

## · 论著 ·

## 先天性心脏病延迟关胸患儿胸骨缝合术前后呼吸功能的变化

柳立平 何萍萍 孔 英 朱丽敏 徐卓明

**【摘要】 目的** 本研究旨在调查先天性心脏病 (congenital heart disease, CHD) 延迟关胸 (delayed sternal closure, DSC) 患儿胸骨缝合术前后呼吸功能的变化, 探讨术后胸部物理治疗的意义, 以改善和提高患儿手术后肺部通气效果。**方法** 采用目的抽样的方法, 选择 25 例先心病手术后 DSC 患儿, 比较患儿胸骨缝合术前后 30 min 各项呼吸机参数的变化 (气道峰压、气道平均压、肺动态顺应性)、血流动力学指标 (心率、动脉压、中心静脉压)、氧合指标 ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  比值、呼吸指数和肺泡动脉血氧分压阶差)。**结果** DSC 患儿胸骨缝合术后 30 min 气道峰压显著高于术前 ( $P < 0.01$ ), 肺动态顺应性显著低于术前 ( $P < 0.05$ ), 中心静脉压显著高于术前 ( $P < 0.05$ ),  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  比值显著低于术前 ( $P < 0.05$ ), 呼吸指数显著高于术前 ( $P < 0.01$ ), 肺泡动脉血氧分压阶差显著高于术前 ( $P < 0.01$ )。**结论** DSC 患儿胸骨缝合术后肺顺应性降低, 氧合指标下降, 医护人员应加强对此类患儿术后呼吸功能的监测, 及时调整机械通气参数, 从而改善患儿临床结局。

**【关键词】** 心脏缺损, 先天性; 心脏外科手术; 胸骨/外科学; 缝合技术

**An investigation on the respiratory function before and after delayed sternal closure in children with surgical repair of congenital heart disease.** LIU Li-ping, HE Ping-ping, KONG Ying, et al. Department of Cardiothoracic, Shanghai Children's Medical Center, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, 200127, China

**【Abstract】 Objective** To investigate the respiratory function before and after delayed sternal in children with surgical repair of congenital heart disease and emphasize the importance of chest physical therapy so as to improve the postoperative efficiency of ventilation. **Methods** Twenty-five infants with congenital heart disease who need DSC were involved in this study. Ventilation monitoring parameters (PIP, MAP, Cdyn), hemodynamic (HR, ABP, CVP) and respiratory parameters ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , RI,  $\text{P}_{(\text{A}-\text{s})}\text{DO}_2$ ) were measured 30 min before and after sternal closure. **Results** The change of hemodynamic, air way mechanism and oxygenation 30 min before and after sternal closure showed a significant increase of peak airway pressure (PIP) ( $18.7 \pm 3.6$  versus  $20.8 \pm 3.6$ ,  $P < 0.01$ ), a significant decrease of dynamic compliance (Cdyn) ( $3.7 \pm 1.7$  versus  $3.1 \pm 1.1$ ,  $P < 0.05$ ) and a significant increase of central venous pressure (CVP) ( $10.4 \pm 3.2$  versus  $11.3 \pm 3.1$ ,  $P < 0.05$ ). Meanwhile, there was a significant decrease of  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ratio ( $279.4 \pm 78.3$  versus  $241.6 \pm 101.1$ ,  $P < 0.05$ ) and a significant increase of  $\text{P}_{(\text{A}-\text{s})}\text{DO}_2$  ( $166.7 \pm 70.3$  versus  $203.8 \pm 82.3$ ,  $P < 0.01$ ) and respiratory index ( $1.7 \pm 1.4$  versus  $2.4 \pm 1.9$ ,  $P < 0.01$ ). **Conclusion** DSC affects the respiratory function and oxygenation of children. Healthcare providers should enhance the monitoring for respiratory function and modify the ventilation setting so as to improve the outcomes of the children.

**【Key words】** Heart Defects, Congenital; Cardiac Surgical Procedures; Sternum/SU; Suture Techniques

随着先天性心脏病 (congenital heart disease, CHD) 手术技术的提高, 某些复杂 CHD (如大血管错

位、完全性肺静脉异位引流和完全性房室隔缺损等) 能够在婴儿甚至新生儿期得到根治, 从而改善这类患儿的预后。然而, 这类患儿胸腔容积小, 术后发生心包填塞的可能性较大, 严重时可危及生命。延迟关胸 (delayed sternal closure, DSC) 能够减轻心肌水肿造成的血流动力学不稳定, 防止心包填塞的发生。但 DSC 患儿胸骨缝合术却成为了尽早撤离

呼吸机的障碍。本研究旨在调查延迟关胸患儿胸骨缝合术前后呼吸功能的变化,探讨术后胸部物理治疗的意义,以选择更合理的肺部通气方式,改善临床治疗效果。

## 材料与方法

### 一、临床资料

选择本院心胸外科先心病手术后 DSC 患儿 25 例,年龄中位数为出生后 6 周(2 d 至 13 周),体重中位数为 4.0(1.7~9)kg。先心病类型及手术方式见表 1。除 1 例无脾综合征患儿在非 CPB 下行体肺

分流术外,其余 24 例患儿均在体外循环(cardiopulmonary bypass, CPB)下接受根治手术,CPB 平均时间( $151.3 \pm 79.1$ )min,主动脉阻断时间平均( $78.8 \pm 40.3$ )min。

### 二、DSC 患儿机械通气的管理和监护

DSC 患儿均使用 Maquet Servo 呼吸机进行机械通气。通气模式选择压力调节容量控制(Pressure Regulated Volume Control, PRVC),设置潮气量 7~10 mL/kg,吸气时间 0.65~0.68 s,呼气末正压 4~6 cmH<sub>2</sub>O。呼吸机管路均使用 Fisher-Packel 850 加温加湿装置,控制插管端温度接近体温。

表 1 25 例患儿诊断及所实施手术

诊断	实施手术	例数
完全性大血管错位伴室间隔完整	大动脉换位术	5
右室双出口、室间隔缺损、肺动脉高压(Taussing-Bing 畸形)	大动脉换位术 + 室间隔缺损修补术	4
主动脉弓中断、主肺动脉窗、肺动脉高压	主动脉弓中断纠治术 + 主肺动脉窗修补术	3
主动脉缩窄、室间隔缺损、肺动脉高压	主动脉缩窄纠治术 + 室间隔缺损修补术	3
完全性大血管错位伴室间隔缺损	大动脉换位术 + 室间隔缺损修补术	2
完全性房室间隔缺损、肺动脉高压	纠治术	2
完全性肺静脉异位连接(梗阻型)、肺动脉高压	纠治术	1
永存动脉干、肺动脉高压	纠治术	1
部分性房室间隔缺损、共同心房、肺动脉高压	纠治术	1
肺动脉闭锁伴室间隔缺损、主肺动脉大侧支血管	一期纠治术	1
肺动脉狭窄、动脉导管未闭	纠治术	1
无脾综合征、单心室、肺动脉狭窄	体肺分流术	1

呼吸道管理包括:患儿存在明显的呼吸道清理指征(如呼吸机波形提示存在气道分泌物,听诊痰鸣音,氧饱和度下降,气道分泌物稠厚等),应每 4 h 进行 1 次呼吸道清理,及时清理人工气道,保持患儿呼吸道通畅。患儿接受胸骨缝合术前后均行床边胸片检查,明确手术前后患儿肺部影像学变化。

所有 DSC 患儿返回 CICU 后,置于开放式暖床,维持正常体温。监测心电图、动脉压、颈内静脉压和经皮血氧饱和度。予多巴胺( $3 \sim 10 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )、米力农( $0.5 \sim 0.75 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )、肾上腺素( $0.01 \sim 0.08 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )等改善心功能,通常联合用药。待临床评估心功能稳定后,再行胸骨缝合手术。

### 三、研究方法

作者自行设计观察问卷,记录 DSC 患儿胸骨缝合术前后 30 min 各项呼吸机参数,包括气道峰压(Peak Inspiratory Pressure, PIP),气道平均压(Mean Airway Pressure, MAP),肺动态顺应性(Dynamic

Compliance, C<sub>dyn</sub>);血流动力学指标,包括心率(Heart Rate, HR)、动脉压(Arterial Blood Pressure, ABP)、中心静脉压(Central Venous Pressure, CVP);同时通过血气分析仪测定动脉 pH 值、二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)、氧分压(PaO<sub>2</sub>)、氧饱和度(SAT)及碱剩余(BE),并计算 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 比值、呼吸指数(Respiratory Index, RI)和肺泡动脉氧阶差(Alveolar-arterial oxygen gradient, P<sub>A-a</sub>DO<sub>2</sub>)。

### 四、统计学处理

采用 SPSS 14.0 统计软件进行分析。根据数据是否满足正态分布,分别采用中位数、均数 ± 标准差( $\bar{x} \pm s$ )来表示。采用配对 *t* 检验比较手术前后各项指标变化,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结果

### 一、治疗结果

本组患儿平均机械通气时间( $108.4 \pm 32.2$ )h,

胸骨缝合术后平均机械通气时间( $36.0 \pm 23.9$ )h。平均 ICU 监护时间( $9.3 \pm 4.4$ )d。患儿 DSC 后平均住院时间( $2.9 \pm 0.9$ )d。其中 1 例住 ICU 期间因多器官功能衰竭而死亡,3 例伤口少量渗出,其余 21 例中,无一例出现纵隔感染,病情好转后转出 ICU。

患儿接受胸骨缝合术前床边摄片结果显示,18 例(54%)存在肺节段性不张或明显渗出,3 例(12%)发生呼吸机相关性肺炎(ventilator associated pneumonia, VAP)。

表 2 DSC 患儿胸骨缝合术前后 30 min 呼吸功能指标变化( $\bar{x} \pm s$ )

时期	血流动力学指标			呼吸机参数			氧合指标		
	HR (bpm)	BP (mmHg)	CVP (cmH <sub>2</sub> O)	PIP (cmH <sub>2</sub> O)	MAP (cmH <sub>2</sub> O)	Cdyn (mL/cmH <sub>2</sub> O)	P/F (mmHg)	P <sub>(A-a)</sub> DO <sub>2</sub> (mmHg)	RI
术前	140.3 ± 23.9	69.0 ± 11.7	10.4 ± 3.2	18.7 ± 3.6	8.0 ± 2.2	3.7 ± 1.7	279.4 ± 78.3	166.7 ± 70.3	1.7 ± 1.4
术后	143.4 ± 19.8	70.5 ± 14.8	11.3 ± 3.1	20.8 ± 3.6	8.7 ± 2.2	3.1 ± 1.1	241.6 ± 101.1	203.8 ± 82.3	2.4 ± 1.9
P 值	>0.05	>0.05	<0.05 *	<0.01 *	>0.05	<0.05 *	<0.05 *	<0.01 *	<0.01 *

注: \*  $P < 0.05$ , 差异有统计学意义。

## 讨 论

### 一、胸骨缝合术前后呼吸功能的变化

新生儿、婴儿复杂先心病术后 DSC 是一种常用的预防心肌水肿造成心包填塞的方法<sup>[1-3]</sup>。DSC 患儿胸骨缝合术是一种简单的外科技术,只是将胸骨和皮肤缝合。然而,胸骨缝合造成手术前后胸廓容积减小,活动受限,导致胸廓顺应性降低,胸腔内脏器受到压迫,使患儿气道阻力增加,肺顺应性降低,无疑是呼吸管理的巨大挑战。

本研究发现, DSC 患儿进行胸骨缝合术后 30 min 的 PIP 较术前上升 11.2%, Cdyn 较术前下降 8.8%, 两者均有显著性差异,可见胸骨缝合术后肺部生理能力降低,增加发生机械通气并发症的风险。Main 等<sup>[4]</sup>研究显示,婴幼儿先心病手术后 DSC 可使二氧化碳结合率下降 29%, 呼吸系统顺应性下降 19%。同样, Boeken 等<sup>[5]</sup>研究显示, DSC 后除 PIP 和 MAP 明显升高外,肺动脉压、左房压和右房压在内的血流动力学指标均发生变化。

本研究结果显示,术后患儿 P<sub>(A-a)</sub>DO<sub>2</sub> 从术前 166.7 mmHg 升高至 241.6 mmHg ( $P < 0.01$ ),提示患儿肺弥散能力下降,因此, DSC 患儿接受胸骨缝合术后呼吸功能显著下降。

### 二、合理进行机械通气的管理

鉴于 DSC 患儿关胸术后对呼吸功能的影响,此类患儿术后机械通气策略的制定尤需慎重。理想的机械通气目标是以最小的压力确保患儿得到足够的

二、DSC 患儿胸骨缝合术前后各项呼吸机参数、血流动力学指标、氧合指标的比较

DSC 患儿胸骨缝合术后 30 min 的 PIP 显著高于术前 ( $P < 0.01$ ), Cdyn 显著低于术前 ( $P < 0.05$ )。DSC 患儿胸骨缝合术后 30 min 的 CVP 显著高于术前 ( $P < 0.05$ ), PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 比值显著低于术前 ( $P < 0.05$ ), RI 显著高于术前 ( $P < 0.01$ ), P<sub>(A-a)</sub>DO<sub>2</sub> 显著高于术前 ( $P < 0.01$ )。详见表 2。

潮气量。单纯应用压力控制通气模式 (Pressure Control Ventilation, PCV) 虽然能够避免过高的气道压力,但随着气道阻力和肺顺应性的迅速改变,如未能及时做好密切的监测,会导致患儿通气不足,二氧化碳潴留,影响心肺功能。研究显示,选择压力调节容量控制型通气 (Pressure Regulated Volume Control, PRVC), 可以做到压力和容量的双重调节,应用尽可能低的 PIP 达到预设的目标潮气量,可以避免单纯压力控制通气模式可能存在的通气不足风险<sup>[6]</sup>。因此,者建议对 DSC 患儿在完成胸骨缝合后给予 PRVC 通气模式,有利于保证患儿获得足够的潮气量,避免通气不足的发生。

值得指出的是动脉血气分析对于医护人员调整呼吸机各项参数有着重要意义。因此,作者建议密切监测患儿的血气指标变化,以此作为调整呼吸机参数的依据。

### 三、胸部物理治疗

DSC 是胸部物理治疗的相对禁忌症。胸骨缝合前,震荡、叩击或体位变化将增加纵隔或胸腔内重要脏器出血的风险。长期保持平卧位是引起肺不张的重要原因。同时, DSC 会导致患儿机械通气时间延长,增加发生 VAP 的风险。文献报道新生儿 VAP 的危险因素包括再次插管、机械通气时间等<sup>[7]</sup>。本组患儿术前肺不张、明显肺渗出的发生率达 54%, 可能与关胸前患儿无法接受良好的胸部物理治疗有关。虽然关胸前胸部物理治疗受到限制,但作者建议提供良好的气体加温加湿的条件,从而保护气道黏膜的纤毛功能,以利于分泌物的排出。

DSC 患儿完成胸骨缝合后,应定期进行气道分泌物吸引,保持呼吸道通畅,降低 VAP 的发生。对于术后气道分泌物特别稠厚的患儿,待血流动力学相对稳定,排除纵隔内出血后,可由经过培训的专业肺部物理治疗师进行胸部物理治疗,协助气道分泌物的排出。在患儿血流动力学稳定的前提下,建议胸骨缝合术后 24 h 内尽早开始有效的胸部物理治疗,包括轻柔的拍背、振颤和伸展,以及定期翻身和针对性的体位引流<sup>[8]</sup>。

综上所述,DSC 患儿胸骨缝合术会对呼吸功能、氧合功能产生影响,应加强对此类患儿术后呼吸功能的监测,及时调整机械通气参数,从而改善患儿临床结局。

### 参考文献

- 1 Samir K, Riberi A, Ghez O, et al. Delayed sternal closure: a life-saving measure in neonatal open heart surgery, could it be predictable? [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2002, 21: 787-793.
- 2 Boeken U, Assmann A, Mehdiani A, et al. Open chest management after cardiac operations: outcome and timing of delayed sternal closure [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2011, 02: 047.
- 3 陈玲, 徐卓明, 史珍英, 等. 新生儿先天性心脏病术后处理 [J]. 中华胸心血管外科杂志, 2003, 19: 212-214.
- 4 Main E, Elliott MJ, Schindler M, et al. Effect of delayed sternal closure after cardiac surgery on respiratory function in ventilated infants [J]. Crit Care Med, 2001, 29: 1798-1802.
- 5 Boeken U, Feindt P, Schurr P, et al. Delayed sternal closure (DSC) after cardiac surgery: outcome and prognostic markers [J]. J Card Surg, 2011, 26: 22-27.
- 6 朱丽敏, 徐卓明, 史珍英, 等. 压力调节容量控制通气模式对婴幼儿复杂先天性心脏病术后心肺功能的影响 [J]. 中华小儿外科杂志, 2007, 28: 370-373.
- 7 Yuan TM, Chen LH, Yu HM. Risk factors and outcomes for ventilator-associated pneumonia in neonatal intensive care unit patients [J]. J Perinat Med, 2007, 35: 334-338.
- 8 Krause MF, Hoehn T. Chest physiotherapy in mechanically ventilated children: a review [J]. Crit Care Med, 2000, 28: 1648-1651.

### ·消息·

## 《实用儿科临床杂志》征稿征订启事

《实用儿科临床杂志》为儿科学类核心期刊、中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊), RCCSE 中国核心学术期刊, 河南省一级期刊, 美国《化学文摘》、俄罗斯《文摘杂志》、波兰《哥白尼索引》、美国《乌利希期刊指南》来源期刊, 首批加入 WHO 西太平洋地区医学索引, 被《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》、万方数据库全文收录。本刊始终坚持突出实用为主, 理论联系实际, 注重基础与临床相结合。以贯彻党和国家的卫生工作方针、政策, 贯彻理论与实践、普及与提高相结合的方针为办刊宗旨, 反映国内外儿科医疗、科研等方面的新技术、新成果、新进展, 促进学术交流。本刊辟有专家论坛、学术争鸣、热点、论著、小儿神经基础与临床、中西医结合、实验研究、儿童保健、误诊分析、药物与临床、综述、小儿外科、病例(理)讨论、病例报告、临床应用研究、英文原著、诊断标准、治疗方案、继续教育等栏目。欢迎广大儿科医务工作者和医学科教研究人员踊跃投稿, 本刊对国家级、省部级科研课题和基金资助项目论文发表开辟绿色通道。本刊为半月刊, A4 开本, 80 页, 铜版纸印刷, 每月 5、20 日出版。ISSN 1003-515X, CN 41-1106/R, CODEN SELZBJ, Dewey #: 618.92。国内外公开发行, 国内邮发代号: 36-102, 国外邮发代号: SM 1763。欢迎广大儿科医务工作者和医学科教人员, 全国各高等医学院校, 各省、市、自治区、县医院和基层医疗单位, 各级图书馆(室)、科技情报研究院(所)通过全国各地邮局订阅, 也可与本刊编辑部直接联系订阅。国内定价: 7.20 元/期, 172.80 元/年; 国外定价: 10.00 美元/期, 240 美元/年。联系地址: 河南省新乡市新乡医学院《实用儿科临床杂志》编辑部, 邮政编码: 453003。联系电话: 0373-3029144, 0373-3831456; 传真: 0373-3029144; E-mail: syqk@china-journal.net.cn; syqk@xxmu.edu.cn。

实用儿科临床杂志社