

## · 病例报告 ·

DOI: 10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2021.02.09

## 复杂先天性心脏病患者 术后脱机困难转体外膜氧合原因分析

### Analysis of the causes of difficult weaning from cardiopulmonary bypass requiring extracorporeal membrane oxygenation support in two patients with complicated congenital heart diseases

赵文婷, 林 茹

[关键词]: 心肺转流; 体外膜氧合; 体-肺循环; 完全性肺静脉异位引流; 左心发育不全综合征; 脱机困难

[Key words]: Cardiopulmonary bypass; Extracorporeal membrane oxygenation; Systemic pulmonary circulation; Total anomalous pulmonary venous connection; Hypoplastic left heart syndrome; Difficulty in weaning

心肺转流(cardiopulmonary bypass, CPB)心内直视术后可因心内畸形矫治不完全、心功能不全、低心排量综合征、心律失常、外周阻力异常、肺动脉高压、低氧血症以及药物使用不当等多种原因致 CPB 脱机困难<sup>[1-2]</sup>。本文报告与管理不当有关的 2 例复杂先天性心脏病术后无法脱离 CPB 而采用体外膜氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)支持的情况及原因分析。

#### 1 临床资料

患儿 1, 男, 40 d, 体重 4.7 kg, 心脏超声及心脏 CT 血管造影示: 完全性肺静脉异位连接(total anomalous pulmonary venous connection, TAPVC)(心上型)、房间隔缺损(atrial septal defect, ASD)、肺动脉扩张。完善术前检查后在 CPB 下行 TAPVC+ASD 矫治术, 左右肺静脉形成共干经垂直静脉汇入无名静脉, 肺静脉共汇小, 垂直静脉直径约 0.6 cm, 切开肺静脉共汇与左心房底和左心耳吻合, 吻合口直径约 2.0 cm。CPB 总时长 155 min, 主动脉阻断时长 109 min, 自动复跳, 窦性心律。

第 1 次 CPB 停机时肾上腺素 0.03  $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ , 呼吸机氧浓度分数( $\text{FiO}_2$ ) 100%, 潮气量(VT) 50 ml, 呼吸频率(R) 20 次/min, 体内液体正平衡 40 ml。停机后予 5% 碳酸氢钠 5 ml, 瑞莫杜林 5 ng/

( $\text{kg} \cdot \text{h}$ ), 鱼精蛋白中和肝素后关胸, 血压 75/40 mmHg, 心率 160 次/min, 脉搏氧饱和度( $\text{SpO}_2$ ) 99%, 准备送 ICU 时血压出现进行性下降(脱机后 79 min), 最低至 40/20 mmHg, 期间 4 次动脉血气分析均提示过度通气, 最低动脉二氧化碳分压( $\text{PaCO}_2$ ) 19.3 mmHg 及高动脉氧分压( $\text{PaO}_2$ ) 284~400 mmHg, 血乳酸 4.7~13.7 mmol/L。临床判断为“肺高压”, 予加大瑞莫杜林至 30  $\text{ng}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ , 利尿, 纠酸等, 效果不佳, 在脱机 133 min 时重新行 CPB。第 2 次停机时血压 60/36 mmHg,  $\text{SpO}_2$  100%, 体内液体负平衡 10 ml。肾上腺素 0.1~0.3  $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ , 多巴胺 5  $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ , 多巴酚丁胺 5~10  $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ , 瑞莫杜林 30  $\text{ng}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ , 呼吸机参数同前, 停机 35 min 后血压下降不能维持, 71 min 时再次转机。加大瑞莫杜林至 50~100  $\text{ng}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ , 余活性药及呼吸机参数同前, 第 3 次 CPB 停机时血压 63/39 mmHg,  $\text{SpO}_2$  100%, 40 min 后, 血压再次下降不能维持。多次脱机困难, 逐渐增加肺血管扩张药物并利尿, 在第 4 次 CPB 转流 89 min 后转接静脉-动脉(veno-artery, V-A) ECMO。

患儿 2, 女, 41 d, 体重 2.9 kg, 心超及心脏 CT 血管造影示: 左心发育不全综合征(hypoplastic left heart syndrome: HLHS)。于 2016 年 11 月 30 日在 CPB 下行 Norwood I 期+Sano 手术。深低温 18℃ 下行选择性脑灌注, 重建主动脉后于新升主动脉恢复全身灌注。通过 6 mm Gore-Tex 管道与右心室流出道吻合行 Sano 分流术, 切除房间隔扩大房缺。CPB 总时长 241 min, 主动脉阻断时长 113 min, 选择性脑

作者单位: 310052 杭州, 浙江大学医学院附属儿童医院 体外循环及体外生命支持科

通信作者: 林 茹, Email: linru.008@zju.edu.cn

灌注 89 min。

第 1 次 CPB 停机时血压 71/59 mmHg, 心率 181 次/min, SpO<sub>2</sub> 95%。肾上腺素 0.3 μg/(kg·h), 多巴胺 5 μg/(kg·h), 多巴酚丁胺 5 μg/(kg·h), 前列地尔 3 ng/(kg·h); 呼吸机参数: FiO<sub>2</sub> 60%, VT 35 ml(12 ml/kg), R 35 次/min。体内液体负平衡 90 ml。停机后出现 SpO<sub>2</sub> 进行性下降, 血气分析提示严重低血氧症 PaO<sub>2</sub> 28.6 mmHg, 动脉氧饱和度(SaO<sub>2</sub>) 38.5%, 二氧化碳潴留, PaCO<sub>2</sub> 86 mmHg, pH 7.251, 血乳酸 8.0 mmol/L。SpO<sub>2</sub> 低于 60% 时血压开始下降, 循环不能维持, 停机 9 min 再次转流。复转 76 min, 重新调整用药方案及呼吸机参数, 加用去甲肾上腺素 0.01 μg/(kg·h), 瑞莫杜林 20 ng/(kg·h), 余用药同前, 呼吸机参数: FiO<sub>2</sub> 100%, 呼气末正压通气(postive end-expiratory pressure, PEEP) 4 cm H<sub>2</sub>O, 余同前。CPB 停机时血压 65~75/30~35 mmHg, 心率 160~170 次/min, SpO<sub>2</sub> 75%。先后 3 次血气分析均提示代谢性酸中毒, 最低 pH 7.176, 予 5% 碳酸氢钠后, SpO<sub>2</sub> 逐渐上升, PaO<sub>2</sub> 从 29.7 mmHg 逐渐上升至 169 mmHg, 乳酸进行性升高(最高 16.0 mmol/L), 30 min 后出现血压下降, 最低至 21/16 mmHg, 心律减慢至 73 次/min, 停机 59 min 时重新 CPB 转流。重转 130 min 后转接 V-A ECMO。

## 2 结果

例 1 患儿 V-A ECMO 建立后逐步下调肾上腺素并停用瑞莫杜林, 呼吸机参数(FiO<sub>2</sub> 40%, VT 25 ml, PEEP 5 cmH<sub>2</sub>O, R 15 次/min), 患儿病情明显改善, 88 h 后顺利撤离 ECMO, 术后 1 周撤离呼吸机, 无重大并发症, 转普通病房后出院。

例 2 患儿 V-A ECMO 建立后调整呼吸机参数及肾上腺素, 停用瑞莫杜林, 患儿病情明显改善, 110 h 后顺利撤除 ECMO, 术后第 9 天撤离呼吸机, 转普通病房后出院。

## 3 讨论

TAPVC 患儿多次脱机失败过程极为相似, 血压下降距离鱼精蛋白应用时间超过 30 min, 且整个过程中患儿无气道出血、肺淤血等表现, 台上可见心脏搏动活跃、收缩幅度可, 故不考虑鱼精蛋白过敏及心功能不全, 脱机困难与误判“肺动脉高压危象”有关, 未重视多次血气提示的逐渐加重的高氧和过度通气, 未及时测定肺动脉压力, 纯氧和过度通气的呼吸机参数设置及利尿、碱性药物、大剂量肺血管扩张药的使用、超滤容量负平衡等都不同程度地造成肺

血管床广泛开放、体循环血流减少的分布异常, 导致滞后性的血压下降, 组织低灌注, 乳酸上升。

HLHS 患儿脱机困难也是未平衡好体-肺循环血流分布, 第 1 次脱机失败是由于肺血流分布不足。停机后出现氧合进行性下降, 严重低氧血症, 二氧化碳潴留导致心肌收缩力下降循环不能维持; 第 2 次脱机前调整药物并设置较高呼吸机参数, 增加体循环阻力及扩张肺血管来增加肺血流分布, 氧合渐渐回升血压维持稳定, 但调节过度(如 5% 碳酸氢钠 5 ml 静推等)致肺血管急剧扩张, SpO<sub>2</sub> 由 75% 上升至 84%, 10 min 后血压下降到不能维持灌注。经多次打击, 乳酸上升至 16 mmol/L, 考虑患儿复杂先天性心脏病基础, 予转接 V-A ECMO 辅助支持。

复杂先天性心脏病术后体-肺血流匹配的精准综合管理, 包括血管活性用药、呼吸管理及液体管理, 对其预后具有重要意义, 如行 Norwood I 期手术的 HLHS 患儿的肺循环血流仅来自手术建立的体-肺动脉分流<sup>[3-4]</sup>, 肺血流量的大小主要取决于体循环与肺血管阻力的关系、主动脉与 Sano 管径的比例等。复杂先天性心脏病术后撤离 CPB 时, 可通过呼吸机参数辅助调节体-肺血流分布, 以达到平衡。当肺血管阻力过低, 致肺血流量大、体循环量少, 可能出现低血压低灌注; 当肺血管阻力升高, 肺血流减少, 可能出现缺氧。适宜的 PaCO<sub>2</sub> 和 pH 值及 PEEP (4~6 cm H<sub>2</sub>O) 既不会明显增加肺血管阻力又能改善氧合, 采用小潮气(6~8 ml/kg), 延长呼气时间, 避免过度通气, 维持相对较高的 PaCO<sub>2</sub> (45~50 mmHg) 及相对较低的 pH 值(7.3~7.35 水平), 轻度呼吸性酸中毒状态可有利于扩张外周血管, 收缩肺血管, 从而增加肺循环阻力, 降低体循环阻力, 减少回心血量, 增加体-肺血流循环比率, 使有效循环血量增加<sup>[5]</sup>。

## 4 结论

复杂先天性心脏病矫治术后脱机困难原因很多, 但血管活性药物、呼吸机参数的设置所致体-肺循环血流比例失衡的现象最易被忽视。因此, 精准把握此过程的管理, 同时加强监测手段, 测定肺动脉压力, 密切关注血气分析等检验结果, 以帮助判断脱机困难可能的原因并及时正确处理, 对良好预后至关重要。此外, ECMO 对于体外循环脱机困难患儿是一种有效补救辅助措施<sup>[3,6]</sup>, 可有效提高婴幼儿复杂先天性心脏病手术的存活率, 从而降低术后病死率。

## 参考文献: