

基于三维经食管超声心动图数据的左心耳 3D 打印模型的准确性研究

张洁 谢玉环 余苏 陈珊珊 罗维远

摘要 **目的** 应用三维经食管超声心动图(3D-TEE)数据重建并打印心房颤动患者左心耳 3D 模型,分析其准确性。**方法** 选取行 3D-TEE 及心脏增强 CT 检查的心房颤动患者 20 例,对其 3D-TEE 左心耳数据进行后处理,使用软质类橡胶材料打印 3D 实体模型,测量左心耳模型的开口长径、开口短径、深度并评估解剖分型,将其与 3D-TEE、CT 测量结果进行比较及一致性分析。**结果** 3D 模型与 3D-TEE 测量左心耳开口长径、开口短径、深度比较差异均无统计学意义;3D 模型与 3D-TEE 测量左心耳开口长径、开口短径、深度的 ICC 分别为 0.97、0.98、0.98。3D 模型、3D-TEE 测量左心耳开口长径、开口短径、深度均小于 CT,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);3D 模型与 CT 测量左心耳开口长径、短径、深度的 ICC 分别为 0.91、0.90、0.90,3D-TEE 与 CT 测量左心耳开口长径、开口短径、深度的 ICC 分别为 0.91、0.88、0.90。3D 模型与 CT 在评估左心耳形态、分叶方面比较差异均无统计学意义;两种技术评估左心耳形态、分叶的一致性均很高($Kappa = 0.86、0.91$,均 $P < 0.05$)。3D-TEE 与 CT 在评估左心耳形态、分叶方面比较差异均无统计学意义;两种技术评估左心耳形态的一致性较高($Kappa = 0.71, P < 0.05$),评估左心耳分叶的一致性很高($Kappa = 0.81, P < 0.05$)。**结论** 基于 3D-TEE 数据的 3D 打印模型可准确还原心房颤动患者左心耳各径线数据;与 3D-TEE 相比,3D 模型在评估左心耳形态及分叶方面与 CT 重建一致性更高。

关键词 超声心动描记术,经食管,三维;3D 打印;CT;左心耳;心房颤动

[中图分类号]R540.45;R541.75

[文献标识码]A

Accuracy of left atrial appendage 3D printing model based on three-dimension transesophageal echocardiography data

ZHANG Jie, XIE Yuhuan, YU Su, CHEN Shanshan, LUO Weiyuan

Department of Radiology, Dongguan Guancheng Hospital, Guangdong 523000, China

ABSTRACT **Objective** To analyze the accuracy of the left atrial appendage(LAA) 3D printing model based on three-dimension transesophageal echocardiography(3D-TEE) performed on patients with atrial fibrillation.**Methods** Twenty patients with atrial fibrillation underwent both 3D-TEE and contrast-enhanced cardiac CT were selected.The 3D-TEE data of the LAA were post-processed, and 3D solid models were printed using soft rubber-like materials.The LAA orifice long axis and short axis, and depth were measured, and anatomical classification was evaluated.The results was compared with 3D-TEE and CT, and the consistency analysis was performed.**Results** There were no statistically significant differences of the LAA orifice long axis, short axis, and depth between the 3D model and 3D-TEE measurements.The intraclass correlation coefficients(ICC) for long axis, short axis, and depth of LAA between the 3D model and 3D-TEE were 0.97, 0.98, 0.98, respectively. The measurements of the LAA long axis, short axis, and depth obtained by 3D model and 3D-TEE were lower than those measured by CT, and the differences were statistically significant(all $P < 0.05$).The ICC between 3D model and CT for the LAA long axis, short axis, and depth were 0.91, 0.90, 0.90, respectively.The ICC between 3D-TEE and CT for the LAA long axis, short axis, and depth were 0.91, 0.88, 0.90, respectively. There were no statistically significant differences between the 3D model and CT in assessing LAA morphology and lobes.Both technologies demonstrated high consistency in assessing LAA morphology and lobes

基金项目:东莞市社会发展科技项目(20221800901282)

作者单位:523000 广东省东莞市莞城医院放射科(张洁);南方医科大学第十附属医院超声科(谢玉环、余苏、陈珊珊、罗维远)

通讯作者:罗维远,Email:luo-weiyuan_1@163.com

($Kappa=0.86, 0.91$, both $P<0.05$). There were no statistically significant differences between 3D-TEE and CT in assessing LAA morphology and lobes. Both technologies demonstrated moderate consistency in assessing LAA morphology and high consistency in assessing LAA lobes ($Kappa=0.71, 0.81$, both $P<0.05$). **Conclusion** 3D printed LAA models based on TEE data can accurately reproduce the dimensional data of patients with atrial fibrillation. Compared with 3D-TEE, 3D LAA models show higher consistency with CT reconstructions in assessing morphology and lobes.

KEY WORDS Echocardiography, transesophageal, three-dimensional; 3D printing; CT; Left atrial appendage; Atrial fibrillation

心房颤动(以下简称房颤)是常见心律失常之一, Belgaid 等^[1]研究显示,在房颤患者预防脑卒中方面,左心耳封堵术长期效果优于华法林抗凝治疗。左心耳解剖结构较为复杂,封堵术的关键是对左心耳形态的准确评估及相关径线的测量。三维经食管超声心动图(three-dimensional transesophageal echocardiography, 3D-TEE)能够清晰显示左心耳解剖结构,且可进行封堵术中监测及术后随访,被认为是封堵术的首选影像学检查方法,但 3D-TEE 三维重建较难显示左心耳的全景轮廓图像,对于左心耳形态及分叶的评估有所欠缺^[2];CT 重建可客观显示左心耳形态及分叶,但对血栓与梳状肌较难鉴别。基于 3D-TEE 数据打印的 3D 实物模型则可弥补两者的不足。3D 打印是一种快速成型技术,可以将医学图像转换为实物模型,近年来已有研究^[3]将其应用于心血管介入手术,从而可以更好地了解复杂的解剖结构及制定术前计划。本研究旨在应用 3D-TEE 数据重建并打印房颤患者左心耳 3D 模型,分析其准确性。

资料与方法

一、研究对象

选取 2022 年 9 月至 2023 年 1 月于南方医科大学第十附属医院就诊的房颤患者 20 例,其中男 8 例,女 12 例,年龄 26~70 岁,平均(53.65 ± 14.37)岁。纳入标准:①年龄>18 岁;②3 d 内均完成 3D-TEE 及心脏增强 CT 检查。排除标准:①合并冠心病、心肌病、先天性心脏病;②无法配合完成影像学检查者。本研究经医院伦理委员会批准(KYKT2022-074),患者均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 3D-TEE 数据获取:使用 Philips EPIQ 7C 彩色多普勒超声诊断仪, X8-2T 经食管超声探头,频率 2~7 MHz。检查前均禁饮、禁食 10 h 以上,行咽部表面浸润麻醉后,嘱患者取左侧卧位,置入经食管超声探头,调节增益及帧频以达到最佳图像效果,调整探头

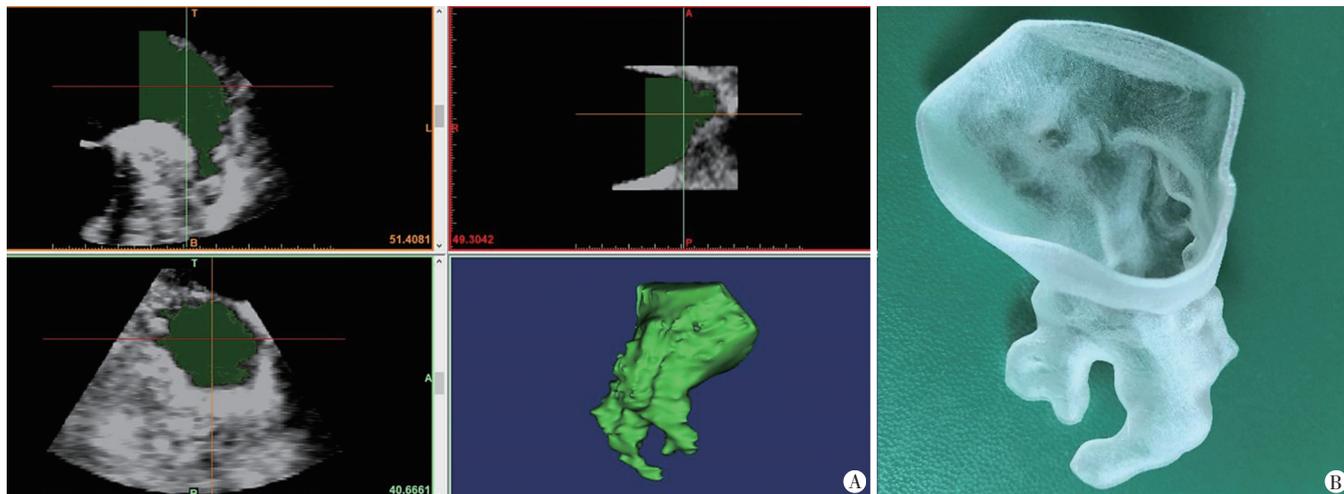
深度至食管中段水平,重点观察左心耳内有无血栓,进入 3D ZOOM 模式,将左心耳、肺静脉嵴、部分左房纳入取样框,分别在 45°及 90°采集左心耳三维容积数据,随后导入 Qlab 13.0 工作站进行左心耳径线测量及分型。

2. 基于 3D-TEE 数据的 3D 实物模型打印:使用美国 Stratasys 公司 Objet 3D 打印机及 Agilus 30 类橡胶材料(肖氏硬度 30~35A)。将 3D-TEE 左心耳三维容积数据导入 Qlab 工作站,获取左心耳容积最大时的单帧容积数据并导入 Mimics 19.0 软件(比利时 Materialise 公司),调节灰阶对比度并滤除噪声,对图像进行阈值分割以获取左心耳腔掩膜,对掩膜进行手动编辑处理至对应灰阶图像,进行包裹、平滑化、网格模型化、扩展、抽壳处理,壁厚设置为 1 mm,以标准镶嵌语言格式保存并传输至打印机平台,以 1:1 比例打印模型。见图 1。

3. CT 数据获取:使用西门子 Somatom Definition AS CT 仪或 Philips Brilliance iCT 256 层螺旋 CT 仪,扫描参数:管电压 80~120 kV,管电流每转 280~350 mAs,扫描准直 128×0.625 mm,螺距 0.18,增强扫描对比剂为碘普罗胺(优维显, 370 mgI/ml)60~80 ml,流速 5.0 ml/s。扫描完成后进行多时相重建,导入 Qlab 工作站进行左心耳径线测量及分型。

4. 左心耳径线测量:在 Qlab 工作站中逐帧回放选取左心耳最大容积图像,以冠状动脉左旋支至肺静脉嵴顶端内 1 cm 处作连线,以此连线中点作正交线确定为左心耳开口平面并测量开口长径及短径;开口平面中点至左心耳顶部距离为左心耳深度;CT 及 3D 模型采用同一方法进行测量。所有患者的左心耳参数均由 2 名观察者测量 3 次取平均值。左心耳测量径线以 3D-TEE 为标准。

5. 左心耳解剖分型:左心耳形态分型参考 Wang 等^[4]研究分为鸡翅型、风向标型、仙人掌型、菜花型;左心耳分叶分型参考 Budge 等^[5]研究分为单叶、双叶、多叶。左心耳形态及分叶评估以 CT 为标准。



A: Mimics 软件中对 3D-TEE 数据进行生成掩膜处理; B: 3D 打印的软质左心耳模型

图1 左心耳建模及实体模型图

6. 重复性检验: 观察者医师 1、医师 2 均为具有 5 年以上心血管超声检查经验的主治医师, 且均非 CT 重建者、TEE 检查者、3D 模型制作者, 由 2 名观察者各自进行左心耳径线的测量及形态分叶的评估。

三、统计学处理

应用 SPSS 21.0、MedCalc 19.0 统计软件, 正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两两比较采用配对 *t* 检验; 计数资料以频数或率表示, 组间比较采用 Fisher 精确检验。观察者间、3D 模型与 3D-TEE 间及 CT 与 3D-TEE 间的一致性检验采用组内相关系数 (ICC) 进行评估; ICC > 0.75 为一致性较高, 0.50~0.75 为一致性中等, < 0.50 为一致性一般^[6]。3D 模型与 CT、3D-TEE 与 CT 评估左心耳形态、分叶的一致性分析采用 Kappa 检验; Kappa 值 0.8~1.0 为一致性很高, 0.6~0.8 为一致性较高, 0.4~0.6 为一致性中等, 0.2~0.4 为一致性一般, < 0.2 为一致性较差^[7]。P < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

一、3D 模型、3D-TEE、CT 测量左心耳径线比较及一致性分析

1. 3D 模型与 3D-TEE 测量左心耳开口长径、开口短径、深度比较差异均无统计学意义; 3D 模型与 3D-TEE 测量左心耳开口长径、开口短径、深度的 ICC 分别为 0.97、0.98、0.98。3D 模型、3D-TEE 测量左心耳开口长径、开口短径、深度均小于 CT 测值, 差异均有统计学意义 (均 P < 0.05); 3D 模型与 CT 测量左心耳开口长径、开口短径、深度 ICC 分别为 0.91、0.90、0.90, 3D-TEE 与 CT 测量左心耳开口长径、开口短径、深度 ICC 分别为 0.91、0.88、0.90。见表 1。

表 1 3D 模型、3D-TEE、CT 测量左心耳各径线比较 ($\bar{x} \pm s$)

方法	开口长径	开口短径	深度
3D 模型	22.10±4.79*	18.16±3.27*	33.94±8.76*
3D-TEE	21.88±4.55*	18.25±3.38*	33.77±8.86*
CT	23.53±5.16	19.33±3.50	36.78±8.23

与 CT 测值比较, *P < 0.05

2. 3D 模型测量左心耳开口长径、开口短径、深度的观察者间 ICC 分别为 0.96、0.95、0.95; 3D-TEE 测量左心耳开口长径、开口短径、深度的观察者间 ICC 分别为 0.97、0.95、0.95; CT 测量左心耳开口长径、开口短径、深度的观察者间 ICC 分别为 0.94、0.90、0.96; 一致性均较高。

二、3D 模型、3D-TEE、CT 评估左心耳解剖分型比较及一致性分析

1. 3D 模型与 CT 在评估左心耳形态、分叶方面比较差异均无统计学意义; 两种技术一致性均很高 (Kappa=0.86、0.91, 均 P < 0.05)。3D-TEE 与 CT 在评估左心耳形态、分叶方面比较差异均无统计学意义; 两种技术评估左心耳形态一致性较高 (Kappa=0.71, P < 0.05), 评估左心耳分叶一致性很高 (Kappa=0.81, P < 0.05)。见表 2。

表 2 3D 模型、3D-TEE、CT 评估左心耳解剖分型比较 例

方法	形态分型				分叶分型		
	风向标型	鸡翅型	仙人掌型	菜花型	单叶	双叶	多叶
3D 模型 (20)	7	7	5	1	12	7	1
3D-TEE (20)	9	6	4	1	13	6	1
CT (20)	8	5	5	2	11	7	2

2. 3D 模型评估左心耳形态、分叶的观察者间 ICC 分别为 0.95、0.93; 3D-TEE 评估左心耳形态、分叶的观

察者间 ICC 分别为 0.94、0.87; CT 评估左心耳形态、分叶的观察者间 ICC 分别为 0.87、0.95; 一致性均较高。

讨 论

目前临床上对于左心耳形态的评估及径线测量, 主要依靠 3D-TEE 和心脏增强 CT, CT 能够清晰显示左心耳结构并测量相关径线, 还可通过三维重建客观显示左心耳形态及分叶情况, 但对血栓的敏感性较 3D-TEE 低^[8-9], 且有一定的放射性。研究^[10]发现 3D-TEE 测量数据与术中封堵器型号的相关性良好, 是术前评估的首选影像学检查方法, 但 3D-TEE 有其局限性, 目前临床应用的超声成像软件仅能三维重建出左心耳腔-内壁结构, 不能直观显示左心耳轮廓。3D 打印技术可帮助术者更好地了解左心耳空间结构, 近年已被用于左心耳封堵术前评估^[11-13], 部分学者^[13]术前根据左心耳 3D 模型匹配合适的封堵器, 提高了植入成功率并减少了手术时间。本研究旨在应用 3D-TEE 数据重建并打印房颤患者左心耳 3D 模型, 分析其准确性。

目前 3D 打印基于 CT 数据居多, 然而随着图像处理技术的发展, 基于超声数据源的应用研究逐渐增多^[12-13]。本研究将 20 例患者左心耳 3D 实物模型与影像学检查的测量参数及解剖分型进行比较, 结果显示 3D 模型与 3D-TEE 测量左心耳开口长径、开口短径、深度比较差异均无统计学意义, 且 ICC 均 > 0.9, 一致性较高, 说明 3D 模型可准确还原其数据。本研究显示 3D 模型与 3D-TEE 测量左心耳开口长径、开口短径、深度均小于 CT 测值, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$), 但两种技术测值仍然均与 CT 有较高的一致性 (3D 模型与 CT 间的 ICC 分别为 0.91、0.90、0.90; 3D-TEE 与 CT 间的 ICC 分别为 0.91、0.88、0.90), 分析原因为: ① 3D-TEE 与 CT 成像机制不同造成的误差^[14]; ② 与左房负荷有关, Spencer 等^[15]研究发现静脉滴注 500~1000 ml 生理盐水后 TEE 测量左心耳开口面积及深度均较补液前显著增大 (均 $P < 0.05$); 本研究中 3D-TEE 操作前需禁饮、禁食 10 h 以上, 而 CT 检查无此限制, 使 3D-TEE 测量的左心耳各径线均较 CT 测值偏小。

为了更好地选择封堵器类型及大小型号, 左心耳封堵术前除了测量左心耳各径线外, 还需准确评估其形态及分叶情况。本研究结果显示在左心耳分叶评估方面, 3D 模型、3D-TEE 均与 CT 一致性很高 ($Kappa = 0.91、0.81$); 但在形态评估方面, 3D 模型与 CT 一致性很高 ($Kappa = 0.86$), 3D-TEE 与 CT 一致性较高 ($Kappa = 0.71$), 分析原因为: 由于 3D-TEE 与 CT 的三维重建原理不同, 3D-TEE 仅能重建左心耳腔-内壁结构, 无法

直观呈现左心耳外部轮廓结构, 虽然 3D-TEE 多角度连续扫查有助于超声医师准确评估分叶数量, 但超声医师仍需具有较好的空间想象力和经验才能准确评估左心耳形态; 而 3D 模型则是根据影像数据重现的实体结构, 可直观显示左心耳解剖分型。

本研究的局限性: ① 3D 打印需要耗材较多, 本研究样本量有限; ② 重建 3D 模型过程中需手动调整掩膜边界, 尽可能使掩膜拟合灰阶图像以确保模型的准确性, 过程较为繁琐, 如何优化建模有待进一步研究。

综上所述, 基于 3D-TEE 数据的 3D 打印模型可准确还原房颤患者左心耳数据, 且与 3D-TEE 相比, 3D 模型在评估左心耳形态及分叶方面与 CT 重建一致性更高。另外, 实体模型不仅提供了术前-术中高度相关的测量信息及解剖评估, 还具有传统影像学所不具备的优势, 即提供术前模拟演练及便于医患沟通。

参考文献

- [1] Belgaid DR, Khan Z, Zaidi M, et al. Prospective randomized evaluation of the Watchman left atrial appendage closure device in patients with atrial fibrillation versus long-term warfarin therapy: the PREVAIL trial[J]. *Int J Cardiol*, 2016, 219(1): 177-179.
- [2] Hou Q, Song H, Zhang L, et al. Roles of real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in peri-operation of transcatheter left atrial appendage closure[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(4): e5637.
- [3] Shee V, He L, Liu S, et al. Personalized fluoroscopic angles in Watchman™ left atrial appendage closure landing zone assessment: a three-dimensional printed simulation study[J]. *Cureus*, 2020, 12(6): e8783.
- [4] Wang Y, Di Biase L, Horton RP, et al. Left atrial appendage studied by computed tomography to help planning for appendage closure device placement [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2010, 21(9): 973-982.
- [5] Budge LP, Shaffer KM, Moorman JR, et al. Analysis of in vivo left atrial appendage morphology in patients with atrial fibrillation: a direct comparison of transesophageal echocardiography, planar cardiac CT, and segmented three-dimensional cardiac CT[J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2008, 23(2): 87-93.
- [6] Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research[J]. *J Chiropr Med*, 2016, 15(2): 155-163.
- [7] Viera AJ, Garrett JM. Understanding interobserver agreement: the Kappa statistic[J]. *Fam Med*, 2005, 37(5): 360-363.
- [8] 汤跃跃, 张容亮, 杨寒凝, 等. 经食管实时三维及二维超声心动图在左心耳封堵围术期的应用[J]. *中国医学影像学杂志*, 2021, 29(4): 339-342.
- [9] Pinho J, Dhaenens L, Heckelmann J, et al. Left atrial appendage thrombus in acute stroke: diagnostic accuracy of CT angiography compared to transesophageal echocardiography[J]. *J Stroke Cerebrovasc*

- Dis, 2023, 32(2):106936.
- [10] 陈晴玉, 孙中茹, 张波, 等. 经食管超声心动图与心脏 CT 血管造影对左心耳封堵的应用价值研究[J]. 医学影像学杂志, 2021, 31(9): 1511-1515.
- [11] Mill J, Montoliu H, Moustafa AH, et al. Domain expert evaluation of advanced visual computing solutions and 3D printing for the planning of the left atrial appendage occluder interventions [J]. Int J Bioprint, 2022, 9(1):640.
- [12] Jia D, Zhou Q, Song HN, et al. The value of the left atrial appendage orifice perimeter of 3D model based on 3D TEE data in the choice of device size of LAmbre™ occluder [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2019, 35(10):1841-1851.
- [13] Wang DD, Lam YY, Chow MC, et al. Device sizing guided by echocardiography-based three-dimensional printing is associated with superior outcome after percutaneous left atrial appendage occlusion[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2019, 32(6):708-719.
- [14] 孙兰兰, 吕秀章, 李一丹, 等. 实时三维经食管超声心动图定量心房颤动患者左心耳口大小的临床研究[J]. 中国超声医学杂志, 2016, 32(11):990-993.
- [15] Spencer RJ, DeJong P, Fahmy P, et al. Changes in left atrial appendage dimensions following volume loading during percutaneous left atrial appendage closure [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2015, 8(15):1935-1941.

(收稿日期:2023-02-20)

· 病例报道 ·

Ultrasonic diagnosis of biliary atresia splenic malformation syndrome in child: a case report

超声诊断儿童内脏反位伴胆道闭锁多脾综合征 1 例

祁平安

[中图分类号]R445.1

[文献标识码]B

患儿男, 出生 38 d, 因重症肺炎、黄疸、大便呈陶土色来我院就诊。体格检查: 全身皮肤黏膜黄染, 右侧腹部较软, 未触及肝脏。实验室检查: 总胆红素 252.3 $\mu\text{mol/L}$, 直接胆红素 192.2 $\mu\text{mol/L}$, 总胆汁酸 68.39 $\mu\text{mol/L}$ 。临床考虑胆汁淤积性肝炎。超声心动图检查: 心脏大部分位于右侧胸腔, 心尖指向右侧, 心房反位, 心室左襻, 房室连接一致, 房间隔缺损 0.36 cm, 降主动脉左侧可见奇静脉扩张并汇入上腔静脉。超声心动图提示: 镜面右位心伴房间隔缺损, 奇静脉增宽。腹部超声检查: 左季肋区探及肝脏, 右季肋区探及 5 个脾脏(图 1A), 胃位于右侧腹, 降主动脉位于脊柱右前方, 奇静脉位于降主动脉左后方(图 1B), 降主动脉前方未见下腔静脉汇入右房, 降主动脉左后方的奇静脉, 三支肝静脉直接汇入右房。胆囊大小约 1.48 cm \times 0.26 cm, 胆囊内壁僵硬, 餐后 30 min 胆囊未见明显收缩, 大小、形态与餐前相同(图 1C、D), 门静脉内径 0.41 cm, 肝动脉内径 0.21 cm, 肝脏实质回声增粗增强, 肝门部可见增厚的纤维层, 厚约 0.42 cm(图 1E), 肝脏包膜尚光滑, 包膜下可见稀疏血流信号, 肝门部未见胆管回声, 肝内胆管未扩张, 腹腔内可见游离液体, 最深约 1.50 cm。超声提示: 胆道闭锁合并内脏反位伴多脾, 结合超声心动图表现, 考虑为左房异构综合征伴先天性胆道闭锁。CTA 检查: 内脏反位, 多脾, 肝下段下腔静脉缺如(图 2)。临床以可疑胆道闭锁行腹腔镜检查, 镜下见 5 个脾脏位于右季肋区, 肝脏位于左季肋区, 肝脏增大呈暗红色, 肝脏表面散在蜘蛛痣样

血管, 胆囊穿刺置管造影, 未见造影剂向下显影, 证实为胆道闭锁, 患儿遂行开腹肝门-空肠吻合术。术中病理活检诊断: 胆囊黏膜缺如, 肝细胞肿胀, 胆汁颗粒淤积, 胆管板发育紊乱, 细胆管增生, 肝纤维化 3 级, 符合先天性胆道闭锁(图 3)。术后 1、3、6、9、12 个月复查超声提示肝脏回声稍增强, 门静脉未见明显增宽, 肝内胆管未扩张。实验室检查: 胆红素明显下降, 肝功能其他指标趋于正常。

讨论: 左房异构综合征又称多脾综合征, 是内脏异构综合征的一种, 常合并复杂的先天性心脏畸形^[1], 合并心外畸形主要有多脾、肠旋转不良、双侧二叶肺、脐膨出、下消化道闭锁、尾退化不良、双肾发育不全、胆道闭锁等^[2]。胆道闭锁多脾综合征(biliary atresia splenic malformation syndrome, BASM)最早由 Davenport 等提出, 以区分其他病因引起的胆道闭锁。BASM 诊断标准为内脏反位、多脾及胆道闭锁, 典型超声表现为: ①内脏反位: 肝脏大部分位于左季肋区, 脾脏大部分位于右季肋区, 胃位于右季肋区; ②多脾: 右侧季肋区可见多个脾脏回声影, 多呈月牙形, 少数可呈圆形, 类似于副脾; ③胆道闭锁^[3]: 胆囊回声的异常, 胆囊长径 < 1.5 cm 或呈条索状不充盈, 胆囊壁僵硬, 黏膜层显示不清, 餐后胆囊无明显减小; 因肝脏功能减低, 肝动脉常代偿性增宽, 内径多 \geq 0.2 cm, 流速加快; 如肝脏发生胆汁淤积性肝纤维化, 可表现为肝门部汇管区增厚的条索状高回声, 厚度 \geq 0.3 cm; 此外, 胆道闭锁还会继发肝脏包膜下血管增生, 表现

(下转第 884 页)