

## • 血管介入 Vascular intervention •

## 彩色多普勒超声与 CT 血管成像诊断单中心 206 例 Stanford B 型主动脉夹层对照分析

刘凤菊, 程 颐, 濮 欣, 黄连军

**【摘要】 目的** 以 CT 血管造影(CTA)为诊断金标准,对照分析彩色多普勒超声(CDUS)诊断 Stanford B 型主动脉夹层(AD)的准确性。**方法** 2017 年 10 月至 2021 年 11 月在北京安贞医院经 DSA 明确诊断的 206 例 Stanford B 型 AD 患者纳入研究。男性 153 例,女性 53 例,年龄(55.3±9.3)岁(28~77 岁)。DSA 术前 3 d 内完成主动脉及其分支 CTA 和 CDUS 检查。以术前 CTA 诊断分析结果为金标准,探讨 CDUS 对 AD 诊断指标的显示率、诊断准确率和漏诊率。CDUS 与 CTA 测量结果对照分析采用配对 *t* 检验。**结果** CDUS 诊断 B 型 AD 准确率为 100%(206/206)。AD 双腔显示率 100%,内膜片显示率 93.2%(192/206),真假腔诊断准确率 88.8%(183/206),AD 累及范围符合率 95.6%(197/206),假腔血栓显示率 72.5%(66/91),降主动脉原发破口显示率 68.9%(142/206),远端再破口显示率 64.6%(360/557),内脏分支(肾动脉、肠系膜上动脉、腹腔干动脉)受累形式符合率 83.7%~100%,内脏分支(肾动脉、肠系膜上动脉、下肢动脉)灌注不良诊断符合率 100%(17/17, 9/9, 3/3)。降主动脉原发破口大小、原发破口距左锁骨下动脉开口距离、主动脉各节段最宽处管腔内径、真腔内径、假腔内径与 CTA 测量值对照差异无统计学意义(均  $P>0.05$ )。**结论** CDUS 是一种快速、简单诊断 Stanford B 型 AD 的方法,可与 CTA 良好匹配。

**【关键词】** 主动脉夹层; 彩色多普勒超声; 超声心动图; 计算机断层摄影血管造影; 血流动力学  
中图分类号:R543.1 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2023)-09-0849-06

**Color Doppler ultrasound versus CT angiography for diagnosing Stanford type B aortic dissection: a comparison analysis of 206 cases from a single center** LIU Fengju, CHENG Yi, PU Xin, HUANG Lianjun. Department of Comprehensive Ultrasound, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China

Corresponding author: LIU Fengju, E-mail: liu\_fengju@126.com

**【Abstract】 Objective** Taking computed tomography angiography(CTA) as the gold standard to analyze the accuracy of color Doppler ultrasonography(CDUS) in diagnosing Stanford type B aortic dissection(AD). **Methods** A total of 206 patients with Stanford type B AD, which was proved by DSA at Beijing Anzhen Hospital of China between October 2017 and November 2021, were enrolled in this study. The patients included 153 males and 53 females, with a mean age of (55.3±9.3) years (range of 28–77 years). CTA and CDUS examinations of aorta and its branches were accomplished within 3 days before treatment under DSA. Taking preoperative CTA diagnosis as the gold standard, the sign display rate, the diagnostic accuracy, and the missed diagnosis rate of CDUS for diagnosing AD were calculated. The imaging findings of CDUS and CTA were analyzed by using paired *t*-test. **Results** In making examination by using CDUS, the diagnostic accuracy for Stanford type B AD was 100%(206/206), the display rate of AD double lumen was 100%, the display rate of intimal flap was 93.2%(192/206), the diagnostic accuracy rate for true and false lumen was 88.8%(183/206), the accuracy rate in diagnosing AD involvement extent was 95.6%(197/206), the display rate of false lumen thrombosis was 72.5%(66/91), the display rate of the original tear in the descending aorta was 68.9%(142/206), the display rate of the distal tear was 64.6%(360/557), the accuracy of diagnosing the

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2023.09.003

作者单位: 100029 北京 首都医科大学附属北京安贞医院综合超声科(刘凤菊、程 颐),介入影像科(濮 欣、黄连军)

通信作者: 刘凤菊 E-mail: liu\_fengju@126.com

affected pattern of visceral branches (including renal artery, superior mesenteric artery, and celiac trunk artery) was 83.7%–100%, the accuracy of diagnosing the poor perfusion of visceral branches (including renal artery, superior mesenteric artery, and lower extremity artery) was 100% (17/17, 9/9, and 3/3 respectively). No statistically significant differences in the primary tear size of the descending aorta, the distance between the primary tear and the opening of left subclavian artery, the inner diameter of the lumen at the widest segment of the aorta, the true lumen diameter, and the false lumen diameter existed between CDUS measurements and CTA measurements (all  $P > 0.05$ ). **Conclusion** CDUS is a rapid and simple technique for diagnosing Stanford type B AD, it can be well comparable to CTA. (J Intervent Radiol, 2023, 32: 849-854)

**[Key words]** aortic dissection; color Doppler ultrasound; echocardiography; computed tomography angiography; hemodynamics

主动脉夹层(aortic dissection, AD)病情进展迅速,病死率高,易出现误诊、漏诊情况。目前临床诊断 AD 主要依靠影像学手段 CT 血管造影(computed tomography angiography, CTA)和彩色多普勒超声(color Doppler ultrasonography, CDUS)。CTA 空间分辨率高、扫描速度快、检测时间短,图像质量不易受外界因素影响,加上强大的图像后处理功能,在 AD 诊断与治疗随访中占据主导地位<sup>[1-2]</sup>。虽然主动脉 CTA 在获取 AD 累及范围、真假腔鉴别和内膜片破口位置、大小、数量及假腔血栓化等形态学方面有很大优势,但对于血流动力学方面的改变,诊断优势有限。然而 AD 不但引起主动脉形态学方面改变,还可导致主动脉及远端脏器血流动力学改变。既往研究过多关注 AD 形态学改变,对血流动力学改变关注较少。AD 血流动力学改变影响患者预后和治疗方案选择。CDUS 对于 Stanford A 型 AD 的诊断价值已得到临床认可<sup>[3]</sup>,但对于 B 型 AD,因原发破口位于降主动脉,当破口位置较深或肺气、肠气干扰影响超声显示时,CDUS 诊断准确性受到影响。因此本研究以主动脉 CTA 为对照,探讨 CDUS 诊断 B 型 AD 的准确性及临床价值。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究对象

2017 年 10 月至 2021 年 11 月,北京安贞医院大血管中心住院期间 DSA 明确诊断的 Stanford B 型 AD 患者 206 例纳入研究。其中男性 153 例,女性 53 例,年龄(55.3±9.3)岁(28~77 岁)。临床资料、影像资料齐全。所有患者均签署知情同意书。

Stanford B 型 AD 诊断标准参照 Daily 等<sup>[4]</sup>的 Stanford 分类方法。根据 AD 发病时间,分为急性期(发病时间<14 d)、亚急性期(15~90 d)、慢性期(>90 d)<sup>[5]</sup>。研究对象排除标准:①既往主动脉手术

史、肾脏病史、肿瘤病史;②心功能不全;③严重心律失常;④主动脉瓣中度、重度反流;⑤因肥胖或肠气干扰造成超声显示不满意。

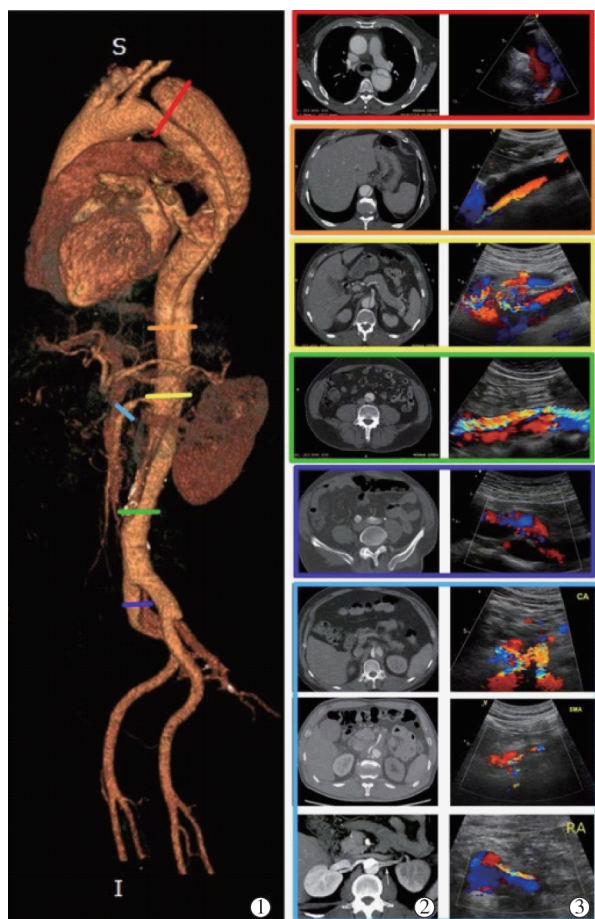
### 1.2 研究方法

DSA 术前 3 d 内完成主动脉及其分支 CTA 及 CDUS 检查。超声仪器采用 GE Vivid 9 型,4C-D 探头(1.6~6.0 MHz)、9L-D 探头(2.4~10.0 MHz)、M5S-D 探头(1.5~4.5 MHz)。CTA 检查仪器采用 Siemens Somatom Definition Flash 双源螺旋 CT。

CDUS 与 CTA 对照观察内容:①AD 双腔结构;②撕裂内膜片;③AD 累及范围;④原发破口;⑤远端再破口;⑥内脏分支受累形式;⑦是否存在灌注不良;⑧假腔血栓;⑨主动脉和分支血管管径。CDUS 与 CTA 对照测量的径线参数:①原发破口至左锁骨下动脉开口的距离;②原发破口最大直径;③管腔内径、真腔内径、假腔内径(最宽处测量),测量部位包括升主动脉,降主动脉(原发破口下方 1 cm 内),腹主动脉(上、中、下段),腹腔干、肠系膜上动脉、肾动脉、髂动脉。CDUS 与 CTA 对照测量切面示意图见图 1。

CTA 测量方法:自胸廓入口至耻骨联合进行全主动脉数据重建,采用 B30 Medium Smooth 算法,层厚 1.1 mm,FOV 320 mm×320 mm。Vitrea 2.0 后处理工作站上进行图像重建,应用工作站中测量直线距离的标尺可完成主动脉及其分支径线测量。直径测量方法:主动脉真假腔直径取垂直于内膜片的最大长度,总直径取最小直径与其垂直线平均值,见图 2。

CDUS 检查方法:经 CTA 诊断的 AD 患者入院后均接受床旁 CDUS 检查,检查由 2 名工作年限 10 年以上高年资超声医师独立完成,检查前已知晓患者为 AD,但未看过 CTA 检查结果。最终数据取两测量数据均值。经胸完成主动脉根部、升主动脉及



①主动脉 CTA 三维重建图像,彩色线段标注了 CT 与超声对照测量位置:红色:降主动脉,橙色:腹主动脉上段,黄色:腹主动脉中段,绿色:腹主动脉下段,蓝色:髂总动脉,蓝绿色:主动脉内脏分支;②主动脉 CTA 断层图像,彩色边框内断层为①图彩色线段标注位置图像;③主动脉超声图像,彩色边框内图像为①图彩色线段标注位置图像

图 1 CDUS 与 CTA 对照测量切面示意图

部分降主动脉超声检查,经胸骨上窝完成主动脉弓、部分降主动脉超声检查,经腹完成腹主动脉、腹腔干动脉、肠系膜上动脉、双肾动脉、双侧髂动脉超声检查。检查过程中应用二维超声、CDUS、二维灰阶彩色血流成像、脉冲多普勒等超声技术。CDUS 测量主动脉及其分支径线方法与 CTA 一致。

CDUS 测量血流动力学参数:收缩期峰值流速 (PSV)、舒张期末流速 (EDV)、平均舒张期流速 (MDV)、时间平均最大速度 (TAMAX)、时间平均速度 (TAMEAN)、血流量 (VolFlow)、阻力指数 (RI)。血流动力学参数用以判断脏器灌注不良。超声诊断脏器灌注不良标准:①内脏分支真腔闭塞;②内脏分支血流速度明显减低,血流频谱低钝呈小慢波;③内脏分支(肾动脉、髂动脉、股动脉)血流速度或血流量低于健侧 1/2 以上;符合上述 1 项或 1 项以上者确诊。

### 1.3 统计学方法

采用 SPSS 21.0 软件进行统计学分析,计数资料以频数(率)表示,符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示,CDUS 与 CTA 测量结果对比用配对  $t$  检验, $P < 0.05$  为差异有统计学意义。以术前 CTA 诊断结果为金标准,计算 CDUS 对 AD 各项诊断指标的显示率、诊断准确率、漏诊率。诊断准确率是指临床诊断检测出的真阳性和真阴性例数之和,占总检测例数的比例,即:准确性=(a+d)/n,  $n=a+b+c+d$ 。诊断试验结果分析表见表 1。

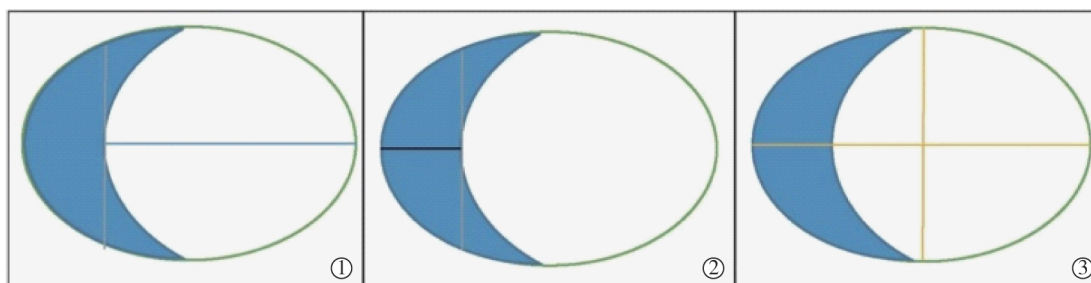
表 1 诊断试验结果分析表

诊断试验	金标准		合计
	阳性	阴性	
阳性	a	b	a+b
阴性	c	d	c+d
合计	a+c	b+d	n(a+b+c+d)

## 2 结果

206 例患者 CTA 诊断结果与 DSA 诊断结果一致。研究对象临床情况及 CDUS 与 CTA 诊断对照分析结果见表 2,其中对内脏分支受累形式诊断准确率详情见表 3~11;CDUS 测量降主动脉原发破口大小、原发破口距左锁骨下动脉开口距离、主动脉各段最宽处管腔内径、真腔内径、假腔内径与 CTA 测量值对照分析差异无统计学意义,见表 12。

AD 的 CDUS 图像表现见图 3,AD 撕裂内膜片



蓝色新月形示假腔:①蓝色直线示真腔直径;②黑色直线示假腔直径;③两条黄色直线平均值示总直径

图 2 真假腔直径和总直径测量方法<sup>[6]</sup>



**表 2** 研究对象临床情况及 CDUS 与 CTA 诊断结果对照分析

参数	数值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	55.3±9.3(28~77)
性别( <i>n</i> )	男 153/女 53
高血压史( <i>n</i> )	42
吸烟史( <i>n</i> )	22
冠心病史( <i>n</i> )	41
糖尿病史( <i>n</i> )	13
外伤史( <i>n</i> )	15
急性期( <i>n</i> )	42
亚急性期( <i>n</i> )	13
慢性期( <i>n</i> )	8
B 型 AD 诊断准确率(%)	100(206/206)
真假腔诊断准确率(%)	88.8(183/206)
AD 累及范围诊断准确率(%)	95.6(197/206)
AD 双腔结构显示率(%)	100(206/206)
内膜片显示率(%)	93.2(192/206)
假腔血栓显示率(%)	73.2(66/91)
原发破口显示率(%)	68.9(142/206)
再破口显示率(%)	64.4(360/557)
RA 灌注不良诊断符合率(%)	100
SMA 灌注不良诊断符合率(%)	100
下肢动脉灌注不良诊断符合率(%)	100
内脏分支受累形式诊断准确率(%)	83.9~100(表 3~11)

RA:肾动脉;SMA:肠系膜上动脉

**表 3** CDUS 诊断腹腔干动脉起自假腔与 CTA 对照分析

诊断试验	CTA( <i>n</i> )		合计
	阳性	阴性	
CDUS( <i>n</i> )	阳性 48	11	59
	阴性 22	125	147
合计	79	136	206

CDUS 诊断准确率 83.9%

**表 4** CDUS 诊断腹腔干动脉骑跨真假腔与 CTA 对照分析

诊断试验	CTA( <i>n</i> )		合计
	阳性	阴性	
CDUS( <i>n</i> )	阳性 11	2	13
	阴性 15	178	193
合计	26	180	206

CDUS 诊断准确率 91.7%

**表 5** CDUS 诊断腹腔干动脉夹层与 CTA 对照分析

诊断试验	CTA( <i>n</i> )		合计
	阳性	阴性	
CDUS( <i>n</i> )	阳性 15	0	15
	阴性 8	183	186
合计	23	183	206

CDUS 诊断准确率 96.1%

呈随心动周期在主动脉腔内飘动的条带样、细线样强回声,将主动脉腔分为真、假双腔结构。真腔小,假腔大,真腔收缩期管腔扩张、舒张期塌陷,假腔收缩期受压、舒张期管腔扩张;原发破口较小时,假腔内血流缓慢而呈现自发云雾状影,假腔内血栓形成

**表 6** CDUS 诊断肠系膜上动脉起自假腔与 CTA 对照分析

诊断试验	CTA( <i>n</i> )		合计
	阳性	阴性	
CDUS( <i>n</i> )	阳性 18	2	20
	阴性 8	179	186
合计	25	91	206

CDUS 诊断准确率 95.6%

**表 7** CDUS 诊断肠系膜上动脉骑跨真假腔与 CTA 对照分析

诊断试验	CTA( <i>n</i> )		合计
	阳性	阴性	
CDUS( <i>n</i> )	阳性 11	1	12
	阴性 7	187	194
合计	18	188	206

CDUS 诊断准确率 96.1%

**表 8** CDUS 诊断肠系膜上动脉夹层与 CTA 对照分析

诊断试验	CTA( <i>n</i> )		合计
	阳性	阴性	
CDUS( <i>n</i> )	阳性 19	1	20
	阴性 9	177	186
合计	28	178	206

CDUS 诊断准确率 95.1%

**表 9** CDUS 诊断肾动脉起自假腔与 CTA 对照分析

诊断试验	CTA( <i>n</i> )		合计
	阳性	阴性	
CDUS( <i>n</i> )	阳性 33	5	38
	阴性 19	149	168
合计	52	154	206

CDUS 诊断准确率 88.3%

**表 10** CDUS 诊断肾动脉骑跨真假腔与 CTA 对照分析

诊断试验	CTA( <i>n</i> )		合计
	阳性	阴性	
CDUS( <i>n</i> )	阳性 13	0	13
	阴性 14	179	193
合计	27	179	206

CDUS 诊断准确率 93.2%

**表 11** CDUS 诊断肾动脉夹层与 CTA 对照分析

诊断试验	CTA( <i>n</i> )		合计
	阳性	阴性	
CDUS( <i>n</i> )	阳性 12	0	12
	阴性 0	194	194
合计	12	194	206

CDUS 诊断准确率 100%

时可见附壁低回声或中等回声;CDUS 可观察真假两腔血流情况,真腔收缩期流速高、彩色信号明亮,假腔收缩期流速慢、彩色信号暗淡。内膜片连续中断处即为破口所在,破口处可探及跨越内膜片真假腔之间交通花色血流束。内脏分支开口骑跨真假腔

表 12 主动脉及其分支 CDUS 与 CTA 测值对照分析( $n=206$ )

部位	观察指标	超声(mm)	CTA(mm)	P 值
原发破口	破口距左锁骨下动脉开口距离	17.02±1.96	17.09±4.52	0.688
	破口大小	7.92±2.81	8.51±2.12	0.854
升主动脉	内径	33.19±9.35	35.60±11.17	0.591
降主动脉	内径	42.31±14.53	43.44±14.57	0.455
	真腔内径	14.43±5.13	14.50±5.61	0.751
	假腔内径	30.41±16.15	30.24±15.43	0.447
腹主动脉上段	内径	31.20±7.31	32.09±9.35	0.544
	真腔内径	10.12±3.25	13.23±7.22	0.107
	假腔内径	22.27±5.35	25.27±8.35	0.223
腹主动脉中段	内径	27.20±11.22	30.19±8.35	0.654
	真腔内径	11.28±2.76	12.08±3.36	0.202
	假腔内径	21.68±5.62	20.28±4.56	0.088
腹主动脉下段	内径	20.68±7.35	25.44±8.75	0.775
	真腔内径	8.88±2.76	10.09±3.56	0.212
	假腔内径	15.55±7.62	16.28±4.76	0.088
左侧髂总动脉	内径	11.45±5.30	12.46±7.75	0.064
	真腔内径	4.65±2.12	5.45±2.72	0.795
	假腔内径	7.23±5.35	8.35±6.72	0.883
右侧髂总动脉	内径	13.54±5.54	14.33±8.67	0.161
	真腔内径	4.12±1.11	6.33±3.14	0.134
	假腔内径	8.11±5.33	8.24±5.71	0.063

时可看到紊乱的花色血流信号。真腔明显受压时可见血流信号中断。

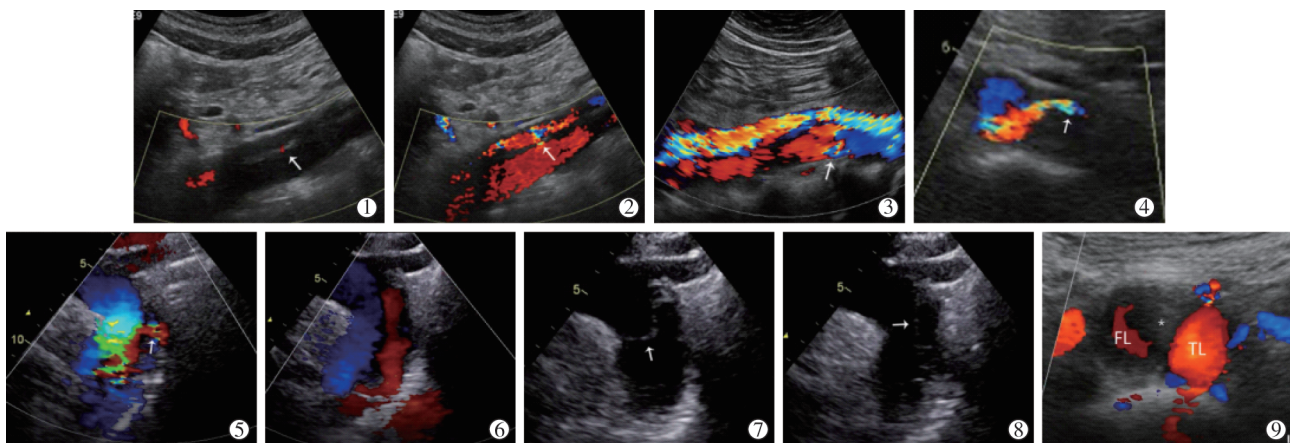
### 3 讨论

AD 是一种复杂的致死率极高的心血管疾病,主动脉 CDUS 和 CTA 检查是目前临床诊断 AD 最常用的影像学手段。国际急性主动脉夹层登记注册中心(IRAD)研究报告,首诊确诊 AD 患者中 61.1% 由 CT

做出诊断,32.7% 由 CDUS 做出诊断<sup>[7]</sup>。CDUS 可实时捕捉 AD 病变血流动力学信息,如通过真腔、假腔血流的颜色和频谱实时判断其内部血流速度、方向、血流形式(层流、湍流、混叠血流)以及血流量,通过破口处血流束颜色、血流频谱判断真假腔压力差和血流特征,通过观察内膜片摆动是否堵塞内脏分支开口评价分支动脉是否存在动态梗阻。本研究中,CDUS 诊断分支灌注不良与临床符合率为 100%,分支灌注不良是 AD 死亡的主要原因。近年 CDUS 测量肾脏叶间动脉阻力指数越来越多地用于预测术后及重症监护室缺血性肾损伤<sup>[89]</sup>。Muzzi 等<sup>[10]</sup>研究显示 CDUS 可在 AD 体外循环和手术修复后验证内脏分支的实际血流量,以评估有效灌注。CDUS 可成为所有腹腔干、肠系膜缺血的夹层患者术中中和围术期处理和决策的重要辅助工具。

Arora 等<sup>[11]</sup>提出,紧急床旁 CDUS 是在有限时间内 AD 患者的救命工具,能鉴别诊断急性胸痛的病因,为临床是否采取溶栓治疗提供最有力的证据。另有回顾性研究显示,4%~6.4% AD 为无痛,诊断无痛 AD 具有挑战性,诊断延误会导致较高的病死率<sup>[12-13]</sup>。床旁 CDUS 是及时诊断急性 AD 的关键措施<sup>[14]</sup>。

CDUS 影像学优势在于动态、快速、准确诊断及鉴别 AD A、B 分型。实时观察内膜片位置、走行、回声、厚度、僵硬程度,是否动态压迫分支开口,观察原发破口与远端再破口形态及血流方向、速度;实时观察真腔血流性质(层流、湍流)以及方向、速度、流



①腹主动脉中段纵切面,箭头示 AD 腹主动脉段剥脱内膜片;②腹主动脉中下段纵切面,箭头示腹主动脉中远段近肾动脉水平再破口;③腹主动脉下段纵切面,腹主动脉夹层,真腔位于前方,其内为明亮的蓝色血流信号,假腔位于后方,内为暗淡红色血流信号,腹主动脉远端可见再破口,箭头所示;④腹主动脉肾水平横切面,左肾动脉夹层形成,箭头示真腔供血,假腔血栓填充;⑤降主动脉纵切面,箭头示降主动脉破口处血流信号;⑥降主动脉纵切面,降主动脉夹层,呈血流方向相反的双腔结构;⑦⑧降主动脉纵切面,箭头示降主动脉内剥脱内膜片;⑨腹主动脉下段横切面,管腔扩张,假腔(FL)位于右前方,真腔(TL)位于左后方,假腔内血流减少,大部分血栓填充(\*)

图 3 AD 超声表现

量;观察分支血流速度、血流量、阻力指数;观察假腔形态及假腔血栓形成情况等。但 AD 病变累及范围广,自主动脉根部至头颈部、腹盆腔、上下肢动脉均可累及,CDUS 相对于 CTA 不能自主动脉根部向远心端及分支连续不间断序贯性扫查,且在扫查过程中易受体位、肺气、肠气干扰,因此易遗漏病变,导致对 AD 诊断不够全面。CDUS 不能连续序贯扫查使得真假腔鉴别不能通过直接征象,而是通过间接征象(管腔大小、血流速度、方向等),这就增加了判断失误风险。超声入射角与破口血流方向垂直、真假腔压力差小、再破口细小时,显示破口能力明显下降。

超声波受气体和骨骼阻碍、扫查深度限制,存在 AD 显示盲区(无名动脉附近一小部分升主动脉及肺气遮挡的一部分胸主动脉)。以往研究中,耿进朝等<sup>[15]</sup>报道 42 例 AD,CDUS 漏诊率为 7.1%。李安洋等<sup>[16]</sup>报道 115 例 AD,CDUS 诊断 B 型 AD 准确率为 60%。CDUS 漏诊、误诊原因是其在形态学诊断方面与 CTA 相比存在一定劣势,但对于能清晰显示结构的诊断结果,CDUS 与 CTA 诊断结果呈一致性。尽管主动脉 CTA 空间分辨率高,在 AD 病变位置和形态结构成像上优于 CDUS,但 CDUS 不使用对比剂,无放射性,可在床边实时、动态观察 AD 病理形态学和血流动力学改变,对主动脉 CTA 诊断 AD 是非常有价值的补充;经腹超声还可快速诊断 AD 破裂或血肿刺激引起的胸腔积液、腹腔积液;当经胸超声心动图和经腹血管超声检查相结合,可快速准确地获得心、胸、腹主动脉在内的多个图像,提供实时信息,用以评估和鉴别诊断 AD 各种临床表现,快速准确诊断 AD<sup>[17]</sup>。对于检查设备相对不够齐全的基层医院,CDUS 是首选且较重要的检查手段<sup>[18]</sup>。

本研究结论认为,CDUS 是一种与 CTA 匹配良好的快速、简单诊断 Stanford B 型 AD 的方法。

#### [参考文献]

- [1] Shen Y, Zhang S, Zhu G, et al. Risk factors of distal segment aortic enlargement after complicated type B aortic dissection[J]. J Interv Med, 2019, 2: 154-159.
- [2] Takaki JKT, Ford I, Yoon HC. Variation in CTA evaluation of ED patients suspected of aortic dissection[J]. Emerg Radiol, 2022, 29: 709-713.
- [3] 中国医师协会心血管外科分会大血管外科专业委员会.主动脉夹层诊断与治疗规范中国专家共识[J]. 中华胸心血管外科杂志, 2017, 33:641-654.
- [4] Daily PO, Trueblood HW, Stinson EB, et al. Management of acute aortic dissections[J]. Ann Thorac Surg, 1970, 10: 237-247.
- [5] Erbel R, Aboyans V, Boileau C, et al. 2014 ESC guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases[J]. Kardiol Pol, 2014, 72:1169-1252.
- [6] 葛静,刘建平,张永恒,等.急性期 Stanford B 型主动脉夹层患者腔内修复术后主动脉重塑[J]. 介入放射学杂志, 2021, 30:1113-1118.
- [7] Hagan PG, Nienaber CA, Isselbacher EM, et al. The international registry of acute aortic dissection(IRAD): new insights into an old disease[J]. JAMA, 2000, 283: 897-903.
- [8] Peillex M, Marchandot B, Bayer S, et al. Bedside renal doppler ultrasonography and acute kidney injury after TAVR[J]. J Clin Med, 2020, 9: 905.
- [9] Shankar V, Raj A, Singhal S, et al. Doppler-derived renal resistive index helps predict acute kidney injury in patients undergoing living-related liver transplantation[J]. Clin Transplant, 2021, 35: e14263.
- [10] Muzzi L, Tommasino G, Guaccio G, et al. Trans-pericardial color doppler ultra sound to assess blood flow in the visceral branches during type A dissection procedures complicated with mesenteric malperfusion[J]. Ann Vasc Surg, 2017, 44: 420.e1-e5.
- [11] Arora A, Raina T. Emergency bedside ultrasound in a case of chest pain and collapse[J]. Br J Hosp Med (Lond), 2014, 75: 594-595.
- [12] Park SW, Hutchison S, Mehta RH, et al. Association of painless acute aortic dissection with increased mortality[J]. Mayo Clin Proc, 2004, 79: 1252-1257.
- [13] Evangelista A, Isselbacher EM, Bossone E, et al. Insights from the international registry of acute aortic dissection: a 20-year experience of collaborative clinical research[J]. Circulation, 2018, 137: 1846-1860.
- [14] Gunjan R, Albaba I, Chopra A, et al. Diagnosing aortic dissection using point of care ultrasound[J]. Respir Med Case Rep, 2022, 39:101696.
- [15] 耿进朝,乔华,王荣峰,等.彩色多普勒超声与多层螺旋 CT 在急诊主动脉夹层动脉瘤诊断中的应用[J]. 中华超声影像杂志, 2006, 15:495-497.
- [16] 李安洋,刘伟,朱天刚. 115 例主动脉夹层经胸超声诊断经验总结[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2010, 7:262-266.
- [17] 王礼星,王雪莲,杨芳娟,等.急诊超声诊断老年复杂 Stanford B 型主动脉夹层合并腹主动脉瘤 1 例[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3:202-203.
- [18] 唐丽建,冯琴.经胸、经腹超声诊断主动脉夹层临床应用分析[J]. 医学影像学杂志, 2013, 23:1795-1797.

(收稿日期:2022-09-14)

(本文编辑:谷珂)