



# 小潮气量加呼气末正压通气对腹腔镜下胆总管囊肿根治术患儿呼吸功能的影响

胡 一 张道珍

**【摘要】 目的** 探讨小潮气量加呼气末正压机械通气对腹腔镜下胆总管囊肿根治术患儿呼吸功能的影响。**方法** 选择 45 例择期全麻下腹腔镜胆总管囊肿根治术患儿,美国麻醉医师协会(ASA)分级 I ~ II 级,随机分为 3 组,气管插管后设定通气参数为 VT 8 mL/kg,RR 22 次/min,PEEP 0 cmH<sub>2</sub>O,气腹后予不同通气方式:A 组( $n=15$ )潮气量(VT)设为 6 mL/kg,呼吸频率(RR)24 次/min,呼气末正压(PEEP)4 cmH<sub>2</sub>O;B 组( $n=15$ )VT 10 mL/kg,RR 20 次/min,PEEP 0 cmH<sub>2</sub>O;C 组( $n=15$ )为对照组,通气方式不变。分别在气管插管后( $T_0$ ),气腹 5 min( $T_1$ ),气腹 30 min( $T_2$ ),气腹 60 min( $T_3$ ),拔气管导管后 20 min( $T_4$ )监测血氧脉搏饱和度(SPO<sub>2</sub>),呼气末 CO<sub>2</sub> 分压(P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>),气道峰压(P<sub>peak</sub>),平均气道压(P<sub>mean</sub>),平均动脉压(MAP)。于  $T_0$ 、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$  五个时间点抽取动脉血进行血气分析,计算氧合指数(OI),肺泡动脉血氧分压差(A-aDO<sub>2</sub>)。**结果** 与  $T_0$  相比,三组患儿气腹后 P<sub>peak</sub>, P<sub>mean</sub> 均升高,差异有统计学意义,B 组尤为明显,气腹后 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 均升高( $P<0.05$ ),A、C 组较 B 组更明显,各组气腹后 A-aDO<sub>2</sub> 较气腹前增高( $P<0.05$ ),拔管后下降至与气腹前无异( $P>0.05$ ),三组各时间点 MAP 组间比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。**结论** 幼儿腹腔镜下胆总管囊肿根治术中采用小潮气量加呼气末正压通气,能降低气道压,改善动脉血气值,是安全可行的。

**【关键词】** 腹腔镜;小潮气量;正压呼吸;呼吸功能

**Effects of low tidal volume plus low level positive end – expiratory pressure on respiratory function in children undergoing laparoscopic radical excision for choledochal cyst.** HU Yi, ZHANG Dao-zhen. Department of Anesthesiology, Municipal Children Hospital, Shenzhen 518038, China

**【Abstract】 Objective** To explore the effects of low tidal volume (VT) plus low level positive end-expiratory pressure on respiratory function in children undergoing laparoscopic radical excision for choledochal cyst. **Methods** A total of 45 American Society of Anesthesiologists (ASA) I – II children undergoing laparoscopic radical excision for choledochal cyst were divided randomly into 3 groups ( $n=15$  each). Group A received mechanical ventilation (MV) with a VT at 6 mL/kg, respiration rate (RR) at 24 bpm and positive end-expiratory pressure (PEEP) 4 cmH<sub>2</sub>O; group B a VT at 10 mL/kg, RR at 20 bpm and no PEEP; group C a VT at 8 mL/kg, RR at 22 bpm and no PEEP. For all three groups, SpO<sub>2</sub>, end-tidal carbon dioxide partial pressure (P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>), peak airway pressure (P<sub>peak</sub>), mean airway pressure (P<sub>mean</sub>), mean arterial pressure (MAP) at the beginning of operation ( $T_0$ ), 5, 30, 60 min post-pneumoperitoneum ( $T_1 \sim T_3$ ) and 20 min post-extubation ( $T_4$ ) were monitored. And oxygenation index (OI) and oxygen pressure difference between alveolar and arterial (A-aDO<sub>2</sub>) were calculated by the results of arterial blood gas. **Results** Compared with baseline, P<sub>mean</sub> and P<sub>peak</sub> increased markedly among all three groups especially in Group B, P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> significantly increased especially in groups A and C. And A-aDO<sub>2</sub> increased at  $T_1$ ,  $T_2$  and  $T_3$  and it had no difference at  $T_4$  compared with  $T_0$ . No difference existed in MAP at each timepoint among three groups. **Conclusions** During laparoscopic radical excision for pediatric choledochal cyst, the application of low tidal volume plus low level positive end-expiratory pressure may reduce inspiratory pressure and improve the results of arterial blood gas.

**【Key words】** Laparoscopes; Low Tidal Volume; Positive-Pressure Respiration; Respiratory Function

求,本研究旨在探讨 1~3 岁患儿腹腔镜下胆总管囊肿根治术中小潮气量联合低水平呼气末正压(positive end expiratory pressure PEEP)通气的可行性,现报道如下。

### 材料与方 法

#### 一、临床资料

本研究征得受试者同意并签署知情同意书。选择 2014 年 1 月至 2014 年 6 月本院 45 例择期腹腔镜下胆总管囊肿根治术患儿,年龄 12~36 个月,男性 11 例,女性 34 例,平均年龄(17.4±7.1)个月,ASA 分级 I~II 级,排除先天性心脏病及代谢类疾病。按随机数字表法分为 A、B、C 三组。

#### 二、方 法

1. 麻醉方法:麻醉诱导前肌肉注射阿托品 0.1 mg/kg,入室后接 Datex-Ohmeda Model No. USE1503A 监护仪监测心电图(ECG)、脉搏血氧饱和度(SPO<sub>2</sub>)、心率(HR)、呼气末二氧化碳分压(P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>)。三组均采用相同方法诱导:丙泊酚 2 mg/kg,顺苯磺阿曲库铵 0.1 mg/kg,瑞芬太尼 2 μg/kg,吸入纯氧 3 min 后予气管插管,瑞芬太尼 0.25 μg·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>,七氟烷 2%~3% 吸入浓度维持麻醉。气管插管后桡动脉穿刺置管接有创动脉压监测,记录动脉压。术中气腹压力均设定为 9 mmHg。

2. 通气参数:气管插管后接 Datex-Ohmeda Avance 麻醉机行容量控制通气,三组通气参数分别为:气腹前三组均设定为 VT 8 mL/kg,RR 22 次/min,PEEP 0 cmH<sub>2</sub>O,气腹后 A 组 VT 设为 6 mL/kg,RR 24 次/min,PEEP 4 cmH<sub>2</sub>O;B 组 VT 10 mL/kg,RR 20 次/min,PEEP 0 cmH<sub>2</sub>O,C 组为对照组,通气参数不变。

3. 观察指标:于气管插管后(T<sub>0</sub>),气腹 5 min(T<sub>1</sub>),气腹 30 min(T<sub>2</sub>),气腹 60 min(T<sub>3</sub>),拔气管导管后 20 min(T<sub>4</sub>)监测 SPO<sub>2</sub>、P<sub>peak</sub>、P<sub>mean</sub>、MAP、P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>,并于 T<sub>0</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 四个时间点抽取动脉血进行血气分析,记录 PaO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>,并计算出 OI、A-aDO<sub>2</sub>。

$$A - aDO_2 = (\text{标准大气压} - \text{饱和水蒸气}) \times$$

$$FiO_2 - PaO_2 - \left( \frac{PaCO_2}{0.8} \right)$$

式中:0.8 为呼吸商。

$$\text{氧合指数} = \frac{\text{动脉血氧分压}}{\text{吸入氧浓度}}$$

$$\left( OI = \frac{PaO_2}{FiO_2} \right)$$

#### 三、统计学处理

采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析。计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用单因素方差分析,两两比较采用 LSD 法分析,计数资料采用  $\chi^2$  检验。

### 结 果

三组患儿性别、年龄、体重、手术时间、气腹建立时间等一般情况对比差异无统计学意义(表 1)。与 T<sub>0</sub> 相比,三组气腹后 P<sub>peak</sub>、P<sub>mean</sub> 均升高,B 组尤为明显,气腹后三组 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 均升高(P<0.05),A、C 组较 B 组更明显,三组气腹后 A-aDO<sub>2</sub> 均较气腹前增高(P<0.05),拔管后下降至与气腹前无明显差异(P>0.05),组间两两比较差异无统计学意义,三组 OI 拔管后(T<sub>4</sub>)较之前各时间点下降,三组各时间点 MAP 组间组内比较差异均无统计学意义(P<0.05)(表 2)

表 1 3 组患儿一般情况对比( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	性别		年龄(月)
		男	女	
A 组	15	4	11	15.60 ± 6.20
B 组	15	3	12	18.10 ± 5.30
C 组	15	4	11	17.90 ± 5.70
F 值		$\chi^2 = 0.23$		F = 0.35
P 值		0.81		0.66
体重(kg)		手术时间(min)	气腹时间(min)	
11.80 ± 4.10		144.60 ± 15.10	99.30 ± 9.80	
10.50 ± 5.20		158.70 ± 9.90	107.90 ± 11.60	
11.70 ± 3.90		149.20 ± 13.70	102.60 ± 10.10	
F = 0.33		F = 0.03	F = 0.02	
0.69		0.92	0.99	

表 2 3 组 P<sub>peak</sub>、P<sub>mean</sub>、P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>、OI、A-aDO<sub>2</sub> 及 MAP 比较( $\bar{x} \pm s, n = 15$ )

Table 2 Comparison of P<sub>peak</sub>, P<sub>mean</sub>, P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>, OI, A-aDO<sub>2</sub> and MAP among three groups

指标	组别	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	F 值	P 值	P <sub>01</sub>	P <sub>02</sub>	P <sub>03</sub>	P <sub>04</sub>
P <sub>peak</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	A 组	15.70 ± 1.90	22.60 ± 1.90	23.70 ± 1.80	23.90 ± 1.50	-	81.10	0.01	0.20	0.10	0.30	
	B 组	15.80 ± 2.00	25.20 ± 1.90	25.00 ± 1.70	25.50 ± 1.30	-	125.20	0.01	0.01	0.01	0.40	
	C 组	15.70 ± 2.00	24.60 ± 1.20	24.30 ± 1.60	24.80 ± 1.00	-	101.50	0.01	0.10	0.01	0.10	

续表 2 3 组 Ppeak, Pmean, P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>, OI, A - aDO<sub>2</sub>, MAP 比较( $\bar{x} \pm s, n = 15$ )

Continued table 2 Comparison of Ppeak, Pmean, P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>, OI, A - aDO<sub>2</sub> and MAP among three groups

指标	组别	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	F 值	P 值	P <sub>01</sub>	P <sub>02</sub>	P <sub>03</sub>	P <sub>04</sub>
F 值		0.01	16.80	25.30	5.20							
P 值		0.99	0.01	0.01	0.02							
P <sub>12</sub>		-	0.01	0.01	0.01							
P <sub>13</sub>		-	0.01	0.03	0.01							
P <sub>23</sub>		-	0.01	0.01	0.50							
指标	组别	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	F 值	P 值	P <sub>01</sub>	P <sub>02</sub>	P <sub>03</sub>	P <sub>04</sub>
P <sub>mean</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	A 组	5.40 ± 0.80	8.40 ± 0.90	9.20 ± 0.80	8.90 ± 0.50	-	54.90	0.01	0.01	0.01	0.01	
	B 组	5.10 ± 1.00	7.10 ± 0.80	7.90 ± 0.60	8.00 ± 0.60	-	27.00	0.01	0.01	0.01	0.01	
	C 组	5.00 ± 0.90	6.50 ± 1.10	6.80 ± 1.40	7.10 ± 1.30	-	24.10	0.01	0.90	0.01	0.10	
F 值		0.50	25.30	15.90	16.30							
P 值		0.70	0.01	0.01	0.01							
P <sub>12</sub>		-	0.01	0.01	0.01							
P <sub>13</sub>		-	0.01	0.01	0.01							
P <sub>23</sub>		-	0.01	0.10	0.01							
指标	组别	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	F 值	P 值	P <sub>01</sub>	P <sub>02</sub>	P <sub>03</sub>	P <sub>04</sub>
P <sub>ET</sub> CO <sub>2</sub> (mmHg)	A 组	34.90 ± 2.40	41.80 ± 2.70	41.20 ± 4.20	42.10 ± 3.70	-	25.70	0.01	0.80	0.90	0.01	
	B 组	34.80 ± 2.70	37.50 ± 2.50	37.80 ± 3.60	39.60 ± 3.60	-	7.80	0.01	0.01	0.01	0.01	
	C 组	35.00 ± 2.50	38.20 ± 1.50	40.10 ± 2.40	41.70 ± 3.80	-	14.60	0.01	0.60	0.60	0.01	
F 值		0.01	5.60	13.10	4.80							
P 值		0.90	0.01	0.01	0.01							
P <sub>12</sub>		-	0.10	0.01	0.10							
P <sub>13</sub>		-	0.70	0.01	0.10							
P <sub>23</sub>		-	0.01	0.40	0.10							
指标	组别	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	F 值	P 值	P <sub>01</sub>	P <sub>02</sub>	P <sub>03</sub>	P <sub>04</sub>
OI	A 组	516.60 ± 65.30	-	515.40 ± 90.30	524.70 ± 78.50	410.30 ± 17.80	8.90	0.01		0.80	0.70	0.01
	B 组	506.90 ± 71.20	-	524.20 ± 62.10	523.10 ± 64.50	399.50 ± 35.00	5.50	0.01		0.90	0.80	0.01
	C 组	515.50 ± 95.40	-	520.90 ± 97.70	511.50 ± 94.50	410.30 ± 39.70	13.80	0.01		0.40	0.40	0.01
F 值		0.20	0.10	0.10	0.20	0.50						
P 值		0.80	0.90	0.90	0.80	0.60						
指标	组别	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	F 值	P 值	P <sub>01</sub>	P <sub>02</sub>	P <sub>03</sub>	P <sub>04</sub>
A - aDO <sub>2</sub> (mmHg)	A 组	45.70 ± 7.80	-	143.10 ± 91.90	130.60 ± 80.80	45.20 ± 4.70	12.50	0.01	-	0.01	0.60	0.30
	B 组	46.90 ± 7.90	-	142.60 ± 99.40	152.70 ± 90.70	45.80 ± 3.70		0.01	-	0.01	0.70	0.90
	C 组	44.50 ± 8.80	-	139.20 ± 62.10	139.40 ± 65.00	46.20 ± 6.10			-	0.01	0.30	0.20
F 值		0.10	-	0.01	0.30	3.90						
P 值		0.90	-	0.90	0.80	0.01						
P <sub>12</sub>		-	-	-	-	0.10						
P <sub>13</sub>		-	-	-	-	0.10						
P <sub>23</sub>		-	-	-	-	0.30						
指标	组别	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	F 值	P 值	P <sub>01</sub>	P <sub>02</sub>	P <sub>03</sub>	P <sub>04</sub>
MAP (mmHg)	A 组	86.60 ± 10.60	88.60 ± 11.90	82.90 ± 12.90	88.40 ± 19.60	85.10 ± 15.30	1.50	0.10				
	B 组	88.90 ± 10.20	85.30 ± 14.50	85.30 ± 16.50	87.90 ± 15.40	85.20 ± 14.20	1.20	0.20				
	C 组	91.60 ± 7.30	90.60 ± 10.90	90.10 ± 12.70	88.70 ± 16.70	82.90 ± 19.70	1.10	0.20				
F 值		0.01	0.40	0.30	0.30	0.10						
P 值		0.90	0.70	0.80	0.70	0.90						

## 讨 论

腹腔镜下胆总管囊肿根治术伤口小,极大减轻了患儿创伤,有利于术后恢复,但手术操作复杂,手术气腹时间长,婴幼儿腹腔容积有限,术中常需增加气腹压力来完成手术,这些无疑增加了对患儿呼吸功能的负面影响。气腹使膈肌上抬,肺底部受压,易致肺不张形成,胸肺顺应性显著下降<sup>[1]</sup>。有学者报道麻醉诱导后术中肺不张的发生率为 75%<sup>[2]</sup>,肺不张致肺泡通气/血流比例失调,血 CO<sub>2</sub> 的正常交换受到影响,最终导致高碳酸血症形成。

此手术操作包括腹腔镜下胆囊、胆总管囊肿切除,开腹空肠 Roux-y 吻合,腹腔镜下胆总管空肠吻合,因术中转开腹且重建气腹后手术操作时间较短,故本实验数据取气管插管后至首次建立气腹后 60 min,拔管后 20 min。肺泡气与动脉血之间的氧分压差(A-aDO<sub>2</sub>),反映肺内解剖分流程度和肺部氧摄取状况,当数值增大时提示肺内分流、弥散异常、严重肺泡通气/血流比例失调,是早期反映呼吸功能损害的灵敏指标。本研究中,A、B、C 三组患儿气腹后 A-aDO<sub>2</sub> 增大,P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 显著增高,提示出现肺内分流程度较大,但在 T<sub>2</sub> 后的时间点以上参数趋于平稳,这在冯梅等<sup>[3]</sup>的研究中同样观察到,由此可见心肺功能正常的患儿对体内 CO<sub>2</sub> 急剧变化多可耐受,与 Odeberg-Wernerman 等<sup>[4]</sup>在成年患者中观察到的现象无异。拔管后三组患儿 A-aDO<sub>2</sub> 值均下降,与各自气腹前对比无统计学差异,三组 OI 拔管后较拔管前各时间点下降,但均处于正常范围内,可见 3 种通气方式对术后氧合均无影响。气腹建立后三组患儿 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 显著增高,A、C 组增高程度大于 B 组,但 A、C 两组 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 均处于正常范围内,且气腹后无持续性增高,这在秦培娟等人<sup>[5]</sup>的研究中同样观察到。在氧合充足的情况下,一定范围内的高 CO<sub>2</sub> 血症,有利于血红蛋白氧的释放和组织摄氧,可保护重要脏器的氧供<sup>[6]</sup>,基于此,临床上允许性高 CO<sub>2</sub> 已广泛用于治疗急性肺损伤,慢性阻塞性肺病,急性呼吸窘迫症等多种肺部疾病。

为减少术中肺不张,避免高 CO<sub>2</sub> 血症,既往通常采用增大潮气量,增加通气量的方法,但有研究表明,大 VT,高 P<sub>peak</sub>,高 P<sub>mean</sub> 是引起机械通气性肺损伤的主要危险因素<sup>[7,8]</sup>。气道压过高,可使肺泡过度膨胀和萎陷,大小肺泡形成,大小肺泡之间机械通气时剪切力增加,造成肺泡气压伤、容积伤,不张

伤和生物伤等。从三组患儿中可观察到,气腹后 P<sub>peak</sub>、P<sub>mean</sub> 均升高,B 组最为显著,但升高程度 B、C 组大于 A 组,可见本试验采用小潮气量辅以低水平呼气末正压通气,可减少潮气量、降低气道压的同时使呼气末肺泡有效打开,均衡肺泡内压力,减少大小肺泡的产生,降低机械通气时大小肺泡之间的剪切力,减少肺泡损伤发生。Galizia 等<sup>[9]</sup>的研究同样认为术中采用适宜的呼气末正压有利于改善肺功能。

各组 MAP 在气腹前后各时间点对比均无统计学差异,由此推论术中小潮气量辅以 4 cmH<sub>2</sub>O PEEP 不影响患儿循环功能,在机械通气期间是安全的。

综上所述,幼儿行腹腔镜下胆总管囊肿根治术,小潮气量辅以低水平呼气末正压的通气方式可有效降低气道压,减少肺损伤,对循环系统功能影响小,可安全使用。

## 参 考 文 献

- 1 胡志向,高玉亮,韩希文,等.腹腔镜直肠癌根治术不同麻醉方法对应激反应的影[J].腹腔镜外科杂志,2007,1(5):438-439.
- 2 龚华,张丽娜,蔡宏伟,等.全麻中低潮气量机械通气对患者肺泡不张发生的影响[J].临床麻醉学杂志,2007,27(5):408-411.
- 3 冯梅,蒋宗滨,马相飞,等.呼气末正压通气对二氧化碳气腹期间病人肺内分流的影响[J].临床麻醉学杂志,2007,23(7):552-554.
- 4 Odeberg-Wernerman S. Laparoscopic surgery effects on circulatory and respiratory physiology: an overview [J]. Eur Surg Suppl,2000,585:4-11.
- 5 秦培娟,殷积慧,王桂娥,等.小潮气量加低水平呼气末正压通气对腹腔镜手术患者呼吸力学及肺氧合功能的影响[J].中国微创外科杂志,2011,11(3):210-214.
- 6 Wolthuis EK,Choi G,Dessing MC,et al. Mechanical ventilation with lower tidal volumes and positive end-expiratory pressure prevents pulmonary inflammation in patiens without pre-existing lung injury[J]. Anesthesiology,2008,108:46-54.
- 7 Pinhu L,Whitehead T,Evans T,et al. Ventilator-associated lung injury[J]. Lancet 2003,361:332-340.
- 8 Pinheirode Oliveira R,Hetzel MP,dos Anjos Silva M,et al. Mechanical ventilation with high tidal volume induces inflammation in patiens without lung disease[J]. Crit Care Med,2010,14:R39.
- 9 Galizia G,Prizio G,Lieto E,et al. Hemodynamic and pulmonary changes during open,carbon dioxide pneumoperitoneum and abdominal wall lifting cholecystectomy. A prospective randomized study[J]. Surg Endosc,2001,15:477-483.

(收稿日期:2014-11-13,修回日期:2015-09-20)

(本文编辑:张溪英)