

· 专家论坛 ·

浅谈肠道超声在炎症性肠病中的应用

柳婧 严冬 曹倩

浙江大学医学院附属邵逸夫医院消化内科, 杭州 310016

通信作者: 曹倩, Email: caoq@zju.edu.cn



教授, 主任医师, 博士生导师, 浙江大学医学院附属邵逸夫医院消化内科主任, 长期从事炎症性肠病和疑难肠病的诊治工作, 于 2014 年成立邵逸夫医院炎症性肠病中心, 目前已发展为全国炎症性肠病卓越中心。任亚洲炎症性肠病组织临床研究组委员, 中华医学会消化病学分会炎症性肠病学组顾问, 中华炎症性肠病杂志社青年学术组常务副组长, 浙江省医师协会炎症性肠病专委会主任委员, 浙江省医师协会消化分会副会长, 浙江省医学会炎症性肠病学组组长

【提要】 肠道超声在炎症性肠病的临床诊疗中有日益重要的价值。本文系统综述了肠道超声在炎症性肠病中的临床应用, 包括疾病诊断、疾病监测以及特殊情况下的应用, 并对未来研究方向提出展望。

【关键词】 肠道超声; 炎症性肠病; 诊断; 疾病监测

Application of intestinal ultrasound to inflammatory bowel disease

Liu Jing, Yan Dong, Cao Qian

Department of Gastroenterology, Sir Run Run Shaw Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310016, China

Corresponding author: Cao Qian, Email: caoq@zju.edu.cn

一、概述

炎症性肠病(inflammatory bowel disease, IBD)包括(Crohn disease, CD)和溃疡性结肠炎(ulcerative colitis, UC), 是一类慢性、自身免疫性、肠道炎症性疾病。IBD从诊断到治疗、治疗后监测以及长期随访均需对肠道病变进行评估, 传统的IBD疾病评估方式包括消化内镜、计算机断层扫描肠道成像(computed tomography enterography, CTE)和磁共振肠道成像(magnetic resonance enterography, MRE)等。肠道超声利用超声波在消化道不同层面反射率不同而得以成像。IUS可用

于评估肠道炎症情况、黏膜病变及黏膜外并发症, 其应用于IBD的评估已有逾40年的历史^[1]。IBD是一类慢性疾病, 疾病主动监测变得日益重要, 肠道超声具有无创、快速、精准、可重复性强、患者耐受良好等优点, 近年已被广泛应用于IBD的临床诊疗。目前多个国内外学会均制定相关指南、共识及推荐意见等将肠道超声列为IBD的一线评估手段之一^[2-5]。广义的肠道超声包括经腹肠道超声、经直肠超声和超声内镜等, 本文着重阐述经腹肠道超声在IBD中的应用。

二、肠道超声在IBD诊断中的应用

DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20250410-00025

收稿日期 2025-04-10 本文编辑 钱程

引用本文: 柳婧, 严冬, 曹倩. 浅谈肠道超声在炎症性肠病中的应用[J]. 中华消化内镜杂志, XXXX, XX (XX): 1-8. DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20250410-00025.



1. IBD 的肠道超声特征: IBD 的诊断需要结合临床表现、影像、内镜及病理检查等多维度证据做出综合判断。肠道超声作为筛查工具,不仅是作为辅助 IBD 诊断的方式,还因其可及性及便利性,有益于减少诊断延误及节省医疗资源。IBD 特征性的肠道超声表现主要包括肠壁增厚、肠壁血流增加、肠壁层次改变、肠系膜脂肪增生,其他肠道超声可评估的并发症还包括肠痿、肠狭窄、腹腔脓肿等。肠壁增厚是 IBD 肠道炎症表现的重要特征,它与疾病活动、预后、术后复发、早期药物治疗反应等均有密切关系;通常将肠壁厚度的阈值定为 3 mm,即当肠壁厚度>3 mm 时则考虑为增厚^[3]。肠壁血流增加也是提示 IBD 疾病活动的指标,目前较为公认的为 Limberg 半定量评分法,它将血流信号分为如下等级:0 级,正常未增厚肠壁;1 级,肠壁增厚,但无异常血流信号;2 级,肠壁增厚,见点状或短条状血流信号;3 级,肠壁增厚且可见>1 cm 的长条状血流信号;4 级,肠壁增厚且出现与肠系膜相连的长条状血流信号^[6]。通常认为 Limberg 3 级、4 级提示疾病活动期。现亦有改良 Limberg 彩色多普勒信号(color Doppler signal, CDS)评分,CDS 评分划分为 0 至 3 级,分别对应 Limberg 评分的 1 至 4 级的血流信号描述,对原 Limberg 0 级不再单独评分。肠壁层次异常改变主要表现为肠壁结构部分或完全消失,这一现象的出现与疾病活动相关,例如 CD 深大溃疡可能出现肠壁层次破坏,超声图像上会有相应改变。肠系膜脂肪增生表现为肠系膜肥厚、回声增高、包裹范围增加等。肠系膜脂肪增生与疾病活动、肠道纤维化等相关。肠道超声对爬行脂肪的评估与 CTE 具有较高的一致性,尤其当病变位于回盲部及结肠时^[7]。

2. 肠道超声应用于 IBD 诊断的价值:肠道超声的诊断阴性预测值较高,灵敏度及特异度分别高达 79.7%、96.7%^[8],因此作为初步筛查的手段,肠道超声可减少诊断延误,同时节省医疗资源。由此,欧洲 CD 与结肠炎组织(European Crohns and Colitis Organization, ECCO)指南推荐将肠道超声与 MRE 一同作为初诊 CD 患者的一线评估手段^[9]。

在肠道病变范围的判断方面,肠道超声与横断面影像类似,可以探查全肠道的病变,在结肠及回肠末端病变评估的灵敏度可高达 86%,特异度可达 94%^[10],与 MRE 及 CTE 效能相当,甚至可能优于横断面影像^[11-14]。需注意的是,部分位置病变肠道超声判断的准确度相较于结肠病变有所下降,包括十

二指肠、近段空肠、位于盆腔深部的回肠、远端乙状结肠及直肠,这些部位评估仍需结合横断面影像及内镜检查^[15]。肠道超声与横断面影像对于 IBD 特异度较高的影像表现的评估也具有较高一致性,如爬行脂肪等,肠道超声与 CTE 的一致性高达 88.2%^[7]。

在疾病的鉴别诊断方面,肠道超声在 IBD 与其他肠道疾病的鉴别诊断中也有较高的价值,国内学者通过对比肠贝赫切特病和 CD 患者的肠道超声特点发现,超声上所见局限性病灶、巨大溃疡两个特点均是鉴别肠贝赫切特病和 CD 的关键特点,基于这两个超声特点建立的受试者工作特征曲线可获得较高的灵敏度和特异度^[16]。

3. 肠道超声对 IBD 腹腔并发症的评估:肠道超声可以评估 IBD 腹腔并发症,包括狭窄、肠痿及腹腔脓肿。肠道超声下肠狭窄表现为肠壁增厚、僵硬、肠腔内径减小、伴或不伴近段肠道扩张,目前肠狭窄的诊断尚无公认阈值,近期国际肠狭窄和肠纤维化治疗联盟(stenosis therapy and anti-fibrotic research, STAR)更新了肠狭窄的判断标准,将肠狭窄认定为肠壁增厚、肠道狭窄和狭窄前扩张的组合,目前认为肠壁厚度 ≥ 3 mm,肠腔内径缩减超过 50% 或缩减至<1 cm,伴近端肠管内径扩张至>2.5 cm 或相对于正常相邻肠段增加,可认定为肠狭窄^[17]。肠痿在肠道超声下可表现为肠道与周围肠系膜或脏器间的异常低回声通道,呈管状或不规则状,其中可见气体回声或内容物,但目前肠内痿的肠道超声评估仍是难点,通常如观察到肠管增厚变形、呈黏连聚集、周围脓肿形成等,可能提示肠痿存在。腹腔脓肿的肠道超声表现可为增厚的肠壁旁局限性低回声区,其中可见气体高回声,脓肿形态多不规则,囊壁呈不规则增厚,病变常与肠段分界不清。肠道超声对并发症的诊断十分敏感,对狭窄病变诊断的灵敏度高于 80%,特异度高于 90%,对于痿管诊断的灵敏度可达 74%,特异度达 95%,对脓肿诊断的灵敏度可达 84%,特异度达 93%^[10]。常规的肠道超声对于肠内痿的解剖结构及痿道走向等信息显示有限,而腔内超声造影不仅有助于进一步明确内痿的解剖结构,还可进一步鉴别脓肿、炎性包块和蜂窝织炎;其中,脓肿多表现为腔内无增强而脓肿壁为高增强,炎性包块和蜂窝织炎则主要表现为高增强;通过腔内超声造影可进一步提高肠内痿及腹腔脓肿识别,并有助于进一步进行介入引导下穿刺引流^[18-19]。

4. 肠道超声对疾病范围和活动度的评估:对于已经确诊 IBD 的患者,启动治疗前的肠道超声可用于评估疾病的病变范围及活动度。疾病范围方面,在 CD 患者中,肠道超声对确诊 CD 患者的病变评估灵敏度可高达 89%,特异度也高达 94.3%^[20];而肠道超声对 CD 患者疾病活动评估的灵敏度和特异度则分别可达 85%、91%^[21]。疾病活动度方面,目前已有多个基于肠道超声参数评价 IBD 疾病活动度的指标。CD 中疾病活动评价指标中相对公认的为国际肠道超声肠段活动性评分(international bowel ultrasound segmental activity score, IBUS-SAS),IBUS-SAS 主要应用的指标为肠壁厚度、肠壁血流 CDS、炎性系膜脂肪(i-fat)、肠壁层次改变^[22]。UC 中常用米兰超声标准(Milan ultrasound criteria, MUC),MUC 主要使用的指标为肠壁厚度及肠壁血流,通过二分法简化变量,使得评分相较于 IBUS-SAS 更加简单快捷^[23]。

多项研究表明基于肠道超声的疾病活动度评分与内镜、横断面影像评估的疾病活动度存在一致性^[10,24]。国内学者发现基于 MRE 的疾病活动评分(magnetic resonance index of activity, MaRiA)和基于肠道超声评估疾病活动度的 IBUS-SAS 评分与 CD 疾病活动指数、简易 CD 内镜评分以及血生化提示的疾病炎症均具有较好一致性^[25-26];在对于小肠病变的活动度评估方面,超声与胶囊内镜评价的疾病活动评分也具有较好一致性^[27]。基于肠道超声的疾病活动评分体系如肠壁厚度、肠壁血流,结合生化指标如血沉、C 反应蛋白、白蛋白等,可较好地评估疾病活动并预测 UC 的内镜下疾病活动度,有望作为 IBD 患者疾病活动监测手段^[28-30]。

三、肠道超声在 IBD 疾病监测中的应用

1. 肠道超声应用于疾病疗效监测:在基线病情评估的基础上,肠道超声目前被推荐用于常规治疗监测手段,与传统的治疗监测手段如血检、内镜及横断面影像相结合^[9,31]。炎症性肠病治疗目标选择 II(selecting therapeutic targets in inflammatory bowel disease II, STRIDE-II)共识意见中,肠道超声被认定为一项革命性的疾病监测手段^[32],尤其在透壁愈合的评估中。目前肠道超声透壁愈合尚无统一标准,较为常用的标准为肠壁厚度 ≤ 3 mm、血流信号恢复正常、肠壁层次正常、肠系膜脂肪无增生表现。在临床研究中,由于肠道超声透壁愈合无统一标准,有研究者应用了不同范畴的透壁愈合,其中最基本要求为肠壁厚度正常(即简单透壁愈

合),如可进一步满足血流信号恢复正常、肠壁层次正常、肠系膜脂肪无增生,则可进一步达到广义的透壁愈合甚至完全透壁愈合^[33]。IBD 患者治疗后肠道超声评估的应答表现主要表现为如下两个标准中任意一条:(1)肠壁厚度减少 $>25\%$ 或 >2 mm,(2)肠壁厚度减少至少 1 mm 且 CDS 减少至少 1 分^[24];需要注意的是,如超声仅表现为 CDS 减少,但无肠壁厚度的下降,则不足以认定为治疗有应答^[24]。肠道超声评估的疾病应答与内镜下应答、横断面如 CT 或 MR 应答,甚至病理应答均存在高度相关性^[10,24]。

通常建议 CD 和 UC 患者在接受治疗后均接受肠道超声评估,一项系统综述和专家推荐建议评估时间节点定为治疗后 14 周以及 26~52 周^[24],但这仍需综合多方因素考虑,例如疾病活动度以及具体药物的药代动力学特点。实际上,肠道超声可检出极早期的治疗应答,在一项研究里,242 例 UC 患者在药物治疗后 2 周内接受了肠道超声评估,约 50% 的患者显示出肠道超声下的肠壁厚度的改善^[34]。不同药物治疗后的肠壁厚度改善时间可能存在差异,但目前对于不同作用药物的适宜肠道超声评估时间仍待商榷。有研究发现在接受抗肿瘤坏死因子(tumor necrosis factor, TNF)类药物治疗的患者中,肠壁厚度可早在第 2 周就出现改善,这种改善在第 4、6、8 周均可监测到^[35-37]。在接受维得利珠单抗治疗的患者中,在 14 周时肠壁厚度得到了改善^[21]。在另一项研究中,接受乌司奴单抗治疗的 CD 患者的肠壁厚度在第 4 周即可出现改善^[38]。一项纳入接受托法替布治疗的 UC 患者中,第 8 周肠壁厚度出现了显著改善,并且肠壁厚度的改善与内镜下应答具有较好一致性^[39]。

2. 肠道超声应用于 IBD 疾病预后评价:肠道超声评估可以预测患者预后。前人研究发现,肠道超声下的特定表现可能预示长期预后不良,包括需激素治疗、需药物升级、需手术等,这些表现包括肠壁厚度 ≥ 7 mm、水肿、狭窄、肠壁层次消失^[40-41]。超声弹性成像评估的纤维化以及治疗后肠壁厚度改善不佳可能预测远期手术的发生^[42]。对于 UC,一项研究发现可以通过患者的 MUC 分数预测远期结肠切除术的发生^[43]。国内学者也研究发现,基于肠道超声评价的部分参数,如存在爬行脂肪、血流信号的增加,可能与 CD 的远期预后相关,包括无激素缓解、黏膜愈合及手术等^[44-45]。

基于肠道超声评价的治疗后应答与疾病远期

愈合具有一定相关性,接受 TNF 药物治疗的 CD 患者在治疗后 4~8 周肠壁厚度的改善可预测远期的内镜应答及内镜缓解^[46];国内学者也发现,基线的炎性脂肪以及治疗后肠壁厚度更高与远期预后不良相关,诱导治疗后肠壁厚度 <4.5 mm 可作为长期黏膜愈合的预测指标^[47]。基于 STRIDE-II 的推荐,通过肠道超声评价透壁愈合并应用于临床结局的评价及预测也是近年的研究热点^[32]。多个研究表明基于肠道超声评价的透壁愈合可以较好地预测患者的长期结局:一项纳入 77 例患者的研究发现,相较于黏膜愈合,基于肠道超声评价的透壁愈合是长期结局的独立预测指标^[48];在接受 TNF 药物治疗的 CD 中,基线和诱导治疗后的肠道超声评价结果可应用于预测远期透壁愈合及黏膜愈合^[47],肠道超声应用于接受激素治疗后的 UC 疾病活动度评估,可用于预测早期激素不应答、远期手术概率等^[49]。

四、肠道超声在 IBD 特殊情况下的应用

1. 肠道超声应用于疾病缓解期:如上所述,肠道超声应用于 IBD 疾病活动期及治疗后监测已有较多的研究以及推荐,但肠道超声应用于疾病缓解期则尚无相对统一的推荐,尽管 ECCO 共识建议每 3~6 月进行一次肠道超声评估^[9],但肠道超声是否可以像粪钙卫蛋白应用于疾病缓解期的监测、预测远期疾病复发等场景,仍需更多评价证据。目前推荐的需密切肠道超声监测的人群主要包括:(1)症状与客观炎症存在不一致的患者;(2)无症状、但常规肠道超声评估仍提示疾病活动者;(3)复发高危人群。

2. 床旁超声:在疾病监测中,肠道超声的一大优势是它可以作为床旁检查(point-of care),通过即刻获取结果从而实时指导临床决策。床旁超声具有空间和时间及时性。一项来自荷兰人群的队列研究证实,床旁超声可影响临床决策,并且可评估亚临床疾病复发,可潜在地减少内镜和横断面成像的使用^[50]。除外疾病监测,在危重症如急性重症溃疡性结肠炎或急诊情境下,床旁超声(相较于横断面成像及内镜)也可较为快捷地评估肠道病变情况,从而指导快速临床决策。

3. 肠道超声应用于儿童与妊娠患者:在儿童和妊娠 IBD 中,肠道超声的重要性不言而喻。早诊早治对于儿童 IBD 患者更为迫切,因此肠道超声作为一项疾病评估和监测手段,在儿童 IBD 中有着十分重要的价值。从儿童患者及其照护者角度出发,肠道超声也是相较于其他评估方式更容易被接受的

检查,肠道超声也有益于提高患者及照护者对疾病的认识^[51];有国内学者证实,在接受 TNF 类药物治疗的儿童 CD 患者中,肠道超声评价的疾病活动度 IBUS-SAS 与简化 CD 内镜下评分具有一致性^[52]。需注意的是,在儿童群体中,肠道超声的常规评估手段以及标准可能需要相应调整,例如肠道的体表定位中小肠可能更多集中于左下腹,肠壁厚度的正常范围相较于成年人可能更低,淋巴结肿大可能为正常表现^[53]。在妊娠 IBD 患者中,肠道超声是一项可行且相对准确的评估手段,一项纳入 38 例妊娠期 IBD 患者的研究,将每一个妊娠时期的肠道超声评估结果(全结肠至回肠末端)与其他临床疾病活动指标如粪钙卫蛋白进行对比,结果发现从孕早期到孕晚期,肠道超声评价的疾病活动度与其他疾病活动指数均具有较好的一致性(但直肠及乙状结肠的疾病活动度评价灵敏度相对较低),因此肠道超声可作为妊娠期 IBD 患者疾病监测的可靠手段^[54]。

4. 纤维化评估:肠道超声评价肠道的炎性狭窄和纤维性狭窄一直是临床的难点和热门话题。肠道超声在识别纤维化方面有独特优势。一项系统评价纳入了 6 项涉及 111 例患者的超声研究,其中 5 项研究支持肠道超声用于鉴别纤维性狭窄和炎性狭窄^[55]。一项使用超声弹性成像的研究纳入了 56 例 UC 患者,结果发现中重度纤维化患者的肌层厚度和应变比显著高于无或轻度纤维化者,其中平均应变比对中重度纤维化的预测能力优于 MUC^[56]。在 CD 患者中也有类似发现,一项纳入 35 例 CD 患者的横断面研究发现实时剪切波弹性成像可以用于区分 CD 纤维狭窄和炎性狭窄,对轻中度纤维性狭窄和重度纤维性狭窄也有区分能力^[57]。一项纳入 14 篇文献的 Meta 分析研究了肠道超声在辨别 CD 患者纤维性狭窄和炎症性狭窄中的作用,纤维化肠段相较于炎性肠段的加权肠壁厚度增厚 1.30 mm,标准化应变值增加 0.8,应变比增加 1.08,可用于鉴别不同狭窄的性质,但由于研究异质性大,作者认为肠道超声应用于 CD 患者狭窄性质鉴别仍需要更多研究^[58]。此外,超声弹性成像还可以用于疾病预后的预测,在一项纳入 130 例炎症型 CD 患者的回顾性队列研究中,作者利用剪切波弹性成像预测患者进展为狭窄型或穿透型 CD 的风险,发现肠道硬度大于临界值 12.75 kPa 的患者进展为 B2、B3 型的风险显著增加^[59]。

5. 经肛及经会阴超声的应用:由于肠道超声对直肠肛门显示的局限性,直肠或肛痿的病变可选择

经肛超声或经会阴超声。经肛超声是一种将超声探头伸入肛门,以获得肛周 360° 成像的技术。经肛超声和肛管磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)对肛痿的诊断有较高的一致性;进一步通过肛痿外口注射过氧化氢,利用其产生的小气泡提高超声分辨率,对肛痿的走行、分叉等有较好的分辨能力^[60]。一项纳入67例CD患者的回顾性队列研究表明,经肛超声对肛痿的检出率达82%,与MRI检出率一致^[61]。在一项纳入34例肛周CD患者的研究中,超声、MRI和麻醉下探查对CD肛痿诊断率均在85%以上,任意两者结合都可使CD肛痿的诊断率达到100%^[62]。

相较于经肛超声,经会阴超声不用将探头插入直肠,因此在肛管狭窄、扭曲以及其他不适应侵入性操作的患者中更加适用。一项纳入87例UC患者和44例非IBD患者的盲法、前瞻性对照研究中,作者利用经会阴超声测定了直肠壁厚度、直肠壁血流和壁周微血管信号,并发现直肠壁血流和直肠壁增厚可以作为区分UC和非IBD的独立预测因子,而直肠壁增厚至 >4.5 mm可提示UC活动^[63]。对于妊娠的UC患者,经会阴超声也提供了一种非侵入性、安全可行的评估UC的方法^[64]。经会阴超声对肛痿内口、走行、分叉的显示较好,在一项46例患者的研究中,作者比较了经会阴超声和肛门内超声诊断和分类CD肛痿的能力,发现二者的一致性超过80%^[65],经会阴超声在CD肛痿、肛门阴道痿的诊断和分类上与MRI结果有较好的一致性,但对肛周脓肿的诊断与MRI尚有差距^[66]。

五、展望

尽管目前已有较多指南以及共识为肠道超声应用于临床实践提供指导,例如标准化的操作、评分以及随访等^[5,9,24],但目前仍有较多问题亟待更多临床研究补充。在随访监测方面,不同作用机制的药物是否存在不同的超声随访策略,如何将肠道超声联合其他无创评价(如粪钙卫蛋白)应用于预测长期治疗结局;在透壁愈合评价方面,目前基于肠道超声评价的四大肠道病变的指标(肠壁厚度、肠壁血流、肠壁层次改变、肠系膜脂肪增生)如何更好地组合应用于透壁愈合的评价尚无定论,而基于肠道超声的透壁愈合在达标治疗中是否相较于内镜黏膜愈合有更高的优越性也仍待研究;在一些特定亚组人群中肠道超声的应用价值可能存在特别之处,例如CD肠道纤维化评价及手术时机的判断、急性重症UC中肠道超声评价的时机、慢性难治性UC

中肠道纤维化评估是否可应用于远期预后的预测;在肠道超声的实施上,如何提高肠道超声的操作者间一致性;在社会经济层面,肠道超声是否可在某些特定场景下取代内镜或其他横断面影像从而获得更高经济效益;另外,近年IBD领域的新药临床试验如雨后春笋,肠道超声因其操作的便利性及经济效益,也势必将在临床试验中占据重要地位。总体而言,肠道超声作为一项有操作简便、经济、无辐射、实时观察等多个优点的检查手段,近年来已经逐步广泛应用于IBD的诊疗中,期待未来国内有更多基于肠道超声的临床研究为全球提供来自中国IBD患者的循证医学证据。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Sonnenberg A, Erckenbrecht J, Peter P, et al. Detection of Crohn's disease by ultrasound[J]. *Gastroenterology*, 1982, 83(2):430-434.
- [2] Atkinson NS, Bryant RV, Dong Y, et al. WFUMB position paper. Learning gastrointestinal ultrasound: theory and practice[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2016, 42(12): 2732-2742. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2016.08.026.
- [3] Kucharzik T, Tielbeek J, Carter D, et al. ECCO-ESGAR topical review on optimizing reporting for cross-sectional imaging in inflammatory bowel disease[J]. *J Crohns Colitis*, 2022, 16(4):523-543. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjab180.
- [4] Maconi G, Nylund K, Ripolles T, et al. EFSUMB recommendations and clinical guidelines for intestinal ultrasound (GIUS) in inflammatory bowel diseases[J]. *Ultraschall Med*, 2018, 39(3): 304-317. DOI: 10.1055/s-0043-125329.
- [5] 中国炎症性肠病诊疗质控评估中心, 中华医学会消化病学分会炎症性肠病学组, 中华医学会超声医学分会腹部超声学组. 中国炎症性肠病肠道超声检查及报告规范专家指导意见[J]. *中华消化杂志*, 2024, 44(3): 145-152. DOI: 10.3760/cma.j.cn311367-20240227-00076.
- [6] Limberg B. Diagnosis of chronic inflammatory bowel disease by ultrasonography[J]. *Z Gastroenterol*, 1999, 37(6):495-508.
- [7] Zhou M, Niu Z, Ma L, et al. Detecting and characterizing creeping fat in Crohn's disease: agreement between intestinal ultrasound and computed tomography enterography[J]. *Insights Imaging*, 2024, 15(1): 229. DOI: 10.1186/s13244-024-01807-4.
- [8] Kucharzik T, Maaser C. Intestinal ultrasound and management of small bowel Crohn's disease[J]. *Therap Adv Gastroenterol*, 2018, 11: 1756284818771367. DOI: 10.1177/1756284818771367.
- [9] Maaser C, Sturm A, Vavricka SR, et al. ECCO-ESGAR guideline for diagnostic assessment in IBD part 1: Initial diagnosis, monitoring of known IBD, detection of complications [J]. *J Crohns Colitis*, 2019, 13(2): 144-164. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjy113.
- [10] Panés J, Bouzas R, Chaparro M, et al. Systematic review: the use of ultrasonography, computed tomography and magnetic

- resonance imaging for the diagnosis, assessment of activity and abdominal complications of Crohn's disease[J]. *Aliment Pharmacol Ther*, 2011, 34(2): 125-145. DOI: 10.1111/j.1365-2036.2011.04710.x.
- [11] Maconi G, Sampietro GM, Parente F, et al. Contrast radiology, computed tomography and ultrasonography in detecting internal fistulas and intra-abdominal abscesses in Crohn's disease: a prospective comparative study[J]. *Am J Gastroenterol*, 2003, 98(7): 1545-1555. DOI: 10.1111/j.1572-0241.2003.07521.x.
- [12] Pascu M, Roznowski AB, Müller HP, et al. Clinical relevance of transabdominal ultrasonography and magnetic resonance imaging in patients with inflammatory bowel disease of the terminal ileum and large bowel[J]. *Inflamm Bowel Dis*, 2004, 10(4):373-382. DOI: 10.1097/00054725-200407000-00008.
- [13] Castiglione F, de Sio I, Cozzolino A, et al. Bowel wall thickness at abdominal ultrasound and the one-year-risk of surgery in patients with Crohn's disease[J]. *Am J Gastroenterol*, 2004, 99(10): 1977-1983. DOI: 10.1111/j.1572-0241.2004.40267.x.
- [14] Kunihiro K, Hata J, Manabe N, et al. Predicting the need for surgery in Crohn's disease with contrast harmonic ultrasound [J]. *Scand J Gastroenterol*, 2007,42(5):577-585. DOI: 10.1080/00365520601002716.
- [15] Parente F, Greco S, Molteni M, et al. Imaging inflammatory bowel disease using bowel ultrasound[J]. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 2005, 17(3): 283-291. DOI: 10.1097/00042737-200503000-00005.
- [16] Ma L, Wang M, Li W, et al. Pilot case-control study to explore the value of intestinal ultrasound in the differentiation of two common diseases involving the ileocecal region: intestinal Behçet's disease and Crohn's disease[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2021,11(7):3200-3208. DOI: 10.21037/qims-20-1334.
- [17] Lu C, Rosentreter R, Parker CE, et al. International expert guidance for defining and monitoring small bowel strictures in Crohn's disease on intestinal ultrasound: a consensus statement[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2024, 9(12): 1101-1110. DOI: 10.1016/S2468-1253(24)00265-6.
- [18] Chen YJ, Mao R, Xie XH, et al. Intracavitary contrast-enhanced ultrasonography to detect enterovesical fistula in Crohn's disease[J]. *Gastroenterology*, 2016, 150(2): 315-317. DOI: 10.1053/j.gastro.2015.09.051.
- [19] Mao R, Chen YJ, Chen BL, et al. Intra-cavitary contrast-enhanced ultrasound: a novel radiation-free method for detecting abscess-associated penetrating disease in Crohn's disease[J]. *J Crohns Colitis*, 2019, 13(5): 593-599. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjy209.
- [20] Calabrese E, Maaser C, Zorzi F, et al. Bowel ultrasonography in the management of Crohn's disease. A review with recommendations of an international panel of experts[J]. *Inflamm Bowel Dis*, 2016, 22(5): 1168-1183. DOI: 10.1097/MIB.0000000000000706.
- [21] Krugliak Cleveland N, St-Pierre J, Kellar A, et al. Clinical application of intestinal ultrasound in inflammatory bowel disease[J]. *Curr Gastroenterol Rep*, 2024, 26(2): 31-40. DOI: 10.1007/s11894-024-00915-x.
- [22] Novak KL, Nylund K, Maaser C, et al. Expert consensus on optimal acquisition and development of the international bowel ultrasound segmental activity score [IBUS-SAS]: a reliability and inter-rater variability study on intestinal ultrasonography in Crohn's disease[J]. *J Crohns Colitis*, 2021, 15(4):609-616. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjaa216.
- [23] Allocca M, Dell'Avalle C, Furfaro F, et al. Early intestinal ultrasound predicts long-term endoscopic response to biologics in ulcerative colitis[J]. *J Crohns Colitis*, 2023,17(10): 1579-1586. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjad071.
- [24] Ilvemark J, Hansen T, Goodsall TM, et al. Defining transabdominal intestinal ultrasound treatment response and remission in inflammatory bowel disease: systematic review and expert consensus statement[J]. *J Crohns Colitis*, 2022, 16(4):554-580. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjab173.
- [25] Xu C, Li L, Zhang Y, et al. Diagnostic accuracy of different cross-sectional imaging techniques for disease location and activity in Crohn's disease and external validation and comparison of MARIAs and IBUS-SAS[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2023, 48(3): 821-832. DOI: 10.1007/s00261-022-03751-7.
- [26] Wang L, Xu C, Zhang Y, et al. External validation and comparison of simple ultrasound activity score and international bowel ultrasound segmental activity score for Crohn's disease[J]. *Scand J Gastroenterol*, 2023, 58(8): 883-889. DOI: 10.1080/00365521.2023.2181038.
- [27] Welera Haissou E, Han ZM, Lu YS, et al. Comparison of gastrointestinal ultrasound with capsule endoscopy in patients with small bowel Crohn's disease[J]. *J Dig Dis*, 2023, 24(4): 278-283. DOI: 10.1111/1751-2980.13200.
- [28] Zhou Q, Zhu Q, Liu W, et al. New score models for assessing disease activity in Crohn's disease based on bowel ultrasound and biomarkers: ideal surrogates for endoscopy or imaging[J]. *Clin Transl Sci*, 2023, 16(9): 1639-1652. DOI: 10.1111/cts.13575.
- [29] Fang H, Liu J, Qian K, et al. Intestinal ultrasound combined with blood inflammatory markers is a more efficient tool in evaluating severity of Crohn's disease: a pilot study[J]. *Gastroenterol Res Pract*, 2023,2023:2173396. DOI: 10.1155/2023/2173396.
- [30] Zhang M, Zhang H, Zhu Q, et al. Bowel ultrasound enhances predictive value based on clinical indicators: a scoring system for moderate-to-severe endoscopic activities in patients with ulcerative colitis[J]. *Therap Adv Gastroenterol*, 2021, 14: 17562848211030050. DOI: 10.1177/17562848211030050.
- [31] Inflammatory Bowel Disease Group CSOG, Chinese MA, Inflammatory Bowel Disease Quality Control Center of China. 2023 Chinese national clinical practice guideline on diagnosis and management of Crohn's disease[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2024, 137(14): 1647-1650. DOI: 10.1097/CM9.00000000000003222.
- [32] Turner D, Ricciuto A, Lewis A, et al. STRIDE-II: an update on the selecting therapeutic targets in inflammatory bowel disease (STRIDE) initiative of the International Organization for the Study of IBD (IOIBD): determining therapeutic goals for treat-to-target strategies in IBD[J]. *Gastroenterology*, 2021, 160(5):1570-1583. DOI: 10.1053/j.gastro.2020.12.031.
- [33] Helwig U, Fischer I, Hammer L, et al. Transmural response and transmural healing defined by intestinal ultrasound: new potential therapeutic targets?[J]. *J Crohns Colitis*, 2022,16(1): 57-67. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjab106.
- [34] Maaser C, Petersen F, Helwig U, et al. Intestinal ultrasound for monitoring therapeutic response in patients with ulcerative colitis: results from the TRUST&UC study[J]. *Gut*, 2020,69(9): 1629-1636. DOI: 10.1136/gutjnl-2019-319451.
- [35] Kucharzik T, Wittig BM, Helwig U, et al. Use of intestinal

- ultrasound to monitor Crohn's disease activity[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2017,15(4):535-542.e2. DOI: 10.1016/j.cgh.2016.10.040.
- [36] de Voogd F, Bots S, Geese K, et al. Intestinal ultrasound early on in treatment follow-up predicts endoscopic response to anti-TNF α treatment in Crohn's disease[J]. J Crohns Colitis, 2022,16(10):1598-1608. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjac072.
- [37] Chen YJ, Chen BL, Liang MJ, et al. Longitudinal bowel behavior assessed by bowel ultrasound to predict early response to anti-TNF therapy in patients with Crohn's disease: a pilot study[J]. Inflamm Bowel Dis, 2022, 28(Suppl 2): S67-S75. DOI: 10.1093/ibd/izab353.
- [38] Kucharzik T, Wilkens R, D'Agostino MA, et al. Early ultrasound response and progressive transmural remission after treatment with ustekinumab in Crohn's disease[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2023, 21(1): 153-163. e12. DOI: 10.1016/j.cgh.2022.05.055.
- [39] de Voogd F, van Wassenae EA, Mookhoek A, et al. Intestinal ultrasound is accurate to determine endoscopic response and remission in patients with moderate to severe ulcerative colitis: a longitudinal prospective cohort study[J]. Gastroenterology, 2022, 163(6): 1569-1581. DOI: 10.1053/j.gastro.2022.08.038.
- [40] Les A, Iacob R, Saizu R, et al. Bowel ultrasound: a non-invasive, easy to use method to predict the need to intensify therapy in inflammatory bowel disease patients[J]. J Gastrointest Liver Dis, 2021,30(4):462-469. DOI: 10.15403/jgld-3726.
- [41] Allocca M, Cravioito V, Bonovas S, et al. Predictive value of bowel ultrasound in Crohn's disease: a 12-month prospective study[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2022, 20(4): e723-e740. DOI: 10.1016/j.cgh.2021.04.029.
- [42] Orlando S, Fraquelli M, Coletta M, et al. Ultrasound elasticity imaging predicts therapeutic outcomes of patients with Crohn's disease treated with anti-tumour necrosis factor antibodies[J]. J Crohns Colitis, 2018, 12(1): 63-70. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjx116.
- [43] Piazza O, Sed N, Noviello D, Filippi E, et al. Superior predictive value of transmural over endoscopic severity for colectomy risk in ulcerative colitis: a multicentre prospective cohort study[J]. J Crohns Colitis, 2024, 18(2): 291-299. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjad152.
- [44] Ma L, He Y, Li W, et al. Ultrasound characteristics can predict response to biologics therapy in stricturing Crohn's disease[J]. Clin Transl Gastroenterol, 2024, 15(8): e00738. DOI: 10.14309/ctg.0000000000000738.
- [45] Cheng W, Huang Z, Qin S, et al. Inflammatory mesenteric fat detected by Intestinal ultrasound is correlated with poor long-term clinical outcomes in patients with Crohn's disease [J]. Dig Liver Dis, 2024, 56(5): 723-729. DOI: 10.1016/j.dld.2023.10.016.
- [46] Ripollés T, Paredes JM, Martínez-Pérez MJ, et al. Ultrasonographic changes at 12 weeks of anti-TNF drugs predict 1-year sonographic response and clinical outcome in Crohn's disease: a multicenter study[J]. Inflamm Bowel Dis, 2016, 22(10): 2465-2473. DOI: 10.1097/MIB.0000000000000882.
- [47] Huang Z, Cheng W, Chao K, et al. Baseline and postinduction intestinal ultrasound findings predict long-term transmural and mucosal healing in patients with Crohn's disease[J]. Inflamm Bowel Dis, 2024, 30(10): 1767-1775. DOI: 10.1093/ibd/izad251.
- [48] Ma L, Li W, Zhuang N, et al. Comparison of transmural healing and mucosal healing as predictors of positive long-term outcomes in Crohn's disease[J]. Therap Adv Gastroenterol, 2021, 14: 17562848211016259. DOI: 10.1177/17562848211016259.
- [49] Yuan B, Huang P, Yang M, et al. Intestinal ultrasound scan predicts corticosteroid failure and colectomy risk in patients with ulcerative colitis[J]. Eur J Gastroenterol Hepatol, 2024, 36(7):884-889. DOI: 10.1097/MEG.0000000000002780.
- [50] Bots S, De Voogd F, De Jong M, et al. Point-of-care intestinal ultrasound in IBD patients: disease management and diagnostic yield in a real-world cohort and proposal of a point-of-care algorithm[J]. J Crohns Colitis, 2022, 16(4): 606-615. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjab175.
- [51] Hudson AS, Huynh HQ, Novak KL, et al. Pediatric patient and caregiver satisfaction with the use of transabdominal bowel ultrasound in the assessment of inflammatory bowel diseases[J]. J Pediatr Gastroenterol Nutr, 2023, 76(1): 33-37. DOI: 10.1097/MPG.0000000000003618.
- [52] Wang L, Zhang Y, Wu H, et al. Intestinal ultrasound score predicts therapeutic outcomes of infliximab in pediatric patients with Crohn's disease[J]. Scand J Gastroenterol, 2024, 59(2):156-163. DOI: 10.1080/00365521.2023.2271110.
- [53] Kellar A, Dolinger M, Novak KL, et al. Intestinal ultrasound for the pediatric gastroenterologist: a guide for inflammatory bowel disease monitoring in children: expert consensus on behalf of the International Bowel Ultrasound Group (IBUS) Pediatric Committee[J]. J Pediatr Gastroenterol Nutr, 2023, 76(2):142-148. DOI: 10.1097/MPG.0000000000003649.
- [54] De Voogd F, Joshi H, Van Wassenae E, et al. Intestinal ultrasound to evaluate treatment response during pregnancy in patients with inflammatory bowel disease[J]. Inflamm Bowel Dis, 2022,28(7):1045-1052. DOI: 10.1093/ibd/izab216.
- [55] Bettenworth D, Bokemeyer A, Baker M, et al. Assessment of Crohn's disease-associated small bowel strictures and fibrosis on cross-sectional imaging: a systematic review[J]. Gut, 2019, 68(6):1115-1126. DOI: 10.1136/gutjnl-2018-318081.
- [56] Zhu F, Chen X, Qiu X, et al. Seeing beyond the surface: superior performance of ultrasound elastography over Milan ultrasound criteria in distinguishing fibrosis of ulcerative colitis[J]. J Crohns Colitis, 2024, 18(11): 1795-1803. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjae081.
- [57] Chen YJ, Mao R, Li XH, et al. Real-time shear wave ultrasound elastography differentiates fibrotic from inflammatory strictures in patients with Crohn's disease[J]. Inflamm Bowel Dis, 2018,24(10):2183-2190. DOI: 10.1093/ibd/izy115.
- [58] Xu C, Jiang W, Wang L, et al. Intestinal ultrasound for differentiating fibrotic or inflammatory stenosis in Crohn's disease: a systematic review and Meta-analysis[J]. J Crohns Colitis, 2022, 16(9): 1493-1504. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjac052.
- [59] Chen YJ, He JS, Xiong SS, et al. Bowel stiffness assessed by shear-wave ultrasound elastography predicts disease behavior progression in patients with Crohn's disease[J]. Clin Transl Gastroenterol, 2024, 15(4): e00684. DOI: 10.14309/ctg.0000000000000684.
- [60] West RL, Zimmerman DD, Dwarkasing S, et al. Prospective comparison of hydrogen peroxide-enhanced three-dimensional endoanal ultrasonography and endoanal magnetic resonance

- imaging of perianal fistulas[J]. *Dis Colon Rectum*, 2003,46(10): 1407-1415. DOI: 10.1007/s10350-004-6758-z.
- [61] Hong N, Liu WY, Zhang JL, et al. Assessment of perianal fistulizing Crohn's disease activity with endoanal ultrasound: a retrospective cohort study[J]. *World J Gastrointest Surg*, 2024, 16(8):2494-2502. DOI: 10.4240/wjgs.v16.i8.2494.
- [62] Schwartz DA, Wiersema MJ, Dudiak KM, et al. A comparison of endoscopic ultrasound, magnetic resonance imaging, and exam under anesthesia for evaluation of Crohn's perianal fistulas[J]. *Gastroenterology*, 2001, 121(5): 1064-1072. DOI: 10.1053/gast.2001.28676.
- [63] Dal Buono A, Armuzzi A. Transperineal ultrasonography in the assessment of rectal inflammation: beyond the monitoring of ulcerative colitis[J]. *Inflamm Bowel Dis*, 2024, 30(8): 1437-1438. DOI: 10.1093/ibd/izad254.
- [64] Greeve T, Prentice RE, Shelton E, et al. Feasibility of transperineal intestinal ultrasound in assessing ulcerative proctitis during pregnancy[J]. *JGH Open*, 2024,8(11):e70035. DOI: 10.1002/jgh3.70035.
- [65] Maconi G, Ardizzone S, Greco S, et al. Transperineal ultrasound in the detection of perianal and rectovaginal fistulae in Crohn's disease[J]. *Am J Gastroenterol*, 2007, 102(10):2214-2219. DOI: 10.1111/j.1572-0241.2007.01441.x.
- [66] Maconi G, Tonolini M, Monteleone M, et al. Transperineal perineal ultrasound versus magnetic resonance imaging in the assessment of perianal Crohn's disease[J]. *Inflamm Bowel Dis*, 2013, 19(13): 2737-2743. DOI: 10.1097/01.MIB.0000436274.95722.e5.