DOI:10.16016/j.1000-5404.2003.18.030
第25卷第18期 第三军医大学学报 Vol. 25, No. 18
1662 2003年9月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Sep. 2003

论著

文章编号:1000-5404(2003)18-1662-03

控制性肺膨胀对急性肺损伤患者肺机械力学及血流动力学的影响

邓朝霞,文 亮,刘明华,熊建琼 (第三军医大学附属西南医院急救部ICU,重庆 400038)

提 要:目的 探讨控制性肺膨胀(SI)同小潮气量通气模式结合对急性肺损伤(ALI)患者的肺复张作用及其对血流动力学的影响。方法 选择严重创伤并发ALI的患者,先予基础通气1 h,然后分别给予20 cm H_2O×30 s(SI_1)、30 cm H_2O×30 s(SI_2)、40 cm H_2O×30 s(SI_3)、50 cm H_2O×30 s(SI_4)的SI各通气1 h,在基础通气1 h、SI后1 h以及回到基础通气1 h各时点监测肺机械力学和血流动力学指标。结果 与基础通气模式相比,SI_1及SI_2后各指标无明显变化,SI_3和SI_4后EELV显著增加,Cst显著提高,而Paw、PAP和PVRI则显著降低,SI对HR、AP、CI等血流动力学指标均无显著影响。结论 SI同小潮气量通气模式结合治疗ALI患者时,具有肺复张作用,能改善肺顺应性,且对血流动力学无明显不良影响。

关键词:控制性肺膨胀;小潮气量通气;急性肺损伤;肺复张
中图法分类号:R322.3+5;R454.4;R563 文献标识码:A

Effects of sustained inflation on pulmonary mechanics and hemodynamics in patients with acute lung injury

DENG Zhao-xia, WEN Liang, LIU Ming-hua, XIONG Jian-qiong (Department of Emergency, Southwest Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To investigate the effects of sustained inflation (SI) combined with small tidal volume ventilation on lung recruitment and hemodynamics in patients with acute lung injury (ALI). **Methods** Patients with severe trauma followed by ALI were selected for this study. Patients underwent small tidal volume ventilation (baseline) for 1 h and then SI with 20 cm H_2O×30 s(SI_1), 30 cm H_2O×30 s(SI_2), 40 cm H_2O×30 s(SI_3) and 50 cm H_2O×30 s(SI_4) for 1 h, respectively. Parameters of pulmonary mechanics and hemodynamics were measured at 1 h after baseline, SI and returning baseline, respectively. **Results** Compared with those of the baseline, no changes of parameters were found after SI_1 and SI_2, but EELV and Cst increased significantly after SI_3 and SI_4. Paw, PAP and PVRI decreased significantly after SI_3 and SI_4. After SI interruption, all the physiological variables returned to baseline. SI had no significant effect on HR, AP and CI. **Conclusion** Treatment with SI combined with small tidal volume ventilation in patients with ALI can provide lung recruitment and improve lung compliance, but it has no significant side effect on hemodynamics.

Key words: sustained inflation; small tidal volume ventilation; acute lung injury; lung recruitment

急性肺损伤(Acute lung injury,ALI)患者进行机械通气的主要目的是维持足够的气体交换,同时避免呼吸机相关的肺损伤,要达到这一目的的关键是限制肺泡的过度膨胀,同时保证呼气末足够的肺容量以防止肺泡塌陷。虽然有报道认为小潮气量通气可以减轻肺损伤[1],但小潮气量通气不利于肺泡复张,无法获得最佳氧合,而且Muscedere等[2]认为还会增加肺损伤,因而限制了肺保护性通气策略的应用。控制性肺膨胀(Sustained inflation,SI)是在吸气时给予患者足够高的气道压力,并屏气一段时间,使塌陷的肺泡充分开放,使病变程度不一的肺泡间达到平衡,以增加肺泡的稳定性,改善氧合,降低肺损伤。本研究拟通过SI同小潮气量通气模式结合对ALI患者肺机械力学及血流动力学的影响与单纯小潮气量通气模式的比较,探讨SI同小潮气量通气模式结合对急性肺损伤患者的肺复张作用及其对血流动力学的影响。

1 资料和方法

1.1 临床资料

选择第三军医大学附属西南医院急救部严重创伤并发急

作者简介:邓朝霞(1970-),女,重庆市綦江县人,硕士研究生,主治医师,主要从事创伤并发症、急性肺损伤、急性呼吸窘迫综合征机械通气治疗方面的研究,发表论文5篇。电话:13647684542

收稿日期:2002-10-02;修回日期:2003-02-10

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

性肺损伤(Acute lung inury, ALI)患者 31 例, 男 22 例, 女 9 例, 平均年龄 43.9 岁。诊断符合标准[3]。损伤严重程度(ISS)评分为(23.5±9.2)分。

1.2　方法

1.2.1　试验前处理　　患者确诊 ALI 后立即入 ICU, 气管插管接呼吸机(Servo 900C, Simens elema 公司)控制通气, 持续静脉泵入咪唑安定(0.05 mg·kg^{-1}·h^{-1})和维库溴铵(2 μg·kg^{-1}·min^{-1}), 使患者处于充分镇静和肌肉松弛状态, 液体输注速度保持恒定。Ventrak 呼吸功能监护仪(美国 Novamatrix 公司)监测呼吸参数。惠普多参数监测仪(Hewlett packard, model 66s)持续监测心电图、血压、氧饱和度。经右颈内静脉置入 Swan-Ganze (Arrow 公司)导管, 接压力传感器和心排插件, 并与监护仪连接。

1.2.2　基础通气模式的确定　　容量控制通气, 方形波, 潮气量 5～8 ml/kg, 呼气末正压(Positive end-expiratory pressure, PEEP)为静态压力-容积曲线(Static P-V curve)的低位转折点(Pinf)以上 2 cm H_2O(1 cm H_2O= 0.098 kPa), 吸气时间 25%, 吸气暂停 5%, 吸氧浓度(35%～80%)。

1.2.3　PEEP 的选择　　具体用气道闭合法: 容量控制, PEEP 为 0 cm H_2O, 除呼吸频率外, 每分钟通气量、吸气时间、吸气暂停时间保持不变, 呼吸频率从 5 次/min 开始, 每次递增 5 次, 直至呼吸频率达 50 次/min。将所得 VT 和相应的 Pplat 输入 MS-Office Excel 软件, 得到 Static P-V curve, 用双向直线回归法计算曲线的低位转折点, 并以高于 Pinf 2 cm H_2O 的压力为最佳 PEEP[1]。

1.2.4　SI 的实施　　基础通气 1 h 后, 将通气模式改为压力控制, 给予 20 cm H_2O 气道压力, 在吸气时按吸气暂停键持续 30 s 后回到基础通气模式, 通气 1 h, 在此期间, 潮气量、PEEP、呼吸频率、吸氧浓度、吸气时间、吸气暂停时间等均保持不变, 同时保持患者同呼吸机相连, 以免复张了的肺泡塌陷, 此为 SI_1。SI_1 结束后, 将患者同呼吸机脱离 10 s, 使复张了的肺泡重新塌陷, 然后回到基础通气模式通气 10 min, 接着进行 SI_2, 给予 30 cm H_2O 压力, 在吸气时按吸气暂停键持续 30 s 后回到基础通气模式, 通气 1 h。同理进行 SI_3, 压力为 40 cm H_2O, 同样吸气暂停 30 s。最后进行 SI_4, 压力为 50 cm H_2O, 吸气暂停 30 s。

1.2.5　监测　　① 肺机械力学: 记录潮气量(VT)、气道峰压(PIP)、气道平均压(Pm)、气道平台压(Pplat), 计算出肺静态顺应性(Cst), 利用简易闭合氦稀释法测定呼吸末肺容积(EELV)[4]。② 血流动力学: 监测平均动脉血压(MAP)、心率(HR)、肺动脉压(PAP)、中心静脉压(CVP)、肺动脉楔压(PAWP), 利用热稀释法测定心输出量(CO), 计算体循环阻力指数(SVRI)、肺循环阻力指数(PVRI)、左室每搏做功指数(LVSWI)、右室每搏做功指数(RVSWI)。在基础通气 1 h、各次 SI 后 1 h 以及回到基础通气后 1 h 分别收集上述肺机械力学指标及血流动力学指标。

1.3　统计学处理

数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示。多组间比较采用无重复的两因素方差分析, 两组间比较采用 q 检验。

2　结果

2.1　实施 SI 后肺机械力学的变化

实施 SI_1 及 SI_2 后, 气道压力、EELV 及 Cst 均无显著性变化。实施 SI_3 和 SI_4 后, PIP、Pplat、Pm 均显著降低, EELV 显著增加, Cst 亦显著提高($P<0.01$)。但 SI_3 和 SI_4 相比, 无论 PIP、Pplat、Pm, 还是 EELV、Cst 均无显著性差异($P>0.05$), 见表 1。

表 1　SI 对 ALI 患者肺机械力学的影响($\bar{x}\pm s$)

Tab 1　Effects of SI on pulmonary mechanics($\bar{x}\pm s$)

	PIP (cm H_2O)	Pplat (cm H_2O)	Pm (cm H_2O)	EELV (L)	Cst (ml/cm H_2O)
Baseline	25.9±3.7	20.6±2.9	14.0±2.5	1.49±0.6	42.4±6.6
SI_1	25.8±3.7	20.5±3.1	13.9±2.6	1.47±0.5	42.8±6.5
SI_2	25.9±3.8	20.6±3.1	14.1±2.7	1.52±0.6	42.6±6.4
SI_3	25.3±3.9 *	20.2±3.2 *	13.6±2.1 *	1.91±0.7 **	44.5±7.4 **
SI_4	25.4±3.5 *	20.1±3.1 *	13.5±2.5 *	1.94±0.7 **	44.6±7.4 **
Baseline	26.1±4.0	20.6±3.0	13.9±2.5	1.51±0.6	42.9±6.1

*: $P<0.05$, **: $P<0.01$ *vs* baseline

2.2　实施 SI 后血流动力学的变化

在实施 SI_1 及 SI_2 后, 所有血流动力学指标均无显著性变化, 实施 SI_3 及 SI_4 后心率(HR)、平均动脉压(MAP)、中心静脉压(CVP)、肺动脉楔压(PAWP)、心脏指数(CI)、心脏做功指数(SWI)均无显著性变化, 仅 MPAP 及 PVRI 有所下降, 见表 2。

表 2　SI 对 ALI 患者血流动力学的影响($\bar{x}\pm s$)

Tab 2　Effects of SI on hemodynamics ($\bar{x}\pm s$)

	HR (r/min)	MAP (mmHg)	CVP (mmHg)	MPAP (mmHg)	PAWP (mmHg)	CI (L·min^{-1}·m^{-2})	SVRI (dyne·s^{-1}·cm^{-5}·m^{-2})	PVRI (dyne·s^{-1}·cm^{-5}·m^{-2})	LVSWI (g/m)	RVSWI (g/m)
Baseline	112±14	86.4±9.0	11.8±2.8	25.0±3.8	13.0±3.0	3.87±0.54	1574±284	250±78	35.3±8.8	6.3±2.3
SI_1	111±14	86.2±9.8	11.8±2.7	25.2±4.0	13.2±2.7	3.86±0.53	1578±328	251±81	35.3±9.4	6.4±2.3
SI_2	112±15	87.5±8.1	11.7±3.0	24.7±3.8	13.2±3.0	3.88±0.54	1591±274	240±79	35.8±8.8	6.3±2.2
SI_3	114±16	85.7±8.5	10.9±2.9	23.2±3.8 **	13.4±2.7	3.90±0.53	1571±286	204±85 **	34.5±8.0	5.8±2.3
SI_4	112±16	85.4±8.4	11.1±2.8	23.5±3.9 **	13.0±3.6	3.87±0.55	1568±288	211±88 **	33.9±8.8	5.9±2.3
Baseline	109±15	87.0±9.0	11.7±3.0	25.0±4.1	13.3±2.9	3.88±0.51	1576±270	242±85	35.8±8.6	6.4±2.2

**: $P<0.01$ *vs* baseline

2.3　临床结果

本组病例对 SI 都能较好耐受, 无 1 例发生气胸, 无 1 例退出试验, 除了在实施 SI_4 的 30 s 过程中有 3 例出现一过性血压下降(其中最低 1 例收缩压达到 81 mmHg), 5 例出现心率增快,

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

但30 s的SI结束后,心率、血压便很快恢复,此外未发现严重低血压及心率失常。本组病例最后死亡5例,存活26例,病死率16.1%。

3 讨论

近年来机械通气所致的肺损伤越来越受到人们的重视,为了避免大潮气量、高气道压通气模式所致的肺损伤,人们逐渐采用小潮气量、低气道压、允许性高碳酸血症的肺保护性通气模式,以减轻肺损伤。但Bendixen等[5]在麻醉过程中对正常肺进行小潮气量通气,导致了进行性肺膨胀不全而引起的低氧血症。SI正是为了为了避免大潮气量通气所致的肺损伤以及小潮气量通气所致的肺膨胀不全而产生的一种肺保护性通气策略。

SI作为一种肺复张策略,可增加肺容积及功能残气量[6]。本实验结果表明,实施SI后,气道压力降低,EELV显著增加,Cst显著提高,同时能改善氧合[7]。由于ALI患者肺水肿和肺不张不是均匀分布的,促使不同区域塌陷肺泡复张的压力不同且需要一定时间,因此,在吸气时应用SI,给予一个较高的气道压力,并持续一定时间,可使病变程度不一的肺泡充分复张,同时以PEEP使复张了的肺泡保持开放,从而增加肺容积,改善肺顺应性,改善氧合,降低肺内分流。Walsh等[8]也发现对兔ARDS模型进行HFOV治疗时应用SI,可使功能残气量增加,肺顺应性提高。Lapinsky等[9]发现,ARDS患者应用30~45 cm H_2O压力的SI后,动脉血氧饱和度显著增加。因此,ALI患者在机械通气时应用SI能改善肺顺应性,提高氧合,有利于患者的预后。

我们的研究结果表明,在实施SI后,MAP、PAWP、CVP、CI和SWI等均无显著改变,但MPAP及PVRI显著下降,原因可能是肺复张后肺血管阻力下降所致。Fort等[10]也观察到ARDS患者行HFOV治疗时,实施SI后MAP升高而MPAP下降的现象。同时我们还观察到在30 s的SI过程中,主要是在SI_4过程中,部分患者出现MAP下降、HR增快的现象,SI结束后又很快恢复,原因可能是气道压力过高致胸内压增加,影响静脉回流,降低心输出量,从而影响心率和血压。SI虽可致一过性动脉血压及心率改变,但在30 s的SI结束后可很快恢复,对心输出量及心脏做功指数等血流动力学指标无明显不良影响,且可降低肺循环阻力,有利于改善氧合。

此外我们发现,当SI的压力为40 cm H_2O和50 cm H_2O的时候,能增加EELV,提高Cst,同时能改善氧合[7],而当SI的压力为20 cm H_2O及30 cm H_2O时,对EELV和Cst均无显著改善作用,由此可见SI对肺顺应性和氧合的改善作用与SI的压力大小有密切关系。如果SI的压力过低,则无法使肺充分复张,达不到改善肺顺应性和氧合的目的,但是,如果所给SI压力过高,则可增加气压伤的危险性。因此我们认为SI的合适压力应为40~50 cm H_2O。

目前存在多种肺复张(RM)的方法,如"Sigh"、"Extend sigh"以及"逐渐增加平均气道压"等方法,SI只是众多RM方法中的一种,我们没有研究SI同其它RM方法相比的优劣性,但我们采用的SI方法简便易行,能明显改善肺顺应性和氧合,降低肺血管阻力,且无明显副作用,对指导临床机械通气治疗具有重要作用。

参考文献:

[1] Amato M B, Barbas C S, Medeiros D M, *et al*. Effect of protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome[J]. N Engl J Med, 1998, 338(6): 347-354.

[2] Muscedere J G, Mullen J B, Gan K, *et al*. Tidal ventilation at low airway pressures can augment lung injury[J]. Am J Respir Crit Care Med, 1994, 149(5): 1327-1334.

[3] Bernard G R, Artigas A, Brigham K L, *et al*. The American-European Consensus Conference on ARDS. Definitions, mechanisms, relevant outcomes and clinical trial coordination[J]. Am J Respir Crit Care Med, 1994, 149(3 Pt 1): 818-824.

[4] Gattinoni L, Pelosi P, Suter P M, *et al*. Acute respiratory distress syndrome caused by pulmonary and extrapulmonary disease. Different syndromes?[J] Am J Respir Crit Care Med, 1998, 158(1): 3-11.

[5] Bendixen H H, Hedley-Whyre J, Laver M B. Improved oxygenation in surgical patients during general anesthesia with controlled ventilation[J]. N Engl J Med, 1963, 2633: 991-996.

[6] Rimensberger P C, Cox P N, Frndova H, *et al*. The open lung during small tidal volume ventilation: concepts of recruitment and "optimal" positive end-expiratory pressure[J]. Crit Care Med, 1999, 27(9): 1946-1952.

[7] 邓朝霞, 文 亮, 刘明华. 控制性肺膨胀对急性肺损伤患者肺气体交换及氧代谢的影响[J]. 中国急救医学, 2003, 23(1): 18-20.

[8] Walsh M C, Carlo W A. Sustained inflation during HFOV improves pulmonary mechanics and oxygenation[J]. J Appl Physiol, 1988, 65(1): 368-372.

[9] Lapinsky S E, Aubin M, Mehta S, *et al*. Safety and efficacy of a sustained inflation for alveolar recruitment in adults with respiratory failure[J]. Intensive Care Med, 1999, 25(11): 1297-1301.

[10] Fort P, Farmer C, Westerman J, *et al*. High-frequency oscillatory ventilation for adult respiratory distress syndrome—a pilot study[J]. Crit Care Med, 1997, 25(6): 937-947.

(编辑 陈聪连)

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net