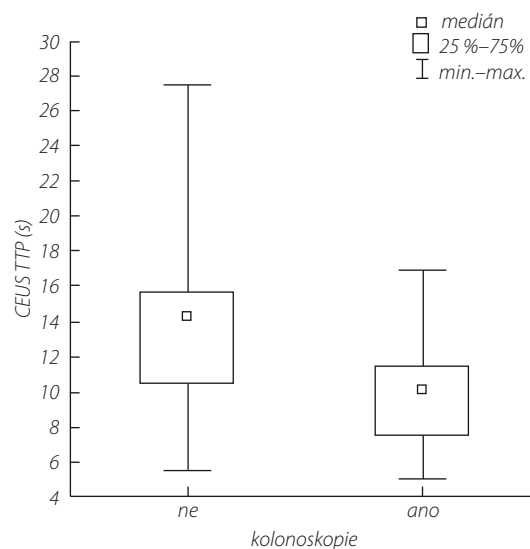
Tab. 2. Hodnoty parametru Peak Intensity a Time to Peak vzhledem k přítomnosti kolonoskopické aktivity

Table 2. Values of Peak Intensity and Time to Peak parameters distributed by presence of activity

| | Aktivita dle kolonoskopie | | | | | | Mannův-Whitneyho test |
|---------------------|---------------------------|------------|--------------------|----|-------------|--------------------|-----------------------|
| | ano | | | ne | | | |
| | N | mean ± SD | medián (min.–max.) | n | mean ± SD | medián (min.–max.) | |
| CEUS Peak Intensity | 43 | 7,4 ± 2,01 | 7,4 (1,1–10,6) | 18 | 3,1 ± 2,03 | 2,8 (0,4–8,8) | < 0,001 |
| CEUS Time to Peak | 43 | 9,8 ± 2,77 | 10,2 (5,1–16,9) | 18 | 14,8 ± 5,35 | 14,3 (5,5–27,4) | < 0,001 |



Graf 1. Grafické rozložení hodnot parametru Peak Intensity vzhledem k přítomnosti aktivity
Graph 1. Graphic presentation of Peak Intensity values distributed by presence of activity



Graf 2. Grafické rozložení hodnot parametru Time to Peak vzhledem k přítomnosti aktivity
Graph 2. Graphic presentation of Time to Peak values distributed by presence of activity

Tab. 3. Výsledky parametru Peak Intensity při použití hraniční hodnoty 5 dB

Table 3. Results of Peak Intensity parametr using cut-off value 5 dB

| Kolonoskopie | | CEUS Peak Intensity | |
|---------------------------|--------|---------------------|-------------|
| aktivita dle kolonoskopie | celkem | < 5 dB | 5 dB a více |
| | n | n (%) | n (%) |
| ano | 43 | 4 (9,30 %) | 39 (90,7 %) |
| ne | 18 | 15 (83,3 %) | 3 (16,7 %) |

Fisher exact: $p < 0,001$

Tab. 4. Výsledky parametru Time to Peak při použití hraniční hodnoty 11 s

| Kolonoskopie | | CEUS Time to Peak | |
|---------------------------|--------|-------------------|-------------|
| aktivita dle kolonoskopie | celkem | < 11 s | 11 s a více |
| | n | n (%) | n (%) |
| ano | 43 | 30 (69,8 %) | 13 (30,2 %) |
| ne | 18 | 5 (27,8 %) | 13 (72,2 %) |

Fisher exact: $p = 0,004$

Tab. 5. Výsledky parametru subjektivního hodnocení postkontrastního sycení stěny

Table 5. Results of subjective evaluation of bowel wall contrast enhancement

| Kolonoskopie | | Postkontrastní sycení (subjektivně) | |
|---------------------------|--------|-------------------------------------|-------------|
| aktivita dle kolonoskopie | celkem | minimální | zvýšené |
| | n | n (%) | n (%) |
| ano | 43 | 5 (11,6 %) | 38 (88,4 %) |
| ne | 18 | 13 (72,2 %) | 5 (27,8 %) |

Fisher exact: $p < 0,001$

Tab. 6. Výsledky parametru subjektivního hodnocení dominantně se sytící vrstvy

Table 6. Results of subjective evaluation of dominantly enhancing layer

| Kolonoskopie | | Typ sycení-dominantní vrstva | |
|---------------------------|--------|------------------------------|-------------------------------|
| aktivita dle kolonoskopie | celkem | submukóza a mukóza | ostatní typy nebo nelze určit |
| | n | n (%) | n (%) |
| ano | 43 | 5 (11,6 %) | 38 (88,4 %) |
| ne | 18 | 13 (72,2 %) | 5 (27,8 %) |

Fisher exact: $p = 0,429$

Tab. 7. Výsledky parametru subjektivního hodnocení sycení okolí

Table 7. Results of subjective evaluation of bowel surroundings contrast enhancement

| Kolonoskopie | | Sycení okolí | |
|---------------------------|--------|--------------|-------------|
| aktivita dle kolonoskopie | celkem | bez sycení | přítomno |
| | n | n (%) | n (%) |
| ano | 43 | 5 (11,6 %) | 38 (88,4 %) |
| ne | 18 | 12 (66,7 %) | 6 (33,3 %) |

Fisher exact: $p < 0,001$

cificity při použití daných hodnot pak byly 90,7 % a 83,3 %, resp. 69,8 % a 72,7 % (tab. 3 a 4).

Výsledky subjektivně hodnocených parametrů kontrastního vyšetření shrnují tabulky 5 až 7. Významný rozdíl byl prokázán u parametrů přítomnosti zvýšeného postkontrastního sycení stěny a okolí, naopak nevýznamný rozdíl byl u parametru stanovení dominantně se sytící vrstvy.

DISKUSE

Problematika využití kontrastního ultrazvukového vyšetření v diagnostice Crohnovy nemoci je v poslední době v literatuře široce diskutována. Je publikována celá řada prací, nicméně práce se svou metodikou významně liší – jak typem hodnocení (kvantifikační analýza, subjektivní hodnocení typu sycení apod.), tak typem referenční metody. Většina publikovaných prací srovnává výsledky s klinicko-laboratorními indexy (8, 9). Nevýhodou těchto indexů je jejich částečně subjektivní podíl hodnocení a fakt, že tyto indexy odrážejí celkový výsledný stav ovlivněný nejenom střevním postižením (a to často na více etážích), ale i dalšími, současně se vyskytujícími onemocněními či extraintestinálními příznaky. Proto korelace výsledku vyšetření pouze jednoho krátkého úseku střeva s těmito komplexními indexy se nejeví příliš vhodná.

V této práci byla proto použita korelace s endoskopickým nálezem. Tato korelace je sice technicky náročnější, nicméně situace, kdy je porovnáváno ultrazvukové vyšetření právě jednoho konkrétního úseku s odpovídajícím hodnocením tohoto úseku na endoskopii, má finálně předpoklad vyšší výpovědní hodnoty. Tento přístup má samozřejmě také limitace. Endoskopie hodnotí jenom slizniční nález a není schopna posoudit změny celé střešní stěny a okolí. Navíc hodnocení a klasifikace může být také do jisté míry subjektivně ovlivněna vyšetřujícím. Ne u všech pacientů lze také provést kompletní kolonoskopické vyšetření s vyšetřením terminálního ilea či anastomóz, nicméně v tomto případě nebyli pacienti do práce zahrnuti.

Zajímavou a pro nejtěsnější korelaci nálezu vhodnou metodou se jeví v některých pracích použitá korelace kontrastního vyšetření s histopatologickým nálezem po resekčních operacích (10, 11). Nevýhodou je zde ale jednak omezený počet pacientů (podstatně nižší počet pacientů s resekce než endoskopicky vyšetřených), jednak se ve většině případů jedná o velmi pokročilé formy postižení (ať už ve smyslu rozsáhlé aktivity se zánětlivými komplikacemi či chronických fibrostenózujících změn), které jsou jako korelace pro posouzení většiny běžně hodnocených stavů nevhodné.

V některých pracích bylo porovnáváno kontrastní ultrazvukové vyšetření s výsledky magnetické rezonance (12–15), která sice v současné době v této oblasti patří k dominantním, nicméně jako jednoznačnou referenční metodu pro stanovení aktivity ji zatím využít spolehlivě nelze.

V jiných pracích bylo použito hodnocení charakteru (tzv. patternu) sycení a posouzení relativní šíře nasycení stěny (16). Tento typ hodnocení je dle našich zkušeností i výsledků výrazně subjektivně ovlivnitelný a nespolehlivý. Vzhledem k předpokladu, že jedním z hlavních potenciálních přínosů kontrastního vyšetření oproti nativnímu je možnost částečné objektivizace a kvantifikace ultrazvukového vyšetření, se proto tento typ hodnocení nejeví vhodný.

Rozdíl oproti publikovaným pracím zabývajícím se kvantifikační analýzou je také v jednotkovém vyjádření hodnoceného parametru Peak Intensity. Ve většině prací byl hodnocen jako procentuální přírůstek echogenity (17, 18), což může být ovlivněno výchozím nastavením přístroje (tzv. Gain) před aplikací kontrastní látky. Oproti tomu v této práci hodnoce-

ný absolutní nárůst echogenity (v dB) s použitím odečtení hodnot nativního pozadí přesně odráží přírůstek echogenity nasycením kontrastní látkou. I když tento parametr by měl být teoreticky shodný i v případě různých přístrojů, limitací této studie je ověření jeho korelace pouze na jednom typu přístroje.

Mimo uvedené příklady publikovaných prací je nutné zmínit i oficiální stanovisko EFSUMB (European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology). V doporučení z roku 2011 je již použití kontrastního vyšetření v diagnostice a posouzení aktivity Crohnovy choroby zahrnuto. Je zde orientačně popsána technika vyšetření, částečně shrnuty výsledky publikovaných prací, nicméně jednoznačné doporučení, ve kterých případech vyšetření provádět a jakým způsobem jej hodnotit není v uvedeném dokumentu zahrnuto.

ZÁVĚR

Při hodnocení lokální aktivity střešního zánětu u Crohnovy při kontrastním ultrazvukovém vyšetření nejspolehlivěji koreloval s endoskopicky stanovenou aktivitou zánětu parametr Peak Intensity získaný kvantifikační analýzou křivky sycení a odrážející maximální nasycení střešního stěny. Při jeho použití byla oproti nativnímu vyšetření prokázána vyšší senzitivita (90,7 %, resp. 83,7 %) i specifita (83,3 %, resp. 77,8 %) kontrastního vyšetření.

Statisticky významně, nicméně podstatně méně než Peak Intensity, korelovalo s aktivitou i subjektivní hodnocení intenzity postkontrastního sycení střešního stěny a kvantifikační parametr Time to Peak.

Vzhledem k uvedenému rozdílu hodnot senzitivity a specifity oproti nativnímu vyšetření a s přihlédnutím k vyšší technické, časové a v neposlední řadě i finanční náročnosti se dle našich výsledků nejeví rutinní užití této metody u všech pacientů efektivní. Svě místo ale může mít v případě nejednoznačných a hraničních výsledků nativního vyšetření. Významným přínosem je navíc možnost kvantifikace, a tím i určité objektivizace výsledku jinak zčásti subjektivně závislého a vyšetřujícím ovlivnitelného nativního ultrazvukového vyšetření střev.

LITERATURA

1. Kappelman MD, Rifas-Shiman SL, Kleinman K, et al. The prevalence and geographic distribution of Crohn's disease and ulcerative colitis in the United States. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2007; 5: 1424–1429.
2. Válek V. a kol. Tenké střevo – radiologická diagnostika patologických stavů. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů 2003; 61–68.
3. Bernstein CN, Blanchard JF, Rawsthorne P, Yu N. The prevalence of extraintestinal diseases in inflammatory bowel disease: A population-based study. *Am J Gastroenterol* 2001; 96: 1116–1122.
4. Povýšil C. a kol. Obecná patologie. Praha: Galén 2011; 76.
5. Thornton M, Solomon MJ. Crohn's disease: in defense of a microvascular aetiology. *Int J Colorectal Dis* 2002; 17: 287–297.

6. **Maglinte DD.** Small bowel imaging – a rapidly changing field and a challenge to radiology. *Eur Radiol* 2006; 16(5): 967–971.
7. **Strobel D, Goertz RS, Bernatik T.** Diagnostics in inflammatory bowel disease:ultrasound. *World J Gastroenterol* 2011; 17(27): 3192–3197.
8. **Girlich C, Schacherer D, Jung EM, Schreyer A, Büttner R.** Comparison between a clinical activity index (Harvey-Bradshaw-Index), laboratory inflammation markers and quantitative assessment of bowel wall vascularization by contrast-enhanced ultrasound in Crohn's disease. *Eur J Radiol* 2012; 81: 1105–1109.
9. **Schirin-Sokhan R, et al.** Assessment of inflammatory and fibrotic stenoses in patients with Crohn's disease using contrast-enhanced ultrasound and computerized algorithm: a pilot study. *Digestion* 2011; 83(4): 263–268.
10. **Girlich C, et al.** Comparison between preoperative quantitative assessment of bowel wall vascularization by contrast-enhanced ultrasound and operative macroscopic findings and results of histopathological scoring in Crohn's disease. *Ultraschall Med* 2011; 32(Suppl 2): E1.
11. **Ripollés T, Rausell N, Paredes JM, Grau E, Martínez MJ, Vizuete J.** Effectiveness of contrast-enhanced ultrasound for characterisation of intestinal inflammation in Crohn's disease: A comparison with surgical histopathology analysis. *J Crohns Colitis* 2013; 7(2): 120–128.
12. **Malagò R, et al.** Contrast-enhanced ultrasonography (CEUS) vs. MRI of the small bowel in the evaluation of Crohn's disease activity. *Radiol Med* 2012; 117(2): 268–281.
13. **Schreyer AG, et al.** Microcirculation and perfusion with contrast enhanced ultrasound (CEUS) in Crohn's disease: first results with linear contrast harmonic imaging (CHI). *Clin Hemorheol Microcirc* 2008; 40(2): 143–155.
14. **Pauls S, et al.** Evaluating bowel wall vascularity in Crohn's disease: a comparison of dynamic MRI and wideband harmonic imaging contrast-enhanced low MI ultrasound. *Eur Radiol* 2006; 16(11): 2410–2417.
15. **Mírka H, Ferda J, Ohlidalová K, Koželuhová K.** 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.
16. **Serra C, Menozzi G, Labate AM, Giangregorio F, Gionchetti P, Beltrami M, Robotti D, Fornari F, Cammarota T.** Ultrasound assessment of vascularization of the thickened terminal ileum wall in Crohn's disease patients using a low-mechanical index real-time scanning technique with a second generation ultrasound contrast agent. *Eur J Rad* 2007; 62(1): 114–121.
17. **Ripollés T, Martínez-Pérez MJ, Blanc E, Delgado F, Vizuete J, Paredes JM, Vilar J.** Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in Crohn's disease: technique, image interpretation and clinical applications. *Insights Imaging* 2011; 2(6): 639–652.
18. **Paredes JM, Ripollés T, Cortés X, Moreno N, Martínez MJ, Bustamante-Balén M, Delgado F, Moreno-Osset E.** Contrast-enhanced ultrasonography: Usefulness in the assessment of postoperative recurrence of Crohn's disease. *J Crohns Colitis* 2013; 7(3): 192–201.