



CHINESE TRANSLATION

EFSUMB 教科书，第二版

编辑：Christoph F. Dietrich

主动脉，内脏动脉和下腔静脉

Boris Brkljačić¹, Colin Deane², Sergio Castellani³, Laurence Needleman⁴, Christoph F. Dietrich⁵
中文翻译与校对：刘天舒⁶, 孙振兴⁶, 张丽⁶, 梁萍⁷

¹Vascular Laboratory, Department of Medical Engineering and Physics, King's College, London, UK;

²Department of Medical and Surgical Critical Care A.O.-U. Careggi, Associate Professor in Cardiovascular Diseases, Chair of Angiology, University of Florence, Florence, Italy; ³Department of Diagnostic and Interventional Radiology, University Hospital "Dubrava", professor of radiology, Medical School, University of Zagreb, Zagreb, Croatia; ⁴Department of Radiology, Sidney Kimmel Medical College, Thomas Jefferson University, Philadelphia, Pennsylvania, USA; ⁵Department Allgemeine Innere Medizin, Kliniken Beau Site, Salem und Permanence, Hirslanden, Berne, Switzerland; ⁶华中科技大学同济医学院附属协和医院超声医学科, 武汉, 中国; ⁷中国人民解放军总医院介入超声科, 北京, 中国

通信作者：

Colin Deane PhD

Vascular Laboratory,

King's College Hospital, London, United Kingdom SE5 9RS

电子邮箱: colin.deane@kcl.ac.uk

多普勒超声在主动脉疾病中的作用

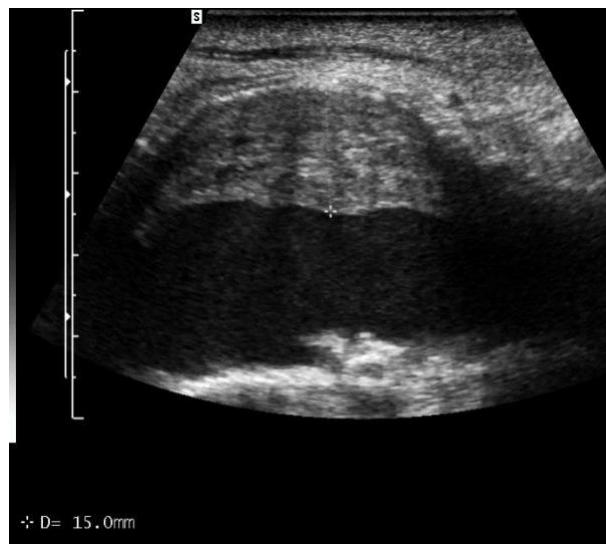
CT血管造影(CTA)和MR血管造影(MRA)是评估主动脉病变的常用成像方法。CTA尤其适用于评估急性主动脉综合征(AAS)的腹主动脉。在临床实践中,使用CT可以可靠地诊断壁内血肿,而多层螺旋CT和CTA能够可靠且快速地评估AAS的其他表现形式。为了同时进行CTA和MRA检查,需要静脉注射碘化或钆基造影剂。

超声也是非常有用的检查方式,特别是检测腹主动脉瘤(AAA)的存在及其随访。超声可以对AAA术后或腔内修复术(EVAR)后的患者进行随访监测。对于腹主动脉和下腔静脉(IVC)的评估,使用凸阵低频换能器,依据患者个体体积,频率范围为2.5-5 MHz。超声在确定主动脉壁的粥样硬化病变和主动脉直径测量具有独特优势。髂动脉、腹腔干及其分支和肠系膜动脉均可清晰显示。这些血管检查过程中患者通常采取仰卧位 [1]。

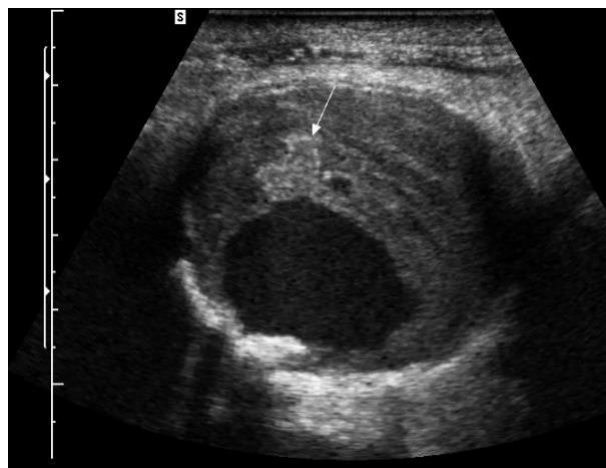
腹主动脉和髂动脉动脉瘤是严重且潜在致命的疾病,可多年无明显症状[(2-4)]。急性主动脉综合征包括主动脉夹层、穿透性主动脉溃疡和壁内血肿。超声可以显示完全无症状的动脉瘤,用于动脉瘤扩大的随访、术后评估或血管内治疗后的并发症。如果腹主动脉瘤患者行超声检查,应测量动脉瘤的直径和长度,评估腹主动脉瘤向髂动脉的扩张性,并试图确定腹主动脉瘤与肾动脉的关系。成人正常主动脉直径为2-2.5 cm,直径大于3cm可诊断为AAA。然而,即使直径小于3cm,如果主动脉有局灶性扩张,也可能存在动脉瘤。正常髂动脉壁规则,髂总动脉最大直径为1.5 cm[(2)]。

动脉粥样硬化导致的AAA通常呈囊状或梭状,起源于肾下。通常止于主动脉分叉处,但也可延伸至髂动脉。这些是真正的动脉瘤,累及主动脉壁全层。由于AAA通常是无症状的,建议对于所有接受外周动脉超声检查的患者,都进行超声筛查主动脉以排除AAA。AAA通常每年扩大2mm,其扩大的动态变化可通过超声确定[1,2,5,6]。AAA如图1所示。

a



b



c

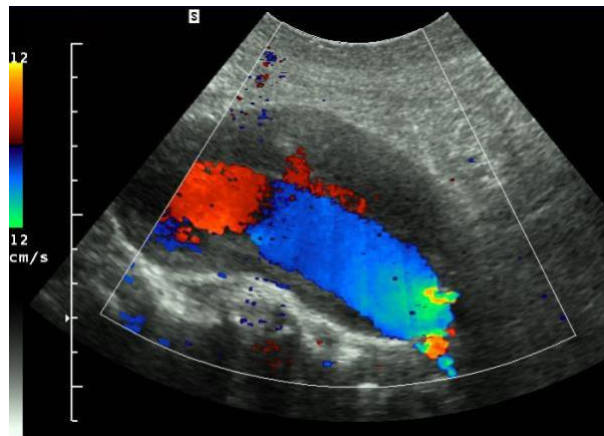


图1 腹主动脉囊性动脉瘤合并壁内血栓纵向(a)和横向扫查。彩色多普勒显示(c)。箭头显示微小钙化。

重要的是评估动脉瘤是否在肾下或影响肾动脉。如果AAA在肾下，外科医生或放射科医生在AAA手术或EVAR放置期间保持肾脏血流灌注相对容易。如果AAA延伸到肾动脉的起源，手术就比较复杂，可能需要使用开窗EVAR (FEVAR)重新移植肾和/或肠系膜动脉。[(2)]。在评估AAA时，分析肾内动脉血流的特征非常有用。这个话题在本章的其他地方讨论。还应经常仔细检查肾脏，以确定AAA引起的肾积水。炎性动脉瘤累及输尿管尤其常见，可引起腹主动脉周围腹膜后纤维化[图2]。

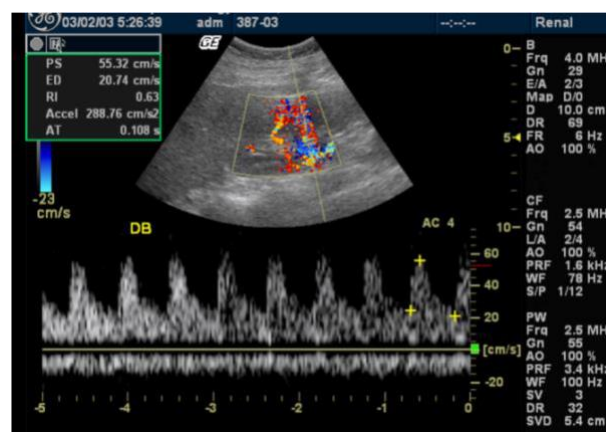


图2 AAA患者肾内动脉多普勒频谱正常，血流速度和血管阻力正常。

应仔细评估AAA远端，以确定髂动脉是否也受到影响。多数髂动脉瘤与AAA有关，以累及髂总动脉最为常见。孤立的髂动脉动脉瘤较少见。由于无法触诊，髂动脉瘤较危险，可能扩大后破裂，伴有不易识别的腹部或盆腔疼痛等非特异性症状，相关死亡率和手术延迟率较高[(1)][图3]。

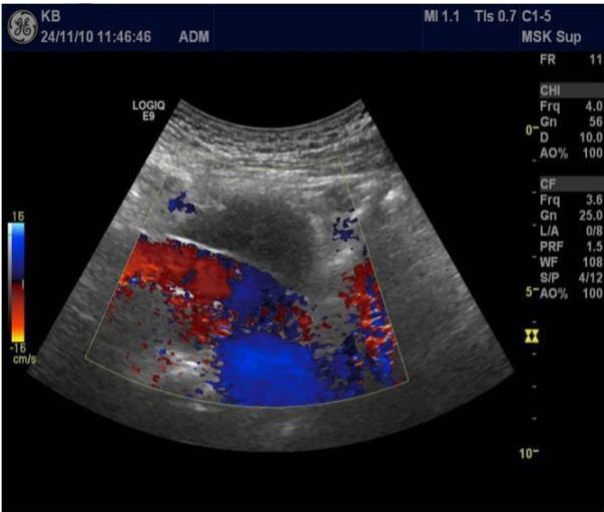
a



b



C



d

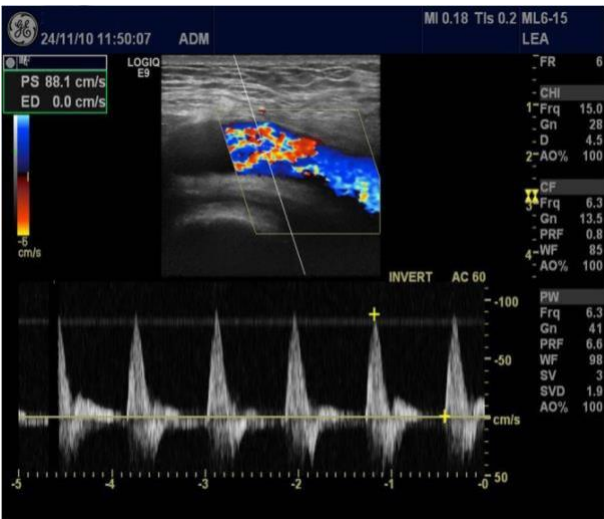


图3 左侧巨大孤立性髂动脉瘤的CT血管造影**(a)**。同一患者在血管内应用支架-移植物治疗髂动脉瘤后的CT血管造影**(b)**。支架-移植物和动脉瘤囊的彩色多普勒图像**(c)**。髂动脉支架内正常的三相光谱**(d)**。

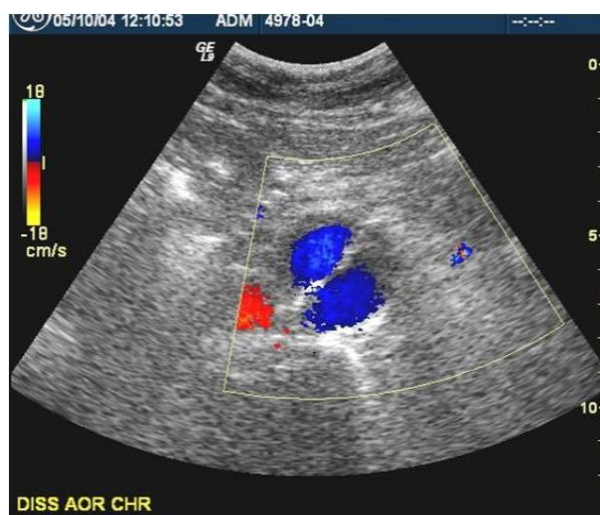
彩色多普勒超声可以诊断肾动脉或肠系膜上动脉闭塞，但CTA比超声更准确。多普勒超声联合MRA在评估主动脉瘤的所有特征方面与CTA准确性相当。鉴于CT能够提供最准确的评估，在AAA破裂的情况下应进行CT检查。

虽然CTA在诊断主动脉夹层及其他急性主动脉综合征方面优于超声，但超声可用于筛查可疑AAS。在主动脉夹层患者中，超声可显示内膜及真腔或假腔内的血流[图4]。假性动脉瘤如图5所示。

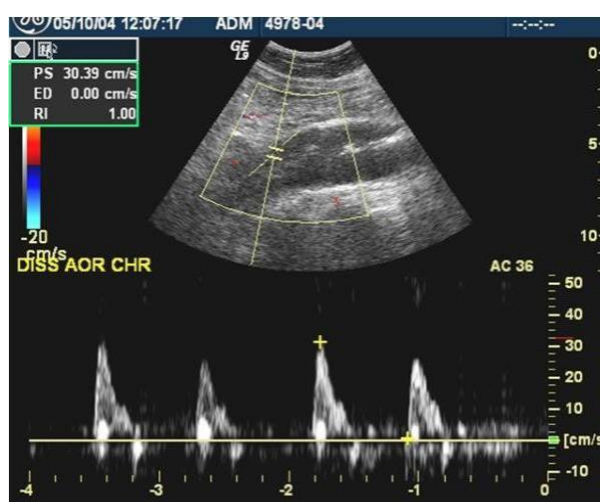
a



b



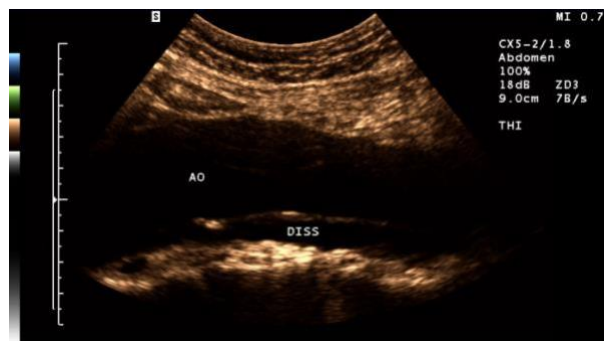
c



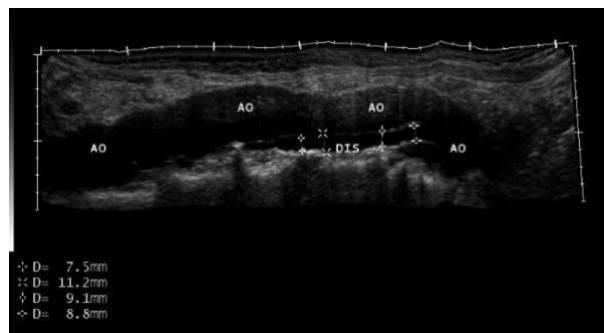
d



e



f

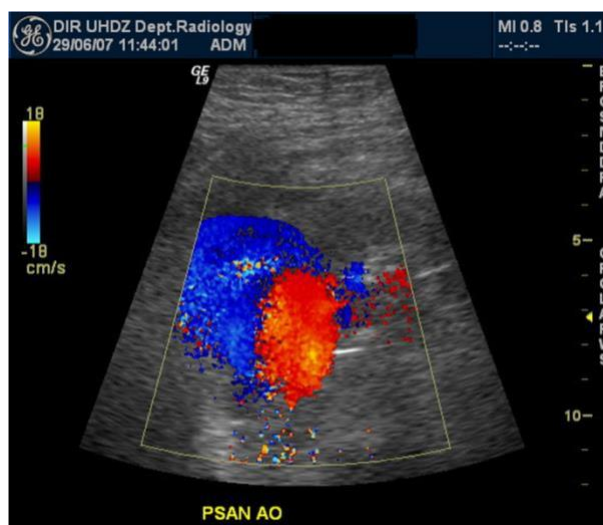


g



图4 二维超声显示慢性腹主动脉夹层，血管腔内膜清晰可见(a)。同一患者的主动脉横切面扫查，彩色多普勒超声显示真腔和假腔内可见血流(b)。多普勒频谱显示主动脉夹层真腔内血流(c)。多普勒频谱显示主动脉夹层假腔内血流(d)。第二个例子显示血管腔内隔清晰可见(e)，全景成像(f)和超声造影(g)显示假腔内血流波动(“WELLE”征)。

a



b



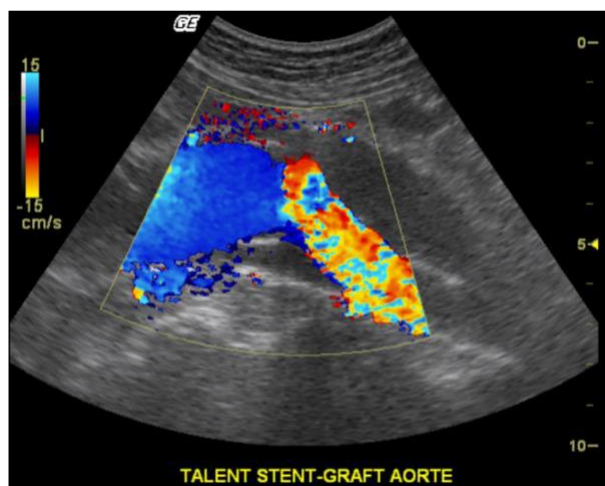
图5 患者超声检查排除腹部淋巴结病变时，彩色多普勒图像中偶然发现腹主动脉假性动脉瘤 (a)。同一患者的CT血管造影证实了细菌性动脉瘤引起的腹主动脉假性动脉瘤(急性主动脉综合征)的诊断(b)。

多普勒在AAA手术切除后移植物评估中起重要作用。最常见的是主动脉-双髂动脉或主动脉双股动脉移植物。超声显示移植物的近端和远端吻合。需要检查移植物的所有节段以确定扩张或积液，并且必须排除近端或远端吻合口的狭窄。彩色多普勒可以显示移植物闭塞、狭窄、假性动脉瘤或真动脉瘤。超声可用于显示移植物附近的血肿或脓肿。由于移植物管壁具有很强的回声，因此很容易探查[[7]]。

EVAR是使用支架人造血管移植物对AAA或主动脉夹层进行血管内治疗的经皮手术。

通常使用CTA进行手术决策。术后CTA或超声随访对于检测并发症至关重要[图6]，其中最常见的是内漏。对于小的内漏，通过造影剂外渗到动脉瘤囊中，认为对比增强超声（CEUS）比CTA更有用[（8，9）]。

a



b

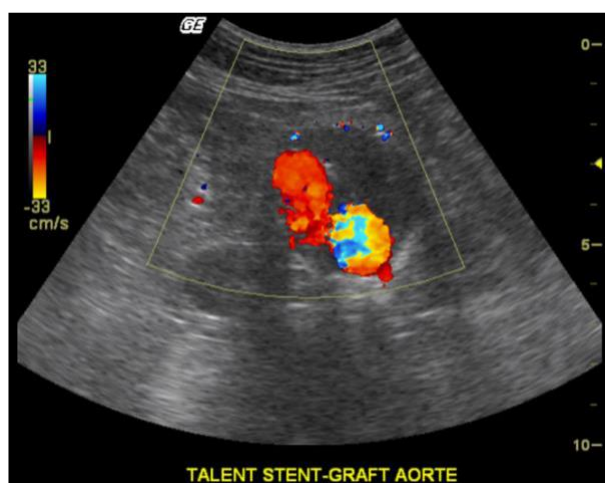


图6 AAA患者EVAR治疗后支架移植体内血流彩色多普勒长轴切面扫查图像（a）。同一患者的横切面扫查图像（b）。

下腔静脉(IVC)多普勒超声

下腔静脉的检查方法是将超声探头置于剑突下方，标识指向头部，观察下腔静脉穿过膈肌进入右心房图像。另一种不同的方法用于下腔静脉的更远心端部分，通过更靠近头部的位置使用肝脏作为声窗，并在肝脏以下进行经典的纵向和横向扫描。适应症包括评估急慢性肾功能衰竭和透析患者的血管内容量状态，也可用于脓毒症、心力衰竭和其他心血管疾病患者。

评估下腔静脉塌陷指数时，下腔静脉直径应在距膈肌进入右心房前2cm处测量(下腔静脉最大直径和呼吸时塌陷程度)[(10-14)]。

在低血容量患者中，下腔静脉直径通常会减小，塌陷率超过50%。随着完全塌陷，下腔静脉会很难看到（这种情况在肝硬化患者中很少发生）。在高容量（血管内容积增加）患者中，下腔静脉直径增加到20-25 mm以上，吸气时下腔静脉没有塌陷或只有轻微塌陷。

下腔静脉血栓是指在血管任何部位管腔内形成的固体物质。血栓可以是闭塞性的或非闭塞性的，可涉及整个下腔静脉或任何节段。主要有两种类型：个别（单纯性）血栓形成是指静脉内存在简单的血栓。恶性（肿瘤性）血栓形成总是作为恶性疾病的并发症发生，最常见的是肾癌，但可能是由其他肿瘤引起的。识别血栓对预后具有重要意义，因为它会因疾病的发展而对治疗产生负面影响。

内脏动脉多普勒超声检查

多普勒超声对内脏动脉和慢性肠系膜缺血疾病诊断不像对肝血管或肾血管检查那样常用。这种检查技术要求高。腹痛患者超声检查主要指征是评估腹腔干、肠系膜上动脉、肠系膜下动脉缺血。现代超声扫查仪器可以看到肠壁的血流，多普勒常用于评价炎症性肠病的炎症性充血。低频探头通常用于评估内脏动脉，频率范围为1-5 MHz。对于瘦弱的病人或儿童，为了观察肠壁血管内血流流动，可以使用高频探头。检查前患者应禁食12小时，以减少肠腔内气体干扰。

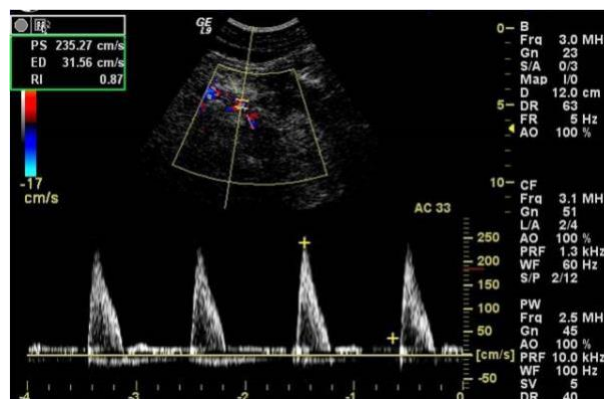
腹腔干和肠系膜上动脉在主动脉纵切面最清晰。轴向切面显示腹腔干分支向左侧走行至脾动脉，肝动脉向右侧走行。肠系膜上动脉没有分支，位于腹腔干的下方，因此这两条动脉很容易区分[(1-3)]。

腹腔干和肠系膜上动脉为十二指肠、小肠和大肠近端供血。肠系膜下动脉在三个内脏动脉中最细；89%的健康人在多普勒超声显像下可显示[(4)]。当腹腔干和肠系膜上动脉狭窄或闭塞时，IMA会扩张，很容易被探查。肠系膜下动脉起源于主动脉左前外

侧，向左髋关节方向延伸。内脏动脉之间存在丰富的侧支循环，包括胰十二指肠动脉弓、Riolan 动脉弓和Drummond's动脉[(1- 4,6)]。

超声检查时应进行血管多节段扫查，以免忽视局灶性狭窄。动脉频谱分析应从动脉起源处开始，并在远端血管的可见节段继续扫查。彩色多普勒对这些动脉的血流定位非常有帮助。腹腔干的典型频谱为低阻力型，表现为持续的相对较高的舒张期血流，反映了低外周阻力。在进食后的肠系膜上动脉中可以看到类似的频谱，但在空腹时，舒张早期肠系膜上动脉反向血流可以看到高阻力频谱[图7]。

a



b

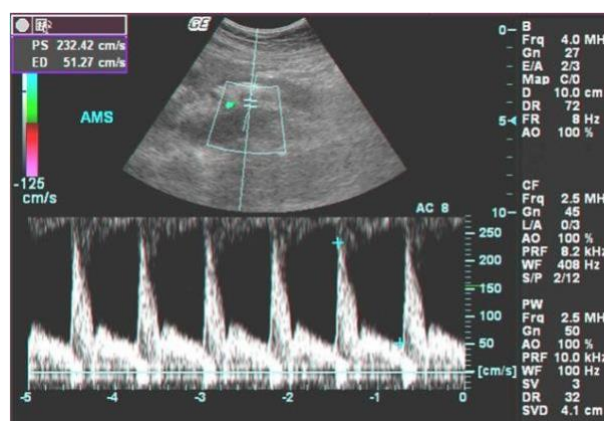


图 7 禁食8小时患者肠系膜上动脉高阻力多普勒频谱分析。可见舒张早期短时间的反向血流(a)。同一患者餐后SMA频谱,可见连续前向舒张期血流(b)。由于超声角度的原因，流速似乎被高估了。

评估内脏动脉的血流方向是很重要的，尤其是胃十二指肠动脉(GDA)——肝总动脉分支，其在腹腔干闭塞中可作为侧支血管。肠系膜下动脉通常表现为高阻力的多普勒超声频谱[(1- 4,6)]。

多普勒在肠系膜缺血诊断中的应用

急性肠系膜缺血是一种由血栓突发形成引起的急性疾病。病人极度疼痛，生命受到威胁，需要紧急诊断和干预。通常采用CTA诊断这种疾病。慢性肠系膜缺血发展缓慢，超声是诊断的重要手段。当动脉腔内未探及到血流时，可以诊断闭塞。

在这种情况下，超声可探查为闭塞的动脉远端供血的侧支循环。侧支循环动脉内可见反向血流。例如，在腹腔干闭塞或重度狭窄的情况下，肝固有动脉供血胃十二指肠动脉，彩色多普勒和频谱均可见反向血流。胃十二指肠动脉位于胰头后部，由于供应肠道血液循环，它通常具有高阻力频谱。当腹腔干闭塞时，它从胰十二指肠动脉上方的肠系膜上动脉接受血液，血流方向逆转；在这种情况下，动脉为肝脏提供低阻力血流，因此频谱是低阻力型。胃十二指肠血流显像是诊断腹腔干狭窄或闭塞的重要附加多普勒超声征象[图8]。

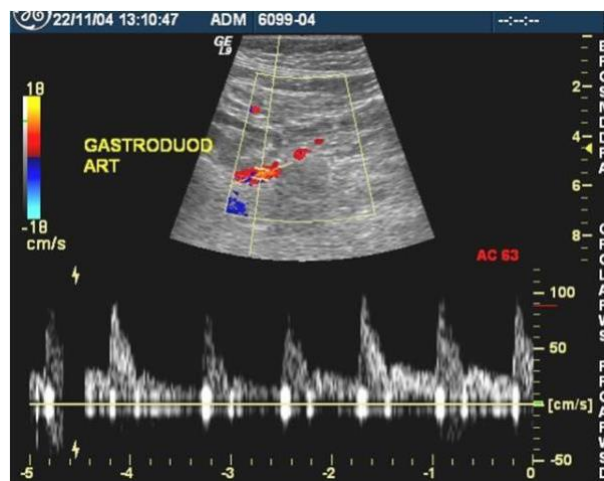


图8 腹腔干闭塞时侧支循环-胃十二指肠动脉负向血流(入肝方向)和低阻力频谱

即使腹腔干近端闭塞范围较小，仍可观察到血流，因为血液从肝动脉回流供应脾动脉。因此，必须仔细分析肝动脉的流动方向，以免忽视腹腔干起源的闭塞。肝动脉反向血流的显示是相对直接的超声证据。

在动脉明显狭窄(直径减小 $>50\%$)的情况下,在狭窄部位观察到血流速度升高,并伴有狭窄后的血流形式改变(频谱多普勒显示湍流,血流方向杂乱)。诊断狭窄的一个重要参数是局部流速加快,必须注意不要因动脉弯曲引起的速度变化而误诊。狭窄部位收缩期流速峰值必须与狭窄前的动脉段速度进行比较。肠系膜上动脉明显狭窄并禁食的患者,缺乏生理性负向的舒张期血流,前向血流频谱部分相对明显。糖尿病肾病患者不合并明显的肠系膜血管疾病时,可能缺乏负向舒张期血流。进食后,可观察到持续的前向舒张期血流,因此所有患者均需在禁食后检查。禁食后低阻力多普勒频谱提示SMA高度狭窄。与肾动脉不同,肠系膜上动脉和肝动脉多普勒超声显示小慢波并不是近端明显狭窄的可靠征象。因为肠系膜上动脉和肝动脉有丰富的侧支循环,这是与肾动脉狭窄不同之处[1,5,6]。

慢性肠系膜缺血(肠绞痛)表现为腹腔干、肠系膜上动脉和肠系膜下动脉不能提供足够血流灌注以满足餐后肠道系统的代谢需要。当三分之二的血管阻塞或有血流动力学上明显狭窄后,才会出现临床症状。腹腔干和肠系膜上动脉常同时发生变化。大多数引起症状性肠系膜缺血的动脉粥样硬化病变存在于腹腔干近段和肠系膜上动脉,可通过多普勒超声评估。这种情况在临床中相对罕见,主要症状表现为体重减轻和餐后疼痛(餐后1-3小时),也见于许多其他更常见的胃肠道系统疾病。除了动脉粥样硬化是最常见的内脏动脉狭窄/闭塞的原因外,其他原因可能是横膈膜韧带压迫腹腔干(正中弓状韧带)、血管夹层或栓塞。正中弓状韧带受压常见于瘦弱的年轻女性,通常在呼气时出现症状,此时肝动脉频谱出现小慢波,胃十二指肠动脉中可见反向血流,而吸气时的结果正常[(1,5)]。

诊断高度狭窄最重要的参数是测量狭窄部位的PSV(每分钟平均动脉血流)。腹腔干正常收缩期峰值速度范围为98-105 cm/s,肠系膜上动脉为95-140 cm/s,肠系膜下动脉为95-190 cm/s[(7)]。Moneta及同事建议腹腔干的阈值大于2m/s,肠系膜上动脉的阈值大于2.75m/s来诊断明显狭窄。这些标准大多用于临床实践[(15)],但一些作者推荐PSV大于3 m/s和EDV大于45 cm/s作为诊断SMA狭窄的特异性测值[(16,17)]。肠系膜上动脉狭窄部位的PSV应与靠近内脏动脉起源的主动脉PSV进行比较:即使PSV没有预期的那么高,但比值 >3 提示重度狭窄 [(1)][图9和图10]。

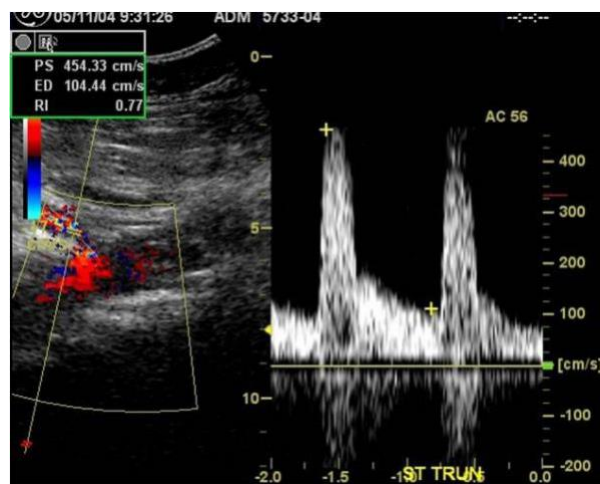
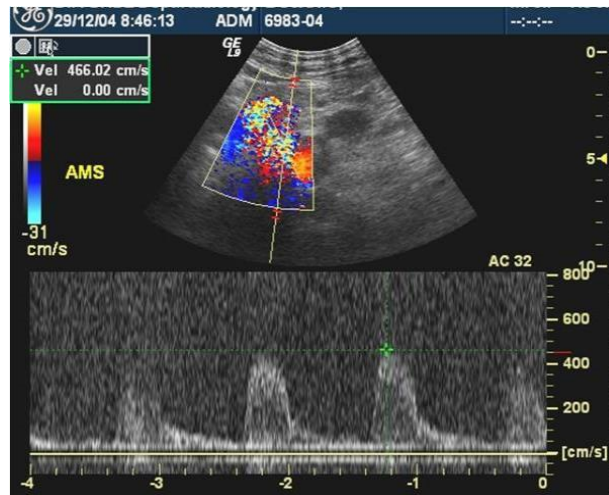
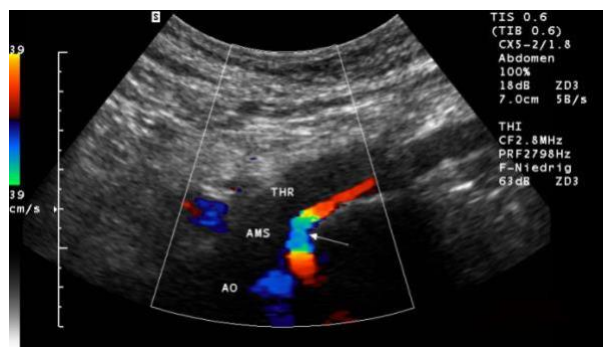


图9 腹腔干狭窄;频谱显示收缩期血流峰速为4.5 m/s，舒张末期速度为1.05 m/s，即峰速明显加快提示重度狭窄。

a



b



c

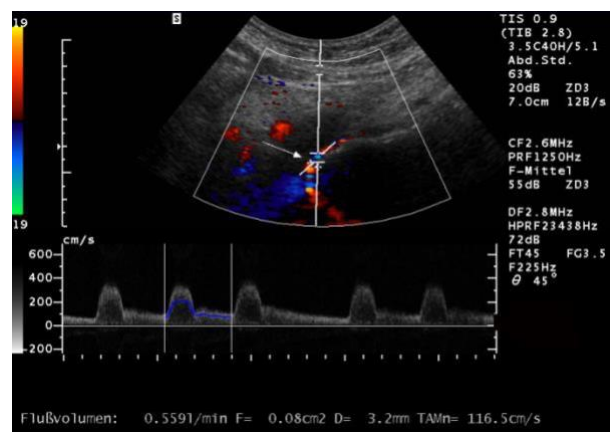


图10 肠系膜上动脉狭窄;频谱显示收缩期血流峰速为4.7 m/s (a)。同时可见肠系膜上动脉血栓形成 (b,c)。

流速测量与侧支循环评估相结合是最优的评价方式。侧支循环的存在可能表明存在明显的狭窄且有足够的侧支，而没有侧支则表明狭窄不明显或侧支循环未形成。彩色多普勒超声可以显示另一条侧支通道——沿降结肠内侧边缘扩张的动脉(Riolan's弓);通过这些动脉，血液反向流动，在肠系膜上动脉近端高度狭窄或闭塞的情况下为肠系膜上动脉供血。正常的多普勒超声检查结果腹腔干和肠系膜上动脉通常排除肠绞痛的诊断。如果多普勒超声发现慢性肠系膜缺血的证据，通常使用CTA来确认诊断[(1,3,6)]。

多普勒超声诊断内脏动脉病变需要实践技能及经验丰富的超声医生，具有最佳检查技术的高质量超声仪器以及掌握这些动脉解剖，生理和病理血流动力学全面知识。

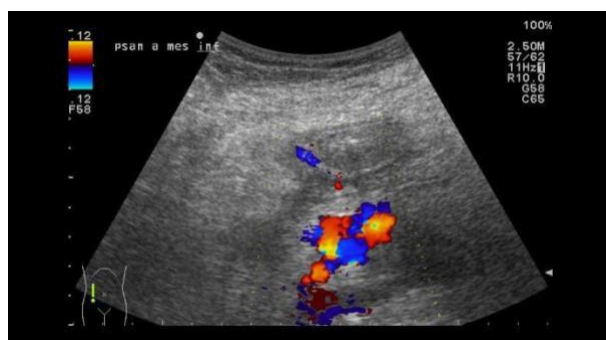
内脏动脉的动脉瘤和假性动脉瘤

肝动脉的动脉瘤和假性动脉瘤最常见的原因是胰腺炎、创伤(医源性或非医源性)和动脉内膜损伤。超声检查常误诊为胰腺假性囊肿、肝囊肿或其他非血管性病变。这可能会造成严重的后果，因为大约80%的肝动脉瘤破裂可能导致致命的出血。由胰腺炎引起的脾动脉假性动脉瘤也可能发生同样的情况，经常被误诊为胰腺假性囊肿。彩色多普勒和血流频谱分析可以准确诊断，进一步行动脉造影，用于制定手术计划或血管内治疗[(18)][图11和12]。

a



b



c

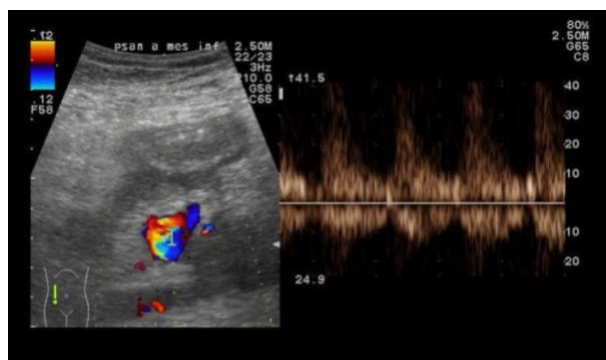
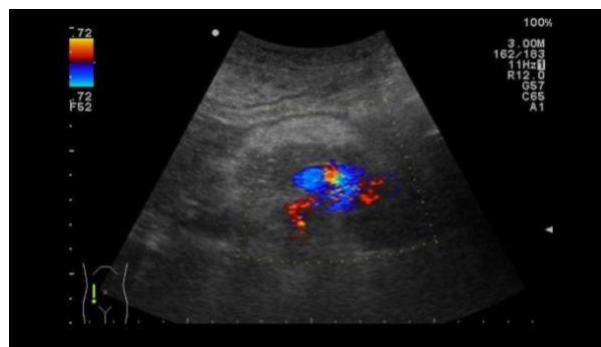


图11 肠系膜下动脉假性囊肿的二维超声图像(a)。双向血流的彩色多普勒图像 (b)及血流频谱图像(c)。

a



b

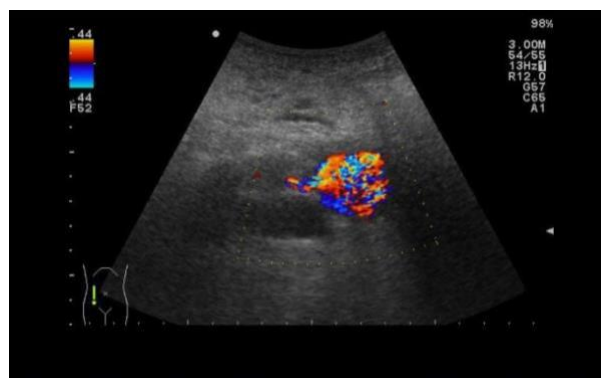


图12 脾动脉假性动脉瘤(PSAN)的彩色多普勒图像，瘤颈清晰可见，PSAN腔内双向血流(a)及彩色多普勒图像(b)。

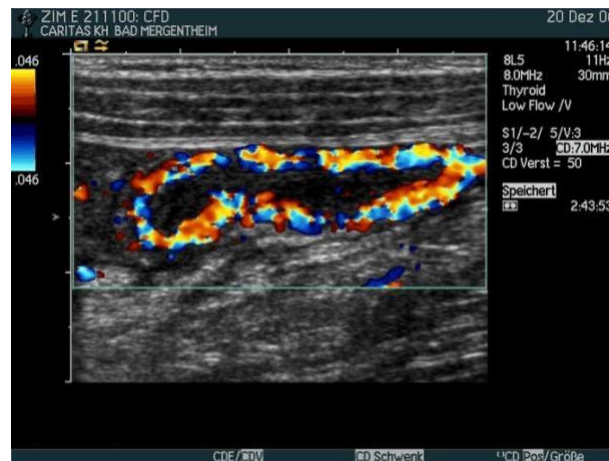
多普勒超声在炎症性肠病中的应用

超声对诊断肠道疾病具有重要价值。炎症以器官及周围组织血管扩张为特征，临床表现为红肿。血管通透性增加，随后出现水肿[(8)]。彩色多普勒可显示累及肠壁的炎性过程，伴有血管增生，表现为血管数量增加，阻力指数降低，血流速度加快。有时某些静脉的呼吸相降低。结合临床、实验室、二维超声和彩色多普勒结果，可以对肠壁肿胀(炎症、肿瘤、血管或缺血性原因)进行鉴别诊断[(9,10)]。

超声通常是诊断儿童急性阑尾炎的首选成像方式。在儿童急性阑尾炎中，二维超声图像改变对正确诊断最重要。彩色双多普勒具有诊断价值的是炎症性肠病，包括：克罗恩病、结肠炎和憩室炎。超声的作用不如实验室检查、结肠镜检查 and 临床检查重要，但它可能有助于快速准确的诊断。

在急性阑尾炎中，除了二维超声显示阑尾增厚、管腔扩张、阑尾系膜水肿等外，彩色多普勒可显示阑尾和阑尾系膜血管扩张，血流阻力降低[(11-13)][图13]。

a



b

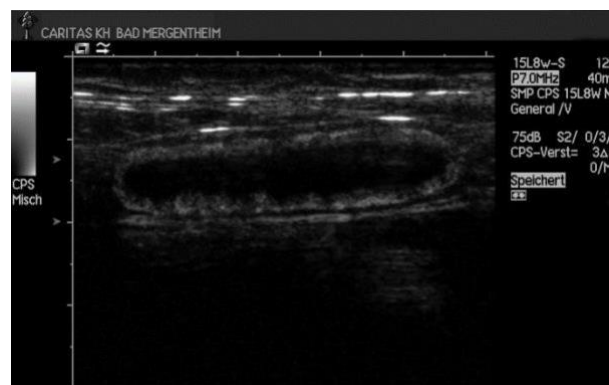
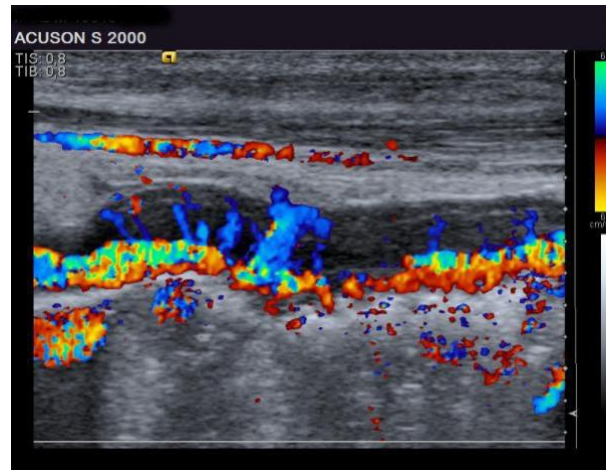


图13 急性阑尾炎中阑尾壁炎症性血管扩张的彩色多普勒(a)和超声造影图像(b)。

另外，克罗恩病一般是通过超声检测出来的。彩色多普勒超声对疾病活动性的评价也非常有用。透壁性疾病影响整个肠壁。超声可显示盲肠和/或回肠末端增厚，周围组织充血。肠道水肿和痉挛导致在疾病过程中肠壁不同程度的增厚。除了肠壁增厚外，还可见肠系膜水肿、肠系膜淋巴结病和脓肿。肠系膜水肿表现为增厚肠道周围的高回声组织。彩色多普勒显示明显的充血，是其他腹部炎性病变无法相比的。彩色多普勒可见肠壁、肠系膜、淋巴结血供增多，阻力指数降低。超声对评估肠道炎症的分布、活动和严重程度很有价值，不需要病人暴露于如CT或X射线等电离辐射。这一点很重要，特别是因

为这种疾病通常影响较年轻群体。

a



b

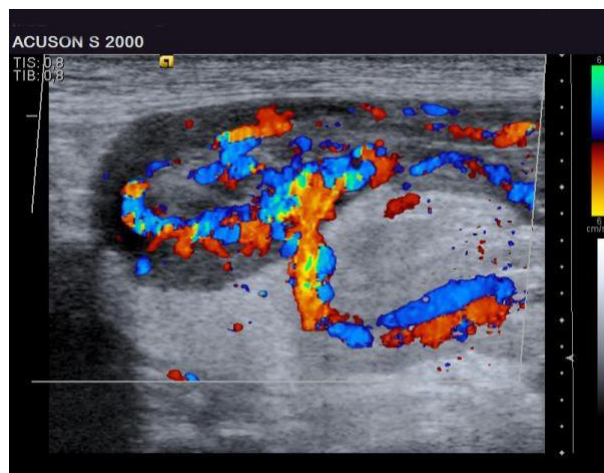


图14 彩色多普勒超声显示克罗恩患者明显肠壁富血管性(a)。高精度彩色多普勒成像能够鉴别粘膜下富血管层，肌固有交通血管(a)和肠系膜动脉血供(b)。

在溃疡性结肠炎中，肠壁增厚是由累及粘膜和粘膜下层的炎症活动引起的，严重者还累及整个肠壁[(9,10)][图15]。

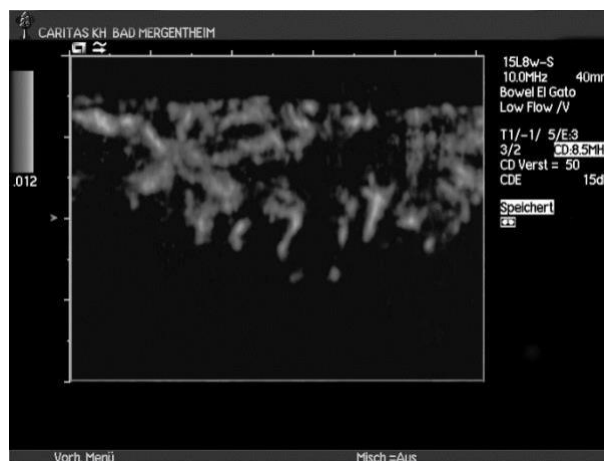


图15 重度溃疡性结肠炎伴明显血管扩张。

溃疡性结肠炎患者长时间出现不对称的结肠壁增厚应疑诊结肠癌。尽管可以注意到彩色多普勒在二维超声发现的“假肾”，或发在中心高回声粘膜周围的低回声肠壁增厚发

现新生血管，但彩色多普勒和能量多普勒对诊断肠癌并不是很有用。超声对炎性和肿瘤性结肠疾病的鉴别往往不可靠[(9,10)][图16]。

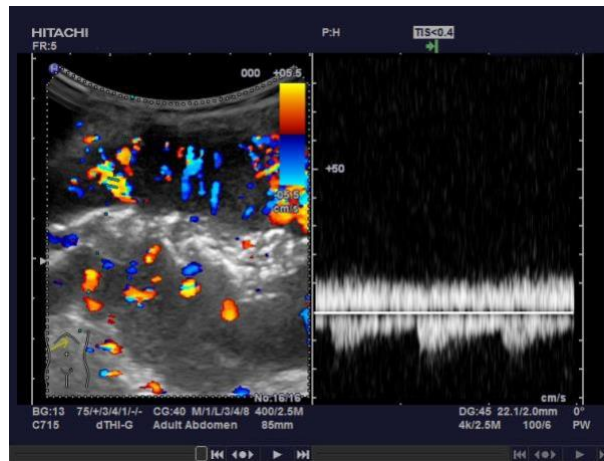


图16 乙状结肠和直肠Burkitt淋巴瘤年轻患者肠壁内明显血管化。彩色多普勒显示动脉和静脉血流。

超声是诊断急性憩室炎的有效方法，在典型的情况下，它出现在左下腹部。憩室位于肠系膜侧，位于血管进入肠壁的入口处。此处可见肠壁增厚，通常伴有大量高回声的肠系膜水肿，彩色多普勒超声可见血管充血[(9)][图17

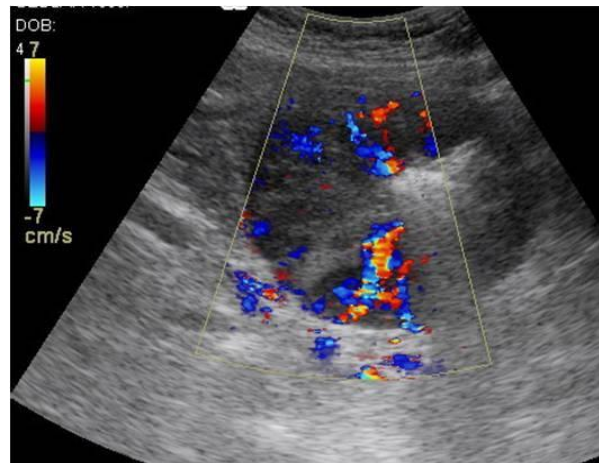


图17 急性憩室炎:肠壁增厚, 粘膜保留, 肠系膜水肿。彩色多普勒显示肠壁和肠系膜血管化。

总之, 在急性阑尾炎、克罗恩病和其他急慢性炎性肠病的病例中彩色多普勒和功率多普勒有助于炎性肠病的诊断, 因为炎症性血管增生清晰可见, 特别是 [(21-26)]。

参考文献

1. Pellerito JS: Ultrasound assessment of the splanchnic (mesenteric) arteries. In: Zwiebel WJ, Pellerito JS, eds. Introduction to Vascular Ultrasonography. Philadelphia: Elsevier- Saunders, 2005; 571-584.
2. Nylund K, Odegaard S, Hausken T, Folvik G, Lied GA, Viola I, Hauser H, et al. Sonography of the small intestine. World J Gastroenterol 2009;15:1319-1330.
3. Mitchell EL, Moneta GL. Mesenteric duplex scanning. Perspect Vasc Surg Endovasc Ther 2006;18:175-183.
4. Mirk P, Palazzoni G, Cotroneo AR, di Stasi C, Fileni A. Sonographic and Doppler assessment of the inferior mesenteric artery: normal morphologic and hemodynamic features. Abdom Imaging 1998;23:364-369.
5. Armstrong A. Visceral duplex scanning: evaluation before and after intervention for chronic mesenteric ischemia. Perspect Vasc Surg Endovasc Ther 2007;19:386-392.
6. Dietrich CF, Jedrzejczyk M, Ignee A. Sonographic assessment of splanchnic arteries and the bowel wall. Eur J Radiol 2007;64:202-212.
7. Jager K, Bollinger A, Valli C, Ammann R. Measurement of mesenteric blood flow by duplex scanning. J Vasc Surg 1986;3:462-469.

8. Newman JS, Adler RS, Bude RO, Rubin JM. Detection of soft-tissue hyperemia: value of power Doppler sonography. *AJR Am J Roentgenol* 1994;163:385-389.
9. Hagiü C, Badea R. Applicability of abdominal ultrasonography in inflammatory bowel diseases. *J Gastrointest Liver Dis* 2007;16:205-209.
10. Parente F, Greco S, Molteni M, Anderloni A, Bianchi Porro G. Imaging inflammatory bowel disease using bowel ultrasound. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2005;17:283-291.
11. Sivit CJ, Applegate KE. Imaging of acute appendicitis in children. *Semin Ultrasound CT MR* 2003;24:74-82.
12. Sivit CJ. Imaging the child with right lower quadrant pain and suspected appendicitis: current concepts. *Pediatr Radiol* 2004;34:447-453.
13. Baldisserotto M, Peletti AB. Is colour Doppler sonography a good method to differentiate normal and abnormal appendices in children? *Clin Radiol* 2007;62:365-369.
14. Maconi G, Radice E, Greco S, Bianchi Porro G. Bowel ultrasound in Crohn's disease. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2006;20:93-112.
15. Moneta GL. Screening for mesenteric vascular insufficiency and follow-up of mesenteric artery bypass procedures. *Semin Vasc Surg* 2001;14:186-192.
16. Perko MJ, Just S, Schroeder TV. Importance of diastolic velocities in the detection of celiac and mesenteric artery disease by duplex ultrasound. *J Vasc Surg* 1997;26:288-293.
17. AbuRahma AF, Stone PA, Srivastava M, Dean LS, Keiffer T, Hass SM, Mousa AY. Mesenteric/cealic duplex ultrasound interpretation criteria revisited. *J Vasc Surg* 2012;55:428-436 e426;discussion 435-426.
18. Brkljacic B. *Vascular Ultrasound*. Medicinska naklada, Zagreb 2010.
19. Martinez MJ, Ripolles T, Paredes JM, Blanc E, Marti-Bonmati L. Assessment of the extension and the inflammatory activity in Crohn's disease: comparison of ultrasound and MRI. *Abdom Imaging* 2009;34:141-148.
20. Sjekavica I, Barbaric-Babic V, Krznaric Z, Molnar M, Cukovic-Cavka S, Stern-Padovan R. Assessment of Crohn's disease activity by doppler ultrasound of superior mesenteric artery and mural arteries in thickened bowel wall: cross-sectional study. *Croat Med J* 2007;48:822- 830.
21. Dietrich CF, Becker D. *Farbduplexsonographie des Abdomens*. Konstanz: Schnetztor Verlag 2002: 1-265.
22. Dietrich CF: *Ultrasonography of the small and large intestine*. In: Rose BD, ed. *UpToDate*. Wellesley MA 2012.
23. Hirche TO, Russler J, Schroder O, Schuessler G, Kappeser P, Caspary WF, Dietrich CF. The value of routinely performed ultrasonography in patients with Crohn disease. *Scand J Gastroenterol*

2002;37:1178-1183.

24. Dietrich CF, Brunner V, Lembcke B. [Intestinal ultrasound in rare small and large intestinal diseases]. Z Gastroenterol 1998;36:955-970.

25. Dietrich CF, Zeuzem S, Caspary WF, Wehrmann T. [Ultrasound lymph node imaging in the abdomen and retroperitoneum of healthy probands]. Ultraschall Med 1998;19:265-269.

26. Dietrich CF, Brunner V, Seifert H, Schreiber-Dietrich D, Caspary WF, Lembcke B. [Intestinal B-mode sonography in patients with endemic sprue. Intestinal sonography in endemic sprue]. Ultraschall Med 1999;20:242-247.