

• 论著 •

不同呼气末正压水平对肺复张患者脑灌注压及血流动力学的影响

杨自建 张翔宇 沈菊芳 王启星 樊海蓉 蒋欣 陈亮

【摘要】 目的 观察肺复张(RM)对颅内压(ICP)、脑灌注压(CPP)及平均动脉压(MAP)的影响。方法 选择因严重颅脑疾患伴肺损伤需要进行机械通气的 6 例患者,在进行 RM 的同时进行持续 ICP、MAP、中心静脉压(CVP)、脉搏血氧饱和度(SpO₂)等监测。RM 采用压力控制通气模式,逐步提升呼气末正压(PEEP)的方法。结果 6 例患者共进行 22 例次 RM,2 例次分别在 3 cm H₂O(1 cm H₂O=0.098 kPa)和 6 cm H₂O PEEP 水平出现 MAP、CPP 显著降低而终止。其余 20 例次 RM 中不同 PEEP 水平相应的 MAP、CVP、ICP、CPP 平均值与基础值相比差异均无统计学意义(P 均 >0.05);MAP 与 CPP 呈高度相关性($r=0.706, P=0.000$)。20 例次 RM 中,单次 RM 内参数间呈高度相关性的比例:MAP 与 CPP 占 85%(17/20);PEEP 与 CVP 占 75%(15/20);PEEP 与 ICP 占 75%(15/20);PEEP 与 CPP 占 40%(8/20)。22 例次 RM 中 MAP 随 PEEP 变化有 6 种趋势:8 例次相对稳定;6 例次随 PEEP 增加而降低,然后随 PEEP 降低而逐渐回升;2 例次随 PEEP 增加而升高,随 PEEP 降低逐渐回到基础值;2 例次随 PEEP 增加而降低,PEEP 降低后 MAP 不能相应升高;2 例次随 PEEP 增加而增加,在 PEEP 降到基础值后 MAP 仍维持在高水平;2 例次随 PEEP 增加 MAP 急剧降低而终止 RM。11 例次 RM 中 ICP 随 PEEP 升高而升高,随 PEEP 降低而降低;6 例次在 RM 过程中无明显变化;3 例次 RM 后 ICP 处于高值未回到基线。12 例次 RM 中 CPP 随 PEEP 升高而降低,随 PEEP 降低而增加,并随 PEEP 回到基线时恢复到基础值;6 例次无明显变化;2 例次 CPP 维持在低值,分别在 PEEP 回到基线后 10 min、20 min 恢复到基础值。结论 RM 对 MAP、ICP、CPP 的影响存在明显的个体差异。ICP 监测有助于保障脑部疾患合并肺损伤患者 RM 实施的安全性。

【关键词】 肺复张; 血流动力学; 肺损伤; 颅脑损伤

The impact of positive end-expiratory pressure on cerebral perfusion pressure and hemodynamics in patients receiving lung recruitment maneuver YANG Zi-jian, ZHANG Xiang-yu, SHEN Ju-fang, WANG Qi-xing, FAN Hai-rong, JIANG Xin, CHEN Liang. Surgical Intensive Care Unit, Shanghai Tenth People's Hospital, Tongji University, Shanghai 200072, China

Corresponding author: ZHANG Xiang-yu (Email: xiangyu62@126.com)

【Abstract】 **Objective** To explore the impact of lung recruitment maneuver (RM) on intracranial pressure (ICP), cerebral perfusion pressure (CPP) and mean arterial pressure (MAP). **Methods** RM was performed and ICP, MAP, central venous pressure (CVP), saturation of arterial oxygen (SpO₂) were monitored continuously in 6 severe cerebral injury patients combined with lung injury, who were indicated for mechanical ventilation and meeting the criteria for intracranial pressure monitoring. RM included pressure control ventilation with stepwise increase in positive end-expiratory pressure (PEEP). **Results** RM was performed for 22 times in 6 patients, among them two were moribund due to sharp drop of blood pressure and CPP. In the remaining 20 attempts, the mean values of MAP, CVP, ICP, CPP measured at each PEEP level showed no significant difference compared with baseline values (all $P > 0.05$). MAP was significantly correlated with CPP ($r = 0.706, P = 0.000$). In the remaining RMs, a correlation between MAP and CPP accounted for 85% (17/20) of total RMs, that between PEEP and CVP accounted for 75% (15/20), that between PEEP and ICP accounted for 75% (15/20), and that between PEEP and CPP existed in 40% (8/20). In a total of 22 cases, there were 6 patterns of response of MAP to alteration in PEEP: MAP maintained relatively stable in 8 case, MAP decreased when PEEP increased and increased when PEEP decreased in 6 case; in 2 cases MAP elevated with increase in PEEP, and drop to baseline with decrease in PEEP, in 2 cases it fell with increase in PEEP but it did not rise with decrease in PEEP, in 2 cases it rose with increase in PEEP but remained at a high level with PEEP decreased to baseline, in 2 cases, MAP dropped abruptly with increase in PEEP resulting in termination of RM. In 11 cases, ICP increased with increase in PEEP and decreased with lowering of PEEP. ICP maintained stable in 6 cases, and ICP maintained at a high level and did not return to baseline after RM in 3 cases. CPP decreased with increase in PEEP and increased when PEEP decreased, and it returned to baseline when PEEP was back to baseline in 12 case. CPP kept constant in 6 case. In 2 cases, CPP remained at a low level, and it returned to baseline 10-20 minutes after PEEP was lowered to baseline. **Conclusion** There is considerable individual difference in impact of RM on MAP, ICP and CPP in patients with cerebral. ICP monitoring is helpful to assure safety of RM in patients with cerebral injury complicated with lung injury.

【Key words】 lung recruitment maneuver; hemodynamic; lung injury; cerebral injury

多发伤、多器官功能不全往往同时合并急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征(ALI/ARDS)及严重脑水肿,使治疗变得相对困难。目前肺复张(RM)是治疗 ALI/ARDS、严重低氧血症的主要治疗措施^[1-2]。理论上, RM 可诱导胸腔内高压,减少静脉回流量,降低心排血量,由于静脉回流量减少,有可能加重颅内高压。颅内压(ICP)升高、血压及心排血量降低,进一步降低脑灌注压(CPP),可诱导脑部继发性缺血、缺氧性损伤。从这种观点出发,临床医生在处理肺功能不全合并脑水肿时,可能面临进退两难的境地。如何妥善处理 RM 及颅内高压的矛盾是有待解决的问题。本研究中探讨 RM 中不同呼气末正压(PEEP)水平与 ICP、CPP、平均动脉压(MAP)的变化关系。

1 资料与方法

1.1 研究对象:2007 年 5—10 月 6 例合并 ALI/ARDS 的神经外科患者临床资料见表 1。

表 1 6 例患者的临床资料

例序	性别	年龄(岁)	疾病	RM 次数(次)
1	男	65	多发伤(包括肺挫伤),肺炎	4
2	男	75	脑出血,重症肺炎	3
3	男	80	颅脑外伤,肺挫伤,肺炎	2
4	男	36	脑出血,肺炎	4
5	男	71	脑出血,肺炎	4
6	女	65	蛛网膜下腔出血,吸入性肺炎	5

1.2 研究方法:在试验中患者取平卧位,中心静脉、桡动脉置管,连接雅培压力传感器/42584,监视器应用 PHILIPS MP50。ICP 测定部位为左或右侧脑室,手术患者在手术中放置导管,非手术患者选择额中线旁开 2 cm、额部发髻后 2 cm 为穿刺点。RM 前对 MAP、ICP、中心静脉压(CVP)3 种测压装置同时校零。整个试验过程中应用异丙酚镇静治疗,以保证 Ramsey 评分达 3~4 分并稳定 30 min。参考 CVP 指导容量复苏和血管活性药物的应用;维持 MAP \geq 80 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa),血压波动小于基础值 10%并维持至少 30 min。

RM 方法:试验前采用压力控制通气模式,保障潮气量在 6~8 ml/kg,通气频率 14 次/min,同时监

测脉搏血氧饱和度(SpO₂),以辅助判断 RM 效果。PEEP 水平从 0 开始逐渐升高,每隔 2~5 min 按 3 cm H₂O(1 cm H₂O=0.098 kPa)递增 PEEP,达到复张效果后逐步下调再返回 0,观察此时间段所对应的 MAP、CVP、ICP、CPP 的变化。

1.3 临床观察中暂定标准:①ICP 监测的指征:CT 检查有异常(血肿、脑挫裂伤、脑水肿)的昏迷患者,格拉斯哥昏迷评分(GCS)3~8 分者。②RM 实施的指征:积极进行呼吸道护理、胸部物理治疗,必要时纤维支气管镜治疗后氧合改善仍然不明显,在吸入氧浓度(FiO₂)>0.60 时,SpO₂<0.85 者。③短暂低氧血症事件:SpO₂ 较基础值降低 20%并持续 2 min,应及时降低 PEEP 水平。④短暂血压降低事件:血压降低 30%或收缩压降至 90 mm Hg 并持续 2 min。应及时降低 PEEP 水平并相应处理。⑤短暂 CPP 降低事件:CPP<60 mm Hg 超过 2 min,或 CPP 快速降低 30%以上。应及时降低 PEEP 水平。⑥血气分析时间:RM 前血气分析确定 RM 的必要性,RM 后血气分析评价 RM 的效果。⑦血压变化趋势的判定:把 MAP 分为 3 个阶段(RM 初始 PEEP 水平、最高 PEEP 水平、RM 结束前 PEEP 水平),分别计算各组的 MAP 值,把 3 个阶段的均值进行两两比较,差值 \geq 较小值的 10%定为两者有差异,根据这种差异判定 MAP 的不同变化趋势。

2 结果

2.1 一般情况:6 例患者共实施 22 次 RM,1 例脑出血者术前氧合指数(PaO₂/FiO₂)80 mm Hg, ICP 20 mm Hg, 血压 110/70 mm Hg;用 3 cm H₂O 的 PEEP 后,使血压进行性降至 90 mm Hg, ICP 升到 40 mm Hg, CPP 降到 41 mm Hg, 即刻终止 RM, 进行液体复苏,应用多巴胺(未用脱水药);20 min 后血压、CPP 恢复正常。1 例患者 PEEP 升到 6 cm H₂O 时血压急剧下降,终止 RM,进行扩容、应用血管活性药物,10 min 后血压回到基线;经容量复苏、应用血管活性药物后,再次行 RM 有效。在其余 20 例次 RM 中, PEEP 有效值 12 cm H₂O 2 例次, 15 cm H₂O 5 例次, 18 cm H₂O 11 例次, 21 cm H₂O 2 例次;20 例次 RM 后患者 PaO₂/FiO₂ 较 RM 前有所升高[240~450 mm Hg 比 51~270 mm Hg, 平均(312 \pm 63)mm Hg 比(50 \pm 66) mm Hg, P<0.01]。无一例患者发生气压伤。

2.2 不同 PEEP 水平相应的 MAP、CVP、ICP、CPP

作者单位:200072 同济大学附属上海市第十人民医院 SICU

通信作者:张翔宇,副主任医师,Email:xiangyu62@126.com

作者简介:杨自建(1967-),男(汉族),安徽省人,医学硕士,主治医师,Email:yangzjiansh@126.com。

值(图 1):与基础状态下相应指标进行方差分析,差异均无统计学意义。1 例患者多次 MAP 升高伴 ICP 升高,开放引流后 ICP 降至 20 mm Hg,MAP 迅速降至临床可以接受的范围。

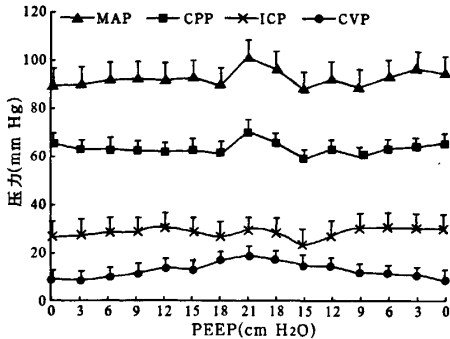


图 1 20 例次 RM 不同 PEEP 水平相应的 MAP, CVP, ICP, CPP 值

2.3 相关性分析(表 2):将各参数均值进行相关性分析,提示 PEEP 与 CVP、ICP、CPP 高度相关,MAP 与 CPP 高度相关($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。将单次 RM 的 MAP、CVP、ICP、CPP 相应数据进行相关性分析:显示 MAP 与 CPP 高度相关,PEEP 与 CVP、ICP、CPP 高度相关($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。

2.4 MAP 随 PEEP 变化的趋势:22 例次 RM 中有 8 例次 MAP 保持相对稳定(图 2A);有 6 例次 MAP 随 PEEP 增加逐渐降低,然后随 PEEP 降低逐渐回升,RM 结束时 MAP 回到基线(图 2B);有 2 例次 MAP 随 PEEP 增加而相应升高,然后随 PEEP 降低逐渐回到基线(图 2C);有 2 例次 MAP 随 PEEP 增加逐渐降低,PEEP 降低后不能回到基线(图 2D);有 2 例次 MAP 随 PEEP 增加而增加,并维持在高水平(图 2E);有 2 例次 MAP 随 PEEP 增加急剧降低而终止 RM(图 2F)。

剧降低而终止 RM(图 2F)。

表 2 20 例次 RM 患者 PEEP 与 MAP、CVP、ICP、CPP 的相关性分析及各参数呈高度相关的比例

指标	r 值	P 值	高度相关比例(%(例次))
PEEP/MAP	-0.041	0.860	55(11)
PEEP/CVP	0.834	0.000	75(15)
PEEP/ICP	-0.434	0.049	75(15)
PEEP/ CPP	-0.584	0.005	40(8)
MAP/CVP	0.111	0.633	55(11)
MAP/ICP	0.048	0.837	40(8)
MAP/ CPP	0.706	0.000	85(17)
CVP/ICP	-0.420	0.058	35(7)
CVP/ CPP	-0.314	0.166	45(9)
ICP/ CPP	0.028	0.905	45(9)

2.5 CPP、ICP、CVP 随 PEEP 变化的趋势:12 例次 RM 中 CPP 随 PEEP 升高而降低,随 PEEP 降低而增加,并随 PEEP 回到基线时恢复到基础值;6 例次无明显变化;2 例次 CPP 随 PEEP 增加而降低,并且在 PEEP 回降到正常值后仍维持在低值,分别在 PEEP 回到基线后 10 min、20 min 恢复到基础值。11 例次 RM 中 ICP 随 PEEP 升高而升高,随 PEEP 降低而降低;6 例次在 RM 中无明显变化;3 例次 RM 后 ICP 未回到基线。19 例次 RM 中 CVP 随 PEEP 升高而升高,随 PEEP 降低而降低;1 例 CVP 在 RM 中无明显变化。

3 讨论

RM 是近年来治疗 ALI/ARDS 患者的主要方法,主要包括应用高气道压力把萎陷的肺泡打开,然后用适当水平的 PEEP 防止复张的肺泡再次萎陷,从而减少肺内分流,改善氧合,减少或避免剪切伤^[3]。Lowe 等^[4]总结目前相关研究结果认为,大多数脑-肺联合损伤的患者可安全实施 RM,特别是 PEEP 低于 ICP 时。但对本组结果中单次 RM 分析

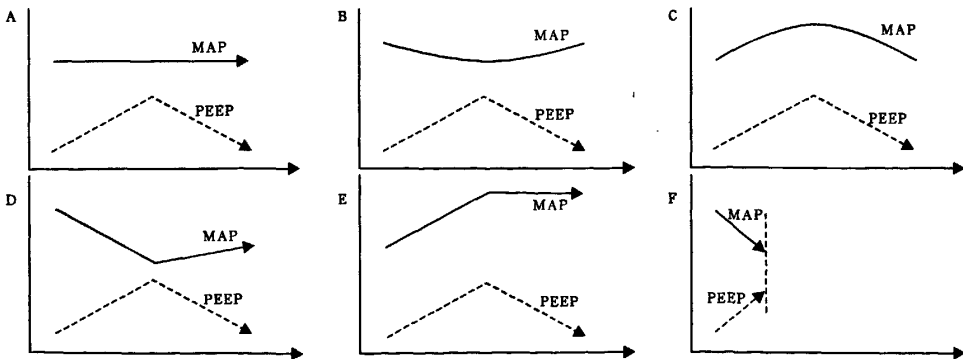


图 2 22 例次 RM 中 MAP 随 PEEP 变化的趋势

发现, CPP 在 12 例次 RM 中随 PEEP 的升高而降低, 2 例次维持在低值, 分别在 PEEP 回到基线后 10 min、20 min 恢复到基础值, 提示在脑水肿时实施 RM 有很大的危险性。但 RM 前所有患者 CPP 平均为 (65.3 ± 9.4) mm Hg, RM 中皆高于 60 mm Hg 以上, RM 后平均为 (63.4 ± 10.0) mm Hg, 没有能反映出单次 RM 中 CPP 个体变化(不除外患者数量少对此产生的影响)。部分患者 CPP 在 RM 中始终维持在高值可能是 CPP 均值没有明显变化的另外原因; 最主要的是部分患者在 PEEP 18 cm H₂O 水平以上, 因血压有逐渐下降的趋势而终止 RM, 故统计时缺乏这部分患者在高 PEEP 下的具体数值。如不考虑患者的安全而继续提升 PEEP, 可能会导致 MAP、CPP 显著降低, CPP 均值可能降低。动物实验将有助于说明此象。

在本研究中, 我们暂规定 3 种 PEEP 水平下 MAP 差值 \geq 较小值的 10% 表示两者有明显差异, 因为如果选择 20%~30% 作为标准不能反映 MAP 变化趋势。本试验提示 MAP 随 PEEP 的变化表现出多种变化趋势, 个体差异大, 相关分析显示 CPP 与 MAP 呈高度正相关, 与 Muench 等^[5]报道相似。这种相关性可能是基于公式 $CPP = MAP - ICP$, 故维持适当 MAP 是进行 RM 的安全保障。Huynh 等^[6]在严重颅脑外伤患者中进行的临床研究提示: 随 PEEP 增加, ICP 降低, CPP 增加。其结果与本组结果有很大差异, 原因为 Huynh 等研究中患者平均 ICP 在 13~14 mm Hg 左右, 本组患者虽然经过积极脱水、降颅压处理, ICP 仍然很高, 在 25 mm Hg 左右。ICP 的高低可以直接影响患者脑血管对 MAP 的反应^[7]。低 ICP 时随 MAP 增加, 脑血管通过自我调节而收缩, 可以使 ICP 降低、CPP 相应升高; 在 ICP 增高时, 血管自我调节功能消失, 且脑组织的顺应性降低, ICP 随 MAP 的升高而升高, CPP 的变化趋势不确定。这可能是两个研究结果不同的原因。

本组结果还显示, ICP 随 PEEP 变化不一, 表现为同向变化、相对稳定、RM 后仍维持在高水平。从 ICP 监测中可以看出, 部分患者随着气道压力升高, MAP、ICP 明显升高, CPP 并没有降低, 但这只是 PEEP 对 CPP 的短期影响, 这种影响可能是源于神经介导的快速反应。由于全身炎症反应是多发伤的主要病理生理特点, 在这种情况下, CPP 升高可以促发血管通透性增加, 脑组织含水量增加; 另外, PEEP 在相对长的时间内也可能通过改变调节水盐

代谢和激素的水平, 从而影响机体水平衡, 进而影响 CPP、脑血流。由于本研究受临床诸多因素的影响, 没有观察 RM 与脑部血流、代谢的关系, 关于 RM 对 ICP 的远期影响有待进一步研究。

本组有 95% 的患者 CVP 随 PEEP 变化而同向升降, 故根据 CVP 进行容量复苏不能准确反映容量状态。本组有 1 例患者多次 MAP 升高并伴 ICP 升高, 经脑室引流 ICP 降低后, MAP 迅速降至临床可以接受的范围。如不监测 ICP, 临床医生很可能应用降压药物控制血压, 反而导致 CPP 进一步降低。

由于年龄、呼吸系统顺应性等存在显著个体差异, 且患者年龄、肺部顺应性等直接影响 ICP、CPP 对 PEEP 的反应^[8-9], 故患者对 RM 反应存在显著差异。医学统计资料研究关注的是某种因素对群体的影响趋势, 结论不能直接应用于个体。医疗工作目的是确保每位患者的安全, 因此严重脑水肿患者应该常规进行 ICP 监测, 进行个体化的治疗^[10]。

参考文献

- [1] 王书鹏, 秦英智. 急性呼吸窘迫综合征肺复张策略的研究进展[J]. 中国危重病急救医学, 2005, 17(8): 509-511.
- [2] Haitsma JJ, Lachmann B. Lung protective ventilation in ARDS: the open lung maneuver[J]. Minerva Anesthesiol, 2006, 72(3): 117-132.
- [3] 邱海波, 许红阳, 杨毅, 等. 呼气末正压对急性呼吸窘迫综合征肺复张容积及氧合影响的临床研究[J]. 中国危重病急救医学, 2004, 16(7): 399-402.
- [4] Lowe GJ, Ferguson ND. Lung-protective ventilation in neurosurgical patients[J]. Curr Opin Crit Care, 2006, 12(1): 3-7.
- [5] Muench E, Bauhuf C, Roth H, et al. Effects of positive end-expiratory pressure on regional cerebral blood flow, intracranial pressure, and brain tissue oxygenation[J]. Crit Care Med, 2005, 33(10): 2367-2372.
- [6] Huynh T, Messer M, Sing RF, et al. Positive end-expiratory pressure alters intracranial and cerebral perfusion pressure in severe traumatic brain injury[J]. J Trauma, 2002, 53(3): 488-492.
- [7] Steiner LA, Andrews PJ. Monitoring the injured brain: ICP and CBF[J]. Br J Anaesth, 2006, 97(1): 26-38.
- [8] Caricato A, Conti G, Della Corte F, et al. Effects of PEEP on the intracranial system of patients with head injury and subarachnoid hemorrhage: the role of respiratory system compliance[J]. J Trauma, 2005, 58(3): 571-576.
- [9] McGuire G, Crossley D, Richards J, et al. Effects of varying levels of positive end-expiratory pressure on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure[J]. Crit Care Med, 1997, 25(6): 1059-1062.
- [10] 杨自建, 张翔宇, 樊海蓉, 等. 外科重症加强治疗病房 252 例次机械通气患者肺复张术分析[J]. 中国危重病急救医学, 2007, 19(9): 539-541.

(收稿日期: 2008-01-10 修回日期: 2008-06-23)

(本文编辑: 李银平)