

# 俯卧位通气对急性呼吸窘迫综合征患者血液动力学的影响

中建三局武汉中心医院 柳书芬 朱静娟 周承朋 王香春<sup>\*1</sup>, 武汉 430000

**摘要** 目的:观察不同病因所致急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患者应用俯卧位通气(PPV)的临床效果及对血液动力学的影响。方法:选取44例ARDS患者,采取前瞻性对照研究方式,按照病因分为肺内源性组(23例)和肺外源性组(21例),给予俯卧位通气治疗;观察2组患者治疗前(P0)、治疗后1h(P1)、治疗后2h(P2)呼吸动力学指标(肺容积、Cst、PIP、Pplat)、血液动力学指标(MAP、CVP、HR、CI)、血气分析( $\text{PaO}_2$ 、 $\text{PaCO}_2$ 、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、 $\text{SaO}_2$ )及心、肾、凝血功能。结果:①应用PPV后1h、2h,2组患者肺容积、肺静态顺应性(Cst)均升高(均 $P < 0.05$ );②肺外源性组P1、P2与P0比较,MAP、HR均下降明显(均 $P < 0.05$ );肺内源性组P2与P0比较,MAP、HR均下降明显(均 $P < 0.05$ );组间比较,P1时间点肺外源性组比肺内源性组MAP、HR均下降明显(均 $P < 0.05$ );③肺内源性组P2时间点各指标优于P0(均 $P < 0.05$ );肺外源性组P1、P2时间点各指标优于P0(均 $P < 0.05$ );组间比较,P1时间点肺外源性组血气指标优于肺内源性组( $P < 0.05$ );④2组各时间点PT、APTT、D-二聚体、BNP、Cr、BUN指标比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。结论:俯卧位通气可改善肺内/外源性ARDS患者氧合功能、血液动力学指标,肺外源性ARDS患者可较快改善患者氧合指数,提高回心血量;PPV对ARDS患者心、肾、凝血功能无明显影响。

**关键词** 俯卧位通气;急性呼吸窘迫综合征;血液动力学;氧合指数

中图分类号 R563.8

文献标识码 A

DOI 10.11768/nkjwzzzz20180210

**Effect of prone position ventilation on hemodynamics in patients with acute respiratory distress syndrome** LIU Shu-fen, ZHU Jing-juan, ZHOU Cheng-peng, WANG Xiang-chun<sup>1\*</sup>. Wuhan Central Hospital of China Construction Third Engineering Bureau, Wuhan 430000, China

**Abstract** Objective: To observe the clinical effect of prone position ventilation (PPV) in patients with acute respiratory distress syndrome (ARDS) with different causes and its influence on hemodynamics. Methods: 44 patients with ARDS were selected and prospectively controlled. The patients were divided into endogenous pulmonary group (23 cases) and exogenous pulmonary group (21 cases) according to different causes and both two groups were given PPV. Respiratory parameters (lung volume, Cst, PIP, Pplat), hemodynamic indexes (MAP, CVP, HR, CI), blood gas analysis ( $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ,  $\text{SaO}_2$ ), function of heart and kidney, and coagulation function indexes were observed before treatment (P0), 1 h after treatment (P1), and 2 h after treatment (P2) in both two groups of patients. Results: ① Pulmonary volume and lung static compliance (Cst) increased at P1 and P2 after PPV in both two groups ( $P < 0.05$ ). ② In exogenous pulmonary group, MAP and HR decreased significantly at P1 and P2 as compared with those at P0 ( $P < 0.05$ ), but in the endogenous pulmonary group, MAP and HR showed a significant decrease at P2 ( $P < 0.05$ ). MAP and HR decreased significantly at P1 in the exogenous pulmonary group as compared with that in the endogenous pulmonary group ( $P < 0.05$ ). ③ Each index at P2 was superior to that at P0 in endogenous pulmonary group ( $P < 0.05$ ). Each index at P1 and P2 was superior to that at P0 in the exogenous pulmonary group ( $P < 0.05$ ). The blood gas index at P1 in the exogenous pulmonary group was superior to that in the endogenous pulmonary group ( $P < 0.05$ ). ④ There were no significant differences in PT, APTT, D-dimer, BNP, Cr and BUN between two groups at all time points ( $P > 0.05$ ). Conclusion: PPV can improve the oxygenation function and hemodynamic parameters of patients with pulmonary endogenous/exogenous ARDS. PPV can improve the oxygenation index and increase the return blood volume of patients with exogenous pulmonary ARDS. PPV had no effect on heart, kidney and coagulation function in patients with ARDS.

**Key words** Prone position ventilation; Acute respiratory distress syndrome; Hemodynamics; Oxygenation index

急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)是指各种肺内、外原因引起的以顽固性低氧血症为特征的疾病,起病急骤,机械通气在纠正患者低氧血症方面有良好的疗效<sup>[1]</sup>。传统的

机械通气模式由于肺内气体分布不均,可能导致肺泡过度膨胀而造成肺组织二次损伤<sup>[2,3]</sup>。有文献报道<sup>[4]</sup>,俯卧位通气(prone prone ventilation, PPV)由于是非生理性体位,除了其应用范围受到一定限制外,还可造成心跳骤停、血液动力学改变等并发症。本文观察PPV对肺内源性与肺外源性ARDS患者的呼吸动力学及血液动力学影响,报道如下。

<sup>1</sup> 鄂东医疗集团黄石市中心医院

<sup>\*</sup> 通信作者:王香春, E-mail: 596563063@qq.com

## 资料与方法

**一般资料** 选取中建三局武汉中心医院 2015 年 1 月~2016 年 9 月收治的 44 例 ARDS 患者(男 31,女 13),年龄 36~64 岁,平均年龄( $48.5 \pm 3.7$ )岁。均符合 2012 年柏林会议制定的《ARDS 诊断与治疗指南》中的诊断标准<sup>[5]</sup>:①双肺透光度减低,且不能完全用胸腔积液、肺不张和结节解释;②出现无法用心功能衰竭或液体负荷过多解释的呼吸衰竭;③顽固的低氧血症,根据氧合指数分为:轻度: $200 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$ ;中度: $100 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mmHg}$ ;重度: $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 100 \text{ mmHg}$ 。排除标准:血液动力学不稳定、颅内高压、近期胸部存在大手术史与脊柱损伤者。本研究经医院伦理委员会批准,患者家属签署知情同意书。

按照病因不同,将患者分为肺内源性组(23 例)和肺外源性组(21 例),其中肺内源性病因包括:肺部感染 12 例,误吸 4 例,有毒物质吸入 5 例,淹溺 2 例;肺外源性病因包括:急性重症胰腺炎 8 例,有机磷农药中毒 6 例,脓毒血症 4 例,急性化脓性胆囊炎 3 例。2 组患者在性别、年龄、低氧血症严重程度等基线资料方面差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ ),具有可比性,见表 1。

**方法** ①基础治疗:根据患者原发病因不同,给予相应的抗感染、补液抗炎与营养支持治疗,严密监测患者生命体征;②机械通气:所有患者均给予气管插管,采用瑞士哈美顿医疗公司生产的 HAMILTON-C2 呼吸机,设定为容量控制模式,呼吸频率 12~16 次/min,潮气量为 400~600 mL,氧流量为 2~4 L/min,呼气末正压设置为 6~12 cmH<sub>2</sub>O,给予患者咪达唑仑镇静;③PPV:入组后即由经过培训的 3~4 名专业医护人员协助实施,患者置于俯卧位,双手伸直自然置于头两侧,在肩下、骨盆下及骨折突出处放置仿生胶垫,避免腹部及其他部位受压,保证静脉回流畅通;每次持续 4 h,间隔 2 h,连续 7 d,整个过程由专人看护,保持气管插管、呼吸机管道及各种输液管道通畅。严密观察患者各项指标,如出现躁动、心律失常、血液动力学不稳定等立即转为仰卧位通气。

**监测指标** 分别在 PPV 应用前(P0)、1h(P1)、2h(P2)监测如下指标:①呼吸力学指标:肺容积、肺静态顺应性(Cst)、气道峰压(PIP)、气道平台压(Pplat);②血液动力学指标:平均肺动脉压(MAP)、中心静脉压(CVP)、心率(HR)、心指数(CI);③血

气分析指标:氧分压( $\text{PaO}_2$ )、二氧化碳分压( $\text{PaCO}_2$ )、氧合指数( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ )、血氧饱和度( $\text{SaO}_2$ );④心、肾、凝血指标:凝血酶原时间(PT)、部分活化凝血酶时间(APTT)、D-二聚体、脑尿钠肽(BNP)、肌酐(Cr)、尿素氮(BUN),在 PPV 前、PPV 2h 采集患者静脉血检测。

**统计学处理** 采用 SPSS 17.0 统计软件,计量资料用( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用  $t$  检验,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结果

**呼吸力学指标** 同组 P1、P2 与 P0 比较,肺容积、静态顺应性升高( $P < 0.05$ ),见表 2。

**血液动力学** 肺外源性组 P1、P2 与 P0 比较,MAP、HR 下降明显(均  $P < 0.05$ );肺内源性组 P2 与 P0 比较,MAP、HR 下降明显(均  $P < 0.05$ );组间比较,P1 时间点肺外源性组比肺内源性组 MAP、HR 下降明显(均  $P < 0.05$ ),见表 3。

**血气分析** 肺内源性组 P2 时间点各指标优于 P0( $P < 0.05$ );肺外源性组 P1、P2 时间点各指标优于 P0( $P < 0.05$ );组间比较,P1 时间点肺外源性组血气指标( $\text{PaO}_2$ 、 $\text{PaCO}_2$ 、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、 $\text{SaO}_2$ )优于肺内源性组( $P < 0.05$ ),见表 4。

**心、肾、凝血功能** 2 组间各时间点比较,PT、APTT、D-二聚体、BNP、Cr、BUN 指标差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ ),见表 5。

## 讨论

ARDS 的主要病理生理变化为肺毛细血管弥漫性损伤、通透性加强引起的肺水肿、肺不张,表现为持续性呼吸窘迫及难治性低氧血症,该病病情复杂且预后极差,因此需尽早予以合理治疗,以提高治愈率。随着肺保护性通气策略的应用,ARDS 患者的病死率明显下降,但中重度患者的病死率仍然高达 40% 以上<sup>[6]</sup>。传统机械通气治疗时,肺内气体由于重力作用,背部肺泡受压萎陷,同时血流灌注则相对充足,造成肺内血液分流;而胸侧肺泡过度扩张,血流相对灌注不足,造成无效腔增加,两种情况都会导致通气/血流比例失调,影响患者氧合<sup>[7]</sup>。

自从 Bryan 首次描述俯卧位通气模式可以有效帮助患者改善通气功能和氧合状态后,临床上就不断有学者对此进行研究<sup>[8]</sup>,分析认为俯卧位通气由于重力作用改变可以使得背部肺泡重新开放,肺顺

表 1 2 组患者基线资料比较

| 组别    | 例  | 性别(例) |   | 年龄<br>(岁)  | APACHEII<br>评分(分) | BMI<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | LVEF<br>(%) | 低氧血症严重程度(例) |   |   |
|-------|----|-------|---|------------|-------------------|-----------------------------|-------------|-------------|---|---|
|       |    | 男     | 女 |            |                   |                             |             | 轻           | 中 | 重 |
| 肺内源性组 | 23 | 17    | 6 | 48.2 ± 4.5 | 18.8 ± 7.9        | 21.6 ± 3.4                  | 71.6 ± 13.9 | 10          | 8 | 5 |
| 肺外源性组 | 21 | 14    | 7 | 48.4 ± 5.7 | 17.8 ± 4.3        | 22.1 ± 3.7                  | 72.7 ± 11.5 | 12          | 6 | 3 |

表 2 2 组患者呼吸力学指标比较

( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别    | 例  | 肺容积(ml)        | Cst(ml/cmH <sub>2</sub> O) | PIP(cmH <sub>2</sub> O) | Pplat(cmH <sub>2</sub> O) |
|-------|----|----------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 肺内源性组 | 23 |                |                            |                         |                           |
| P0    |    | 101.5 ± 13.6   | 31.8 ± 2.0                 | 33.2 ± 1.9              | 27.3 ± 2.5                |
| P1    |    | 112.7 ± 17.2 * | 35.3 ± 1.5 *               | 31.6 ± 2.1              | 28.7 ± 3.4                |
| P2    |    | 113.5 ± 18.1 * | 37.2 ± 2.5 *               | 30.1 ± 1.3              | 27.0 ± 1.8                |
| 肺外源性组 | 21 |                |                            |                         |                           |
| P0    |    | 102.5 ± 13.8   | 30.9 ± 1.8                 | 33.7 ± 1.8              | 27.4 ± 1.8                |
| P1    |    | 114.6 ± 17.5 * | 32.2 ± 2.2 *               | 32.0 ± 1.8              | 27.2 ± 3.1                |
| P2    |    | 114.8 ± 18.2 * | 34.1 ± 1.6 *               | 32.1 ± 1.3              | 28.4 ± 1.4                |

注:与本组 P0 比较, \*  $P < 0.05$ 

表 3 2 组患者血液动力学指标比较

( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别    | 例  | HR(次/min)     | MAP(mmHg)      | CVP(mmHg) | CI[L/min · m <sup>2</sup> ] |
|-------|----|---------------|----------------|-----------|-----------------------------|
| 肺内源性组 | 23 |               |                |           |                             |
| P0    |    | 101.6 ± 8.5   | 75.4 ± 11.5    | 9.6 ± 2.4 | 4.3 ± 0.4                   |
| P1    |    | 98.5 ± 7.3    | 74.3 ± 10.4    | 9.6 ± 2.6 | 4.1 ± 0.4                   |
| P2    |    | 94.2 ± 8.3 *  | 71.8 ± 10.4 *  | 9.6 ± 2.7 | 4.3 ± 0.5                   |
| 肺外源性组 | 21 |               |                |           |                             |
| P0    |    | 102.2 ± 9.6   | 75.1 ± 10.9    | 9.6 ± 2.7 | 4.3 ± 0.5                   |
| P1    |    | 95.3 ± 7.1 ** | 72.3 ± 11.3 ** | 9.7 ± 2.6 | 4.3 ± 0.3                   |
| P2    |    | 94.6 ± 7.4 *  | 71.5 ± 9.5 *   | 9.6 ± 3.1 | 4.2 ± 0.6                   |

注:与本组 P0 比较, \*  $P < 0.05$ ; 组间同时间点比较, #  $P < 0.05$ 

表 4 2 组患者血气指标比较

( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别    | 例  | PaO <sub>2</sub> (mmHg) | PaCO <sub>2</sub> (mmHg) | PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> (mmHg) | SaO <sub>2</sub> (%) |
|-------|----|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|----------------------|
| 肺内源性组 | 23 |                         |                          |                                           |                      |
| P0    |    | 55.1 ± 3.7              | 61.0 ± 4.2               | 183.2 ± 12.2                              | 90.4 ± 1.3           |
| P1    |    | 57.7 ± 4.0              | 59.2 ± 4.5               | 185.7 ± 10.1                              | 92.0 ± 1.1           |
| P2    |    | 62.7 ± 3.9 *            | 51.7 ± 4.3 *             | 197.7 ± 13.6 *                            | 96.6 ± 1.5 *         |
| 肺外源性组 | 21 |                         |                          |                                           |                      |
| P0    |    | 54.4 ± 4.1              | 62.2 ± 4.2               | 182.4 ± 12.5                              | 91.0 ± 1.2           |
| P1    |    | 60.2 ± 4.8 **           | 55.7 ± 3.1 **            | 193.6 ± 11.1 **                           | 95.7 ± 1.3 **        |
| P2    |    | 63.2 ± 3.6 *            | 50.7 ± 5.3 *             | 199.3 ± 17.2 *                            | 97.5 ± 0.7 *         |

注:与本组 P0 比较, \*  $P < 0.05$ ; 组间同时间点比较, #  $P < 0.05$ 

表 5 2 组患者心、肾、凝血功能比较

( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别    | 例  | PT(s)      | APTT(s)     | D-二聚体(mg/mL)    | BNP(pg/mL)      | Cr(μmol/L)  | BUN(μmol/L) |
|-------|----|------------|-------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|
| 肺内源性组 | 23 |            |             |                 |                 |             |             |
| P0    |    | 14.2 ± 1.4 | 42.9 ± 5.4  | 6009.8 ± 3143.1 | 1825.7 ± 2708.7 | 64.5 ± 32.9 | 8.2 ± 3.7   |
| P2    |    | 14.3 ± 4.0 | 43.6 ± 11.3 | 5928.4 ± 3216.3 | 1936.8 ± 2578.9 | 68.4 ± 29.5 | 8.6 ± 6.4   |
| 肺外源性组 | 21 |            |             |                 |                 |             |             |
| P0    |    | 15.4 ± 6.1 | 42.4 ± 8.6  | 6055.8 ± 3124.6 | 1864.9 ± 2698.7 | 68.4 ± 32.4 | 8.3 ± 3.8   |
| P2    |    | 15.0 ± 7.7 | 44.2 ± 11.8 | 6123.5 ± 3138.3 | 1955.7 ± 2466.1 | 66.4 ± 35.2 | 8.8 ± 3.8   |

应性下降,肺容积增加,进而有效改善患者氧合。临床上对于俯卧位通气的优势形成了几点共识<sup>[9,10]</sup>:①可以明显增加肺内功能残气量;②改变膈肌的体位及运动方式,降低膈肌做功所需能量;③促进肺内分泌物引流;④提高通气/血流比例;⑤降低了纵膈和心脏对肺组织的压迫作用;⑥提高了肺顺应性,使背侧萎陷的肺泡重新扩张。有研究表明<sup>[11]</sup>,俯卧位通气可以减少 20%~47% 的肺内无效腔,明显改善患者通气/血流比。采取俯卧位机械通气与传统仰卧位相比,可降低 ARDS 患者的病死率<sup>[12]</sup>。由于俯卧位通气是一种非生理性体位模式,其在应用范围上存在一定限制,特别是其具有明确的禁忌证,如面部和骨盆骨折,烧伤和开放性创口,严重的血液动力学改变,脊柱损伤,腹部创伤或手术史等,由于导致 ARDS 的病因多样,所以对患者实施俯卧位通气时常常需要反复论证。有学者认为俯卧位通气模式可以导致心跳骤停及血液动力学改变<sup>[13]</sup>;也有文献指出<sup>[14]</sup>,其可以降低患者心率,提高回心血量,降低平均肺动脉压。

肺内源性与肺外源性 ARDS 病理生理机制不同,俯卧位通气治疗效果也存在差异,本研究显示,2 组患者使用俯卧位通气后肺容积、静态顺应性升高,但组间比较无差异,说明 PPV 模式可以提高肺容积,降低肺顺应性,改善通气/血流比,与国内外报道一致<sup>[15]</sup>;在血液动力学和氧合指标方面,肺内源性组 P2 时间点有所改善,肺外源性组 P1 时间点即有所改善,且组间比较肺外源性组血气指标优于肺内源性组,说明肺内源性 ARDS 患者的氧合改善所需的时间较长。由于 2h 时患者氧合情况已得到明显改善,且考虑到俯卧位通气相关并发症及护理工作量等因素,我们只做了 2h 的俯卧位通气治疗,结合得出的相关数据我们推测肺内型氧合的改善可能会维持更长时间,且在 2h 后氧合情况可能会更进一步改善,这仍需要在以后的临床实践中进一步研究证实。本研究显示 2 组患者各时间点心、肾、凝血功能无差异。本研究肺内外源性治疗效果不同,可能与两者病理生理机制不同有关,肺外源性 ARDS 患者主要病理改变为肺不张和肺萎陷,俯卧位通气能够促进肺内气体重新分布和局部跨肺压的改变,起到积极改善氧合的作用;而肺内源性组病例改变是以肺内实变为主,俯卧位通气促进肺内气体重新分布的效果低于肺外源性组。俯卧位通气模式可改善肺

内、外源性 ARDS 患者氧合指标,对血液动力学影响具有积极效果,由于本研究样本量有限,且观察时间点较短,后期仍需要进一步研究以论证此结论。

### 参考文献

- 1 韩炳智,韩韬,吴志峰.重症吸入性肺炎合并 ARDS 患者行俯卧位机械通气时氧合、血液动力学及气道引流的研究[J].中国呼吸与危重监护杂志,2014,13(1):78-81.
- 2 莫必华,刘艳秀,甘国能,等.重度 ARDS 患者应用俯卧位通气联合肺复张对血流动力学及预后的影响[J].临床肺科杂志,2015,20(11):2073-2075.
- 3 邹艳清,胡波,李建国,等.急性呼吸窘迫综合征机械通气治疗进展[J].内科急危重症杂志,2015,21(6):456-459.
- 4 Prat G, Guinard S, Bizien N, et al. Can lung ultrasonography predict prone positioning response in acute respiratory distress syndrome patients [J]. J Crit Care, 2016, 32(1):36-41.
- 5 Sud S, Friedrich JO, Taccone P, et al. Prone ventilation reduces mortality in patients with acute respiratory failure and severe hypoxemia: systematic review and meta-analysis [J]. Intensive Care Med, 2010, 36(4):585-599.
- 6 尉玉杰,王磊,井慎,等.无创正压通气治疗轻度急性呼吸窘迫综合征的临床观察[J].内科急危重症杂志,2015,21(4):289-290.
- 7 Ashbaugh DG, Bigelow DB, Petty TL, et al. Acute respiratory distress in adults [J]. Lancet, 1967, 290(7511):319-323.
- 8 Ud S, Friedrich JO, Adhikari NK, et al. Effect of prone positioning during mechanical ventilation on mortality among patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis [J]. CMAJ, 2014, 186(10):E381-390.
- 9 唐昊,梁泽平,蒋东坡,等.俯卧位通气在重症急性呼吸窘迫综合征临床救治中的价值[J].中国肺部疾病杂志(电子版),2016,9(4):377-380.
- 10 Santini A, Protti A, Langer T, et al. Prone position ameliorates lung elastance and increases functional residual capacity independently from lung recruitment [J]. Intensive Care Med Exp, 2015, 3(1):55.
- 11 张欣,赵子平,刘宁,等.急性呼吸窘迫综合征小潮气量肺保护通气策略的预后分析[J].内科急危重症杂志,2015,21(2):120-121.
- 12 Kobirumaki-Shimozawa F, Inoue T, Shintani SA, et al. Cardiac thin filament regulation and the frank-starling mechanism [J]. J Physiol Sci, 2014, 64(4):221-232.
- 13 Voelker MT, Jahn N, Bercker S, et al. Prone positioning of patients during venovenous extracorporeal membrane oxygenation is safe and feasible [J]. Anaesthesist, 2016, 65(4):250-257.
- 14 Santini A, Protti A, Langer T, et al. Prone position ameliorates lung elastance and increases functional residual capacity independently from lung recruitment [J]. Intensive Care Med Exp, 2015, 3(1):55.
- 15 陈思蓓,余裕恒,刘冬冬,等.俯卧位通气对伴间质性肺疾病的急性呼吸窘迫综合征患者血液动力学的影响[J].中国呼吸与危重监护杂志,2016,15(2):127-132.

(2017-04-28 收稿 2017-11-17 修回)