

## · 临床研究 ·

## 间歇呼吸暂停联合低水平 PEEP 通气策略在输尿管软镜手术中的应用

刘淑芳 田首元 李超 张文颖 王鑫 张海滨 苏学森 苑昕

**【摘要】 目的** 探讨间歇呼吸暂停联合低水平呼气末正压(PEEP)通气策略对输尿管软镜手术患者的影响。**方法** 选择接受输尿管软镜激光碎石术的患者 73 例,男 59 例,女 14 例,年龄 25~60 岁,BMI 18~28 kg/m<sup>2</sup>,ASA I 或 II 级,随机分为三组:呼吸暂停联合低水平 PEEP 组(P 组,  $n=25$ )、呼吸暂停组(A 组,  $n=28$ )和对照组(C 组,  $n=20$ )。P 组术中采用呼吸暂停联合低水平 PEEP (5 cmH<sub>2</sub>O)通气模式,A 组术中采用传统呼吸暂停通气模式,C 组术中采用常规通气模式。P 组和 A 组于麻醉诱导前( $T_0$ )、插管后 10 min( $T_1$ )、第 1 次呼吸暂停前( $T_2$ )、最后 1 次呼吸暂停结束后即刻( $T_3$ )和拔管后 30 min( $T_4$ )时,C 组于  $T_0$ — $T_1$ 、术者第 1 次要求呼吸暂停前( $T_2$ )、碎石结束后即刻( $T_3$ )、 $T_4$ 时记录基本生命体征并抽取桡动脉及颈内静脉血进行血气分析,术后 24 h( $T_5$ )时抽取颈内静脉血。记录  $T_0$ — $T_4$ 时 PaCO<sub>2</sub>、pH、氧合指数(OI)、脑氧饱和度(rSO<sub>2</sub>)、脑氧摄取率(CERO<sub>2</sub>)、动脉和颈内静脉血氧分压差(Pa-jvO<sub>2</sub>)、动脉和颈内静脉血氧饱和度差(Sa-jvO<sub>2</sub>); $T_0$ 、 $T_4$ — $T_5$ 时血清肺 Clara 细胞分泌蛋白(CC16)、静脉血清 S100 $\beta$  蛋白含量、静脉血清肌钙蛋白(cTnT 和 cTnI)、肌红蛋白(Mb)和肌酸激酶同工酶(CK-MB)。记录激光碎石时间和术者满意程度评分。**结果** 与 C 组比较, $T_3$ 时 A 组 PaCO<sub>2</sub> 明显升高,pH、OI 明显降低( $P<0.05$ )。与 A 组比较, $T_3$ 时 P 组 PaCO<sub>2</sub> 明显降低,pH、OI 明显升高( $P<0.05$ )。三组不同时点 rSO<sub>2</sub>、CERO<sub>2</sub>、Pa-jvO<sub>2</sub>、Sa-jvO<sub>2</sub>、CC16、S100 $\beta$  蛋白、cTnT、cTnI、Mb、CK-MB 差异均无统计学意义。与 C 组比较,P 组和 A 组激光碎石时间明显缩短( $P<0.05$ ),术者满意程度评分明显升高( $P<0.05$ )。**结论** 间歇呼吸暂停联合低水平 PEEP (5 cmH<sub>2</sub>O) 通气策略可安全地用于输尿管软镜手术,既保留了传统呼吸暂停通气策略的优势,同时减少了其带来的不利影响,是一种更优化的通气策略。

**【关键词】** 间歇呼吸暂停;呼气末正压;通气策略;输尿管软镜手术

**Application of intermittent apnea combined with low-level PEEP ventilation strategy in patients undergoing flexible ureteroscopy** LIU Shufang, TIAN Shouyuan, LI Chao, ZHANG Wenjie, WANG Xin, ZHANG Haibin, SU Xuesen, YUAN Xin. Department of Anesthesiology, Shanxi Medical University, Taiyuan 030000, China

Corresponding author: TIAN Shouyuan, Email: chinatsyjj@126.com

**【Abstract】 Objective** To explore the effect of intermittent apnea combined with low-level positive end expiratory pressure (PEEP) ventilation strategy on patients undergoing ureteroscopic surgery. **Methods** Seventy-three cases of ureteroscopic holmium laser lithotripsy, 59 males and 14 females, aged 25–60 years, BMI 18–28 kg/m<sup>2</sup>, ASA physical status I or II, were randomly divided into three groups: apnea combined PEEP group (group P,  $n=25$ ), apnea group (group A,  $n=28$ ) and control group (group C,  $n=20$ ). In group P, apnea combined with low-level PEEP (5 cmH<sub>2</sub>O) ventilation mode was used, in group A, traditional apnea ventilation mode was used, and in group C, conventional ventilation mode was used. Before anesthesia induction ( $T_0$ ), 10 min after intubation ( $T_1$ ), before the first apnea ( $T_2$ ), immediately after the end of the last apnea ( $T_3$ ), and 30 min after extubation ( $T_4$ ) in group P and A at  $T_0$ — $T_1$ , prior to the surgeon's first request for apnea ( $T_2$ ), immediately after completion of rubble ( $T_3$ ),  $T_4$  in group C, the basic vital signs were recorded and the radial artery and internal jugular vein blood were extracted for blood gas analysis. The internal jugular venous blood were extracted at 24 h after surgery ( $T_5$ ). PaCO<sub>2</sub>, pH, oxygenation index (OI), cerebral indicators including cerebral regional oxygen saturation (rSO<sub>2</sub>), cerebral extraction rate of oxygen (CERO<sub>2</sub>), arterial and internal jugular venous oxygen pressure difference (Pa-jvO<sub>2</sub>)

DOI:10.12089/jca.2020.09.010

基金项目:山西省自然科学基金(201801D121226);山西医科大学第一医院青年基金(YQ161705)

作者单位:030000 太原市,山西医科大学麻醉学院(刘淑芳、李超);山西医科大学第一医院麻醉科(田首元、张文颖、王鑫、张海滨、苏学森、苑昕)

通信作者:田首元,Email: chinatsyjj@126.com

and arterial and internal jugular venous oxygen saturation ( $Sa-jvO_2$ ) were recorded at  $T_0-T_4$ . Serum lung Clara cell secreted protein (CC16), venous S100 $\beta$  protein, cardiac correlation indicators including Troponin (cTnT and cTnI), myoglobin (Mb) and creatine kinase isoenzyme (CK-MB) were recorded at  $T_0$ ,  $T_4-T_5$ . Recording surgery-related indicators including the laser lithotripsy time, the operator satisfaction score of the three groups of patients. **Results** Compared with group C,  $PaCO_2$  in group A was significantly increased, pH and OI were significantly reduced at  $T_3$  ( $P < 0.05$ ). Compared with group A,  $PaCO_2$  in group P was significantly reduced, pH and OI were significantly increased at  $T_3$  ( $P < 0.05$ ). Compared with group C, laser lithotripsy time was significantly shortened in group P and group A ( $P < 0.05$ ), operator satisfaction score significantly increased ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Intermittent apnea combined with low-level PEEP (5 cm  $H_2O$ ) ventilation strategy can be safely used in ureteroscopic surgery. It doesn't only retains the advantages of traditional apnea ventilation strategy, but also makes up for its disadvantages. It is a more optimized ventilation strategy.

**【Key words】** Intermittent apnea; Positive end expiratory pressure; Ventilation strategy; Flexible ureteroscopy

输尿管软镜碎石术治疗上尿路结石在泌尿外科应用广泛。然而此手术易受呼吸运动的影响<sup>[1]</sup>, 因此术中常需控制呼吸, 间歇呼吸暂停模式常用于输尿管软镜碎石术中, 虽可消除或减轻呼吸运动对手术的干扰<sup>[2]</sup>, 但是仍存在二氧化碳储留以及肺功能不全的风险, 是否会造成肺损伤、脑氧代谢改变、缺氧性脑损伤以及心肌损伤尚未见报道。呼气末正压(positive end expiratory pressure, PEEP)可通过改善肺功能, 达到肺保护效果<sup>[3]</sup>。本研究拟评价间歇呼吸暂停联合低水平 PEEP (5 cm  $H_2O$ ) 通气策略对输尿管软镜碎石术患者的影响, 为临床提供参考。

### 资料与方法

**一般资料** 本研究经医院伦理委员会批准, 患者签署知情同意书。选择 2018 年 10 月至 2019 年 4 月择期行输尿管软镜下钬激光碎石术患者, 性别不限, 年龄 25~60 岁, BMI 18~28  $kg/m^2$ , ASA I 或 II 级, 所有患者均诊断为单侧输尿管上段嵌顿结石或肾盏嵌顿结石。排除标准: 对术中使用的麻醉药过敏, 存在精神或神经系统疾病、难以正常沟通, 合并严重的心血管、酸碱失衡、电解质紊乱和呼吸系统疾病, 妊娠或哺乳期女性。将纳入的患者随机分为三组: 呼吸暂停联合 PEEP 组(P 组)、呼吸暂停组(A 组)和对照组(C 组)。

**麻醉方法** 所有患者均采用气管内插管全凭静脉麻醉, 入室后常规监测 ECG、 $SpO_2$ 、BP、BIS 值和  $rSO_2$ , 开放静脉通道, 局麻下行桡动脉穿刺置管监测有创动脉血压以及右侧颈内静脉逆行置管术。麻醉诱导采用舒芬太尼 0.4  $\mu g/kg$ 、依托咪酯 0.3 mg/kg、顺式阿曲库铵 0.15 mg/kg 顺序诱导, 肌松完全后行气管插管术, 连接麻醉机进行间歇正压通气:  $V_T$  6 ml/kg, RR 12 次/分, I:E 1:2,  $FiO_2$  80%, 新

鲜气体流量 2 L/min。P 组术中采用间歇呼吸暂停联合低水平 PEEP (5 cm  $H_2O$ ) 通气策略, 间歇正压通气时维持低水平 PEEP (5 cm  $H_2O$ ), 呼吸暂停时给予持续气道正压 (5 cm  $H_2O$ ), 单次呼吸暂停时间最长为 5 min, 暂停次数依据手术需求确定; A 组术中采用间歇呼吸暂停通气策略, 碎石开始时呼吸暂停, 结束后恢复正常通气, 单次呼吸暂停时间最长为 5 min, 暂停次数依据手术需求确定。C 组按照预设参数行机械通气, 术中不进行呼吸暂停。术中静脉泵注丙泊酚和瑞芬太尼维持适宜的麻醉深度, 维持 BIS 40~60。在手术结束前 20 min 停止肌松药物使用, 手术结束前 5 min 停止所有麻醉药物。本研究所有患者的手术均为同一位医师实施。

**观察指标** P 组和 A 组于麻醉诱导前 ( $T_0$ )、插管后 10 min ( $T_1$ )、第一次呼吸暂停前 ( $T_2$ )、最后一次呼吸暂停结束后即刻 ( $T_3$ ) 和拔管后 30 min ( $T_4$ ) 时, C 组于  $T_0-T_1$ 、术者第一次要求呼吸暂停前 ( $T_2$ )、碎石结束后即刻 ( $T_3$ )、 $T_4$  时抽取桡动脉及颈内静脉血进行血气分析。术后 24 h ( $T_5$ ) 时抽取颈内静脉血。采用 ELISA 法测定  $T_0$ 、 $T_4-T_5$  时有关静脉血清蛋白含量。记录  $T_0-T_5$  时 HR、BP、 $SpO_2$  等基本生命体征。记录  $T_0-T_4$  时  $PaCO_2$ 、pH、氧合指数 (oxygenation index, OI) ( $OI = PaO_2/FiO_2$ )、 $rSO_2$ 、动脉和颈内静脉血氧分压差 ( $Pa-jvO_2$ )、动脉和颈内静脉血氧饱和度差 ( $Sa-jvO_2$ ), 并根据 Fick 公式计算  $T_0-T_4$  时脑氧摄取率 ( $CERO_2$ )。Fick 公式:  $CaO_2 = Hb \times 1.36 \times SaO_2 + 0.0031 \times PaO_2$ ;  $CjvO_2 = Hb \times 1.36 \times SjvO_2 + 0.0031 \times PjvO_2$ ;  $CERO_2 = (CaO_2 - CjvO_2) \div CaO_2 \times 100\%$ 。 $CaO_2$  为动脉血氧含量,  $CjvO_2$  为颈内静脉血氧含量。记录  $T_0$ 、 $T_4-T_5$  时静脉血清肺 Clara 细胞分泌蛋白 (CC16)、血清 S100 $\beta$  蛋白、静脉血清肌钙蛋白 (cTnT 和 cTnI)、肌红蛋白 (Mb) 以及肌酸

激酶同工酶(CK-MB)。记录激光碎石时间、术者满意程度评分。术者满意程度评分为同一术者对手术视野移动性及碎石条件评分,分为 1~5 分 5 个不同程度:1 分,移动幅度很大(非常不适合开展粉末化碎石);2 分,显著移动(碎石条件不满意);3 分,轻微移动(碎石条件基本满意);4 分,基本不动(碎石条件良好);5 分,完全没有移动(是开展粉末化碎石的理想条件)。

统计分析 采用 SPSS 25.0 统计软件进行统计分析。正态分布计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用单因素方差分析,组间采用 LSD 检验,计数资料以例(%)表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

本研究共纳入 73 例患者。三组患者性别、年龄、BMI、ASA 分级差异无统计学意义(表 1)。

表 1 三组患者一般情况的比较

| 组别  | 例数 | 男/女<br>(例) | 年龄<br>(岁) | BMI<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | ASA I/<br>II 级(例) |
|-----|----|------------|-----------|-----------------------------|-------------------|
| P 组 | 25 | 21/4       | 39.1±6.3  | 24.3±2.7                    | 10/15             |
| A 组 | 28 | 22/6       | 43.7±9.9  | 25.5±4.2                    | 12/16             |
| C 组 | 20 | 16/4       | 38.6±9.2  | 23.7±2.4                    | 7/13              |

三组围术期 HR、MAP、SpO<sub>2</sub> 差异无统计学意义。

表 2 三组患者不同时点 PaCO<sub>2</sub>、pH、OI 的比较( $\bar{x} \pm s$ )

| 指标                       | 组别  | 例数 | T <sub>0</sub> | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub>          | T <sub>4</sub> |
|--------------------------|-----|----|----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|
| PaCO <sub>2</sub> (mmHg) | P 组 | 25 | 37.2±4.6       | 38.6±6.4       | 39.3±5.5       | 43.8±5.7 <sup>a</sup>   | 41.6±6.4       |
|                          | A 组 | 28 | 38.2±5.2       | 38.0±5.2       | 39.7±8.0       | 48.5±7.6 <sup>b</sup>   | 43.6±5.1       |
|                          | C 组 | 20 | 37.0±2.9       | 37.4±3.5       | 38.7±2.6       | 40.2±2.9                | 39.9±3.4       |
| pH                       | P 组 | 25 | 7.41±0.04      | 7.42±0.03      | 7.40±0.03      | 7.36±0.06 <sup>a</sup>  | 7.38±0.02      |
|                          | A 组 | 28 | 7.41±0.02      | 7.40±0.04      | 7.38±0.03      | 7.32±0.07 <sup>b</sup>  | 7.38±0.04      |
|                          | C 组 | 20 | 7.41±0.03      | 7.41±0.03      | 7.40±0.03      | 7.39±0.04               | 7.40±0.03      |
| OI(mmHg)                 | P 组 | 25 | 383.2±59.8     | 386.7±68.1     | 373.3±66.0     | 355.8±68.9 <sup>a</sup> | 379.1±38.7     |
|                          | A 组 | 28 | 376.8±45.1     | 364.9±34.0     | 355.4±46.8     | 276.8±66.6 <sup>b</sup> | 368.3±67.3     |
|                          | C 组 | 20 | 398.0±59.7     | 393.2±48.0     | 374.7±44.3     | 371.6±44.9              | 390.1±43.7     |

注:与 A 组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与 C 组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

与 C 组比较,T<sub>3</sub>时 A 组 PaCO<sub>2</sub>明显升高,pH、OI 明显降低( $P < 0.05$ )。与 A 组比较,T<sub>3</sub>时 P 组 PaCO<sub>2</sub>明显降低,pH、OI 明显升高( $P < 0.05$ )(表 2)。

三组不同时点 rSO<sub>2</sub>、CERO<sub>2</sub>、Pa-jvO<sub>2</sub>、Sa-jvO<sub>2</sub> 差异无统计学意义(表 3)。

三组不同时点 CC16、S100 $\beta$  蛋白含量差异无统计学意义(表 4)。

三组不同时点 cTnT、cTnI、Mb、CK-MB 差异无统计学意义(表 5)。

与 C 组比较,P 组和 A 组激光碎石时间明显缩短( $P < 0.05$ ),术者满意程度评分明显升高( $P < 0.05$ )(表 6)。

## 讨 论

输尿管软镜钬激光碎石术具有微创、可重复性操作、结石清除率高、适应证广、并发症少及住院时间短等优点,因而获得了广泛的应用,在泌尿外科越来越普及<sup>[4]</sup>。然而术中机械通气会增加输尿管软镜下碎石的难度和输尿管损伤的几率,由于解剖位置的关系,肾脏、输尿管和结石均可随呼吸运动而上下移动。输尿管软镜相对于输尿管硬镜受呼吸运动的影响更大,因此术中需要对呼吸进行特殊控制性通气,如采用间歇呼吸暂停通气等以消除呼吸运动对手术的影响,可明显缩短激光碎石时间及手术时间,提高手术效率和安全性。本研究结果显示,与常规手术比较,间歇呼吸暂停通气策略及间歇呼吸暂停联合低水平 PEEP(5 cmH<sub>2</sub>O)通气策略均可显著缩短激光碎石时间及手术时间,提高术者

表 3 三组患者不同时点  $rSO_2$ 、 $CERO_2$ 、 $Pa-jvO_2$ 、 $Sa-jvO_2$  的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

| 指标                | 组别  | 例数 | T <sub>0</sub> | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> |
|-------------------|-----|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| $rSO_2$ (%)       | P 组 | 25 | 67.7±5.2       | 69.5±2.2       | 68.4±4.5       | 69.4±1.9       | 68.4±5.4       |
|                   | A 组 | 28 | 68.8±2.3       | 69.2±2.3       | 69.3±2.0       | 68.4±2.0       | 68.9±1.9       |
|                   | C 组 | 20 | 68.0±3.0       | 68.6±1.6       | 68.5±2.3       | 68.6±2.8       | 67.8±2.8       |
| $CERO_2$ (%)      | P 组 | 25 | 2.8±0.5        | 3.0±0.8        | 2.7±0.4        | 2.3±1.1        | 2.5±0.9        |
|                   | A 组 | 28 | 2.8±0.4        | 2.7±0.8        | 2.5±0.5        | 2.2±0.4        | 2.3±1.1        |
|                   | C 组 | 20 | 2.7±0.5        | 2.6±0.7        | 2.7±0.6        | 2.3±0.8        | 2.7±0.7        |
| $Pa-jvO_2$ (mmHg) | P 组 | 25 | 49.2±12.4      | 335.2±72.4     | 345.6±84.5     | 334.9±120.1    | 80.7±75.1      |
|                   | A 组 | 28 | 47.5±12.8      | 300.9±69.5     | 307.4±84.5     | 297.2±74.9     | 73.0±38.6      |
|                   | C 组 | 20 | 48.6±8.7       | 310.9±76.4     | 323.8±69.3     | 313.5±104.0    | 75.0±29.6      |
| $Sa-jvO_2$ (%)    | P 组 | 25 | 2.9±0.7        | 2.8±0.8        | 3.1±0.6        | 1.8±1.0        | 2.4±0.3        |
|                   | A 组 | 28 | 2.9±0.7        | 2.4±0.8        | 2.9±0.4        | 1.9±0.6        | 2.1±0.8        |
|                   | C 组 | 20 | 2.8±0.5        | 2.4±0.8        | 2.5±0.6        | 2.2±0.6        | 2.5±0.7        |

表 4 三组患者不同时点 CC16、S100 $\beta$  蛋白含量的比较 ( $ng/dl, \bar{x} \pm s$ )

| 指标           | 组别  | 例数 | T <sub>0</sub> | T <sub>4</sub> | T <sub>5</sub> |
|--------------|-----|----|----------------|----------------|----------------|
| CC16         | P 组 | 25 | 126.6±32.1     | 135.0±33.5     | 130.4±34.1     |
|              | A 组 | 28 | 131.8±45.4     | 135.6±55.1     | 135.9±36.4     |
|              | C 组 | 20 | 124.0±17.0     | 129.2±20.7     | 128.2±29.5     |
| S100 $\beta$ | P 组 | 25 | 18.4±8.5       | 18.3±11.7      | 17.8±9.2       |
|              | A 组 | 28 | 21.3±7.3       | 21.1±11.0      | 21.7±10.4      |
|              | C 组 | 20 | 16.3±8.8       | 16.4±6.3       | 16.6±7.1       |

表 5 三组患者不同时点 cTnT、cTnI、Mb、CK-MB 的比较 ( $ng/dl, \bar{x} \pm s$ )

| 指标    | 组别  | 例数 | T <sub>0</sub> | T <sub>4</sub> | T <sub>5</sub> |
|-------|-----|----|----------------|----------------|----------------|
| cTnT  | P 组 | 25 | 1.6±0.8        | 1.5±0.5        | 1.4±0.4        |
|       | A 组 | 28 | 1.1±0.1        | 1.4±0.3        | 2.1±1.2        |
|       | C 组 | 20 | 1.2±0.3        | 1.3±0.1        | 1.5±0.3        |
| cTnI  | P 组 | 25 | 2.9±0.9        | 3.5±1.0        | 2.9±1.7        |
|       | A 组 | 28 | 3.2±0.3        | 2.5±1.2        | 3.3±0.5        |
|       | C 组 | 20 | 2.9±0.4        | 2.2±0.2        | 3.1±0.8        |
| Mb    | P 组 | 25 | 806.8±323.7    | 873.5±206.8    | 805.3±130.0    |
|       | A 组 | 28 | 808.2±268.7    | 913.1±300.1    | 865.2±284.2    |
|       | C 组 | 20 | 906.5±200.8    | 907.7±101.9    | 808.3±302.1    |
| CK-MB | P 组 | 25 | 93.4±2.9       | 102.4±3.6      | 110.9±7.3      |
|       | A 组 | 28 | 112.5±3.1      | 89.3±3.1       | 108.0±0.9      |
|       | C 组 | 20 | 89.9±2.4       | 105.3±2.4      | 103.2±5.8      |

满意度,该结果与文献<sup>[2]</sup>报道类似。

术中呼吸暂停容易导致  $PaCO_2$  升高,发生高碳酸血症,肺泡塌陷或肺不张使患者术后可能发生低氧血症。Gadzhiev 等<sup>[1]</sup>研究表明,尽管接受间歇呼吸暂停通气的患者随呼吸暂停伴随  $PaCO_2$  上升,但机体可耐受  $PaCO_2$  适度升高造成一定程度的酸血症而不影响肺功能。本研究结果显示,术中采用低水平 PEEP 以及在呼吸暂停期间维持持续气道正压 (5 cm  $H_2O$ ) 可使  $PaCO_2$  和 OI 明显改善,使患者的肺功能更接近于生理状态,提示低水平 PEEP (5 cm  $H_2O$ ) 通气策略可提高肺通气以及换气功能,

减少呼吸暂停后二氧化碳的储留,同时有助于预防肺不张或肺泡塌陷相关的肺损伤,由此可见低水平 PEEP 通气有助于克服或弥补间歇呼吸暂停通气的不足,该结果与 Kim 等<sup>[5]</sup>报道类似。围术期使用

表 6 三组患者激光碎石时间和术者满意程度评分的比较( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别  | 例数 | 激光碎石时间<br>(min)             | 术者满意程度评分<br>(分)            |
|-----|----|-----------------------------|----------------------------|
| P 组 | 25 | 14.7 $\pm$ 3.6 <sup>a</sup> | 5.0 $\pm$ 0.0 <sup>a</sup> |
| A 组 | 28 | 16.4 $\pm$ 2.9 <sup>a</sup> | 5.0 $\pm$ 0.0 <sup>a</sup> |
| C 组 | 20 | 33.6 $\pm$ 2.9              | 2.2 $\pm$ 0.8              |

注:与 C 组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ 

PEEP 通气可使陷闭的支气管和肺泡扩张,提高功能残气量、通气/血流比例,明显减少了术后肺不张发生,OI、肺弥散功能及顺应性也得到了改善<sup>[6]</sup>。临床实践显示,PEEP 5~10 cmH<sub>2</sub>O 可改善通气/血流比例,改善肺顺应性,提高氧合功能。对肺功能正常全麻患者实施间歇通气,当 PEEP>10 cmH<sub>2</sub>O 时,患者的血流动力学改变明显,但 PEEP 调整至 5 cmH<sub>2</sub>O 时,对患者的血流动力学特征指标几无影响,可通过降低呼吸力学指标(P<sub>peak</sub>、P<sub>mean</sub>等),明显改善术后低氧血症。本研究中患者围术期的 HR、MAP 平稳,提示低水平 PEEP(5 cmH<sub>2</sub>O)通气未对血流动力学产生影响。

目前呼吸暂停通气模式用于输尿管软镜碎石手术是否会造成肺损伤、脑氧代谢改变、缺氧性脑损伤以及心肌损伤尚未见报道。本研究通过监测 rSO<sub>2</sub>、CERO<sub>2</sub>、Pa-jvO<sub>2</sub>、Sa-jvO<sub>2</sub>以及 S100 $\beta$  蛋白评估术中通气策略对中枢神经系统的影响。脑组织缺氧发生与否取决于脑血流量与 CERO<sub>2</sub>的匹配情况,Pa-jvO<sub>2</sub>、Sa-jvO<sub>2</sub>及 CERO<sub>2</sub>能较准确地反映脑氧代谢平衡情况。rSO<sub>2</sub>能反映大脑某一区域中总血容量中氧合与氧耗的水平,从而直接反映大脑功能状态或细胞受损程度。血清 S100 $\beta$  蛋白对检测缺氧性脑损伤敏感且特异,其水平的高低为临床上判断脑损伤及严重程度提供了依据<sup>[7]</sup>。本研究中上述脑相关指标未发生明显变化,提示术中间歇呼吸暂停及间歇呼吸暂停联合低水平 PEEP 通气不会造成脑氧代谢改变以及脑缺氧相关的损伤。作为最常用的心肌损伤标志物,cTnT、cTnI、Mb 以及 CK-MB 的监测可用于评估心肌损伤,本研究心肌标志物检测结果显示两种通气模式未造成心肌损伤。CC16 是肺 Clara 细胞分泌的一种肺相关性蛋白,当 Clara 细胞损伤和肺泡毛细血管屏障受损时,CC16 由肺泡毛细血管屏障被动弥散到外周血中,可反映肺泡毛细血

管的通透性<sup>[8]</sup>。本研究通过监测 CC16 的血清浓度评估肺损伤,患者围术期 CC16 水平无显著差异提示术中间歇呼吸暂停及间歇呼吸暂停联合低水平 PEEP 通气模式不会造成肺损伤所致的肺泡毛细血管通透性增加。

本研究对心、肺、脑损伤相关指标的检测结果提示间歇呼吸暂停联合低水平 PEEP(5 cmH<sub>2</sub>O)通气策略用于输尿管软镜碎石手术不会对重要脏器造成损伤,从器官保护的方面进一步证明了这种通气策略的安全性。由于样本量偏小,本研究存在一定的局限性,不同通气策略对患者的影响有待进一步的探讨。

综上所述,间歇呼吸暂停联合低水平 PEEP(5 cmH<sub>2</sub>O)通气策略可安全地用于输尿管软镜手术,既有利于手术操作,缩短手术时间,又减少了传统呼吸暂停带来的不利影响,使患者的肺功能更接近于生理状态,是更适合于输尿管软镜碎石手术的通气策略。

## 参 考 文 献

- [1] Gadzhiev N, Oibolatov U, Kolotilov L, et al. Reducing kidney motion: optimizing anesthesia and combining respiratory support for retrograde intrarenal surgery: a pilot study. BMC Urol, 2019, 19(1): 61.
- [2] 刘松华, 李琼灿, 程智刚, 等. 间歇通气呼吸暂停麻醉法联合低水平 PEEP 通气在老年输尿管软镜手术中的应用. 临床麻醉学杂志, 2014, 30(9): 880-882.
- [3] 刘鹏飞, 李天佐, 赵斌江, 等. 呼气末正压通气对腹腔热灌注化疗患者呼吸力学及肺功能的影响. 临床麻醉学杂志, 2017, 33(3): 231-235.
- [4] Wang XK, Jiang ZQ, Tan J, et al. Thermal effect of holmium laser lithotripsy under ureteroscopy. Chin Med J (Engl), 2019, 132(16): 2004-2007.
- [5] Kim DH, Park JY, Yu J, et al. Positive end-expiratory pressure increases arterial oxygenation in elderly patients undergoing urological surgery using laryngeal mask airway in lithotomy position. J Clin Monit Comput, 2020, 34(1): 161-169.
- [6] Song IK, Jang YE, Lee JH, et al. Effect of different fraction of inspired oxygen on development of atelectasis in mechanically ventilated children: a randomized controlled trial. Paediatr Anaesth, 2019, 29(10): 1033-1039.
- [7] Ercole A, Thelin EP, Holst A, et al. Kinetic modelling of serum S100 $\beta$  after traumatic brain injury. BMC Neurol, 2016, 16: 93.
- [8] Lin J, Zhang W, Wang L, et al. Diagnostic and prognostic values of Club cell protein 16 (CC16) in critical care patients with acute respiratory distress syndrome. J Clin Lab Anal, 2018, 32(2): e22262.

(收稿日期:2019-10-23)