

超声心动图肺评分评价先天性心脏病患儿 血管外肺水的可行性研究

于红奎 李志惠 丁以群 刘 晓 陈伟玲 欧福祥 夏 焙

摘 要 **目的** 探讨应用超声心动图肺超声评分定量评价先天性心脏病患儿手术前后血管外肺水含量的可行性。**方法** 应用超声心动图观察 88 例不同先天性心脏病患儿手术前后的肺部声像图, 比较手术前后肺超声评分的差异, 分析肺超声评分与肺循环血流量/体循环血流量值(Qp/Qs)的相关性。**结果** 房间隔缺损、室间隔缺损及完全型肺静脉异位引流术后患儿的肺评分总分均显著低于术前, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$); 法洛四联症患儿手术前后肺超声评分总分比较差异无统计学意义。室间隔缺损和完全型肺静脉异位引流患儿的术前肺评分总分与 Qp/Qs 均呈正相关($r = 0.666, 0.694$, 均 $P < 0.01$)。**结论** 超声心动图肺超声评分能够反映血管外肺水含量的变化, 有助于评估先天性心脏病围手术期患儿的心肺功能, 筛选危重患儿, 指导临床早期干预。

关键词 超声心动描记术; 肺超声评分; 先天性心脏病; 血管外肺水; 儿童

[中图法分类号] R541.1; R540.45

[文献标识码] A

Evaluation on extravascular lung water in children with congenital heart disease using lung ultrasound score by echocardiography

YU Hongkui, LI Zhihui, DING Yiqun, LIU Xiao, CHEN Weiling, OU Fuxiang, XIA Bei

Department of Ultrasound, Shenzhen Children's Hospital, Shenzhen 518038, China

ABSTRACT **Objective** To evaluate the feasibility of using lung ultrasound score by echocardiography in evaluating extravascular lung water before and after operation in children with congenital heart disease. **Methods** Eighty-eight cases of children with congenital heart diseases were enrolled, data of preoperative and postoperative lung score taken from echocardiography were analyzed. The correlation between lung ultrasound scores and Qp/Qs was analyzed. **Results** The postoperative lung scores were significantly lower than the preoperative ones for children with ventricular septal defect, atrial septal defect and total anomalous pulmonary venous drainage (all $P < 0.01$). No significant difference was found between preoperative and postoperative scores for Tetralogy of Fallot children. The preoperative lung ultrasound scores for children with ventricular septal defect and total anomalous pulmonary venous drainage was positively correlated with Qp/Qs ($r = 0.666, 0.694$, all $P < 0.01$). **Conclusion** Lung ultrasound scores taken from echocardiography can reflect the change of extravascular lung water for children with congenital heart diseases perioperatively, and is potentially used to assess the heart and lung function for patients, screen critically ill children, and guide clinical intervention in early stage.

KEY WORDS Echocardiography; Lung ultrasound score; Congenital heart disease; Extravascular lung water; Children

先天性心脏病是影响儿童生长发育的常见疾病, 不同先天性心脏病对血流动力学影响不同, 对肺循环产生影响, 可能为肺血流量减少或肺充血^[1]。血管外肺水 (extravascular lung water, EVLW) 是评估有无肺水肿的定量指标, 可反映先天性心脏病术后肺水肿病变程度

及转归。目前, 评价血管外肺水的方法主要有脉波指示剂连续心排量监测、X 线及 CT 检查。肺超声 B 线是可用于半定量检测肺水含量的一种新技术^[2]。本研究根据先天性心脏病患儿手术前后的肺部声像图变化, 并进行肺超声评分半定量分析肺水含量的变化, 旨在探

基金项目: 广东省医学科研基金项目 (A2014651)

作者单位: 518038 深圳市儿童医院超声科 (于红奎、李志惠、刘晓、陈伟玲、欧福祥、夏焙), 心胸外科 (丁以群)

通信作者: 夏焙, Email: xiabeimd@qq.com

讨超声心动图肺超声评分评估患儿血管外肺水含量的可行性及其临床意义。

资料与方法

一、研究对象

选取 2014 年 7 月至 2016 年 10 月拟在我院行外科手术治疗的先天性心脏病患儿 88 例,其中男 66 例,女 22 例,年龄 1 d~15 岁,平均(7.0±0.2)岁。包括室间隔缺损 30 例,房间隔缺损 30 例,法洛四联症 13 例,肺静脉异位引流 15 例。

二、仪器与方法

1.仪器:使用 GE Vivid E 9 彩色多普勒超声诊断仪, M5S 探头, 频率 2.0~4.6 MHz; 12S 探头, 频率 4.5~12.0 MHz。

2.检查方法:均在睡眠或安静状态下检查。按照美国超声心动图协会小儿超声心动图检查指南进行完整的超声心动图检查并规范存图, 分别对先天性心脏病术前及术后肺区评分, 记录每个肺区得分。所有病例于术前(9±3)d 与术后(8±2)d 分别行超声心动图检查。

3.肺超声评分标准^[3]:对肺部进行超声检查时, 依据体表标志将肺部分为若干区域。肺分区方法:以超声心动图经 15 个声窗观察肺部声像图改变, 每声窗为一个肺分区, 共 15 分区。肺超声正常表现为:A 线为主, 可有零星 B 线。肺湿变(肺水增多的病变)评分标准为^[4]:轻度:可显示 A 线, 散在间断分布 B 线; 中度:可显示 A 线, 密集分布 B 线融合呈瀑布征; 重度:A 线消失, 密集分布 B 线呈瀑布征。肺实变:肺脏呈实质性低回声。每个区域以最严重的表现评分, 正常记为 0 分, 轻度肺湿变记为 1 分, 中度肺湿变记为 2 分, 重度肺湿变记为 3 分, 肺实变记为 4 分。每例患儿的肺超声评分为 15 个区域的总和。

4.肺循环血流量与体循环血流量比值(Qp/Qs)测算公式^[4]: $Qp/Qs = (POD/AOD)^2 \times (VTIp/VTIs)$, 其中 POD 为肺动脉瓣环直径, AOD 为主动脉瓣环直径,

VTIp 为肺动脉瓣环水平收缩期流速时间积分, VTIs 为主动脉瓣环水平收缩期流速时间积分。

三、统计学处理

应用 SPSS 16.0 统计软件, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较行独立样本 *t* 检验。Pearson 相关分析法评估肺超声评分与 Qp/Qs 的相关性。重复性检验:随机抽取 20 例受试者重复肺超声评分, 使用 Medcalc 10.2 统计软件, Pearson 相关分析和 Bland-Altman 分析法进行观察者组间及组内的一致性检验。P<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

一、手术前后常规超声表现

房间隔缺损、室间隔缺损及肺静脉异位引流患儿术前肺水增多, 声像图表现为 B 线不同程度增多; 术后肺水减少, 声像图表现为 B 线减少。法洛四联症患儿术前肺水减少, 声像图表现为可见 A 线; 术后肺水略增多, 声像图表现为可见零星 B 线。见图 1~4。

二、手术前后肺超声评分比较

不同先天性心脏病患儿术前和术后的肺超声评分比较情况见表 1。房间隔缺损、室间隔缺损及肺静脉异位引流患儿术前的肺超声评分均高于术后, 差异均有统计学意义(均 P<0.01); 法洛四联症患儿术前与术后的肺超声评分比较, 差异无统计学意义。

三、手术前后 Qp/Qs 值与肺超声评分的相关性分析

房间隔缺损患儿手术前后 Qp/Qs 值分别为 3.73±1.32、1.46±0.84, 室间隔缺损患儿手术前后 Qp/Qs 值分别为 2.96±1.36、1.17±0.91, 肺静脉异位引流患儿手术前后 Qp/Qs 值分别为 4.59±1.15、1.89±0.94, 法洛四联症患儿手术前后 Qp/Qs 值分别为 0.90±0.78、0.93±0.83。室间隔缺损和肺静脉异位引流患儿术前肺超声评分与 Qp/Qs 值呈正相关($r=0.666, 0.694, P=0.018, 0.008$), 术后肺超声评分与 Qp/Qs 值无明显相关性($r=0.002, -0.537, P=0.992, 0.227$); 而房间隔缺损和法洛

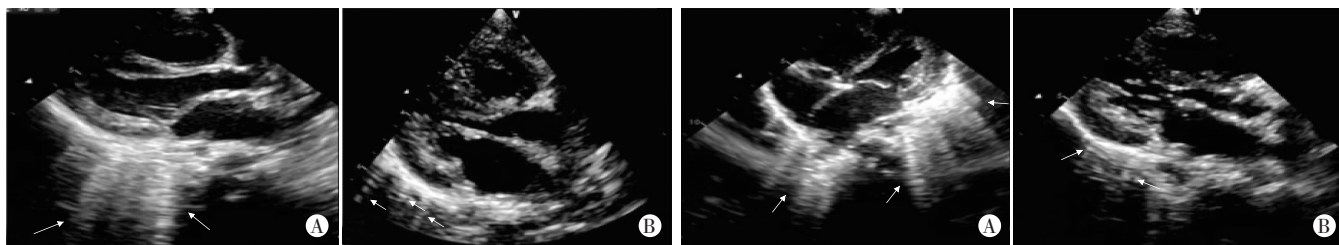


图 1 房间隔缺损患儿声像图(箭头示 B 线)
A: 胸骨旁左心长轴切面示后方显示密集融合 B 线, 评分 3 分; B: 胸骨旁左心长轴切面示后方显示间断分布 B 线, 评分 2 分。

图 2 室间隔缺损患儿声像图(箭头示 B 线)
A: 心尖四腔切面示左室侧壁及房顶处密集融合 B 线, 评分 3 分; B: 胸骨旁左心长轴切面示左室后壁零星 B 线, 评分 1 分。

图 1 房间隔缺损患儿声像图(箭头示 B 线)

图 2 室间隔缺损患儿声像图(箭头示 B 线)

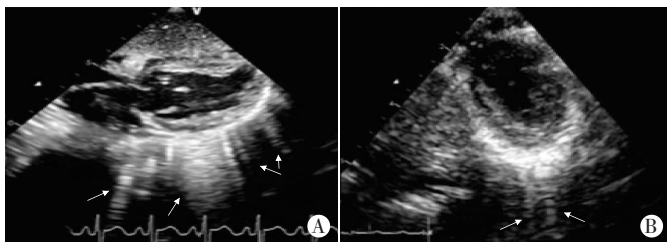


图 3 肺静脉异位引流患儿声像图(箭头示 B 线)
A: 剑突下四腔切面示左室侧壁密集融合 B 线, 评分 3 分; B: 胸骨旁左室短轴切面示左室后方间断分布 B 线, 评分 2 分。



图 4 法洛四联症患儿声像图(箭头示 B 线)
A: 胸骨旁左室长轴切面示左室后壁零星 B 线, 评分 1 分; B: 胸骨旁左室长轴切面示左室后壁间断分布 B 线, 评分 1 分。

表 1 不同先天性心脏病患儿手术前后肺超声评分比较(̄x±s) 分

肺超声评分	ASD	VSD	TOF	APVD
术前	6.520±0.767	7.930±0.645	4.800±1.113	17.220±2.802
术后	3.520±0.537	4.370±0.448	4.600±0.872	4.440±0.626
t 值	3.20	4.54	0.14	4.41
P 值	0.00	0.00	0.89	0.00

ASD: 房间隔缺损; VSD: 室间隔缺损; TOF: 法洛四联症; APVD: 肺静脉异位引流。

四联症患儿手术前后的肺超声评分与 Qp/Qs 值均无明显相关性(术前 $r=0.095, 0.533, P=0.738, 0.334$; 术后 $r=-0.140, 0.492, P=0.591, 0.400$)。

四、重复性检验

观察者组内肺超声评分具有良好的相关性($r=0.806, P<0.01$), Bland-Altman 分析表明观察者组内重复性良好, 95%可信区间(-2.281~2.481)。观察者组间肺超声评分具有良好的相关性($r=0.695, P<0.01$), Bland-Altman 分析表明组间重复性良好, 95%可信区间(-1.846~2.246)。

讨 论

先天性心脏病由于心脏血流动力学的变化会影响毛细血管内压力及肺循环血流量, 进而导致血管外肺水含量的变化^[1]。室间隔缺损和房间隔缺损血流动力学表现为左向右分流, 肺血流量增加, 肺毛细血管静水压增高, 最终导致肺水含量增加; 肺静脉异位引流患者肺静脉的分流导致右室前负荷增加、肺充血, 导致肺水含量增加; 法洛四联症患者肺血流量减少, 血管外肺水含量无明显变化或减少。肺水含量是先天性心脏病重症患儿临床需重点关注的项目。

血管外肺水的改变与肺水肿的程度具有较高的相关性^[5]。目前, 评价血管外肺水的技术均有一定的局限性, X 线与 CT 主要是定性评价, 且敏感性差; 脉波指

示剂连续心排量监测虽然是评价血管外肺水的金标准, 但为有创性, 且价格昂贵^[6]。肺超声是评价血管外肺水含量的新技术^[2]。正常肺超声表现为多条平行于胸膜线的等距分布的高回声线(即 A 线); 在病理情况下, 肺间质及肺泡内含水量增加, 形成起源于胸膜线并与其垂直、呈放射状发散至肺野深部的束带样伪像称为 B 线^[7]。B 线的数量随着肺内含水量增多而增多, 可以反映肺部病变的范围与严重程度^[2], 可用于监测肺水肿的状态, 进而指导治疗及判断预后。肺超声于 2010 年被欧洲心脏学会急性心衰委员会指南推荐用于肺充血评价和分级^[8]。

应用肺超声评价肺水含量或肺部疾病的病变, 只能做出定性诊断的结论, 主观性较大, 依赖于操作者的水平; 应用 B 线计数的方法, 操作比较繁琐, 对于密集 B 线难以准确计数。肺超声评分概念的提出既能为临床提供肺水含量的量化指标, 又可使超声医师快速全面地评估肺部病变^[3]。目前, 应用肺超声评分的方法评估肺水含量的方法在国内外仅有少数报道^[9-12]。本研究首次将其用于先天性心脏病患儿肺水含量评估, 结果显示房间隔缺损、室间隔缺损及肺静脉异位引流患儿术前肺超声均表现为 B 线数目多, 肺超声评分总分高, 术后显著减低, 差异均有统计学意义(均 $P<0.05$); 而法洛四联症患儿肺超声评分总分低, 手术前后比较差异无统计学意义。本研究先天性心脏病患儿肺超声评分结果与相应血流动力学对肺循环影响的结果一致, 前者的 B 线增多, 是由于心内左向右分流, 肺水增加所致, 后者 B 线未增多是因为肺血流量的减少, 因此应用肺超声评分来评价先天性心脏病患儿血管外肺水含量是可行的。与既往研究不同的是, 本研究应用超声心动图通过心脏声窗以及剑突下与胸骨上窝对肺水含量进行评估, 对于先天性心脏病患儿或其他心脏疾病患者, 相比常规应用高频或凸振探头, 心脏探头可以在检查心脏结构及功能的同时, 快速了解肺部情况及其功能, 指导临床诊疗。

Qp/Qs 值可以反映右心负荷情况及心功能, Qp 增加时 Qp/Qs 增大, 同时 Qp 与血管外肺水含量密切相关。应用超声心动图测量 Qp/Qs 是临床上心脏外科手术后评估肺水含量的重要指标, 因此本研究将肺超声评分与其进行对比, 探讨两者评价血管外肺水含量的相关性。结果显示室间隔缺损患儿术前 Qp/Qs 远高于术后, 与肺超声评分呈正相关, 这与室间隔缺损左向右分流, 肺循环血流量增加的血流动力学变化一致^[13]。本研究中肺静脉异位引流患儿血流动力学特点同样为导致肺充血, 因此术前肺评分与 Qp/Qs 也呈显著相关。房间隔缺损与法洛四联症患儿手术前后肺超声评分与 Qp/Qs 均无明显相关性, 考虑与患儿血流动力学变化不明显及手术影响有关。

本研究有一定的局限性。首先, 样本量较少; 其次, 本研究的肺超声评估在术后 4~15 d 进行, 肺仍处于过度通气及体外循环时肺无血流或低灌注状态, 手术造成的肺缺血损伤及缺血后的再灌注损伤可能仍存在^[14], 仅反映了这一时期的肺水变化, 对于术后中远期肺水的变化, 有待于进一步深入研究。

综上所述, 超声心动图检测先天性心脏病患儿手术前后的肺声像改变及其肺超声评分反映了肺循环血流量变化对血管外肺水含量的影响, 反映了肺内气体与液体的比例变化。肺超声评分有助于围手术期患儿肺水含量及心肺功能的定量评价, 进而指导先天性心脏病的治疗及判断预后, 具有重要的临床价值。

参考文献

- [1] Healy F, Hanna BD, Zinman R, et al. Pulmonary complications of congenital heart disease[J]. Paediatr Respir Rev, 2012, 13(1): 10-15.
- [2] Gargani L. Lung ultrasound: a new tool for the cardiologist [J]. Cardiovasc Ultrasound, 2011, 27(9): 6-15.
- [3] Bouhemad B, Brisson H, Le-Guen M, et al. Bedside ultrasound

- assessment of positive end-expiratory pressure-induced lung recruitment[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2011, 183(3): 341-347.
- [4] Sanders SP, Yeager S, Wmiams RG. Measurement of systemic and pulmonary blood flow and QP/QS ratio using Doppler and two-dimensional echocardiography[J]. Am J Cardiol, 1983, 51(6): 3952-956.
- [5] Sakka SG, Klein M, Reinhart K, et al. Prognostic value of extravascular lung water in critically ill patients[J]. Chest, 2002, 122(6): 2080-2086.
- [6] Leibowitz AB. Extravascular lung water measurement: proper indexing [J]. Crit Care Med, 2013, 41(4): 1143-1144.
- [7] 夏焙. 小儿超声诊断学[M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 135-149.
- [8] Gheorghide M, Folath F, Ponikowski P, et al. Assessing and grading congestion in acute heart failure: a scientific statement from the acute heart failure committee of the heart failure association of the European Society of Cardiology and Endorsed by the European Society of Intensive Care Medicine[J]. Eur J Heart Fail, 2010, 12(5): 423-433.
- [9] Bataille B, Rao G, Cocquet P, et al. Accuracy of ultrasound B-lines score and E/Ea ratio to estimate extravascular lung water and its variations in patients with acute respiratory distress syndrome [J]. J Clin Monit Comput, 2015, 29(1): 169-176.
- [10] Leblanc D, Bouvet C, Degiovanni F, et al. Early lung ultrasonography predicts the occurrence of acute respiratory distress syndrome in blunt trauma patients[J]. Intensive Care Med, 2014, 40(10): 1468-1474.
- [11] Soummer A, Perbet S, Brisson H, et al. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress[J]. Crit Care Med, 2012, 40(7): 2064-2072.
- [12] 李莲花, 杨倩, 李黎明, 等. 肺部超声评分评估急性呼吸窘迫综合征患者病情严重程度及预后的价值[J]. 中华危重病急救医学, 2015, 27(7): 579-584.
- [13] Sulc J, Samanek M, Zapletal A, et al. Lung function in VSD patients after corrective heart surgery[J]. Pediatr Cardiol, 1996, 17(1): 1-6.
- [14] 杨盛春, 周其文, 陈英淳, 等. 先天性心脏病合并重度肺动脉高压外科治疗远期随访[J]. 中华胸心血管外科杂志, 2002, 18(4): 199-201.

(收稿日期: 2017-02-27)

超声及影像学专业常用术语中英文对照

CDFI (color Doppler flow imaging) —— 彩色多普勒血流成像
 CT (computed tomography) —— 计算机断层成像
 CTA —— CT 血管造影
 PET (positron emission tomography) —— 正电子发射计算机断层显像
 DSA (digital subtraction angiography) —— 数字减影血管造影技术
 MRI (magnetic resonance imaging) —— 磁共振成像
 MRA (magnetic resonance angiography) —— 磁共振血管造影
 以上超声及影像学常用专业术语将在文中直接使用英文缩写, 不再注明英文全称。

临床超声医学杂志编辑部