

综述 ·

先天性心脏病术后的呼吸支持疗法

孙毅平¹, 张琳² 综述, 汪翼¹ 审校

(1. 山东省立医院儿科, 山东济南 250021; 2. 龙煤矿业集团中心医院儿科, 山东龙口 265700)

[中图分类号] R541.1 [文献标识码] A [文章编号] 1008-8830(2003)06-0567-03

先天性心脏病(简称先心病)患儿心脏术后其肺部力学易发生改变。当并发呼吸道感染时极易发生呼吸衰竭,明显影响先心病患儿术后的肺动脉血流^[1]。肺部并发症,尤其是气道外部受压,肺动脉高压,胸腔渗液等问题是患儿心脏术后恢复延迟的主要原因^[2]。心脏外科手术,偶尔也在术前需要一定的呼吸支持^[3],选择适当的方法,有利于患儿康复,减少术后并发症及死亡率。

1 先心病发生呼吸衰竭的影响因素

某些先心病肺部力学异常改变对其术后发生呼吸衰竭可能起一定作用。肺部力学受过度的肺血流量、肺动脉充血及胸壁、胸膜腔、肺间质或肺泡积液等因素的影响。肺血流增加,特别是平均肺动脉压超过20~25 mmHg时,可致气道阻力增加和肺顺应性降低。有明显左向右分流的患儿,通过增加呼吸频率和减少潮气量来补偿肺顺应性的降低。随着肺间质水肿的加重,肺内血管外液体积聚,肺顺应性下降,肺部力学也发生改变。肺血流量增加和术前有心力衰竭的患儿,肺内水分在短期内增加3倍。当左房压力达15~30 mmHg时,充血的肺静脉压迫小气道,同时肺间质和肺泡发生水肿,加速周围气道阻力的升高,该气道阻力不易随左房压的降低而逆转。

术中的体外循环使血细胞暴露于非内皮表面,外来的血液产物及增加的剪切力,诱发全身性炎症反应,毛细血管内皮完整性被破坏,间质液积聚,易发生肺水肿。随着炎症消退,毛细血管完整性在术后第1天或第2天改善。无论是血管充血还是肺水肿所引起的肺总阻力升高,均可引起先心病患儿发生呼吸衰竭。为克服增加的肺阻力,常过度做功,尽

量保持足够的肺泡通气。当阻力负荷超过其代偿能力,气流量及有效潮气量会减少。在一组先心病患儿术后1 d的研究中,发现呼吸衰竭与增高的肺阻力有关^[4]。Dicarlo等^[5]也证实了呼吸功能与血流动力学变化的重要关系。在先心病患儿的呼吸衰竭中,有许多由体液转移所引起的力学异常,如充血的肺静脉与小气道竞争空间,间质和肺泡的水肿增加了气道阻力。心室明显缺血,而术前并没有表现出来,术后承受的容量或压力负荷增加(如大动脉错位、法洛四联征修补),若再被补充的液体所扩张,则心室功能就不如补液前。如果手术能明显降低容量或压力负荷,患儿就能更好地耐受补液。当肺静脉压超过15 mmHg时,补液应慎重。事实上,旨在降低升高的肺静脉压的措施,如应用降低左室舒张末压的强心及血管活性药物、治疗返流或狭窄的二尖瓣手术等,都会从整体上改善肺部力学。

呼吸道合胞病毒(Respiratory syncytial virus, RSV)是引起患儿呼吸衰竭的常见病原体,以往先心病合并呼吸道合胞病毒感染的患儿病死率约40%。Moler等^[6]报道的740例呼吸道合胞病毒感染儿回顾性研究,发现先心病合并呼吸道合胞病毒感染的病死率与其他各组相比无明显差异,各群体中都低于3%,只是在先心病合并肺动脉高压的患儿中才升高。Moler将本组病死率显著下降的原因归结于重症监护的进步和外科技术的提高。

2 肺血管阻力的控制

先心病患儿肺血管发生过程中的解剖缺陷^[7]及长期肺动脉高压或高肺动脉血流所致的获得性肺血管异常,可引起肺血管阻力(Pulmonary vascular resistance, PVR)升高、不稳而有致死倾向。升高的

[收稿日期] 2003-03-30; [修回日期] 2003-06-12

[作者简介] 孙毅平(1957-),女,硕士,副主任医师,主攻方向:儿科心血管专业。

肺血管阻力则加重左心室的负担^[8],不利于心脏病后病人的恢复。

尽管临床努力用药物解决升高的PVR,但控制通气和氧合仍是最有效和方便的手段。把肺的膨胀程度维持在接近功能残余量,降低肺泡二氧化碳分压,增加其氧分压,可进一步降低PVR。过度换气对高肺血管阻力的新生儿有利,在获得性肺血管疾病患者,换气或补充氧气有同样的作用。有报道^[9]在成人呼吸窘迫综合征的治疗中,一氧化氮(NO)可选择性地扩张肺血管,吸入的NO在循环血中数秒内即与血红蛋白结合而迅速失活,NO和血红蛋白的亲和力比氧强1500倍,因而体循环中几乎无游离的NO。因NO优先分布到肺的适氧区域,因而不伴肺内分流和低血氧。输注前列环素虽然也可降低肺动脉压,但增加肺内血流,减少 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 和体动脉压。个别报道表明NO的作用有波动,偶然作用很明显,但没有观察到毒性作用。Selden等^[10]给1例3个月的婴儿行室间隔缺损修补术后存在严重肺动脉高压的婴儿吸入10 ppm的NO,其肺动脉平均压从5.1 kPa降至2.7 kPa,动脉血氧饱和度则由78%升至92%。NO的对照性研究已在许多中心进行。

3 气管插管

气管插管所用导管的大小影响治疗效果,内径较小的导管对气流会产生高阻力,显著地增加了呼吸做功。较大的导管压迫气管易造成气管或喉损伤,包括获得性声门下狭窄。气管插管产生的跨壁压超过25~35 mmHg时,易产生缺血性损伤。在儿童最危险的区域是气管直径最小的环状软骨水平。新生儿气管插管超过7 d时,气管损伤的危险性增加4倍。Lee等^[11]认为先心病患儿在术前或术后均有呼吸道阻塞的危险性。气管插管对诊断先心病患儿的气道异常是安全可靠的,可考虑作为一线的检查方法。

通过鼻-气管途径置管安全可靠,减少了意外脱管或误入支气管的发生率。Black等^[12]报道在4年中对2791人做了3534次经鼻-气管插管,只有3.5%发生意外脱管,鼻-气管插管可安全的保留3周以上,使大多数患儿免除气管造口的痛苦,气管造口只适用于有气道异常和极可能发生脱管者。

4 呼吸支持的方法及选择

严重的气压伤所造成的肺损伤或支气管胸膜瘘

的患儿,高频喷射通气(high-frequency jet ventilation, HFJV)对其可能有益。该方法在其他肺功能失常中的应用仍有争议。休克时,在相同的气道压力下,与传统的通气方式相比,高频通气可增加平均动脉压、心指数及送出的氧气量。Meliones等^[13]报道,先心病术后的患儿用高频通气对血流动力起有力作用,肺血管阻力降低52%,心脏指数增加30%。

压力支持通气(pressure support ventilation, PSV)用于呼吸衰竭恢复过程,在整个吸气相增加正压,吸气终止时撤除压力。虽然未调整呼吸机的潮气量,却可加大潮气量,降低呼吸功。支持压力达30 mmHg时具有间歇性强制通气相似的血流动力学效应。一组成人肺损伤的研究表明,压力支持通气可增加心指数。该方法可单独运用或与低速氧的间歇强制通气合用,对不严重的呼吸功能紊乱病人有益,但对肺内液体已显著增加的病人则没有作用^[14]。Oczenski^[15]报告给予心脏术后气管插管病人5 cmH₂O正压通气可获得理想的氧耗量、呼吸形式、气体交换及血液动力学指标。

负压通气(negative pressure ventilation, NPV)适于轻度呼吸功能不全、无力持续呼吸的病儿。主要优点是:避免了气管插管的并发症,且胸腔内负压对血流动力学有益。胸外负压可增加体循环静脉回流,在“被动”肺血流的病人,负压通气可增加肺循环的正向血流。负压呼吸机的呼吸频率25~40次/min时可降低自主呼吸功能,能获得相对正常的气流形式及潮气量6~15 ml/kg,每分通气量足以满足代谢需要,病儿能安静休息。随着肺功能及呼吸肌力量的改善,离开呼吸机自主呼吸的时间逐渐延长,通过这种方式可逐步停止呼吸支持。

同步间歇性强制通气(synchronized intermittent mandatory ventilation, SIMV)常用于小儿及成人^[16]。Imanaka^[17]报告,随着同步间歇性强制通气的频率减慢,尽管每分通气量和二氧化碳浓度维持在恒定的水平,同步的呼吸节律与潮气量却增加,而呼吸功、时间-压力曲线及食道压力的负偏差减少。心脏外科术后的婴儿通过减慢同步间歇性强制通气的频率,而使呼吸负荷加大,其潮气量与呼吸节律均增加。此外,呼吸功及时间-压力曲线随SIMV频率减慢而减少。

适应性维持通气(adaptive support ventilation, ASV)是一种新的由电脑自动调控的机械通气方法,预先设定每分通气量、呼吸类型(潮气量、节律),并根据病人具体情况自动调节呼吸压力及通气节律。Sulzer^[18]认为适应性维持通气实用有效,对心脏外

科术后的病人,可加快拔管时间及简化通气管管理工作。此方法对于肺部正常,伴有限制性或阻塞性疾病的病人均可提供安全有效的肺部通气。对心脏外科术后的病人应用适应性维持通气的方法,有利于对病人的护理^[19]。

5 超滤除液与体外膜肺

心脏术后因心或肾功能不全、偶尔使患儿产生严重水肿,液体在胸壁、肺间质甚至肺泡内集聚,致使肺部力学改变,导致持续性呼吸衰竭。持续动-静脉或静-静脉血液滤过(continual artery-vein ultrafiltration CAVU)与腹膜透析相比,清除电解质的功能略差,但液体清除能力则较强。Susini等^[20]报道20例病人,在150 min内清除液体量约3 000 ml,肺内分流下降58%,左房压从14 mmHg降到4 mmHg,肺动脉闭合压从29 mmHg降至17 mmHg,心脏指数无变化。CAVU能改善多器官功能衰竭患儿的气体交换,因而CAVU在心脏术后患儿的呼吸支持中是一有价值的辅助手段。

体外膜肺(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO):其本质为改良的人工心肺机,血液从大静脉引出,通过膜肺进行氧合,排出二氧化碳,后在泵的推动下回至静脉(称静-静脉通路)或回至动脉(称静-动脉通路),前者用于呼吸支持,后者在血泵推动下,既可用于体外呼吸支持,也可用于体外心脏支持。一旦肺功能受损,无论何种呼吸机均无能为力,应用膜肺后肺功能得到休息,为病肺修复争取时间。国外报道用ECMO后急性呼吸衰竭的存活率可达61%~92%。目前ECMO已成为心脏术后或术前有效的支持治疗方法^[21]。常用于纠正危重病人的呼吸衰竭^[22]。应用体外膜肺代替肺肺完成气体交换,可减低伴有呼吸衰竭的新生儿、儿童及成人的死亡率^[23]。

总之,先心病患儿可能因心脏手术或其他原因如呼吸道感染而发展为呼吸衰竭。了解心血管系统与呼吸系统的交互作用及各种不同呼吸支持方法的优缺点,综合运用一些先进的治疗技术和管理手段就可以使手术的死亡率、并发症的发生率进一步下降,从而获得满意的疗效。

[参 考 文 献]

[1] Stevenson JG. Effect of unilateral diaphragm paralysis on branch pulmonary artery flow [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2002, 15 (10 Pt 2): 1132 - 1139.

[2] Bandla HP, Hopkins RL, Beckerman RC, Gozal D. Pulmonary risk factors compromising postoperative recovery after surgical repair for congenital heart disease [J]. Chest, 1999, 116(3): 740 - 747.

[3] Vitali E, Lanfranchi M, Ribera E, Bruschi G, Colombo T, Frigerio M, et al. Successful experience in bridging patients to heart transplantation with the MicroMed DeBakey ventricular assist device [J]. Ann Thorac Surg, 2003, 75(4): 1200 - 1204.

[4] Dicarlo JV, Raphaely RC, Steven JM, Norwood WI, Costantino AT. Pulmonary mechanics in infants after cardiac surgery [J]. Crit Care Med, 1992, 20(1): 22 - 27.

[5] Dicarlo JV, Steven JM. Respiratory failure in congenital heart disease [J]. Pediatr Clin North Am, 1994, 41(3): 525 - 542.

[6] Moler FW, Knan AS, Meliones JN, Custer JR, Palmisano J, Shope TC. Respiratory syncytial virus morbidity and mortality estimates in congenital heart disease patients: a recent experience [J]. Crit Care Med, 1992, 20(5): 1406 - 1407.

[7] Bove T, Demanet H, Casimir G, Viart P, Goldstein JP, Deurvaert FE. Tracheobronchial compression of vascular origin. Review of experience in infants and children [J]. J Cardiovasc Surg, 2001, 42(5): 663 - 666.

[8] Petrofski JA, Hoopes CW, Bashore TM, Russell SD, Milano CA. Mechanical ventricular support lowers pulmonary vascular resistance in a patient with congenital heart disease [J]. Ann Thorac Surg, 2003, 75(3): 1005 - 1007.

[9] Rossanit R, Falke KJ, Lopez F. Inhaled nitric oxide for the adult respiratory distress syndrome [J]. N Engl J Med, 1993, 328(6): 399 - 405.

[10] Sellden H, Winberg P, Gustafsson LE, Lundell B, Book K, Frostell CG. Inhalation of nitric oxide reduced pulmonary hypertension after cardiac surgery in a 3.2 kg infant [J]. Anesthesiology, 1993, 78(3): 577 - 580.

[11] Lee SL, Cheung YF, Leung MP, Ng YK, Tsoi NS. Airway obstruction in children with congenital heart disease: assessment by flexible bronchoscopy [J]. Pediatr Pulmonol, 2002, 34(4): 304 - 311.

[12] Black AE, Hatch DJ, Nauth-Misir N. Complications of nasotracheal intubation in neonates, infants and children: a review of 4 years' experience in a children's hospital [J]. Br J Anaesth, 1990, 65(4): 461 - 467.

[13] Meliones JN, Bore EL, Dekeon M. High-frequency jet ventilation improves cardiac function after the Fontan procedure [J]. Circulation, 1991, 84 Suppl(3): 364 - 368.

[14] Dries DJ, Kumar P, Mathu M, Mayer R, Zecca A, Rao TL, et al. Hemodynamic effects of pressure support ventilation in cardiac surgery patients [J]. Am Surg, 1991, 57(2): 122 - 125.

[15] Oczenski W, Kepka A, Krenn H, Fitzgerald RD, Schwarz S, Hormann C. Automatic tube compensation in patients after cardiac surgery: effects on oxygen consumption and breathing pattern [J]. Crit Care Med, 2002, 30(7): 1467 - 1471.

[16] Calzia E, Koch M, Stahl W, Radermacher P, Brinkmann A. Stress response during weaning after cardiac surgery [J]. Br J Anaesth, 2001, 87(3): 490 - 493.

(下转第573页)

[7] Hui SH, Leung TF, Ha G, Wong E, Li AM, Fok TF. Evaluation of an asthma management program for Chinese children with mild-to-moderate asthma in Hong Kong [J]. *Pediatr Pulmonol*, 2002, 33(1): 22 - 29.

[8] Huss K, Winkelstein M, Calabrese B, Rand C. Role of rural school nurses in asthma management [J]. *Pediatr Drugs*, 2001, 3(5): 321 - 328.

[9] Velsor-Friedrich B, Foley MK. School-based management of the child with an acute asthma episode [J]. *AACN Clin issues*, 2001, 12(2): 282 - 292.

[10] Kemp JP, Kemp JA. Management of asthma in children [J]. *Am Fam Physician*, 2001, 63(7): 1341 - 1348.

[11] Lieberman DA. Management of chronic pediatric diseases with interactive health games: theory and research findings [J]. *J Ambul Care Manag*, 2001, 24(1): 26 - 38.

[12] Green RJ, Greenblatt MM, Plit M, Jones S, Adam B. Asthma management and perceptions in rural South Africa [J]. *Ann Allergy Asthma Immunol*, 2001, 86(3): 343 - 347.

[13] Gani F, Pozzi E, Crivellaro MA, Senna G, Landi M, Lombardi C, et al. The role of patient training in the management of seasonal rhinitis and asthma: clinical implications [J]. *Allergy*, 2001, 56(1): 65 - 68.

[14] Shegog R, Bartholomew LK, Parcel GS, Sockrider MM, Masse L, Abramson SL. Impact of a computer-assisted education program on factors related to asthma self-management behavior [J]. *J Am Med Inform Assoc*, 2001, 8(1): 49 - 61.

[15] Chiang LC, Huang JL, Chao SY. Developing a scale of self-management behaviors of parents with asthma children in Taiwan through triangulation method [J]. *Nurs Res (China)*, 2001, 9(1): 87 - 97.

[16] Guendelman S, Meade K, Benson M, Chen YQ, Samuels S. Improving asthma outcomes and self-management behaviors of inner-city children: a randomized trial of the Health Buddy interactive device and an asthma diary [J]. *Archives Pediatr Adolesc Med*, 2002, 156(2): 114 - 120.

[17] Stevens CA, Wesseldine LJ, Couriel JM, Dyer AJ, Osman LM, Silverman M. Parental education and guided self-management of asthma and wheezing in the preschool child: a randomized controlled trial [J]. *Thorax*, 2002, 57(1): 39 - 44.

[18] Skoner DP. Balancing safety and efficacy in pediatric asthma management [J]. *Pediatr*, 2002, 109(2 suppl): 381 - 392.

[19] Brugge D, Carranza L, Steinbach S, Wendel A, Hyde J. Environmental management of asthma at Massachusetts managed care organizations [J]. *J Pub Health Manag Pract*, 2001, 7(5): 36 - 45.

[20] Weiss ST, Horner A, Shapiro G, Sternderg AL. The prevalence of environmental exposure to perceived asthma triggers in children with mild-to-moderate asthma: data from the Childhood Asthma Management Program (CAMP) [J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2001, 107(4): 634 - 640.

[21] Maskell G, Powell CV, Marks MK, South M, Rodertson CF. Updating asthma management: the process of change [J]. *J Pediatr Health Care*, 2001, 15(1): 20 - 23.

[22] Skoner DP. Management and treatment of pediatric asthma: update [J]. *Allergy Asthma Proc*, 2001, 22(2): 71 - 74.

(本文编辑:吉耕中)

(上接第 569 页)

[17] Imanaka H, Nishimura M, Miyano H, Uemura H, Yagihara T. Effect of synchronized intermittent mandatory ventilation on respiratory workload in infants after cardiac surgery [J]. *Anesthesiol*, 2001, 95(4): 881 - 888.

[18] Sulzer CF, Chiolerio R, Chassot PG, Mueller XM, Revelly JP. Adaptive support ventilation for fast tracheal extubation after cardiac surgery: a randomized controlled study [J]. *Anesthesiol*, 2001, 95(6): 1339 - 1345.

[19] Brunner JX, Iotti GA. Adaptive Support Ventilation (ASV) [J]. *Minerva Anesthesiol*, 2002, 68(5): 365 - 368.

[20] Susini G, Zucchetti M, Bortone F, Salvi L, Cipolla CM, Rimondini A, et al. Isolated ultrafiltration in cardiogenic pulmonary edema [J]. *Crit Care Med*, 1990, 18(1): 14 - 17.

[21] Khan A, Gazzaniga AB. Mechanical circulatory assistance in paediatric patients with cardiac failure [J]. *Cardiovasc Surg*, 1996, 4(1): 43 - 49.

[22] Singh AR. Neonatal and pediatric extracorporeal membrane oxygenation [J]. *Heart Dis*, 2002, 4(1): 40 - 46.

[23] Alpard SK, Zwischenberger JB. Extracorporeal membrane oxygenation for severe respiratory failure [J]. *Chest Surg Clin N Am*, 2002, 12(2): 355 - 378.

(本文编辑:吉耕中)