

气道压力释放通气和持续气道正压开放肺的比较

张纳新 秦英智 徐磊 王书鹏

【摘要】目的 探讨气道压力释放通气(APRV)与持续气道正压(CPAP)通气两种通气模式实施肺复张策略治疗急性呼吸窘迫综合征(ARDS)对血流动力学、肺力学和氧代谢指标的影响。**方法** 选择 ARDS 行机械通气及脉搏轮廓法持续血流动力学监测的患者 15 例,随机实施 APRV 模式肺复张或 CPAP 模式肺复张,每隔 4 h 复张 1 次。其中 APRV 组设定高水平压力(Phigh)为 35 cm H₂O(1 cm H₂O=0.098 kPa),低水平压力(Plow)为压力-容积(P-V)曲线的下拐点(LIP);CPAP 组设定 CPAP 为 35 cm H₂O;两组持续时间均为 40 s。记录复张前后的肺力学、氧代谢指标以及复张时的血流动力学变化。**结果** 在 APRV 模式下行肺复张时心脏指数(CI)轻度下降,且持续时间较短。两种复张模式均可使肺顺应性等力学参数及氧合明显改善,以 APRV 模式尤为明显。**结论** 采用 APRV 模式进行 ARDS 肺复张治疗可避免镇静剂的使用,对血流动力学干扰较小,对肺力学及氧合的改善优于 CPAP 模式。

【关键词】 气道压力释放通气; 持续气道正压; 肺复张

Clinical comparative study of airway pressure release ventilation and continuous positive airway pressure ventilation ZHANG Na-xin, QIN Ying-zhi, XU Lei, WANG Shu-peng. Intensive Care Unit, Tianjin Third Central Hospital, Tianjin 300170, China

【Abstract】Objective To evaluate the effects of airway pressure release ventilation (APRV) and continuous positive airway pressure (CPAP) on hemodynamics, lung mechanics and oxygen metabolism index. **Methods** Fifteen ARDS cases ventilated and monitored by the pulse contour method (PiCCO) were randomized into APRV group and CPAP group, then lung recruitment maneuver (RM) was executed every 4 hours. In APRV group, Phigh was 35 cm H₂O (1 cm H₂O=0.098 kPa) and Plow was set at lower inflection point (LIP) of the static pressure-volume (P-V) curve. In CPAP group, CPAP was also 35 cm H₂O. The duration of RM in both groups was 40 seconds. Before and after RM the parameters of lung mechanics, oxygen metabolism index and hemodynamics were monitored and compared. **Results** ① In APRV group cardiac index (CI) was decreased slightly during RM with shorter duration than CPAP group. ② The parameters of lung mechanics and oxygenation were improved significantly in both groups, and they were better in APRV group than CPAP group. **Conclusion** In APRV group sedation can be abstained during RM, and the hemodynamics were hardly disturbed. Improvement of lung mechanics and oxygenation is much better with APRV than CPAP mode.

【Key words】 airway pressure release ventilation; continuous positive airway pressure; lung recruitment maneuver

开放肺策略治疗目前已广泛用于临床急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征(ALI/ARDS)的治疗,开放肺策略强调吸气时必须克服肺泡开放的临界压,并且维持足够长的时间,在整个通气过程中,应用自主或内源性呼气末正压(PEEP)或应用足够高的 PEEP 水平防止肺泡塌陷^[1]。PEEP 的增加势必造成平均气道压(Pmean)的增加,很容易导致压力伤的发生,并对血流动力学造成不良影响^[2]。气道压力释放通气(APRV)作为一种保留自主呼吸的通气模式,可以最大限度地减少对肺力学和血流动力学的影响,尤适用于 ALI/ARDS 的治疗^[3]。我们应用 APRV 进行开放肺,并与用持续气道正压(CPAP)

模式实施肺复张进行比较研究。

1 资料与方法

1.1 病例与分组: 我院综合重症监护治疗病房(ICU)2003 年 2 月—2004 年 6 月收治各种原因导致 ARDS 行机械通气及脉搏轮廓法(PiCCO)持续血流动力学监测患者 15 例,其中男 10 例,女 5 例;年龄 48~78 岁,平均(62.8±10.3)岁。引起 ARDS 病因:急性重症坏死性胰腺炎 3 例,急性化脓性胆囊炎、胆管炎 3 例,吸入性肺炎 4 例,创伤性 ARDS 2 例,感染性休克伴多器官衰竭 2 例,小肠穿孔修补术后 1 例。均符合如下标准:急性起病;需正压通气支持,且 PEEP 10 cm H₂O(1 cm H₂O=0.098 kPa),吸入氧浓度(FiO₂)1.00 条件下 30 min 后测定血气,氧合指数(PaO₂/FiO₂)≤200 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa);X 线胸片显示肺水肿浸润影;无左房高

基金项目:天津市自然科学基金资助项目(023612211)

作者单位:300170 天津市第三中心医院 ICU

作者简介:张纳新(1968-),女(汉族),天津市人,副主任医师。

压的临床证据。

每例患者经口气管插管后连接 Dräger Evita 4 呼吸机(德国),设定基础通气模式为双水平气道正压通气(BiPAP)辅助自主呼吸(ASB)。上机时间 4~8 d。经右颈内静脉置入深静脉导管,持续中心静脉压(CVP)监测,经左/右股动脉置入Pulsioath PV2014L16A(德国,Pulsion)热稀释导管,PiCCO 连续血流动力学监测平均动脉压(MAP)、心脏指数(CI);连接 71034 Beoblingen 8 通道监护仪(美国,Agilent)行持续心电、脉搏氧饱和度(SpO₂)、呼吸频率(RR)监测并记录基础生命体征,如 MAP、心率(HR)、CI。描记压力-容积(P-V)曲线,并且记录上拐点(upper inflection point,UIP)、下拐点(lower inflection point,LIP)和最大顺应性。将患者随机分配到 APRV 组和 CPAP 组。

1.2 肺复张的实施和数据记录

1.2.1 APRV 肺复张:将 FiO₂ 调至 1.00,高水平压力(Phigh)为 35 cm H₂O,低水平压力(Plow)为 LIP,高压持续时间(Thigh)为 20 s,低压持续时间(Tlow)为 0.5 s,共持续 40 s,复张后恢复基础通气模式,复张时记录血流动力学参数变化。共复张 5 次,每次间隔 4 h,记录第 3 和 5 次肺力学及氧代谢指标变化。

1.2.2 CPAP 肺复张:复张前 FiO₂ 调至 1.00,压力支持(PS)调至 0,PEEP 在 10 s 内升至 35 cm H₂O,持续 40 s,然后于 5 s 内 PEEP 降至 10 cm H₂O,恢复基础通气模式,复张时记录血流动力学参数变化。共复张 5 次,每次间隔 4 h,记录第 3 和 5 次肺力学及氧代谢指标变化。

1.2.3 P-V 曲线描记:以 20 ml/kg 描记复张前及复张第 3 和 5 次后的 P-V 曲线,采用 Boltzmann 公式拟和曲线数学模型确定肺顺应性及 UIP、LIP。

1.3 统计学处理:数据以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较用 t 检验,组内比较用单因素方差分析,P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 对 PaO₂/FiO₂ 的影响(表 1):两种复张法均能显著改善氧合,APRV 组改善更明显(P<0.05)。

表 1 肺复张对 PaO₂/FiO₂ 的影响($\bar{x} \pm s, n=15$)
Table 1 Influence of RM on PaO₂/FiO₂ ($\bar{x} \pm s, n=15$)

组别	基础值	复张 3 次后	复张 5 次后
APRV 组	149.79±32.49	349.61±38.88▲*	406.68±31.49▲*
CPAP 组	153.67±28.65	288.23±29.69▲	357.48±32.02▲

注:与本组基础值比较:▲P<0.05;与 CPAP 组相同时间比较: *P<0.05

2.2 对连续血流动力学的影响(表 2):两种复张方法对 MAP 的影响均较明显,两组在复张第 20 s 开始出现血压明显下降,APRV 组复张后第 10 s 即恢复至正常水平,CPAP 组在第 30 s 恢复,复张时两组 HR 均有所增加,但无统计学意义。两组 CVP 变化基本一致,APRV 组复张时第 20 s 开始显著升高,并维持高水平至复张后 30 s,CPAP 组复张第 10 s CVP 显著升高,至复张后 30 s 恢复正常水平。两组 CI 在复张过程中均有明显下降,APRV 组在复张后 30 s 恢复,CPAP 组在复张后 60 s 恢复。

2.3 P-V 曲线的变化趋势(表 3):肺复张后,ARDS 肺顺应性明显增加,CPAP 组出现变化的时间较晚,第 5 次复张后才有明显变化,而且改善程度不如 APRV 组(P<0.05)。

表 2 APRV 和 CPAP 两种通气模式肺复张患者连续血流动力学变化比较($\bar{x} \pm s, n=15$)

Table 2 Comparison of continuous hemodynamics between RM patients with APRV or CPAP ($\bar{x} \pm s, n=15$)

组别	指标	复张前	复张时 10 s	复张时 20 s	复张时 30 s	复张时 40 s	复张后 10 s	复张后 30 s	复张后 60 s	复张后 120 s
APRV 组	MAP(mm Hg)	83.6±7.7	79.2±8.2	76.0±7.8▲	74.9±7.0▲	74.3±5.8▲	79.8±8.7	83.5±8.2	82.5±6.6	82.9±8.4
	HR(次/min)	90.6±11.4	93.1±13.4	94.6±10.2	95.9±9.5	96.5±12.3	93.7±8.7	92.6±13.4	90.8±13.3	93.3±12.7
	CVP(mm Hg)	7.5±1.0	8.7±3.2	10.0±3.3▲	11.3±2.9▲	11.4±2.5▲	8.9±3.4▲	7.6±4.1	7.5±4.8	7.6±3.5
	CI(L·min ⁻¹ ·m ⁻²)	2.3±0.4	2.1±0.3	2.1±0.3	2.0±0.4	1.8±0.3▲	1.8±0.4▲	2.2±0.3	2.3±0.3	2.3±0.2
CPAP 组	MAP(mm Hg)	84.8±7.7	81.4±8.3	78.0±6.8▲	76.9±7.5▲	76.0±6.2▲	77.8±8.9▲	82.5±8.4	80.5±9.0	81.3±7.7
	HR(次/min)	89.9±15.1	91.8±10.7	94.6±13.3	97.0±13.4	97.6±17.3	93.5±15.3	89.7±14.3	90.2±13.2	89.3±11.9
	CVP(mm Hg)	7.7±1.2	11.3±2.7▲	11.9±3.5▲	12.6±3.9▲	11.9±2.0▲	9.4±3.8▲	8.2±3.7	8.0±4.0	7.9±4.9
	CI(L·min ⁻¹ ·m ⁻²)	2.5±0.4	2.2±0.3▲	1.9±0.3▲	1.6±0.2▲	1.6±0.2▲	1.7±0.4▲	2.2±0.2	2.6±0.4	2.4±0.5

注:与复张前比较:▲P<0.05

表 3 肺复张对 P-V 曲线 LIP、UIP 和顺应性的影响($\bar{x} \pm s, n=15$)

Table 3 Influence of RM on lower and upper inflection point of P-V curve and compliance ($\bar{x} \pm s, n=15$)

组别	LIP			UIP			肺顺应性		
	复张前	复张 3 次后	复张 5 次后	复张前	复张 3 次后	复张 5 次后	复张前	复张 3 次后	复张 5 次后
APRV 组	18.9±4.4	14.6±3.8▲*	13.4±4.4▲*	42.5±3.4	45.9±4.4▲*	44.6±5.3▲*	20.7±5.9	24.2±6.6▲*	23.9±4.9▲*
CPAP 组	20.8±5.3	18.7±4.2	16.4±3.9▲	41.8±4.3	39.3±5.0	42.6±4.8	19.7±4.7	21.4±5.1	22.3±4.6

注:与本组复张前比较:▲P<0.05;与 CPAP 组相同时间比较: *P<0.05

3 讨论

ARDS 是由多种因素引起的以低氧血症、肺顺应性下降为主要表现的呼吸衰竭^[4]。肺顺应性的下降是由于肺内表面活性物质代谢受到干扰致肺泡表面张力增加,使肺泡气液面压力增加,最终使呼气末肺泡塌陷、肺不张以及肺内右-左分流增加,导致 PaO₂ 下降。使塌陷的肺泡复张以改善氧合需要较高的开放压力。选择合理的复张压力以及复张后选用多大的压力维持开放状态,可以从单个肺泡的 P-V 曲线上得到答案^[5]。然而 ARDS 肺部病变是不均质的,肺底部重力依赖区的肺泡由于需要克服静水压力,所需的复张压力较大。单纯增加复张压力以实现肺泡复张的目的显然会加重非依赖区和正常肺泡组织的损伤。对肺组织静态 P-V 曲线的分析表明, P-V 曲线的 UIP 是保证大部分肺泡复张的最低压力^[6],目前采用的 CPAP 复张,压力一般在 UIP 左右。我们的前期研究表明,在 UIP 上 5 cm H₂O 复张,上、中段肺组织病理已呈现出明显的肺泡过度膨胀、断裂、融合的现象(待发表)。受呼吸机条件的限制,本研究采用统一的复张压力(35 cm H₂O)来比较 APRV 与 CPAP 两种不同的复张手段。

本研究结果表明,采用 APRV 复张较 CPAP 复张能更好地改善 ARDS 的肺顺应性,更好地改善氧合以及较小的血流动力学干扰(但统计学上差异无显著性)。APRV 是允许自主呼吸的反比通气模式,同 BiPAP 模式一样均为压力控制通气,实施 APRV 复张的过程中自主呼吸并未受到限制,在高 CPAP 上产生的自主呼吸使胸膜腔或胸腔产生的压力下降,增加跨肺压,从而有利于肺泡复张,增加功能残气量,有利于氧合的改善^[7]。而且应用 APRV 模式无需使用镇静剂,保留自主呼吸所产生的负压在胸膜腔内分布并不均匀,靠近膈肌的肺底部负压要

大于肺尖部,这样肺基底部的跨肺压增大更明显,有利于底部肺组织克服静水压而复张。另一方面,自主呼吸的存在减少了气道压增加对胸腔内心脏及大血管的压力,有利于静脉回流,增加 CO,从而提高氧输送^[8]。

总之,在相同的复张压力下,应用 APRV 复张对血流动力学的影响最小,较 CPAP 方法能更好地改善氧合,减少对血流动力学的影响。

参考文献:

- 1 Halter J M, Steinberg J M, Schiller H J, et al. Positive end-expiratory pressure after a recruitment maneuver prevents both alveolar collapse and recruitment/derecruitment [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2003, 167: 1620 - 1626.
- 2 Nieszkowska A, Lu Q, Vieira S, et al. Incidence and regional distribution of lung overinflation during mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure [J]. Crit Care Med, 2004, 32: 1496 - 1503.
- 3 Milo P, Nader M. Airway pressure release ventilation: theory and practice [J]. AACN Clin Issues, 2001, 12: 234 - 246.
- 4 李进东, 韩立波. 急性呼吸窘迫综合征治疗新进展 [J]. 中国危重病急救医学, 2002, 14: 571 - 573.
- 5 Servillo G, De Robertis E, Maggiore S, et al. The upper inflection point of the pressure-volume curve: influence of methodology and of different modes of ventilation [J]. Intensive Care Med, 2002, 28: 842 - 849.
- 6 Kallet R H. Pressure-volume curves in the management of acute respiratory distress syndrome [J]. Respir Care Clin N Am, 2003, 9: 321 - 341.
- 7 Putensen C, Norbert J M, Putensen - Himmer G, et al. Spontaneous breathing during ventilatory support improves ventilation-perfusion distributions in patients with acute respiratory distress syndrome [J]. Am J Respir Crit Care Med, 1999, 159: 1241 - 1248.
- 8 Lewis J, Heatherlee B, Vincent F. Airway pressure release ventilation increases cardiac performance in patients with acute lung injury/acute respiratory distress syndrome [J]. Crit Care, 2001, 5: 221 - 226.

(收稿日期: 2004-11-10 修回日期: 2005-04-06)

(本文编辑: 李银平)

• 启事 •

机械通气学习班消息

解放军总医院(三〇一医院)南楼呼吸科应用机械通气救治严重呼吸衰竭已有 20 多年的历史,抢救患者数千例次,成功率达国内外先进水平。科内拥有 Simens900C、300A、servi、PB840、7200、760、740、伽利略及 Evita4、EvitaXL 等各种品牌的呼吸机 50 余台,平均每天有 40 余台呼吸机应用于患者。近年已连续举办 4 届全国机械通气学习班,受到众多专业人士的好评。今年我们与西门子中国公司合作将于 2005 年 9 月下旬在北京联合举办“第五届全国机械通气临床应用学习班”,该项目为国家级继续教育项目(编号:国字 04-02-033)。学习班仍由俞森洋教授主讲,邀请国内知名呼吸病专家罗慰慈、王辰、刘又宁、蔡柏嵩、林江涛、孙铁英等教授参与授课。课程内容丰富、形式多样,理论与实践并重。欢迎全国各地的专业人士报名参加。

报名地址:北京市复兴路 28 号 解放军总医院南楼呼吸科;邮编:100853。联系人:张晓军,李文兵,高德伟。电话:010-66939623,66937674。BP:010-66939115 呼张晓军,李文兵或高德伟。Email:zhangxiaojun301@sina.com 或 gaodw301@sina.com。

(解放军总医院)