

· 适宜技能 ·

肺保护性通气策略对重型颅脑损伤并呼吸衰竭患者 脑灌注压及脑氧代谢的影响

刘宝鹏，代素敏

【摘要】 目的 探讨肺保护性通气策略对重型颅脑损伤并呼吸衰竭患者脑灌注压 (CPP) 及脑氧代谢的影响。

方法 选择枣庄矿业集团滕南医院 2013—2014 年收治的重型颅脑损伤并呼吸衰竭患者 67 例，根据通气策略分为观察组 36 例和对照组 31 例。观察组患者给予肺保护性通气策略，对照组患者给予常规通气策略。比较两组患者治疗后血氧指标 [动脉血二氧化碳分压 (PaCO_2)、动脉血氧分压 (PaO_2)、血氧饱和度 (SpO_2)、氧合指数、颈静脉血二氧化碳分压 ($P_j\text{VCO}_2$)、颈静脉血氧饱和度 ($S_j\text{VO}_2$)] 及机械通气参数 [潮气量 (VT)、呼气末正压 (PEEP) 及吸入氧浓度 (FiO_2)] 及 CPP、颅内压 (ICP)、平均动脉压 (MAP)。结果 观察组患者 PaCO_2 、 $P_j\text{VCO}_2$ 、PEEP、ICP 高于对照组，VT、 FiO_2 低于对照组 ($P < 0.05$)；两组患者 PaO_2 、 SpO_2 、氧合指数、 $S_j\text{VO}_2$ 、CPP 及 MAP 比较，差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。Pearson 相关性分析结果显示，PEEP 与 ICP 呈正相关 ($r = 0.447$, $P = 0.006$)；当 $\text{PEEP} > 10 \text{ cm H}_2\text{O}$ 时，PEEP 与 CPP 呈负相关 ($r = -0.396$, $P = 0.018$)；当 $\text{PEEP} \leq 10 \text{ cm H}_2\text{O}$ 时，PEEP 与 CPP 无直线相关性 ($r = -0.322$, $P = 0.069$)。 PaCO_2 与 ICP 无直线相关性 ($r = 0.302$, $P = 0.081$)，与 CPP 呈正相关 ($r = 0.417$, $P = 0.022$)； $S_j\text{VO}_2$ 与 ICP ($r = -0.512$, $P = 0.367$)、CPP ($r = 0.281$, $P = 0.098$)、MAP ($r = -0.194$, $P = 0.296$) 无直线相关性，与 $P_j\text{VCO}_2$ 呈负相关 ($r = -0.512$, $P = 0.002$)。结论 肺保护性通气策略对重型颅脑损伤并呼吸衰竭患者 CPP 及脑氧代谢无明显影响。

【关键词】 颅脑损伤；呼吸功能不全；肺保护性通气策略；脑灌注压；脑氧代谢

【中图分类号】 R 651 **【文献标识码】** B doi: 10.3969/j.issn.1008-5971.2016.01.035

刘宝鹏，代素敏. 肺保护性通气策略对重型颅脑损伤并呼吸衰竭患者脑灌注压及脑氧代谢的影响 [J]. 实用心脑肺血管病杂志, 2016, 24 (1): 118–120. [www.syxnf.net]

Liu BP, Dai SM. Impact of lung protective ventilation strategy on cerebral perfusion pressure and cerebral oxygen metabolism of severe craniocerebral injury patients complicated with respiratory failure [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2016, 24 (1): 118–120.

Impact of Lung Protective Ventilation Strategy on Cerebral Perfusion Pressure and Cerebral Oxygen Metabolism of Severe Craniocerebral Injury Patients Complicated With Respiratory Failure LIU Bao-peng, DAI Su-min. Tengnan Hospital of Zaozhuang Mining Group, Ji'ning 277606, China

【Abstract】 Objective To investigate the impact of lung protective ventilation strategy on cerebral perfusion pressure (CPP) and cerebral oxygen metabolism of severe craniocerebral injury patients complicated with respiratory failure. **Methods** A total of 67 severe craniocerebral injury patients complicated with respiratory failure were selected in Tengnan Hospital of Zaozhuang Mining Group from 2013 to 2014, and they were divided into control group ($n = 31$) and observation group ($n = 36$) according to ventilation strategies. Patients of control group received conventional ventilation strategy, while patients of observation group received lung protective ventilation strategy. PaCO_2 , PaO_2 , SpO_2 , oxygenation index, $P_j\text{VCO}_2$, $S_j\text{VO}_2$, VT, PEEP, FiO_2 , CPP, ICP and MAP were compared between the two groups. **Results** PaCO_2 , $P_j\text{VCO}_2$, PEEP and ICP of observation group were statistically significantly higher than those of control group, VT and FiO_2 of observation group were statistically significantly lower than those of control group ($P < 0.05$), while no statistically significant differences of PaO_2 , SpO_2 , oxygenation index, $S_j\text{VO}_2$, CPP or MAP was found between the two groups ($P > 0.05$). Pearson correlation analysis showed that, PEEP was positively correlated with ICP ($r = 0.447$, $P = 0.006$)；PEEP was negatively correlated with CPP when it was over $10 \text{ cm H}_2\text{O}$ ($r = -0.396$, $P = 0.018$)，while PEEP was not linearly correlated with CPP when it was equal or less than $10 \text{ cm H}_2\text{O}$ ($r = -0.322$, $P = 0.069$)。 PaCO_2 was not linearly correlated with ICP ($r = 0.302$, $P = 0.081$)，while PaCO_2 was positively correlated with CPP ($r = 0.417$, $P = 0.022$)； $S_j\text{VO}_2$ was not linearly correlated with ICP ($r = -0.512$, $P = 0.367$)，CPP ($r = 0.281$, $P = 0.098$) or MAP ($r = -0.194$, $P = 0.296$)，while $S_j\text{VO}_2$ was negatively correlated with

P_jVCO_2 ($r = -0.512$, $P = 0.002$). **Conclusion** Lung protective ventilation strategy has no significant impact on CPP and cerebral oxygen metabolism of severe craniocerebral injury patients complicated with respiratory failure.

[Key words] Craniocerebral injury; Respiratory insufficiency; Lung protective ventilation strategy; Cerebral perfusion pressure; Cerebral oxygen metabolism

颅脑损伤是神经外科的常见病、多发病，多由高能量创伤所致，其中 15%~20% 的患者常合并急性呼吸窘迫综合征或急性肺损伤，误吸、感染、神经源性肺水肿等是导致患者出现继发性肺损伤的主要原因^[1]。严重颅脑损伤患者会出现脑组织氧供需失衡、脑血流灌注不足及颅内压升高等情况，导致患者致残或死亡。目前，机械通气是治疗重型颅脑损伤并呼吸衰竭的主要措施，且采用及时、有效的通气策略可有效改善患者的预后^[2]。本研究探讨了肺保护性通气策略对重型颅脑损伤并呼吸衰竭患者脑灌注压（CPP）及脑氧代谢的影响，旨在为临床治疗提供参考依据，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准 纳入标准：(1) 格拉斯哥昏迷量表 (GCS) 评分为 3~8 分；(2) 创伤后 6 h 内入院治疗；(3) 无其他部位严重复合伤，且术前无梗死病灶；(4) 患者出现呼吸节律改变、血氧饱和度降低、呼吸急促等需要行有创机械通气治疗。排除标准：(1) 单纯后颅窝血肿或硬脑膜外血肿患者；(2) 脑疝形成患者；(3) 凝血功能障碍患者；(4) 既往无严重神经系统疾病史患者。

1.2 一般资料 选择枣庄矿业集团滕南医院 2013—2014 年收治的重型颅脑损伤并呼吸衰竭患者 67 例，均符合我国创伤外科学会制定的重型颅脑损伤诊断标准^[3]。根据通气策略将所有患者分为观察组 36 例和对照组 31 例，观察组中男 25 例，女 11 例；年龄 23~64 岁，平均年龄 (41.6 ± 10.7) 岁；脑损伤原因：打击伤 3 例，高处坠落伤 9 例，车祸伤 24 例；入院时 GCS 评分：3~5 分者 29 例，6~8 分者 7 例；受伤至就诊时间 0.5~4.5 h，平均 (1.6 ± 0.4) h。对照组中男 21 例，女 10 例；年龄 20~69 岁，平均年龄 (42.1 ± 10.9) 岁；脑损伤原因：打击伤 3 例，高处坠落伤 5 例，车祸伤 23 例；入院时 GCS 评分：3~5 分者 25 例，6~8 分者 6 例；受伤至就诊时间 0.5~5.0 h，平均 (1.7 ± 0.4) h。两组患者性别 ($\chi^2 = 0.881$)、年龄 ($t = 0.189$)、脑损伤原因 ($\chi^2 = 0.795$)、入院时 GCS 评分 ($\chi^2 = 0.000$) 及受伤至就诊时间 ($t = 0.499$) 比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，具有可比性。

1.3 方法

1.3.1 监测颅内压 ICP 患者一旦确诊为重型颅脑损伤并呼吸衰竭则即刻行 ICP 监测，行手术治疗患者于手术期间置入导管，未行手术治疗患者于额中线旁、额部发髻后 2.5 cm 处取穿刺点置入导管，通过微创颅内血肿穿刺针进行钻颅，进针 3~5 cm 见脑脊液流出后置入 CODMAN 脑室型颅内压探头监测患者 ICP，并记录患者初始 ICP。

1.3.2 治疗方法 两组患者均给予镇痛、镇静、机械通气治疗，呼吸机为德国西门子公司生产的 SERVO-I V4.0 型呼吸机，通气模式为压力调节容量控制通气 (PRVC) 模式，吸入氧浓度 (FiO_2) 为 40%~80%，呼吸频率为 12~20 次/min。对照组患者给予常规通气策略，观察组患者给予肺保护性通气策略，两组患者均给予呼吸频率调节、镇静处理，以避免 CO_2

过度滞留或过度通气，两组患者均保持动脉血氧分压 (PaO_2) 在 34~60 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa)。

1.3.3 通气策略 常规通气策略：潮气量 (VT) 8~12 mL/kg，初始 FiO_2 为 40%，初始呼气末正压 (PEEP) 为 0，根据患者病情 5~10 min 后增加 2 cm H_2O (1 cm H_2O = 0.098 kPa)，保持 FiO_2 与 PEEP 基本同步升高，可保持 PEEP 处于允许性低值，密切监测 PaO_2 和血氧饱和度 (SpO_2)，直至 $PaO_2 \geq 90$ mm Hg、 $SpO_2 \geq 95\%$ 。肺保护性通气策略：VT 6~8 mL/kg，初始 FiO_2 为 40%，初始 PEEP 为 2 cm H_2O ，根据患者病情 5~10 min 后增加 2 cm H_2O ，保持 FiO_2 与 PEEP 基本同步升高，保持 FiO_2 处于允许性低值，密切监测 PaO_2 和 SpO_2 ，直至 $PaO_2 \geq 90$ mm Hg、 $SpO_2 \geq 95\%$ 。

1.4 观察指标 比较两组患者血氧指标、呼吸机参数 (VT、PEEP 及 FiO_2) 及 CPP、ICP、平均动脉压 (MAP)，血氧指标包括动脉血二氧化碳分压 ($PaCO_2$)、 PaO_2 、 SpO_2 、颈静脉血二氧化碳分压 (P_jVCO_2)、颈静脉血氧饱和度 (S_jVO_2)，并计算氧合指数 (PaO_2/FiO_2)。

1.5 统计学方法 采用 SPSS 17.0 软件进行统计分析，计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，采用两独立样本 t 检验；计数资料采用 χ^2 检验；相关性分析采用 Pearson 相关性分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者血氧指标比较 观察组患者 $PaCO_2$ 、 P_jVCO_2 高于对照组，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)；两组患者 PaO_2 、 SpO_2 、氧合指数及 S_jVO_2 比较，差异均无统计学意义 ($P > 0.05$ ，见表 1)。

表 1 两组患者血氧指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of blood oxygen index between the two groups

组别	例数	$PaCO_2$ (mm Hg)	PaO_2 (mm Hg)	SpO_2 (%)	氧合指数 (mm Hg)	P_jVCO_2 (mm Hg)	S_jVO_2 (%)
对照组	31	41.7 ± 5.3	102.8 ± 8.4	99.1 ± 0.6	219.6 ± 46.4	49.9 ± 6.5	65.9 ± 4.3
观察组	36	54.1 ± 6.9	99.7 ± 11.5	98.9 ± 0.7	228.7 ± 37.3	56.8 ± 9.4	64.4 ± 6.7
<i>t</i> 值		8.145	-1.242	-1.248	0.890	3.438	-1.070
<i>P</i> 值		0.000	0.219	0.218	0.377	0.001	0.288

注： $PaCO_2$ =动脉血二氧化碳分压， PaO_2 =动脉血氧分压， SpO_2 =血氧饱和度， P_jVCO_2 =颈静脉血二氧化碳分压， S_jVO_2 =颈静脉血氧饱和度

2.2 两组患者呼吸机参数及 CPP、ICP、MAP 比较 观察组患者 VT、 FiO_2 低于对照组，PEEP、ICP 高于对照组，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)；而两组患者 CPP 和 MAP 比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$ ，见表 2)。

2.3 相关性分析 Pearson 相关性分析结果显示，PEEP 与 ICP 呈正相关 ($r = 0.447$, $P = 0.006$)；当 $PEEP > 10$ cm H_2O 时，PEEP 与 CPP 呈负相关 ($r = -0.396$, $P = 0.018$)；当 $PEEP \leq$

10 cm H₂O 时, PEEP 与 CPP 无直线相关性 ($r = -0.322$, $P = 0.069$)。PaCO₂ 与 ICP 无直线相关性 ($r = 0.302$, $P = 0.081$), 与 CPP 呈正相关 ($r = 0.417$, $P = 0.022$) ; S_jVO₂ 与 ICP ($r = -0.512$, $P = 0.367$)、CPP ($r = 0.281$, $P = 0.098$)、MAP ($r = -0.194$, $P = 0.296$) 无直线相关性, 与 P_jVCO₂ 呈负相关 ($r = -0.512$, $P = 0.002$)。

表 2 两组患者呼吸机参数及 CPP、ICP、MAP 比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of ventilator parameters and CPP, ICP, MAP between the two groups

组别	例数	VT (ml)	PEEP (cm H ₂ O)	FiO ₂ (%)	ICP (mm Hg)	CPP (mm Hg)	MAP (mm Hg)
对照组	31	566.7 ± 51.8	5.8 ± 2.4	52.7 ± 10.4	17.1 ± 3.9	68.8 ± 8.4	86.2 ± 7.4
观察组	36	438.5 ± 39.4	8.3 ± 3.4	46.1 ± 7.8	19.8 ± 3.7	65.9 ± 11.7	84.8 ± 9.7
<i>t</i> 值		-11.488	3.423	-2.962	2.905	-1.148	-0.656
<i>P</i> 值		0.000	0.001	0.004	0.005	0.255	0.514

注: VT = 潮气量, PEEP = 呼气末正压, FiO₂ = 吸入氧浓度, ICP = 脑内压, CPP = 脑灌注压, MAP = 平均动脉压

3 讨论

当颅脑损伤并急性呼吸窘迫综合征或急性肺损伤时, 单纯提高 FiO₂ 无法有效纠正患者的低氧血症, 而低 VT 联合最佳 PEEP 能尽可能地打开萎陷肺泡, 避免复张肺泡出现反复塌陷, 从而减少肺内分流、改善机体氧合状态^[4]。但低 VT 联合最佳 PEEP 可导致 CO₂ 潴留, 引起重型颅脑损伤患者的脑血管明显扩张、脑血容量明显增加, 进而导致患者 ICP 升高^[5]。有学者认为, 轻、中度高碳酸血症具有神经保护效果, 偏酸性环境及相对增加的 PaCO₂ 可使氧离曲线右移, 利于组织葡萄糖代谢及氧的充分利用, 可改善脑组织的缺氧状况^[6]。

本研究探讨了不同通气策略对重型颅脑损伤并呼吸衰竭患者 CPP 及脑氧代谢的影响, 观察组患者行肺保护性通气策略, 即低 VT 联合最佳 PEEP 通气; 对照组患者行常规通气策略, 即正常 VT 联合较低 PEEP 通气, 结果显示观察组患者 PaCO₂、P_jVCO₂、PEEP、ICP 高于对照组, VT、FiO₂ 低于对照组, 但两组患者 PaO₂、SpO₂、S_jVO₂、氧合指数、MAP 及 CPP 间无差异, 表明肺保护性通气策略能升高 ICP, 但 ICP 升高并未降低 CPP, 且其对患者 S_jVO₂ 无明显影响。

进一步进行 Pearson 相关性分析结果显示, PEEP 与 ICP 呈正相关, 提示随着 PEEP 增加 ICP 亦升高; 且当 PEEP > 10 cm H₂O 时, PEEP 与 CPP 呈负相关; 当 PEEP ≤ 10 cm H₂O 时, PEEP 与 CPP 无直线相关关系。闰润民等^[7]分析了 PEEP 对犬脑内血肿高压的影响, 结果显示, ICP 正常时增加 PEEP 可使 ICP 明显升高, 但颅内高压时增加 PEEP 并不会使 ICP 明显升高, 且对 ICP > 40 mm Hg 的犬模型增加 PEEP 时 CPP 明显降低, 本研究结果与之相一致。提示 ICP 在一定范围时, 机体脑血管会进行自动调节, 此时 CPP 受 PEEP 的影响较轻微; 但当 ICP 过高时, 机体脑血管的自动调节功能受损, 此时增加 PEEP 会导致 ICP 持续升高、CPP 不断降低。因此, 对重度颅内高压患者进行机械通气时, PEEP 不宜过高, 需尽快降低 ICP 以保持有效呼吸支持。Pearson 相关性分析结果还显示, PaCO₂ 与 CPP 呈正相关, 提示轻度 CO₂ 潴留可增加 CPP, 但

PaCO₂ 与 ICP 无直线相关关系, 与其他研究结果不一致^[8]。分析原因可能为本研究所选患者 PaCO₂ 控制为轻度升高, 虽然可扩张脑血管、提高血容量, 但并未使患者 ICP 升高; 但轻度 CO₂ 潴留可提高交感神经、呼吸中枢的兴奋性, 使 MAP 升高, 从而引起患者 CPP 升高^[9]。

有研究显示, 部分 CPP 正常的颅脑损伤患者仍会出现继发性脑损伤, 这与脑氧代谢、脑组织灌注关系密切。S_jVO₂ 变化可有效反映脑氧代谢率和脑血流之间的平衡, 其参考范围为 55% ~ 71%, 若 S_jVO₂ 长时间 < 50% 则表明脑组织缺血严重^[10]。本研究结果显示, 两组患者 S_jVO₂ 间无差异, 且 S_jVO₂ 与 PEEP、ICP、CPP、MAP 无直线相关关系, 表明仅依靠脑压力指标无法准确评估患者的脑氧代谢状况。本研究结果亦发现, S_jVO₂ 与 P_jVCO₂ 呈负相关, 其原因可能为随着 S_jVO₂ 升高, 血液分流增加、氧弥散异常等导致有氧代谢降低, 使脑组织中 CO₂ 含量明显减少, 从而导致 P_jVCO₂ 降低^[11]。

综上所述, 肺保护性通气策略对急性颅脑损伤并呼吸衰竭患者 CPP 及脑氧代谢无明显影响, 可能与轻度 CO₂ 潴留能提高 CPP、较高 PEEP 能降低 CPP, 但二者共同作用时对 CPP 影响较小有关。因此, 临床监测重型颅脑损伤患者 CPP 的同时还应监测 P_jVCO₂ 和 S_jVO₂, 以准确评估患者脑组织氧耗及氧代谢情况。

参考文献

- [1] 张玉清. 标准大骨瓣减压术治疗重型颅脑损伤 96 例疗效分析 [J]. 中国实用神经疾病杂志, 2013, 16 (24): 66 - 67.
- [2] 关峰, 胡志强, 黄辉, 等. 机械通气在重型颅脑损伤治疗中的临床应用 [J]. 中国医刊, 2014, 49 (2): 51 - 52.
- [3] 江基尧, 朱诚, 罗其中. 现代颅脑损伤学 [M]. 2 版. 上海: 第二军医大学出版社, 2009: 128 - 129.
- [4] 刘宗霖, 程新富, 谭宗德, 等. 170 例重型颅脑损伤的临床分析 [J]. 临床神经外科杂志, 2013, 10 (6): 367 - 368.
- [5] 杨亚东, 邱斌, 周帆, 等. 重度颅脑损伤患者使用呼吸机通气时机的分析 [J]. 中国实用神经疾病杂志, 2014, 17 (9): 60 - 61.
- [6] 王涛. 肺保护性通气对严重胸外伤致急性呼吸窘迫综合征的疗效观察 [J]. 河北医药, 2014, 36 (15): 2331 - 2332.
- [7] 闰润民, 卢亦成, 于明砚, 等. 呼气末正压通气对犬脑内血肿高压的影响 [J]. 第三军医大学学报, 2007, 29 (6): 513 - 515.
- [8] Wang K, Du HG, Yin LC, et al. Which side of lateral ventricles to choose during external ventricular drainage in patients with intraventricular hemorrhage: ipsilateral or contralateral? [J]. J Surg Res, 2013, 183 (2): 720 - 725.
- [9] 李兴华, 刘丛. 早期机械通气对重型脑损伤患者的疗效观察 [J]. 重庆医科大学学报, 2010, 45 (4): 637 - 638.
- [10] 马海鹰, 武巧元. 肺保护性机械通气对脑损伤患者脑灌注压和脑氧代谢的影响 [J]. 中华急诊医学杂志, 2014, 23 (12): 1309 - 1313.
- [11] Haddad S, Aldawood AS, Alferayan A, et al. Relationship between intracranial pressure monitoring and outcomes in severe traumatic brain injury patients [J]. Anaesth Intensive Care, 2011, 39 (6): 1043 - 1050.

(收稿日期: 2015-10-25; 修回日期: 2016-01-09)

(本文编辑: 谢武英)