

## • 论著 •

# 肺复张治疗对纠正深低温停循环主动脉术后低氧血症的疗效观察

刘子娜 杨戎 赵莉 张海涛

**【摘要】** 目的 评价肺复张对深低温停循环主动脉术后低氧血症的治疗作用及安全性。方法 前瞻性随机对照研究。2010年11月至2011年11月行深低温停循环主动脉手术术后发生低氧血症患者40例,随机分为两组:对照组( $n=20$ ),行常规机械通气治疗;试验组( $n=20$ ),行肺复张治疗。对比两组患者机械通气时间及肺复张前后呼吸和循环参数的变化。结果 肺复张组患者氧合明显改善( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2:94.0 \pm 2.9$  vs.  $180.4 \pm 31.8$ ,  $P < 0.001$ );肺复张期间对血管活性药物剂量进行调整后,患者的平均动脉压、心率、中心静脉压均可维持稳定状态;肺复张组较常规治疗组的机械通气时间缩短,但差异无统计学意义[( $25.4 \pm 16.4$ )h vs. ( $21.8 \pm 12.6$ )h,  $P = 0.493$ ]。结论 肺复张可改善深低温停循环主动脉术后的氧合状态,且患者耐受性良好,是一种安全有效的治疗手段。

**【关键词】** 停循环,深低温诱导; 低氧; 肺复张

**Clinical effect of lung recruitment maneuver on postoperative hypoxemia of deep hypothermia circulatory arrest aortic surgery** LIU Zi-na, YANG Rong, ZHAO Li, ZHANG Hai-tao. Department of SICU, Fuwai Hospital, Cardiovascular Diseases Research Institute of Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College, Beijing 100037, China

Corresponding author: ZHANG Hai-tao, Email: boy398672@yahoo.cn

**【Abstract】 Objective** To investigate the clinical effect of lung recruitment maneuver on postoperative hypoxemia of deep hypothermia circulatory arrest (DHCA) aortic surgery. **Methods** From November 2010 to November 2011, forty patients undergone DHCA aortic surgery with postoperative hypoxemia were randomly allocated into two groups: control group ( $n = 20$ ): conventional mechanical ventilation; experimental group ( $n = 20$ ): lung recruitment maneuver (RM). The arterial blood gas and haemodynamics variables were compared between the two groups. **Results** The oxygenation index of RM group was improved significantly ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2:94.0 \pm 2.9$  vs.  $180.4 \pm 31.8$ ,  $P < 0.001$ ), and in both groups the haemodynamics were stable. The mechanical ventilation time in RM group was shorter than control group [( $25.4 \pm 16.4$ )h vs. ( $21.8 \pm 12.6$ )h,  $P = 0.493$ ]. **Conclusions** Lung recruitment maneuver is an effective and safe method to improve the oxygenation of hypoxemia patients after DHCA aortic surgery.

**【Key words】** Circulatory arrest, deep hypothermia induced; Hypoxemia; Recruitment maneuver

由于主动脉夹层本身导致的器官功能受损、手术创伤及术中的深低温停循环操作,主动脉夹层术后患者呼吸功能不全是一种围手术期常见并发症,其主要表现为低氧血症。如能改善患者氧合水平,纠正低氧血症,则可缩短患者机械通气时间,不仅有利于患者恢复,同时可减少医疗费用。本研究对此类患者行肺复张治疗,取得了良好的效果,现报道如下。

## 对象和方法

1. 对象:2010年11月至2011年11月深低温停循环主动脉手术后早期重度低氧血症患者40例,平均年龄( $47.2 \pm 25.0$ )岁,男30例,占75%,将患者随机分为两组:对照组( $n=20$ ),行常规机械通气治疗;试验组( $n=20$ ),行肺复张治疗。两组患者的年龄、性别、体重指数及吸烟史等一般情况相比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表1。

入选标准:(1)深低温停循环主动脉手术后24h内;(2)氧合指数( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ) $< 100$ ,且无明确诱因(心源性肺水肿、肺炎、肺动脉高压、肺栓塞、血/气胸等);

(3)戒烟时间 > 2 周。排除标准:(1)术前存在慢性阻塞性肺疾病;(2)1 个月内发生大面积心肌梗死,严重左心室功能不全(LVEF < 40%);(3)严重贫血(血红蛋白 < 70 g/L)或肝肾功能不全;(4)血流动力学不稳定(收缩压 < 120 mm Hg,血管活性药物难以维持或需 IABP 支持);(5)术后出现神经系统并发症。

表 1 两组患者一般资料比较(n = 20)

组别	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	男 [例, (%) ]	体重指数 (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	吸烟史 [例, (%) ]
对照组	48.3 ± 8.4	15 (75)	24.9 ± 3.7	9 (45)
试验组	46.0 ± 9.7	15 (75)	25.2 ± 3.0	10 (50)
P 值	0.725	1	0.419	0.75

2. 术后常规机械通气方案:患者入 ICU 后采用同步间歇指令通气 + 压力支持(SIMV + PSV)辅助呼吸,频率 12 次/min, 2 ~ 3 L/min 流量触发,潮气量 6 ~ 8 ml/kg,吸呼比 1:2,吸入氧浓度(FiO<sub>2</sub>)40% ~ 60%,呼气末正压(PEEP)2 ~ 3 cm H<sub>2</sub>O。

3. 治疗方案:对照组:在原 PEEP 基础上增加 5 cm H<sub>2</sub>O,维持 30 min;试验组:采用定压型 SIMV 模式,PCV 20 cm H<sub>2</sub>O + PEEP 20 cm H<sub>2</sub>O 维持 1 min,后调整为 PCV 15 cm H<sub>2</sub>O + PEEP 15 cm H<sub>2</sub>O 维持 15 min,后调整为 PCV 10 cm H<sub>2</sub>O + PEEP 10 cm H<sub>2</sub>O 维持 15 min,最后恢复肺复张前机械通气参数。肺复张期间根据动脉血压波动随时调整血管活性药物用量及种类。

当肺复张实施过程中患者出现如下情况则终止操作:(1)平均动脉压(MAP) < 65 mm Hg;(2)心率(HR) > 120 次/min 或加快 > 20 次/min;(3)SpO<sub>2</sub> < 90% 或下降 > 5%;(4)出现明显新发心律失常;(5)发生气胸。

4. 气管拔管指征:(1)体温 > 35 °C;(2)神志清醒;(3)血流动力学状态稳定;(4)动脉血气氧合满意(在 FiO<sub>2</sub> ≤ 0.4 时 PaO<sub>2</sub> > 60 mm Hg, PaCO<sub>2</sub> < 50 mm Hg, pH 正常);(5)无严重出血(引流量 < 100 ml/h)。

5. 观测指标:分别记录治疗前后 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、SpO<sub>2</sub> 及潮气量(VT)的变化,治疗期间每 5 min 记录一次循环状态:HR、MAP、中心静脉压(CVP),并记录血管活性药物种类和剂量的变更。

6. 统计学分析:所有资料采用 SPSS 17.0 软件进行统计分析。计数资料采用例数(百分比)描述,计量资料采用均数 ± 标准差( $\bar{x} \pm s$ )描述。计数资料组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验,计量资料组间比较采用 Student *t* 检验,多个样本间的均数比较采用 ANOVA 方差分析, *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

## 结 果

患者治疗前平均 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>: 94.34 ± 2.9, 治疗前两组的血气指标和 VT 无明显差异,治疗后对照组 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 无明显改善(101.6 ± 5.1 vs. 94.7 ± 2.8, > 0.05),实验组氧合明显改善(180.4 ± 31.8 vs. 94.0 ± 2.9, *P* < 0.001);治疗前后两组的 PaCO<sub>2</sub> 和 VT 无明显变化,见表 2;肺复张治疗组的机械通气时间较常规治疗组缩短[(25.4 ± 16.4) h vs. (21.8 ± 12.6) h],但差异无统计学意义(*P* = 0.493)。

治疗期间,对照组 3 例患者调整多巴胺用量,2 例患者调整硝普钠用量;试验组 10 例患者调整多巴胺用量,10 例患者调整硝普钠用量;两组药物剂量变化无明显差别,全部患者的 MAP、HR、CVP 均维持在稳定状态(治疗前及治疗后各时间点比较 *P* 均 > 0.05)。见表 3,4。

两组患者在治疗期间未发生气胸、纵隔气肿、心律失常等并发症,所有患者均顺利出院,无死亡病例。

## 讨 论

近年来,随着诊疗技术的不断进步,越来越多的主动脉夹层患者获得救治,其手术相关的并发症如深低温停循环手术后的呼吸功能不全和肺保护问题逐渐得以重视。Girdauskas 等<sup>[1]</sup>回顾性分析了 1994 ~ 2008 年 276 例 A 型主动脉夹层行深低温停循环主动脉置换术患者,术后共 37 例(13%)发生低氧血症,绝大多数发生在术后第 1 天,发生低氧血症患者的机械通气时间、ICU 停留时间明显长于非低氧组患者。国内也有研究报道了主动脉夹层术后呼吸功能不全患者的院内死亡率明显增加<sup>[2]</sup>。影响患者呼吸功能的因素很多,主要包括:疾病本身的影响,如夹层范围、器官低灌注;手术

表 2 呼吸系统参数(n = 20,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>		PaCO <sub>2</sub> (mm Hg)		VT (ml)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	94.7 ± 2.8	101.6 ± 5.1	36.2 ± 5.1	36.9 ± 4.3	644.2 ± 55.7	650.4 ± 58.1
试验组	94.0 ± 2.9	180.4 ± 31.8	36.5 ± 4.8	36.6 ± 5.0	618.4 ± 76.8	648.8 ± 70.9
P 值	0.703	0	0.990	0.255	0.093	0.156

表3 循环系统参数( $n=20, \bar{x} \pm s$ )

组别	治疗前	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min
对照组							
MAP(mm Hg)	82.6 ± 4.7	84.5 ± 4.4	84.9 ± 4.9	83.9 ± 4.8	83.5 ± 5.4	84.7 ± 5.4	82.5 ± 5.9
HR(次/min)	82.0 ± 7.8	82.6 ± 7.1	82.4 ± 7.2	83.8 ± 6.3	84.7 ± 6.4	84.2 ± 7.1	83.9 ± 6.9
CVP(cm H <sub>2</sub> O)	11.2 ± 1.5	11.9 ± 1.5	12.1 ± 1.4	11.6 ± 1.5	11.4 ± 1.4	11.2 ± 1.4	11.3 ± 1.3
试验组							
MAP(mm Hg)	82.4 ± 4.9	85.0 ± 5.1	84.2 ± 5.1	84.5 ± 5.9	84.9 ± 5.2	85.2 ± 4.4	85.1 ± 5.4
HR(次/min)	83.4 ± 7.5	84.3 ± 9.1	83.8 ± 8.6	84.1 ± 8.7	84.4 ± 8.9	83.4 ± 8.6	84.5 ± 8.8
CVP(cm H <sub>2</sub> O)	11.1 ± 1.6	12.3 ± 1.8	12.7 ± 1.5	12.3 ± 1.9	12.0 ± 1.7	11.6 ± 1.6	11.6 ± 1.6

注:各指标治疗前及治疗后各时间点比较, $P$ 均>0.05

表4 血管活性药物调整( $n=20$ )

组别	多巴胺		硝普钠	
	例,(%)	剂量( $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}, \bar{x} \pm s$ )	例,(%)	剂量( $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}, \bar{x} \pm s$ )
对照组	3(15)	2.7 ± 1.2	2(10)	0.5 ± 0.1
试验组	10(50)	3.4 ± 1.4	10(50)	0.7 ± 0.2
$P$ 值	0.018	0.579	0.006	0.502

的影响,如深低温停循环时间、体外循环时间、患者术中体温;术后的液体出入量;还有患者自身的年龄、体重、凝血功能、炎症反应等<sup>[3-4]</sup>。这种术后低氧血症目前尚无行之有效的预防和治疗手段。

应用肺复张疗法纠正低氧血症的理论和临床实践已在多个学科广泛开展,在心血管外科领域的国内外研究中也取得了良好的治疗效果<sup>[5]</sup>。肺复张术可增加肺功能残气量,改善肺组织动态顺应性,有利于调节通气血流比值<sup>[6-7]</sup>。Minkovich等<sup>[8]</sup>在体外循环结束时和患者转入ICU 30 min内实施两次肺复张操作,分别于手术停机后、入ICU 3 h、转出ICU之前3个时间点监测对比动脉血气,发现 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 均优于未实施肺复张治疗组。Auler等<sup>[9]</sup>根据心外科术后早期患者氧合受损的严重程度,采用不同的压力水平实施肺复张: $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 低于200时压力采用30 cm H<sub>2</sub>O, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 低于150时压力采用40 cm H<sub>2</sub>O,使得全部患者低氧得以纠正、VT增加。本研究中我们对发生低氧血症的主动脉手术术后患者分别实施了常规机械通气治疗和肺复张治疗,结果显示肺复张组的 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 在短期内明显改善,同时未对 $\text{CO}_2$ 和VT产生影响。由于本研究例数较少,未得出机械通气时间明显缩短的阳性结果,但我们还是发现肺复张治疗对于缩短患者的机械通气时间是十分有帮助的。

由于肺复张实施过程中需采用较高的气道压力,有可能对患者的血流动力学产生影响,高跨肺压可改

变心脏的前、后负荷及心肌收缩力。Nielsen等<sup>[10]</sup>对10例血流动力学稳定的冠状动脉搭桥术后患者实施肺复张发现,心输出量下降超过50%,MAP降低约20%。目前广泛采用的肺复张方案主要有持续气道正压(CPAP)、压力控制通气结合呼气末正压(PCV+PEEP)和个体化肺复张等模式,研究表明,三者改善氧合的作用相似,而后两者对血流动力学的影响更小<sup>[11-12]</sup>。目前有关肺复张对血流动力学的影响的研究中,均未提及药物是否可纠正循环的变化,本研究采用PCV+PEEP压力逐渐降低的方案,同时密切观察HR和血压的变化,随时对患者正在应用的血管活性药物做出调整,保证了治疗期间的血流动力学稳定,最终所有患者对肺复张的耐受性良好,循环波动较小,且未出现气胸、纵隔气肿等气压伤,表明此方案是安全的。

## 参 考 文 献

- [1] Girdauskas E, Kuntze T, Borger MA, et al. Acute respiratory dysfunction after surgery for acute type A aortic dissection. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2010, 37:691-696.
- [2] Luo HY, Hu KJ, Zhou JY, et al. Analysis of the risk factors of postoperative respiratory dysfunction of type A aortic dissection and lung protection. *Perfusion*, 2009, 24:199-202.
- [3] Nakajima T, Kawazoe K, Izumoto H, et al. Risk factors for hypoxemia after surgery for acute type A aortic dissection. *Surg Today*, 2006, 36:680-685.
- [4] Kurabayashi M, Okishige K, Azegami K, et al. Reduction of the  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ratio in acute aortic dissection-relationship between the extent of dissection and inflammation. *Circ J*, 2010, 74:2066-2073.
- [5] Padovani C, Cavenaghi OM. Alveolar recruitment in patients in the immediate postoperative period of cardiac surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc*, 2011, 26:116-121.
- [6] Heinze H, Eichler W, Karsten J, et al. Functional residual capacity-guided alveolar recruitment strategy after endotracheal suctioning in cardiac surgery patients. *Crit Care Med*, 2011, 39:1042-1049.
- [7] Scohy TV, Bikker IG, Hofland J, et al. Alveolar recruitment strategy and PEEP improve oxygenation, dynamic compliance of respiratory

system and end-expiratory lung volume in pediatric patients undergoing cardiac surgery for congenital heart disease. Paediatr Anaesth, 2009,19;1207-1212.

[8] Minkovich L, Djaiani G, Katznelson R, et al. Effects of alveolar recruitment on arterial oxygenation in patients after cardiac surgery: a prospective, randomized, controlled clinical trial. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2007, 21; 375-378.

[9] Auler JJ, Nozawa E, Toma EK, et al. Alveolar recruitment maneuver to reverse hypoxemia in the immediate postoperative period of cardiac surgery. Rev Bras Anesthesiol, 2007, 57; 476-488.

[10] Nielsen J, Ostergaard M, Kjaergaard J, et al. Lung recruitment maneu-

ver depresses central hemodynamics in patients following cardiac surgery. Intensive Care Med, 2005, 31; 1189-1194.

[11] Celebi S, Koner O, Menda F, et al. The pulmonary and hemodynamic effects of two different recruitment maneuvers after cardiac surgery. Anesth Analg, 2007, 104; 384-390.

[12] Serita R, Morisaki H, Takeda J. An individualized recruitment maneuver for mechanically ventilated patients after cardiac surgery. J Anesth, 2009, 23; 87-92.

(收稿日期:2011-12-12)

(本文编辑:张岚)

刘子娜,杨戎,赵莉,等.肺复张治疗对纠正深低温停循环主动脉术后低氧血症的疗效观察[J/CD].中华临床医师杂志:电子版,2012,6(8):2057-2060.

