

超声造影评估腹主动脉瘤腔内修复术前情况及术后内漏分型的临床价值

宋海国 陆燕飞 谭臻 班超莲 陈丽萍

摘要 **目的** 探讨超声造影(CEUS)评估腹主动脉瘤腔内修复(EVAR)术前情况及术后内漏分型的临床应用价值。**方法** 选取在我院行 EVAR 术的老年腹主动脉瘤患者 83 例,均于术前 1 d 应用 CEUS 和 CTA 分别测量瘤体直径、瘤体长度和肾下腹主动脉直径,同时获取腹主动脉瘤分型、形态、病变部位、其他图像特征,比较两种方法检查结果的差异。以术后 1 个月 CTA 检查结果为金标准,计算 CEUS 诊断腹主动脉瘤患者 EVAR 术后内漏分型的准确率,分析 CEUS 与 CTA 诊断结果的一致性。**结果** 术前 CTA 和 CEUS 测量腹主动脉瘤患者瘤体直径、瘤体长度和肾下腹主动脉直径及评估腹主动脉瘤分型、形态、病变部位、其他图像特征比较,差异均无统计学意义。CEUS 诊断腹主动脉瘤患者 EVAR 术后内漏 I 型、II 型、III 型的准确率分别为 66.67%(2/3),100%(5/5)和 100%(3/3),CEUS 与 CTA 诊断结果的一致性高($Kappa=0.855$)。**结论** CEUS 评估腹主动脉瘤患者 EVAR 术前情况及术后内漏分型的价值与 CTA 相当,具有较好的临床应用价值。

关键词 超声检查;造影剂;CTA;腹主动脉瘤;内漏分型

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]A

Clinical value of contrast-enhanced ultrasound in the evaluation of preoperative conditions and internal leakage classifications in abdominal aortic aneurysm after endovascular aortic repair

SONG Haiguo, LU Yanfei, TAN Zhen, BAN Chaolian, CHEN Liping

Department of Ultrasound Medicine, Minzu Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530001, China

ABSTRACT **Objective** To explore clinical application value of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in the evaluation of preoperative conditions and internal leakage classifications in abdominal aortic aneurysm after endovascular aortic repair (EVAR). **Methods** A total of 83 elderly patients with abdominal aortic aneurysm who underwent EVAR in our hospital were enrolled. CEUS and CTA were performed to measure the tumor diameter, length, and diameter of subrenal abdominal aorta 1 d before EVAR, and the classifications of abdominal aortic aneurysm, morphology, lesion sites and other manifestations of abdominal aortic aneurysm were obtained at the same time. The differences in the results of the two methods were compared. Taking CTA results as the golden standard, the accuracy of CEUS in the diagnosis of internal leakage classifications was calculated, and the consistency between the results of CEUS and CTA was analyzed. **Results** There were no significant difference in tumor diameter, length, diameter of subrenal abdominal aorta, classifications, morphology, lesion sites and other manifestations of abdominal aortic aneurysm between CTA and CEUS. Taking CTA results as the golden standard, accuracy of CEUS in the diagnosis of types I, II and III internal leakage after EVAR were 66.67% (2/3), 100% (5/5) and 100% (3/3), respectively, showing high consistency ($Kappa=0.855$). **Conclusion** The value of CEUS in evaluating the preoperative conditions and postoperative leakage classifications of EVAR in patients with abdominal aortic aneurysm is comparable to CTA, which has good clinical application value.

KEY WORDS Ultrasonography; Contrast agent; CTA; Abdominal aortic aneurysm; Internal leakage classifications

腹主动脉瘤是指腹主动脉直径扩张至正常直径的 1.5 倍或 3 cm 以上,并呈瘤状扩张,是临床最常见的

动脉扩张性疾病,也是引发患者致残、致死的血管疾病之一^[1-2]。腹主动脉瘤腔内修复术(endovascular

aortic repair, EVAR)是一种微创介入疗法,但术后极易发生腔内植入装置相关的并发症,其中内漏发生率为15%~30%,以Ⅱ型内漏居多,持续的Ⅱ型内漏可导致瘤体增大,进而增加破裂的风险^[3-4]。因此,术前早期诊断腹主动脉瘤及EVAR术后明确内漏分型对改善患者预后至关重要。近年来,随着影像学检查技术的发展,腹主动脉瘤的检出率不断提高,CTA能清晰显示血管和瘤体的解剖关系,辅助医师评估患者血管是否出现狭窄、扩张、血栓形成、动脉瘤、动脉粥样硬化等情况,可用于临床诊断和术前评估^[5-6]。超声造影(contrast-enhanced ultrasound, CEUS)是在二维超声的基础上通过静脉注射造影剂来增强血流散射信号,从而改善图像分辨率,提高了诊断准确性,具有重复性好、无创、无辐射等优点,逐渐成为临床诊断腹主动脉瘤的重要手段。目前CEUS已广泛应用于EVAR术后随访中,成为EVAR术后诊断内漏分型的一种有效方式^[7]。本研究旨在探讨CEUS评估腹主动脉瘤患者EVAR术前情况及术后内漏分型的临床应用价值,以期为改善患者预后提供参考。

资料与方法

一、研究对象

选取2021年6月至2023年6月我院行EVAR术的老年腹主动脉瘤患者83例,男48例,女35例,年龄65~81岁,平均(70.13±2.34)岁;体质量指数20~27 kg/m²,平均(24.83±1.59) kg/m²。纳入标准:①符合腹主动脉瘤诊断标准^[8],且均接受EVAR术;②近端瘤颈长度<15 mm,近端瘤颈夹角>60°;③瘤颈形态呈锥形,直径跨度≥5 mm;④瘤颈部出现严重的动脉硬化改变,且钙化或附壁血栓范围>50%;⑤无造影剂使用禁忌证;⑥均于术前1 d和术后1个月行CTA和CEUS检查(两种检查间隔时间<1周)。排除标准:①感染性、破裂腹主动脉瘤;②重要脏器功能不全;③严重心肺系统疾病或高血压;④无法完成CTA和CEUS检查或图像质量较差;⑤妊娠期或哺乳期妇女;⑥精神或语言障碍患者。本研究经我院医学伦理委员会批准[批准号:桂民医伦审通字(2022)6号],患者及其家属均知情同意。

二、仪器与方法

1. CEUS检查:使用Philips EPIQ7彩色多普勒超声诊断仪,C5-1探头,频率1~5 MHz;造影剂使用SonoVue(意大利博莱科公司),将59 mg SonoVue冻干粉溶于5.0 ml生理盐水中振荡均匀配制成混悬液备用。患者取仰卧位,先使用二维超声扫查膈肌水平至髂外

动脉,观察腹主动脉及其分支走行,测量瘤体前后径、左右径,保持测量界面与瘤体长轴垂直,观察腔内有无回声区域及瘤腔内外的血流信号,测量血流速度,判断支架与瘤壁之间是否形成血栓、有无血流信号及是否存在内漏。选择瘤体直径最大时切面于血流较丰富处行纵、横切面扫查,经肘前静脉团注配置好的造影剂混悬液4.8 ml,随后注入5.0 ml生理盐水冲管,连续实时观察3 min并储存图像,使用仪器自带工作站对图像进行后处理,自动测量瘤体直径、瘤体长度和肾下腹主动脉直径,获取腹主动脉瘤分型(Ⅰ型、ⅡA型、ⅡB型、ⅡC型、Ⅲ型)^[9]、形态(舟型、梭形、哑铃型)、病变部位(近肾型、肾下型)及其他图像特征(动脉瘤破裂、血栓、内膜钙化、累及双侧髂总动脉、累及单侧或双侧髂总动脉分叉部);并于EVAR术后对内漏患者进行分型。

2. CTA检查:使用西门子64排螺旋CT扫描仪,管电压120 kV,管电流300~550 mA,扫描层厚5 mm,螺距0.5,重建层厚0.5 mm。患者取仰卧位,常规扫查主动脉弓至腹主动脉分叉,静脉注射对比剂碘帕醇(北京北陆药业股份有限公司,每100 ml碘含量370 mg)及生理盐水,造影剂总量1 ml/kg,注射速率3~4 ml/s。采用对比剂检测法对主动脉腔中的对比剂浓度进行追踪监测,同时对瘤体起始部近端进行监测,感兴趣区置于主动脉腔中央,监测CT值达到阈值150 Hu时自动触发扫描程序,保存图像,仪器自动获取瘤体直径、瘤体长度、肾下腹主动脉直径、分型、形态、病变部位及其他图像特征(动脉瘤破裂、血栓、内膜钙化、累及双侧髂总动脉、累及单侧或双侧髂总动脉分叉部);并于EVAR术后对内漏患者进行分型。

3. 内漏分型标准^[10]:①Ⅰ型,又称移植物周围内漏或移植物相关内漏,血液持续从移植物的近端(ⅠA型)或远端(ⅠB型)与动脉壁之间的缝隙流入瘤腔内;②Ⅱ型,持续性血流经通畅侧支血管逆流进入瘤腔;③Ⅲ型,由于移植物内部的缺陷引起的内漏;④Ⅳ型,血流经移植物孔隙持续进入瘤腔内;⑤Ⅴ型,术后瘤腔持续增大,但常规CT扫描未发现明显的内漏。

三、统计学处理

应用SPSS 23.0统计软件,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用独立样本 t 检验;计数资料以频数或率表示,采用 χ^2 检验。以术后1个月CTA检查结果为金标准,分析CEUS与CTA诊断腹主动脉瘤患者EVAR术后内漏分型的一致性, $Kappa>0.75$ 为一致性高。 $P<0.05$ 为差异

有统计学意义。

结果

一、术前CTA和CEUS检查结果比较

CTA和CEUS术前测量瘤体直径、瘤体长度和肾

下腹主动脉直径比较,差异均无统计学意义;两种方法术前评估腹主动脉瘤分型、形态、病变部位及其他图像特征比较,差异均无统计学意义。见表1和图1。

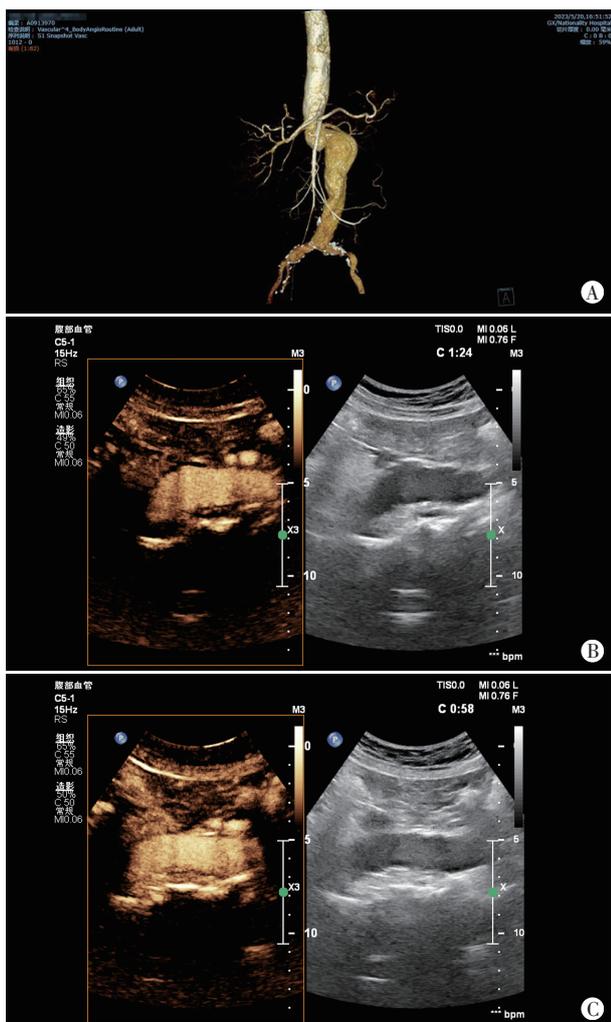
二、术后CTA和CEUS诊断内漏分型情况

83例患者中CTA共诊断内漏11例,其中I型3例,

表1 术前CTA与CEUS检查结果比较

方法	瘤体直径(mm)	瘤体长度(mm)	肾下腹主动脉直径(mm)	分型(例)				
				I型	II A型	II B型	II C型	III型
CTA(83)	48.88±5.11	75.63±7.63	20.14±2.58	13	17	20	23	10
CEUS(83)	48.12±4.87	76.48±7.72	19.63±2.34	12	17	20	23	11
t/χ^2 值	0.981	0.713	1.334	0.088				
P值	0.328	0.477	0.184	0.999				

方法	形态(例)			病变部位(例)		其他图像特征(例)				
	舟型	梭形	哑铃型	近肾型	肾下型	动脉瘤破裂	血栓	内膜钙化	累及双侧髂总动脉	累及单侧或双侧髂总动脉分叉部
CTA(83)	14	61	8	11	72	11	48	24	30	25
CEUS(83)	13	61	9	12	71	10	47	23	29	24
t/χ^2 值	0.096			0.05	0.055	0.025	1.568	0.617	0.029	
P值	0.953			0.822	0.815	0.875	0.211	0.432	0.865	



A: CTA图; B、C: CEUS图

图1 同一腹主动脉瘤患者术前CTA和CEUS图

II型5例, III型3例; CEUS共诊断内漏11例, 其中I型2例, II型6例, III型3例。CEUS诊断术后内漏I型、II型、III型的准确率分别为66.67%(2/3)、100%(5/5)和100%(3/3); 且CEUS与CTA诊断结果的一致性高(Kappa=0.855, P<0.05)。见表2。

表2 术后CTA与CEUS诊断内漏分型情况 例

CEUS	CTA			合计
	I型	II型	III型	
I型	2	0	0	2
II型	1	5	0	6
III型	0	0	3	3
合计	3	5	3	11

讨论

腹主动脉瘤是指由于动脉粥样硬化、炎症、感染、遗传等因素导致腹主动脉壁薄弱,在高压动脉血流作用下发生直径扩大,形成腹主动脉瘤样扩张^[1]。腹主动脉瘤发病隐匿且无明显临床症状,扩张的腹主动脉会缓慢持续增大,并伴有破裂风险,一旦破裂,患者死亡率高达60%~80%^[12]。EVAR是目前治疗腹主动脉瘤的主要方法,使用的支架大多是由较长同侧肢体和较短对侧肢体主体组成的分叉结构,一般先经同侧股动脉入路放置好主体和长腿,再经对侧股动脉入路送入导丝逆行通过短腿开口,最后沿导丝通路植入髂动脉分支;其是一种成熟的腔内治疗方法,具有创伤小、

恢复快等优点,可降低患者术后心、肺等重要脏器疾病相关并发症的发生率和病死率,但术后仍可能出现一些并发症,如内漏。内漏是指移植物外层的动脉瘤囊内仍有循环血流进出,是腹主动脉瘤患者 EVAR 术后最常见的并发症之一,也是影响远期疗效的重要因素^[12]。不同分型的内漏其治疗方式不同,因此术后准确诊断内漏分型是早期干预的关键,可为临床及时进行二次手术提供参考。CTA 是目前 EVAR 术后诊断内漏的金标准,其扫查范围广,可以清晰显示瘤体及支架结构,观察是否存在内漏及其他并发症^[13]。但 CTA 的扫描方式为间歇断层扫描,不能完整观察病灶增强的动态过程,无法显示血流方向^[14],且价格高、重复性差,临床应用有一定局限^[15]。CEUS 是在二维超声的基础上通过静脉注射超声造影剂,利用血液中造影剂气体微泡增强组织内微血管的显示,可实时观察正常及病变组织的血流灌注情况^[16],且其在检查过程中不受金属伪影的影响,可准确判断内漏来源及血流方向。既往研究^[17]显示,CEUS 诊断腹主动脉瘤患者术后内漏的诊断效能与 CTA 相当,可为临床提供客观、准确的信息。基于此,本研究旨在探讨 CEUS 评估腹主动脉瘤患者 EVAR 术前情况及术后内漏分型的临床应用价值,以期改善患者预后提供参考。

本研究结果显示,CTA 和 CEUS 术前测量 EVAR 患者瘤体直径、瘤体长度、肾下腹主动脉直径及评估腹主动脉瘤分型、形态、病变部位及其他特征比较,差异均无统计学意义,表明 CTA 和 CEUS 均能在术前对腹主动脉瘤患者进行准确评估。与既往研究^[9]结果相似。EVAR 是使用覆膜血管支架隔绝动脉瘤腔的介入治疗,具有创口小、并发症少、易恢复等优势,不同分型腹主动脉瘤患者可采取有针对性的手术治疗方案,如 I 型、II A 型及 II B 型患者以分支型的移植物进行隔绝可获得较好的治疗效果;而 II C 型和 III 型患者移植物的远端则必须延伸至同侧髂外动脉,使用弹簧圈对髂内动脉开口进行栓塞,临床治疗效果较好^[18-19]。由于 EVAR 术后支架相关并发症的发生率较高,因此术后需行持续的影像学随访。CEUS 在常规超声检查的基础上通过静脉注射造影剂来增强血流散射信号,从而提高图像分辨率,具有无辐射、操作简便、可重复性等优势,已广泛应用于 EVAR 术后随访中。术前采用 CEUS 对 EVAR 患者进行诊断并分型,获得腹主动脉及分支血管的整体和局部信息,明确瘤体形态、大

小及与周围血管组织的解剖关系或更具优势,有利于临床制定手术方案。

内漏是腹主动脉瘤患者 EVAR 术后最常见的并发症^[19],CTA 是其主要诊断方法,优势在于能在短时间内提供高分辨率图像,准确显示腹主动脉瘤形态及与周围组织关系,为制定手术策略提供依据^[20]。本研究中 CTA 共诊断内漏患者 11 例,其中 I 型 3 例,II 型 5 例,III 型 3 例;以 CTA 检查结果为金标准,CEUS 诊断 EAVR 术后内漏 I 型、II 型、III 型的准确率分别为 66.67% (2/3)、100% (5/5) 和 100% (3/3),CEUS 与 CTA 诊断 EAVR 术后内漏分型的一致性高 ($Kappa=0.855$),提示 CEUS 在诊断腹主动脉瘤患者 EAVR 术后内漏分型方面的价值与 CTA 相当。此外,本研究 CEUS 较 CTA 多诊断 1 例 II 型内漏,分析原因可能为 EVAR 术中使用瘤腔弹簧圈栓塞的患者在行 CEUS 检查时不受弹簧圈造成的伪影影响,能动态监测缓慢出现的内漏,而 CTA 检查过程中可能受金属伪影影响而未被检出。既往研究^[21]显示,CEUS 对 EAVR 术后内漏的检出率高于 CTA (25.81% vs. 22.58%),进一步证实 CEUS 可有效观察支架植入后的内漏情况,能较好地弥补 CTA 的不足。本研究结果与其相似。

综上所述,CEUS 对老年腹主动脉瘤患者 EAVR 术前评估及术后内漏分型的价值与 CTA 相当,尤其适用于术中瘤腔弹簧圈栓塞的患者,具有较好的临床应用价值。但本研究纳入样本量偏小,且均来源于同一医院,随访时间短,今后需扩大样本量,延长随访时间进行多中心研究深入探讨。

参考文献

- [1] Haque K, Bhargava P. Abdominal aortic aneurysm [J]. Am Fam Physician, 2022, 106(2): 165-172.
- [2] Olson SL, Wijesinha MA, Panthofer AM, et al. Evaluating growth patterns of abdominal aortic aneurysm diameter with serial computed tomography surveillance [J]. JAMA Surg, 2021, 156(4): 363-370.
- [3] Wong J, Tenorio ER, Lima G, et al. Early feasibility of endovascular repair of distal aortic arch aneurysms using patient-specific single retrograde left subclavian artery branch stent graft [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2023, 46(2): 249-254.
- [4] Liang NL, Dake MD, Fischbein MP, et al. Midterm outcomes of endovascular repair of aortic arch aneurysms with the gore thoracic branch endoprosthesis [J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2022, 64(6): 639-645.
- [5] Si N, Shi K, Li N, et al. Identification of patients with acute myocardial infarction based on coronary CT angiography: the value of

- pericoronary adipose tissue radiomics[J].*Eur Radiol*, 2022, 32(10): 6868-6877.
- [6] Colakoglu S, Tebckhorst S, Freedman J, et al. CT angiography prior to DIEP flap breast reconstruction: a randomized controlled trial[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2022, 75(1):45-51.
- [7] 李香凤, 晏湘梅, 殷红霞, 等. 超声造影在腹主动脉瘤腔内修复术后内漏诊断中的价值研究[J]. *广西医科大学学报*, 2023, 40(3): 482-486.
- [8] 陈孝平, 汪建平, 赵继宗. 外科学[M]. 9 版. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 303-304.
- [9] 王铮, 杨博. CTA 在腹主动脉瘤患者诊断中的应用及对 EVAR 术前及术后内漏的评估[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2021, 32(12): 869-872.
- [10] Daye D, Walker TG. Complications of endovascular aneurysm repair of the thoracic and abdominal aorta: evaluation and management[J]. *Cardiovasc Diagn Ther*, 2018, 8(Suppl 1):S138-S156.
- [11] Imaeda Y, Ishibashi H, Orimoto Y, et al. Randomized controlled trial of oral tranexamic acid intervention for the prevention of type II endoleak after endovascular abdominal aneurysm repair[J]. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*, 2022, 28(4):286-292.
- [12] Niebauer S, Niebauer J, Dalman R, et al. Effects of exercise training on vascular markers of disease progression in patients with small abdominal aortic aneurysms[J]. *Am J Med*, 2021, 134(4):535-541.
- [13] Sloan B, Emrich AL, Katz M, et al. Role of CTA surveillance for management of endovascular repair of aortic dissection[J]. *Heart Surg Forum*, 2022, 25(3):441-448.
- [14] Serruys PW, Kotoku N, Nørgaard BL, et al. Computed tomographic angiography in coronary artery disease[J]. *EuroIntervention*, 2023, 18(16):1307-1327.
- [15] McCarthy CP, Murphy SP, Amponsah DK, et al. Coronary computed tomographic angiography with fractional flow reserve in patients with type 2 myocardial infarction[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2023, 82(17): 1676-1687.
- [16] Wilsen CB, Patel MK, Douek ML, et al. Contrast-enhanced ultrasound for abdominal image-guided procedures[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2023, 48(4):1438-1453.
- [17] 咸孟飞, 黄惠, 罗佳, 等. CEUS 评价腹主动脉瘤腔内隔绝术后内漏的诊断价值[J]. *中国医学影像技术*, 2020, 36(S1):25-28.
- [18] 杨金雨, 刘婷, 杨青. 彩色多普勒超声在腹主动脉瘤腔内修复术后内漏中的临床应用价值[J]. *影像研究与医学应用*, 2023, 7(13): 35-38.
- [19] 邱昌涛, 李玥锦, 李柔刚. 腹主动脉瘤腔内修复术后 II 型内漏的预防及治疗研究进展[J]. *医学综述*, 2022, 28(13):2619-2624.
- [20] Curzen N, Nicholas Z, Stuart B, et al. Fractional flow reserve derived from computed tomography coronary angiography in the assessment and management of stable chest pain: the FORECAST randomized trial[J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(37):3844-3852.
- [21] 李先涛, 叶小剑, 林奕辰, 等. 超声造影在腹主动脉瘤腔内修复术后内漏检测中的应用[J]. *福建医科大学学报*, 2021, 55(4): 322-325.
- (收稿日期: 2023-12-01)

声 明

近日有不法分子冒用《临床超声医学杂志》的名义诱骗作者进行投稿、缴费等不法活动。现再次声明:

1. 本刊目前只接受网站投稿, 网址: <http://www.lccscq.com>。
 2. 本刊邮箱: lccscq@vip.163.com; 电话: 023-63811304 或 023-63693117; 地址: 重庆市渝中区临江路 74 号重医附二院内《临床超声医学杂志》编辑部。
 3. 本刊银行账户名: 临床超声医学杂志编辑部; 开户行: 中国工商银行重庆解放碑支行; 账号: 3100021109006772636。
- 作者在投稿、缴费时需注明稿号、姓名、联系方式; 文章发表后不会以数据保存、上传等名义添加作者微信。敬请广大作者、读者相互转告, 提高警惕、谨防上当受骗。如有疑问请及时与编辑部联系。
- 特此声明!

本刊编辑部