

论 著】

## 不同密闭式吸痰方法对 ARDS 小猪动脉血气的影响

王建荣<sup>1</sup>, 张利岩<sup>2</sup>, 尹利华<sup>2</sup>, 马燕兰<sup>1</sup>, 谢景红<sup>2</sup>

(1.中国人民解放军总医院 护理部, 北京 100039; 2.中国人民武装警察部队总医院 护理部, 北京 100039)

**[摘 要]** 目的 探讨密闭式吸痰时高氧法和/或肺泡复张术对急性呼吸窘迫综合征(ARDS)小猪动脉血氧分压(PaO<sub>2</sub>)、动脉血氧饱和度(SaO<sub>2</sub>)、动脉血二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)、动脉血 pH 值的影响。方法 16 只小猪给予清洁剂(detergent)(1.37 ± 0.64)mg/kg 气管注入制作 ARDS 模型, 模型成功后随机分为呼气末正压(PEEP)0.5 kPa(5 cmH<sub>2</sub>O)和 1.0 kPa(10 cmH<sub>2</sub>O)两组, 每组 8 只。每只小猪按随机顺序分别采用单纯密闭式吸痰(简称单纯法)、高氧法密闭式吸痰即密闭式吸痰前 1 min 给予 100%氧供并贯穿整个吸痰过程共持续 2 min(简称高氧法)、复张法密闭式吸痰即吸痰后即刻调节 PEEP 水平到 2.0 kPa(20 cmH<sub>2</sub>O), 通气 10 s(简称复张法)、高氧-复张法密闭式吸痰即吸痰时高氧供及肺泡复张术两种措施联合应用(简称结合法)4 种方法吸痰, 观察吸痰前 1 min、吸痰后 1 min、3 min、5 min、10 min 动脉血气的变化。结果 在两个 PEEP 水平组, 单纯法吸痰后 ARDS 小猪动脉血氧分压(PaO<sub>2</sub>)和动脉血氧饱和度(SaO<sub>2</sub>)均下降, 直到吸痰后 10 min 仍然低于吸痰前基线水平(P<0.05); 高氧法吸痰后 1min PaO<sub>2</sub>、SaO<sub>2</sub> 较基线水平有所升高, 其中 PEEP 0.5 kPa(5 cmH<sub>2</sub>O)组 P>0.05, PEEP 1.0 kPa(10 cmH<sub>2</sub>O)组 P<0.05; 复张法吸痰后 1 min PaO<sub>2</sub>、SaO<sub>2</sub> 有所下降(P>0.05), 从吸痰后 3 min 开始恢复到基线水平; 结合法吸痰后 1 min PaO<sub>2</sub>、SaO<sub>2</sub> 升高(P<0.05), 直到吸痰后 10 min 仍然高于基线水平(P>0.05)。结论 单纯法可引起 ARDS 小猪较严重的低氧血症; 高氧法可暂时改善密闭式吸痰所引起的缺氧, 但作用时间短暂; 复张法不能避免吸痰瞬间所引起的 PaO<sub>2</sub>、SaO<sub>2</sub> 下降; 结合法能够保持吸痰前后全过程较好氧合状态, 是一种比较安全的吸痰方式。

**[关键词]** 急性呼吸窘迫综合征; 高氧; 肺泡复张术; 密闭式吸痰

**[中图分类号]** R563.8; R-332 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1008-9969(2007)01-0007-06

### Effect of Closed Endotracheal Suction Performed with Hyperoxygenation and/or Recruitment Maneuvers on Arterial Blood Gas in ARDS Piglets

WANG Jian-rong<sup>1</sup>, ZHANG Li-yan<sup>2</sup>, YIN Li-hua<sup>2</sup>, MA Yan-lan<sup>1</sup>, XIE Jing-hong<sup>2</sup>

(1. Dept. of Nursing Administration, the General Hospital of PLA, Beijing 100039, China;

2. Dept. of Nursing Administration, the General Hospital of Armed Police Forces, Beijing 100039, China)

**Abstract:** Objective To assess the impact of closed endotracheal suction performed with hyperoxygenation and/or alveoli recruitment maneuver on PaO<sub>2</sub>, SaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> and pH in ARDS piglets. Methods ARDS piglet model was introduced by injecting detergent (1.37 ± 0.64)mg/kg into 16 piglets intratracheally, which were equally randomized into PEEP 0.5 kPa(5 cmH<sub>2</sub>O) and 1.0 kPa(10 cmH<sub>2</sub>O) groups. 4 protocols were administrated in random order: closed endotracheal suction, closed endotracheal suction with hyperoxygenation, closed endotracheal suction with alveoli recruitment maneuver (ventilation for 10 s at 2.0 kPa PEEP), closed endotracheal suction with hyperoxygenation and alveoli recruitment maneuver. The arterial blood gas was tested before suction, 1 min, 3 min, 5 min and 10 min after suction. Results After closed endotracheal suction alone, PaO<sub>2</sub> and SaO<sub>2</sub> went down and even did not restore to the normal levels right 10 min after suction (P<0.05). 1 min after suction with hyperoxygenation, PaO<sub>2</sub> and SaO<sub>2</sub> went up from the basic level(P>0.05) in the group of PEEP 0.5 kPa(5 cmH<sub>2</sub>O) but P<0.05 in the group of PEEP 1.0 kPa(10 cmH<sub>2</sub>O). 1 min after suction with alveoli recruitment maneuver, PaO<sub>2</sub> and SaO<sub>2</sub> went down from the basic level (P>0.05) and then restored to the basic level 3 min after suction. 1 min after suction with hyperoxygenation in combination with alveoli recruitment maneuver, PaO<sub>2</sub> and SaO<sub>2</sub> went up (P<0.05) and remained at a higher level than the basic one even 10 min after suction (P>0.05). Conclusion Closed endotracheal suction without any assistant maneuver may cause severe arterial blood hypoxidosis. Suction with hyperoxygenation may improve blood oxygenation, but temporarily. Suction with alveoli recruitment maneuver may lead to temporary falls of PaO<sub>2</sub> and SaO<sub>2</sub>. Suction with hyperoxygenation in combination with alveoli recruitment maneuver may improve the oxygenation and respiratory mechanics all through the process of suction.

**Key words:** ARDS; hyperoxygenation; recruitment maneuver; closed endotracheal suction

目前, 密闭式吸痰已成为 ARDS 患者呼吸道管

理方面的一种首选吸痰方式。因其不需要断开与呼吸机连接, 可以保持机械通气的持续性, 较大限度减少吸痰所引起的肺容量减少及 PEEP 丢失, 保持较稳定的气道压力及 FiO<sub>2</sub>, 且操作简便迅捷, 具有较高的使用依从性<sup>[1-5]</sup>。但是相关研究<sup>[6-7]</sup>显示缺氧同样是密闭式吸痰最常见的不良反应。每一次吸痰, 组织

**[收稿日期]** 2006-09-01

**[作者简介]** 王建荣(1957-), 女, 山西深源人, 硕士学位, 教授, 主任护师, 护理部主任。

**[通讯作者]** 尹利华(1972-), 女, 山西岚县人, 硕士学位, 主管护师, 护士长。

都会遭受一次缺氧打击,反复吸痰必将加重器官功能损害。因此在密闭式吸痰时有必要采取一定辅助措施以促进吸痰所导致的塌陷肺泡复张,改善氧合。预高氧和/或肺泡复张术在开放式吸痰中已经成为一种防止低氧血症的有效辅助措施,但在密闭式吸痰时的应用效果如何,特别是在不同 PEEP 水平机械通气情况下,密闭式吸痰时采取不同辅助措施对 ARDS 患者氧合的影响如何尚不清楚。本研究用小猪建立 ARDS 动物模型,采用容量控制机械通气模式,通过在 PEEP 0.5 kPa(5 cmH<sub>2</sub>O)、1.0 kPa(10 cmH<sub>2</sub>O)水平时高氧法和/或肺泡复张术在密闭式吸痰中的应用,监测其对小猪气体交换的影响,以探索一种适合 ARDS 患者更加安全有效的吸痰方法。

## 1 材料和方法

1.1 实验动物 健康小猪 16 只,雄性 9 只,雌性 7 只,体质量 3.6~5.7(4.58 ± 0.77) kg,由中国人民解放军总医院动物实验中心提供。

### 1.2 方法

1.2.1 动物准备 小猪给予盐酸氯胺酮 25 mg、麻保静(二甲苯胺噻嗪)4 mg 肌肉注射行基础麻醉后称重,并于耳缘静脉注射戊巴比妥钠 10~20 mg/kg 行静脉全身麻醉。麻醉成功后取仰卧位,固定四肢,气管切开后置入内径 5.0 mm 气管插管,接呼吸机辅助呼吸。然后行颈总动脉置管连接三通管,一端接多功能监护仪压力传感器以监测动脉血压,另一端用于采集动脉血气标本;给予颈总静脉置管建立补液通路并监测中心静脉压(CVP)。整个实验过程中动物处仰卧位,持续泵入戊巴比妥钠 2~4 mg/(kg·h),间断推注万可松(维库溴铵)0.07 mg/kg 保持镇静及肌松状态。静脉输入乳酸林格注射液并保持速度恒定。

1.2.2 呼吸机参数调节 实验动物在基础状态时均采用容量控制通气模式(volume control ventilation, VCV),应用婴儿管路以减少死腔,设定潮气量(inspiratory tidal volume, VTI)在 8 ml/kg;通气频率(frequency, F)30 次/min,吸呼比(I/E)为 1:1,吸气暂停为呼吸周期的 10%(0.2 s),吸氧浓度(FiO<sub>2</sub>)60%,呼吸机送气方式为方波(恒速波),流量触发 2 L/min。

1.2.3 ARDS 模型制作 十六烷磺基丁二酸钠盐(dioctyl sulfosuccinate, sodium salt, detergent)使用以

1:1 比例配制的生理盐水和无水乙醇溶液溶解,给予(1.37 ± 0.64) mg/kg 气管内注入,反复改变小猪体位以使药物能够较均匀分布在肺内各叶,监测动脉血气,以氧合指数(PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 200 mmHg)稳定持续超过 60 min 为 ARDS 模型成功<sup>[8]</sup>。

1.2.4 实验分组 ARDS 模型成功后在基础通气条件下,随机选择 8 只小猪给予呼气末正压(PEEP)1.0 kPa(10 cmH<sub>2</sub>O),为 PEEP 10 kPa(10 cmH<sub>2</sub>O)组,另外 8 只给予 PEEP 0.5 kPa(5 cmH<sub>2</sub>O),为 PEEP 0.5 kPa(5 cmH<sub>2</sub>O)组,通气 30 min 后开始进行密闭式吸痰。每只猪分别采用 4 种不同吸痰方法,顺序随机选择,每次吸痰间隔 30 min 以保持基础状态相对稳定。具体方法是:(1)单纯密闭式吸痰(简称单纯法);(2)高氧法密闭式吸痰即密闭式吸痰前 1 min 给予 100%氧供并贯穿整个吸痰过程共持续 2 min(简称高氧法);(3)复张法密闭式吸痰即吸痰后即刻调节 PEEP 水平到 2.0 kPa(20 cmH<sub>2</sub>O),通气 10 s(简称复张法);(4)高氧-复张法密闭式吸痰即吸痰时高氧供及肺泡复张术两种措施联合使用(简称结合法)。每次吸痰前 1 min、吸痰后 1 min、3 min、5 min、10 min 从颈动脉插管抽取动脉血 0.5 ml 进行血气分析,同时监测呼吸力学及心率、血压变化情况。

1.2.5 吸痰方法 密闭式吸痰系统直接连接在气管插管与呼吸机 Y 型管之间,吸痰管前端在靠近气管插管口处有舌形单向活瓣和气道湿化接头,表面有数字刻度,其外有一层宽松、密闭的无菌薄膜包裹,尾端有一吸引控制阀,与负压吸引相连形成一密闭系统。吸痰时无需断开与呼吸机连接,吸痰管插入气管插管遇到阻力后回撤 2 cm,按压负压控制阀给予持续旋转提吸,吸痰结束时松开控制阀,将吸引管完全退回到无菌薄膜内即可。操作时要求密闭式吸痰管外径与气管插管内径比率 < 1/2,吸痰时间 15 s,负压吸引压力为 10 kPa。

1.2.6 统计学方法 实验数据以均数 ± 标准差表示,采用 Stata 7.0 软件,组内吸痰前后监测指标比较采用配对 t 检验,各种吸痰方法间比较采用方差分析。

## 2 结果

2.1 不同方法吸痰时 ARDS 小猪动脉血氧分压的变化见表 1、表 2

表 1 呼气末正压 0.5 kPa(5 cmH<sub>2</sub>O) 组不同方法吸痰时小猪动脉血氧分压的变化( $\bar{X} \pm S$ , mmHg, 1 mmHg=0.133 kPa)

吸痰方法	吸痰前 1 min	吸痰后 1 min	吸痰后 3 min	吸痰后 5 min	吸痰后 10 min
单纯法	95.03 ± 32.06	74.50 ± 26.54	80.51 ± 26.19	79.52 ± 25.79	80.55 ± 28.90
高氧法	73.93 ± 16.15	82.41 ± 26.46	73.28 ± 16.46	72.26 ± 16.22	71.26 ± 15.90
复张法	79.21 ± 20.10	77.53 ± 21.46	79.36 ± 23.65	80.80 ± 23.83	80.33 ± 21.41
结合法	86.91 ± 29.84	135.77 ± 69.83	96.88 ± 44.02	93.17 ± 41.19	93.56 ± 40.55

注: 吸痰后不同时间与吸痰前比较  $P < 0.05$  (单纯法吸痰后 1、3、5、10 min 与吸痰前比较  $t$  值分别为 3.63、2.94、3.68、3.15; 结合法吸痰后 1 min 与吸痰前比较  $t$  值=3.07); 单纯法与结合法在吸痰后 1 min 比较  $P < 0.05$  ( $F=3.99$ )

表 2 呼气末正压 1.0 kPa(10 cmH<sub>2</sub>O) 组不同方法吸痰时小猪动脉血氧分压的变化( $\bar{X} \pm S$ , mmHg)

吸痰方法	吸痰前 1 min	吸痰后 1 min	吸痰后 3 min	吸痰后 5 min	吸痰后 10 min
单纯法	93.15 ± 8.43	78.98 ± 15.25	80.27 ± 15.50	82.48 ± 17.27	81.90 ± 16.09
高氧法	83.37 ± 9.69	94.35 ± 25.61	83.22 ± 20.36	82.82 ± 21.40	83.17 ± 19.13
复张法	85.17 ± 7.07	82.96 ± 17.38	83.83 ± 19.70	85.17 ± 19.89	87.76 ± 20.77
结合法	87.93 ± 26.82	116.13 ± 51.51	90.60 ± 28.49	89.47 ± 25.07	88.93 ± 24.80

注: 吸痰后不同时间与吸痰前比较  $P < 0.05$  (单纯法吸痰后 1、3、5、10 min 与吸痰前比较  $t$  值分别为 3.04、2.92、2.41、3.21; 高氧法吸痰后 1 min 与吸痰前比较  $t$  值=2.80; 结合法吸痰后 1 min 与吸痰前比较  $t=2.50$ )

在 PEEP 0.5 kPa(5 cmH<sub>2</sub>O) 组, 单纯法吸痰后 ARDS 小猪 PaO<sub>2</sub> 下降, 持续到吸痰后 10 min 仍低于吸痰前基线水平( $P < 0.05$ ); 高氧法吸痰后 1 min PaO<sub>2</sub> 有所升高( $P > 0.05$ ), 但从吸痰后 3 min 开始下降并低于基线水平 ( $P > 0.05$ ); 复张法吸痰后 1 min PaO<sub>2</sub> 下降 ( $P > 0.05$ ), 从吸痰后 3 min 开始逐渐恢复到基线水平; 结合法吸痰后 1 min PaO<sub>2</sub> 升高( $P < 0.05$ ), 持续到吸痰后 10 min 仍高于吸痰前基线水平( $P > 0.05$ )。各种方法在吸痰前基础 PaO<sub>2</sub> 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 但在吸痰后 1 min 有所不同, 从两两比较的结果看, 结合法在吸痰后 1 min PaO<sub>2</sub> 明显高于单纯法( $P < 0.05$ ), 其余方法差异无统计学意义。

在 PEEP 1.0 kPa(10 cmH<sub>2</sub>O) 组, 单纯法吸痰后 ARDS 小猪 PaO<sub>2</sub> 下降, 持续到吸痰后 10 min 仍低于吸痰前基线水平 ( $P < 0.05$ ); 高氧法吸痰后 1 min PaO<sub>2</sub> 升高( $P < 0.05$ ), 在吸痰后 3、5、10 min 始终保持在基线水平; 复张法吸痰后 1 min PaO<sub>2</sub> 有所下降( $P > 0.05$ ), 但从吸痰后 3 min 开始恢复到基线水平; 结合法吸痰后 1 min PaO<sub>2</sub> 升高( $P < 0.05$ ), 持续到吸痰后 10 min 仍高于基线水平( $P > 0.05$ )。4 种方法在吸痰前后各时间点 PaO<sub>2</sub> 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。

2.2 不同方法吸痰时 ARDS 小猪动脉血氧饱和度的变化见表 3、表 4

表 3 呼气末正压 0.5 kPa(5 cmH<sub>2</sub>O) 组不同方法吸痰时小猪动脉血氧饱和度的变化( $\bar{X} \pm S$ , %)

吸痰方法	吸痰前 1 min	吸痰后 1 min	吸痰后 3 min	吸痰后 5 min	吸痰后 10 min
单纯法	93.27 ± 7.44	88.95 ± 7.72	90.43 ± 8.17	89.87 ± 9.09	89.41 ± 9.82
高氧法	89.93 ± 7.50	90.56 ± 7.93	89.65 ± 7.29	89.04 ± 8.00	88.81 ± 7.72
复张法	92.00 ± 7.73	90.61 ± 8.01	91.26 ± 8.13	91.68 ± 8.13	92.24 ± 7.34
结合法	92.04 ± 7.34	95.29 ± 6.31	92.64 ± 7.39	92.09 ± 7.86	92.18 ± 7.70

注: 吸痰后不同时间与吸痰前比较  $P < 0.05$  (单纯法吸痰后 1、3、5、10 min 与吸痰前比较  $t$  值分别为 3.81、3.71、3.19、2.57; 结合法吸痰后 1 min 与吸痰前比较  $t=5.95$ )

表 4 呼气末正压 1.0 kPa(10 cmH<sub>2</sub>O) 组不同方法吸痰时小猪动脉血氧饱和度的变化( $\bar{X} \pm S$ , %)

吸痰方法	吸痰前 1 min	吸痰后 1 min	吸痰后 3 min	吸痰后 5 min	吸痰后 10 min
单纯法	94.04 ± 5.19	90.19 ± 7.55	90.36 ± 7.66	90.83 ± 7.37	91.10 ± 5.99
高氧法	90.25 ± 0.68	91.73 ± 0.18	89.89 ± 1.36	90.00 ± 0.22	90.24 ± 0.49
复张法	91.90 ± 6.40	91.36 ± 5.78	90.90 ± 7.72	91.06 ± 7.92	91.55 ± 7.54
结合法	89.76 ± 2.75	92.69 ± 1.50	90.06 ± 3.28	91.05 ± 9.87	90.99 ± 9.61

注: 吸痰后不同时间与吸痰前比较  $P < 0.05$  (单纯法吸痰后 1、3、5、10 min 与吸痰前比较  $t$  值分别为 3.30、3.08、2.57、3.28; 高氧法吸痰后 1 min 与吸痰前比较  $t=2.97$ ; 结合法吸痰后 1 min 与吸痰前比较  $t=5.35$ )

表 3、表 4 显示: 在两个 PEEP 水平通气状态下, ARDS 小猪 SaO<sub>2</sub> 变化趋势与 PaO<sub>2</sub> 变化趋势完全一致。

2.3 不同方法吸痰时 ARDS 小猪动脉血二氧化碳分压的变化见表 5、表 6

表 5 呼气末正压 0.5 kPa(5 cmH<sub>2</sub>O) 组不同方法吸痰时小猪动脉血二氧化碳分压的变化( $\bar{X} \pm S$ , mmHg)

吸痰方法	吸痰前 1 min	吸痰后 1 min	吸痰后 3 min	吸痰后 5 min	吸痰后 10 min
单纯法	62.46 $\pm$ 3.38	61.02 $\pm$ 1.47	60.47 $\pm$ 6.26	61.77 $\pm$ 3.90	59.78 $\pm$ 4.40
高氧法	65.80 $\pm$ 2.55	61.95 $\pm$ 3.48	63.48 $\pm$ 2.48	61.99 $\pm$ 5.58	60.80 $\pm$ 6.87
复张法	56.95 $\pm$ 9.00	59.48 $\pm$ 9.93	57.01 $\pm$ 4.05	56.04 $\pm$ 3.58	60.78 $\pm$ 9.38
结合法	64.70 $\pm$ 1.27	62.59 $\pm$ 1.50	59.89 $\pm$ 0.68	65.40 $\pm$ 1.08	60.05 $\pm$ 8.94

表 6 呼气末正压 1.0 kPa(10 cmH<sub>2</sub>O) 组不同方法吸痰时小猪动脉血二氧化碳分压的变化( $\bar{X} \pm S$ , mmHg)

吸痰方法	吸痰前 1 min	吸痰后 1 min	吸痰后 3 min	吸痰后 5 min	吸痰后 10 min
单纯法	70.42 $\pm$ 5.75	68.98 $\pm$ 7.70	70.96 $\pm$ 9.75	74.88 $\pm$ 3.98	70.65 $\pm$ 6.68
高氧法	73.95 $\pm$ 3.97	75.34 $\pm$ 5.62	74.23 $\pm$ 3.81	74.11 $\pm$ 2.22	74.60 $\pm$ 4.89
复张法	75.01 $\pm$ 3.72	74.79 $\pm$ 3.07	75.55 $\pm$ 2.39	76.95 $\pm$ 2.77	76.56 $\pm$ 2.35
结合法	73.74 $\pm$ 0.84	73.75 $\pm$ 9.87	74.83 $\pm$ 1.34	4.74 $\pm$ 1.81	74.84 $\pm$ 0.67

表 5、表 6 显示: 在两个 PEEP 水平通气状态下, 各种方法在吸痰前后 ARDS 小猪 PaCO<sub>2</sub> 无显著变化; 4 种方法在吸痰前后各时间点 PaCO<sub>2</sub> 差异均

无统计学意义(P>0.05)。

2.4 不同方法吸痰时 ARDS 小猪动脉血 pH 值的变化见表 7、表 8

表 7 呼气末正压 0.5 kPa(5 cmH<sub>2</sub>O) 组不同方法吸痰时小猪动脉血 pH 值的变化( $\bar{X} \pm S$ )

吸痰方法	吸痰前 1 min	吸痰后 1 min	吸痰后 3 min	吸痰后 5 min	吸痰后 10 min
单纯法	7.27 $\pm$ 0.04	7.26 $\pm$ 0.04	7.27 $\pm$ 0.04	7.27 $\pm$ 0.04	7.27 $\pm$ 0.04
高氧法	7.27 $\pm$ 0.05	7.26 $\pm$ 0.05	7.27 $\pm$ 0.05	7.27 $\pm$ 0.05	7.27 $\pm$ 0.05
复张法	7.34 $\pm$ 0.07	7.31 $\pm$ 0.06	7.31 $\pm$ 0.06	7.31 $\pm$ 0.05	7.31 $\pm$ 0.06
结合法	7.28 $\pm$ 0.08	7.29 $\pm$ 0.08	7.28 $\pm$ 0.07	7.28 $\pm$ 0.08	7.28 $\pm$ 0.08

注: 吸痰后不同时间与吸痰前比较 P<0.05(单纯法吸痰后 1、3、5、10 min 与吸痰前比较 t 值分别为 4.47、3.71、2.60、2.39; 高氧法吸痰后 1、3、5、10 min 与吸痰前比较 t 值分别为 4.67、3.39、3.57、2.81)

表 8 呼气末正压 1.0 kPa(10 cmH<sub>2</sub>O) 组不同方法吸痰时小猪动脉血 pH 值的变化( $\bar{X} \pm S$ )

吸痰方法	吸痰前 1 min	吸痰后 1 min	吸痰后 3 min	吸痰后 5 min	吸痰后 10 min
单纯法	7.23 $\pm$ 0.07	7.20 $\pm$ 0.08	7.20 $\pm$ 0.07	7.19 $\pm$ 0.07	7.20 $\pm$ 0.06
高氧法	7.21 $\pm$ 0.06	7.20 $\pm$ 0.06	7.20 $\pm$ 0.06	7.20 $\pm$ 0.06	7.20 $\pm$ 0.05
复张法	7.21 $\pm$ 0.07	7.21 $\pm$ 0.06	7.21 $\pm$ 0.06	7.20 $\pm$ 0.05	7.20 $\pm$ 0.06
结合法	7.20 $\pm$ 0.05	7.20 $\pm$ 0.05	7.20 $\pm$ 0.05	7.20 $\pm$ 0.05	7.20 $\pm$ 0.05

注: 吸痰后不同时间与吸痰前比较 P<0.05(单纯法吸痰后 1、3、5、10 min 与吸痰前比较 t 值分别为 2.37、2.51、2.73、2.40; 高氧法吸痰后 1、3、5、10 min 与吸痰前比较 t 值分别为 4.82、2.69、2.39、2.62)

在两个 PEEP 水平通气状态下, 单纯法和高氧法吸痰后动脉血 pH 值均降低, 持续到吸痰后 10 min 仍低于吸痰前基线水平(P<0.05), 复张法吸痰后动脉血 pH 值有所降低但与吸痰前基线水平比较差异无统计学意义(P>0.05), 结合法吸痰后 1 min 动脉血 pH 值升高(P>0.05), 吸痰后 3、5、10 min 始终保持在基线水平。4 种方法在吸痰前后各时间点动脉血 pH 值差异均无统计学意义(P>0.05)。

### 3 讨论

#### 3.1 不同方法密闭式吸痰对 ARDS 小猪动脉血气的影响不同

3.1.1 单纯法密闭式吸痰最常见的不良反应是缺氧 相关研究显示<sup>[1-5]</sup>, 密闭式吸痰可较大限度减少吸痰所引起的肺容量丢失, 保存部分 PEEP 作用, 维持肺泡形态, 稳定氧合, 因此已成为 ARDS 患者呼吸道管理中的一种常用吸痰方式。但是, 本研究结果显

示: 单纯法(密闭式吸痰时不采取辅助措施)可引起 PaO<sub>2</sub>、SaO<sub>2</sub> 显著下降, 直到吸痰后 10 min 仍然低于基线水平, 加重了 ARDS 动物低氧血症, 其主要原因为负压吸引造成潮气量流失。Salvatore 等<sup>[9]</sup>对密闭式吸痰在 ARDS 患者中的应用研究发现, 在负压吸引压力为 20 kPa 时肺容量的减少达 (531  $\pm$  228) ml, Brochard 等<sup>[10]</sup>用 CT 法进一步证实了吸痰可造成肺容积明显减少。本组研究动物体质量轻, 潮气量小, 吸气时间相对较长, 故吸气流速仅为 3.2~4.0 L/min, 而电动负压吸引器抽气速率 20 L/min, 因此进行密闭式吸痰瞬间 ARDS 小猪肺容量可大量丧失。肺容量的丢失引起肺泡内压力大幅度下降, 导致肺泡萎陷、换气面积减少, 流经肺泡的血液得不到充分氧合, 造成肺内分流及通气-血流比例失调而缺氧。因此, 密闭式吸痰时有必要采取辅助措施以维持吸痰前后 PaO<sub>2</sub>、SaO<sub>2</sub> 的稳定性, 避免吸痰引起的低氧血症发生。

3.1.2 高氧法密闭式吸痰不能从根本上逆转吸痰所引起的缺氧 高氧法给予纯氧通气 2 min, 能够增加肺泡-肺毛细血管的氧浓度梯度, 改善气体交换, 促进氧合<sup>[11-13]</sup>。吸氧浓度增加 1%, 氧分压( $\text{PaO}_2$ )可上升 0.95 kPa (7.13 mmHg), 血氧饱和度( $\text{SaO}_2$ )可提高 10%~15%<sup>[14]</sup>, 即使在缺乏呼吸活动情况下给予纯氧吸入, 肺短期内仍能获得足够的氧合。但本研究结果显示: 高氧法改善 ARDS 小猪氧合的作用不理想, 其作用随着高氧供的终止而结束, 维持时间短暂。造成 ARDS 顽固性低氧血症的主要原因是肺内分流增加。肺内分流所致血氧下降的严重性在于单纯给氧方法不能够提高  $\text{PaO}_2$ , 这是由于氧解离曲线的特点所致。提高通气良好部分的血氧分压并不能使该部分血液的血红蛋白“过饱和”的带氧, 难以代偿萎陷部分未进行气体交换的血液氧分压下降<sup>[15]</sup>。纠正 ARDS 低氧血症最有效、最根本的方法是使萎陷的肺泡均匀复张并保持开放, 增加气体交换面积, 使肺内血流重新分布而减少分流率。因此, 高氧法不能从根本上逆转吸痰所引起的肺泡萎陷而改善气体交换功能。

3.1.3 复张法密闭式吸痰可改善氧合, 但无法缓解吸痰瞬间所引起的  $\text{PaO}_2$  下降 肺泡复张术是指在限定时间内, 通过维持高于潮气量的压力或容量, 使尽可能多的肺单位实现最大的生理膨胀, 以实现所有肺单位的完全复张, 进而改善氧合。在本研究中, 复张法在吸痰后立即给予 2.0 kPa (20  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) PEEP 通气 10 s (即 5 个呼吸周期), 使气道峰压上升到 4.0 kPa (40  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) 左右, 可以显著增加肺泡扩张压, 充分复张无功能或通气功能很差的肺泡, 使病变不均一的肺泡间达到平衡并保持肺泡稳定性, 增加肺容积及功能残气量, 减少肺内分流, 改善氧合, 提高氧输送。Lapinsky 等<sup>[16]</sup>也发现, 给予肺复张压力 3.0~4.0 kPa (30~40  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) 持续 10~30 s 时, 可使塌陷肺组织充分复张而改善氧合。Salvatore 等<sup>[9]</sup>研究认为, 密闭式吸痰后给予 4.0 kPa (40  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) 压力支持通气可完全阻止吸痰所导致的肺容积丢失, 避免 ARDS 患者肺泡萎陷而导致的缺氧。但是, 只有足够的吸气压并维持此压力一定的时间, 才能将肺单位打开, 尽管复张法可以改善 ARDS 小猪氧合, 但肺泡复张术需要一定的呼吸周期才能发挥效应, 不能阻止吸痰瞬间所引起的  $\text{PaO}_2$  下降。

3.1.4 结合法密闭式吸痰从根本上阻止了低氧血症的发生 结合法集中了高氧法和复张法的优点, 高氧法给予纯氧通气 2 min 可以在短时间内保证肺的氧合, 阻止吸痰瞬间所引起的  $\text{PaO}_2$  及  $\text{SaO}_2$  显著下降; 肺泡复张术又能够快速充分逆转吸痰所造成的

肺泡萎陷, 有效增加肺容积, 改善通气/血流比例, 提高氧合<sup>[17-20]</sup>。因此, 在整个吸痰过程中能够使 ARDS 小猪维持稳定的氧合状态, 保持  $\text{PaO}_2$ 、 $\text{SaO}_2$  始终高于吸痰前基线水平, 从根本上阻止了吸痰所引起的低氧血症发生。

3.2 PEEP 水平较低时, 密闭式吸痰引起的 ARDS 小猪低氧血症更难缓解 在研究中还观察到在 PEEP 0.5 kPa (5  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) 组, 结合法可以较大幅度提升吸痰后 1 min  $\text{PaO}_2$  及  $\text{SaO}_2$ , 与单纯法存在显著差异, 而在 PEEP 1.0 kPa (10  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) 组各种吸痰方法之间差异无统计学意义; PEEP 0.5 kPa (5  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) 组高氧法改善吸痰后 1 min  $\text{PaO}_2$ 、 $\text{SaO}_2$  的作用不显著, 而 PEEP 1.0 kPa (10  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) 组高氧法可显著改善吸痰后 1 min  $\text{PaO}_2$ 、 $\text{SaO}_2$ 。PEEP 水平不同其复张效应也不同。在一定范围内, PEEP 水平越高, 所复张肺泡越多, 肺复张容积越大。增加 PEEP 水平与增加  $\text{PaO}_2$ , 增加组织氧供呈正相关<sup>[21]</sup>, 所以在 PEEP 1.0 kPa (10  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) 组, 吸痰所造成的肺泡萎陷比 PEEP 0.5 kPa (5  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) 组容易复张, 肺泡形态及功能得到较好保持, 氧合改善较快。机械通气时在 PEEP 水平较低情况下, 密闭式吸痰引起的 ARDS 小猪肺泡萎陷在相同的通气条件下更难恢复, 缺氧时间持续更长, 更需要采取有效措施以防止低氧血症发生。

各种吸痰方法不仅对氧合有影响, 对动脉血 pH 值的影响也不同。本研究发现单纯法和高氧法均可引起吸痰后动脉血 pH 值显著下降, 但  $\text{PaCO}_2$  变化较小, 考虑可能是由于吸痰造成  $\text{PaO}_2$  及  $\text{SaO}_2$  降低所致。机体在缺氧状况下无氧代谢加强, 生成乳酸增多, 乳酸堆积引起代谢性酸中毒, 导致 pH 值下降。酸中毒可造成机体能量供应不足, 脏器功能失调, 而结合法可以完全阻止并逆转吸痰所造成的低氧血症, 缓解组织缺氧, 进而轻度提升吸痰后 1 min 动脉血 pH 值。

总之, 单纯密闭式吸痰可引起 ARDS 小猪较严重的低氧血症; 吸痰过程中给予纯氧吸入可暂时改善密闭式吸痰所引起的缺氧, 但作用时间短暂; 吸痰结束后即刻实施肺泡复张术可较大幅度打开塌陷肺泡, 提高肺顺应性, 逐步改善氧合, 但不能避免吸痰瞬间所引起的  $\text{PaO}_2$ 、 $\text{SaO}_2$  下降; 吸痰时高氧供及肺泡复张术两种方法联合应用能够增加肺容积, 提高肺顺应性, 显著改善氧合, 而且促进肺泡复张的压力仍处于相对安全的范围, 未发现有明显不良反应, 是一种比较安全的吸痰方法。

#### [参 考 文 献]

- [1] 尹利华, 王建荣, 张利岩, 等. 密闭式吸痰研究进展[J]. 南方护理学报, 2005, 12(4): 13-15.
- [2] Weitl J, Bettstetter H. Indications for the Use of Closed Endotracheal Suction: Artificial Respiration with High Positive

- End- expiratory Pressure[ J].*Anaesthetist*, 1994, 43(6):359-363.
- [3] Johnson K L, Kearney P A, Ajohnson S B, et al. Closed Versus Open Endotracheal Suctioning: Costs and Physiologic Consequences[ J]. *Crit Care Med*, 1994, 22(4):658-666.
- [4] 王晓萍. 传统吸痰式与密闭式吸痰方式的临床比较[ J]. *中国实用护理杂志*, 2004, 20(4):41.
- [5] Maurizio Cereda, Federico Villa, Enrico Colombo, et al. Closed System Endotracheal Suctioning Maintains Lung Volume during Volume- controlled Mechanical Ventilation [ J]. *Intensive Care Med*, 2001, 27:64- 654.
- [6] Mara M Baun, DNSc, RN, et al. Endotracheal Suctioning: Open Versus Closed with and without Positive End- expiratory Pressure[ J]. *Crit Care Nursing Quarterly*, 2002, 25(2): 13- 26.
- [7] Birgitta Almgren R N, Carl- Johan Wickerts, M D, et al. Side Effect of Endotracheal Suction in Pressure- and Volume Controlled Ventilation[ J]. *Chest*, 2004, 125(3):1077- 1080.
- [8] 刘又宁, 谢立新. 急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征近年来国内研究进展[ J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2004, 27(1):8- 10.
- [9] Salvatore M Maggiore, Francois Lellouche, Jerome Pigeot, et al. Prevention of Endotracheal Suction- induced Alveolar Derecruitment in Acute Lung Injury[ J]. *American Journal of Respiratory and Crit Care Medicine*, 2003, 167(9):1215- 1224.
- [10] Brochard L, Mion G, Isabery D, et al. Constant- flow Insufflation Prevent Arterial Oxygen Desaturation during Endotracheal Suction[ J]. *Am Rev Respir Dis*, 1991, 144:395- 400.
- [11] 韩淑贞, 王立祥, 韦中余, 等. ARDS病人吸痰前后不同氧供方法对 SpO<sub>2</sub> 的影响[ J]. *护理学杂志*, 2002, 17(9):643- 646.
- [12] 朱艳萍, 杨言诚, 刘夕珍, 等. 预充氧对减少吸痰导致组织缺氧的临床观察[ J]. *中华护理杂志*, 1999, 34(12):714- 716.
- [13] 王建荣, 王 彬, 刘喜梅. 高度氧合、通气过度对心脏手术患者吸痰后动脉血氧的影响[ J]. *军医进修学院学报*, 1996, 17(4):277- 279.
- [14] 刘又宁. *机械通气与临床*[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 1998: 50- 70.
- [15] 俞森洋. *现代机械通气的监护及临床应用*[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社. 2002:398- 432.
- [16] Lapinsky S E, Aubin M, Mehta S. Safety and Efficacy of a Sustained Inflation for Alveolar Recruitment in Adult with Respiratory Failure[ J]. *Intensive Care Med*, 1999, 25(11): 1297- 1301.
- [17] 高 菲, 王 辰, 詹庆元, 等. 肺泡复张手法对急性肺损伤氧合的影响[ J]. *中华急诊医学杂志*, 2003, 12(2):116- 118.
- [18] 邱海波, 谭 焱, 周韶霞, 等. 控制性肺膨胀治疗急性呼吸窘迫综合征的临床研究[ J]. *江苏医药杂志*, 2003, 29(2):84- 87.
- [19] 邓朝霞, 文 亮, 刘明华, 等. 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.
- [20] 韩扣兰, 邱海波, 谭 焱, 等. 控制性肺膨胀对急性呼吸窘迫综合征家兔血流动力学和气体交换的影响[ J]. *徐州医学院院报*, 2002, 22(3):19- 24.
- [21] 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.

[本文编辑: 方玉桂]



## 【短篇报道】

# 采取授课前收集信息法培养新毕业护士

沈耀英

(海门市人民医院 十六病区, 江苏 海门 226100)

[关键词] 新毕业护士; 人才培养; 信息; 护理教育

刚进入临床的新毕业护士虽然已掌握了一些基本的护理知识与技能, 但如何将学校获得的书本传统知识与临床实践相结合, 紧跟瞬息万变的时代步伐, 是摆在护理教育工作者面前的一个重要课题。为此, 自 2003 年 7 月起我科采用授课前收集信息法培养新毕业护士, 发现: 采用授课前收集信息法培养的新毕业护士其掌握知识的广度、深度、牢固度、运用知识的灵活度等方面, 均优于一般传授法。

### 1 方法

将神经内科专科知识和基础护理知识分类列表, 按计划逐一向新毕业护士进行传授, 保证掌握最基本的护理知识。在每次业务学习、讲座、护理查房前 1 周向新毕业护士布置作业: 收集与授课内容相关的国内外护理信息, 授课前 1 d 上交查阅结果, 并注明信息获得的方法和出处。护士长在授课前完成批阅和统计, 在授课时, 结合教材中传统的护理知识予以讲评。

### 2 体会

(1) 通过收集信息(包括: 上网、查阅报刊杂志), 使与授课内容相关的知识得到了集中体现, 加深了对授课内容的整体认识和记忆。(2) 改变了以往单纯授课的被动学习为积极探求知识、信息的主动学习, 提高了学习的主观能动性。(3) 提高了新毕业护士临床专科知识的掌握及应用能力。在学习、工作过程中, 能主动、积极地发现并解决病人的问题, 科室护理质量明显提高。避免了因新毕业护士观察、处理、抢救不及时而造成的医疗差错、事故、投诉。(4) 促进了科室护理队伍整体素质的提高。在组织业务学习、讲座、护理查房等形式向新毕业护士传授基础知识时, 科室其他人员可介绍自身学习与实践的体会, 用不断探索和钻研的精神去感染周围的人, 使全体护士在巩固原有护理知识的同时, 获得了大量教材以外的最新的护理理论与信息, 包括人文科学、社会学、心理学、预防保健等方面的知识, 提高了科室护理队伍的整体素质和专业水平。因此, 采取授课前收集信息法不失为培养新毕业护士的一种好方法。