

## 不同通气模式对泌尿外科腹腔镜手术患者 动脉血气及气道压的影响

代金贞<sup>1</sup> 陈堃<sup>1</sup> 李新华<sup>1</sup> 杨辉<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:观察泌尿腹腔镜手术中呼吸功能变化及增加每分钟通气量的两种方法的临床应用效果。方法:随机选择全麻下泌尿腹腔镜手术患者 200 例均分为 A、B 两组,男 120 例、女 80 例,年龄 18~75 岁。两组观察方法略同:气管内插管后,CO<sub>2</sub> 气腹前行动脉血气分析,同时记录 PetCO<sub>2</sub>、Paw。然后增加机械通气频率(A 组 2 次/min、即每分钟通气量增加约 16%,B 组 3 次/min、即每分钟通气量增加约 25%)。腹腔镜手术基本结束,终止 CO<sub>2</sub> 气腹时,再次行动脉血气分析、同时记录 PetCO<sub>2</sub>、Paw。观察并比较两组 CO<sub>2</sub> 气腹前后动脉血气、PetCO<sub>2</sub>、Paw 变化及差异。结果:两组患者气腹前 pH、PaCO<sub>2</sub>、PetCO<sub>2</sub> 及 Paw 比较差异无统计学意义。人工气腹后,两组患者均较气腹前 pH 降低,PaCO<sub>2</sub>、PetCO<sub>2</sub> 和 Paw 升高,A 组和 B 组相比,pH 降低、PaCO<sub>2</sub>、Paw 升高,而 PetCO<sub>2</sub> 无明显差异。结论:泌尿腹腔镜手术中的呼吸功能监测十分重要,不可忽视。为抵消 CO<sub>2</sub> 气腹所导致的 PaCO<sub>2</sub> 增加,选择每分钟通气量提高 25%进行调节较为合适。

**[关键词]** 泌尿腹腔镜;动脉血气;气道阻力

**[中图分类号]** R572 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1001-1420(2012)11-0821-03

### Effect of different ventilation modes on arterial blood gas analysis and Paw in patients undergoing urologic laparoscopic surgery

DAI Jinzhen CHEN Kun LI Xinhua YANG Hui

(Department of Anesthesiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College of Huazhong University of Science & Technology, Wuhan, 430030, China)

Corresponding author: YANG Hui, E-mail: tjmkzyh@126.com

**Abstract Objective:** To observe the effect of using different mechanical ventilation parameters on patients' respiratory function in Urologic Laparoscopic surgery. **Method:** Two hundred patients who underwent Urologic Laparoscopic surgery and general anesthesia were randomly in two group (group A and group B). Among them, there were 120 males and 80 females. Patients' age was range 18 to 70 years old. Patients in group A accept increase of respiratory rate 2 times per minute after artificial pneumoperitoneum, while the increase of respiratory rate in group B is three times. Patients' arterial blood were withdrawn before pneumoperitoneum and before termination of pneumoperitoneum to detect blood gas analysis and the PetCO<sub>2</sub> and Paw of patients were also record as same time. **Result:** After artificial pneumoperitoneum, All patients (include group A and group B) pH ( $P < 0.001$ ) decreased and PaCO<sub>2</sub>, PetCO<sub>2</sub>, Paw ( $P < 0.001$ ) increased. Results of blood gas anal indicated that patients in group B had more normal pH, PaCO<sub>2</sub> ( $P < 0.05$ ) compare with group A. **Conclusion:** Monitoring of respiratory function in patients who undergoing urologic laparoscopic surgery is very important. As a result of our observation, 25% increasing of minute ventilation (3 times increase of respiratory rate) can offset hypercapnia due to pneumoperitoneum.

**Key words** urologic laparoscopic surgery; arterial blood gas analysis; Paw

二氧化碳(CO<sub>2</sub>)气体是泌尿腹腔镜手术人工气腹时最常用的气体,腹膜及腹膜后吸收 CO<sub>2</sub> 增加和肺排出 CO<sub>2</sub> 减少是诱发高碳酸血症产生的主要原因。因此,泌尿腹腔镜手术中的呼吸功能监测尤为重要。2011 年 5~10 月,笔者随机选择 200 例全麻下泌尿腹腔镜手术患者 CO<sub>2</sub> 气腹前后动脉血气及气道阻(压)力观察,旨在为围术期呼吸管理提供参考。

### 1 资料与方法

#### 1.1 临床资料

随机选择泌尿腹腔镜手术患者 200 例,其中男 120 例,女 80 例,年龄 18~75 岁。肾切除或部分切除术 66 例、肾上腺切除术 59 例、肾囊肿去顶术 48 例、肾盂输尿管成型术 6 例、肾门淋巴管结扎术 5 例、精索静脉高位结扎 9 例、全膀胱切除术及前列腺癌根治术各 1 例、其他 5 例。

#### 1.2 检测方法

全部病例首先在局麻下行挠动脉穿刺、置管、连接换能器测压。应用 Drager NARKOMED GS

<sup>1</sup>华中科技大学同济医学院附属同济医院麻醉学教研室 430030

通信作者:杨辉, E-mail: tjmkzyh@126.com

麻醉机,麻醉选择静脉注射咪唑安定、芬太尼、依托咪脂或丙泊酚、万可松、利多卡因诱导、气管内插管。以瑞芬太尼、丙泊酚经静脉持续泵入、复合低浓度异氟烷吸入、间断静注肌松剂万可松或阿曲库铵维持麻醉、机械通气( $V_T$  7~10 ml/kg、F 12 次/min、I:E 1:2、 $FIO_2$  1.0)。

200 例随机均分为 A、B 两组,两组气管内插管后、 $CO_2$  气腹前采血行动脉血气分析(Stat Profile M 血气分析仪,美国 Nova Biomedical 公司),并同时记录呼气末二氧化碳分压( $PetCO_2$ )、气道阻(压)力(Paw)。然后 A 组增加机械通气频率 2 次/min(即每分钟通气量增加约 16%),B 组增加机械通气频率 3 次/min(即每分钟通气量增加约 25%)。待腹腔镜手术基本结束,终止  $CO_2$  气腹时,再次行动脉血气分析,并同时记录  $PetCO_2$ 、Paw。

观察并比较  $CO_2$  气腹前后动脉血气、 $PetCO_2$ 、

Paw 变化及差异并比较 A、B 组差异,同时观察记录皮下气肿的发生率。

### 1.3 统计学处理

所有数值以  $\bar{x} \pm s$  表示,同组气腹前后比较应用双因素方差分析,组间同时点数值差异比较采用非配对  $t$  检验,两组皮下气肿发生率比较采用卡方检验。统计软件为 Prism GraphPad 5.1。

## 2 结果

两组患者气腹前 pH、二氧化碳分压( $PaCO_2$ )、 $PetCO_2$  及 Paw 比较差异无统计学意义。人工气腹后,两组患者均较气腹前 pH 降低,  $PaCO_2$ 、 $PetCO_2$  和 Paw 升高, A 组和 B 组相比, pH 降低、 $PaCO_2$ 、Paw 升高,而  $PetCO_2$  无明显差异(表 1)。

两组患者皮下气肿发生率为 22% 和 20%, 比较差异无统计学意义( $P=0.23$ )。发生皮下气肿的患者 pH 较未发生的患者明显降低,  $PaCO_2$ 、 $PetCO_2$  和 Paw 均明显升高(表 2)。

表 1 两组患者气腹前后血气结果及气道压比较

| 指标                     | A 组        |                          | B 组        |                             |
|------------------------|------------|--------------------------|------------|-----------------------------|
|                        | 气腹前        | 气腹后                      | 气腹前        | 气腹后                         |
| pH                     | 7.43±0.04  | 7.32±0.06 <sup>1)</sup>  | 7.44±0.04  | 7.37±0.07 <sup>1) 2)</sup>  |
| $PaCO_2$ /mmHg         | 34.46±3.49 | 42.11±5.58 <sup>1)</sup> | 34.56±4.24 | 40.25±5.59 <sup>1) 2)</sup> |
| $PetCO_2$ /mmHg        | 30.32±4.43 | 37.63±5.92 <sup>1)</sup> | 31.94±4.63 | 37.16±5.32 <sup>1)</sup>    |
| Paw/cmH <sub>2</sub> O | 15.59±1.85 | 20.63±2.58 <sup>1)</sup> | 16.32±2.32 | 22.42±3.14 <sup>1) 2)</sup> |

注:1 mmHg=0.133 kPa, 1 cmH<sub>2</sub>O=0.098 kPa。与同组气腹前比较,<sup>1)</sup>  $P<0.001$ ;与 A 组比较,<sup>2)</sup>  $P<0.05$

表 2 发生皮下气肿和未发生皮下气肿患者血气及气道压比较

| 指标                     | 发生皮下气肿( $n=42$ ) |                          | 未发生皮下气肿( $n=158$ ) |                             |
|------------------------|------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------------|
|                        | 气腹前              | 气腹后                      | 气腹前                | 气腹后                         |
| pH                     | 7.43±0.04        | 7.26±0.05 <sup>1)</sup>  | 7.44±0.04          | 7.38±0.04 <sup>1) 2)</sup>  |
| $PaCO_2$ /mmHg         | 34.31±1.21       | 52.39±1.58 <sup>1)</sup> | 34.47±1.15         | 41.14±0.46 <sup>1) 2)</sup> |
| $PetCO_2$ /mmHg        | 30.97±2.94       | 44.80±1.33 <sup>1)</sup> | 30.66±2.87         | 37.39±0.45 <sup>1) 2)</sup> |
| Paw/cmH <sub>2</sub> O | 15.54±1.87       | 23.54±4.13 <sup>1)</sup> | 16.37±1.94         | 21.33±2.14 <sup>1) 2)</sup> |

注:与同组气腹前比较,<sup>1)</sup>  $P<0.001$ ;与发生皮下气肿相比,<sup>2)</sup>  $P<0.001$

## 3 讨论

腹腔充气对显露术野及在腔内操作非常重要。氧化亚氮(笑气)是可燃性气体,使用电刀又危险;氮气因为不溶解血液、发生栓塞时不易吸收,所以均不能临床应用。 $CO_2$  在建立气腹时有效并且可用于电刀和激光手术,而且可经肺呼出,所以被用于腹腔镜外科<sup>[1]</sup>。

本研究结果显示两组  $CO_2$  气腹后均使 pH 值降低,  $PaCO_2$ 、 $PetCO_2$  增加,气腹前后比较,差异有统计学意义( $P<0.001$ )。分析原因,可能与气腹气体  $CO_2$  的溶解度等因素有关。气体的吸收率取决于其在组织中的溶解度、跨膜压力梯度、气体吸收面积和弥散常数。体液中  $CO_2$  比氧气(23:1)或氮气(35:1)更易溶解<sup>[2]</sup>。全麻下腹腔镜手术时,尽

管持续机械过度通气,但由于  $CO_2$  的大量吸收,  $PaCO_2$  仍有可能上升。 $PaCO_2$  的水平反映了  $CO_2$  产生[包括内源性(新陈代谢)和外源性(吸收)]和  $CO_2$  消除之间的平衡,这一平衡主要通过肺来调节,人体酶系统维持正常的生理功能要求,必须严格控制酸碱平衡。正常情况下,尽管酸性物质的产生量变化大, pH 值却在一个较小的范围(7.36~7.44)内变化。Henerson Hasselbalch 方程式定义  $PaCO_2$  和  $HCO_3^-$  之间的关系:  $pH = 6.1 + \log (HCO_3^-) / 0.031 \times PCO_2$ , 在急性情况下,如  $CO_2$  气腹的患者,  $PaCO_2$  每变化 10 mmHg, pH 将向反方向变化 0.08 单位。

气腹时  $CO_2$  冲入腹腔可增加  $PaCO_2$ , 可通过增加每分钟通气量进行调节。如何增加每分钟通气

量以维持正常  $\text{PaCO}_2$ ,各学者观点不尽相同。本临床观察采用增加机械过度通气呼吸频率,而不是潮气量。由于腹内压升高和肺脏机械力学的改变,潮气量提高可能使吸气峰压明显升高。动脉血气结果显示:每分钟通气量增加 25% 的 B 组与每分钟通气量增加 16.6% 的 A 组,  $\text{PaCO}_2$  分别为  $(40.25 \pm 5.86)$  mmHg,  $(42.11 \pm 5.58)$  mmHg, 差异有统计学意义。与 JORGE 观点基本一致:全麻与机械通气时的  $\text{CO}_2$  消除相对容易控制,每分钟通气量提高 20%~30% 通常足以抵消  $\text{CO}_2$  的吸收<sup>[2]</sup>,但也有学者一组腹腔镜胆囊切除术研究结果表明,术中增加分钟通气量 12%~16% 可维持  $\text{PaCO}_2$  接近充气前水平<sup>[1]</sup>。究其原因可能与  $\text{CO}_2$  在腹膜外间隙的吸收率要高于其在腹膜腔的吸收率有关。美国学者 MULLET 等发现,在经腹膜外间隙的腹腔镜盆腔淋巴结清扫术中,  $\text{CO}_2$  清除率增加 76%,而在腹膜内的腹腔镜盆腔检查和胆囊切除术中,  $\text{CO}_2$  清除率分别增加 15% 和 25%。

本资料中 200 例气腹时腹内压为 13 mmHg。临床观察中,Drager NARKOMED GS 麻醉机呼吸监测显示,无论 A 组, B 组,  $\text{CO}_2$  气腹后  $\text{Paw}$  均明显上升,分别上升为  $(20.63 \pm 2.58)$  cmH<sub>2</sub>O、 $(22.42 \pm 3.14)$  cmH<sub>2</sub>O,与气腹前比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。  $\text{Paw}$  表示气体在呼吸道流动时所遇到的阻力,以每分钟内 1L 通气量所产生的压力来衡量<sup>[3]</sup>。  $\text{Paw}$  上升与功能残气量(functional residual capacity, FRC)减少呼吸顺应性下降有关。正如 JORGE Cueto-Garcia(美)指出:全身麻醉诱导已使 FRC 减少,而气腹后 5 分钟 FRC 可进一步减少达 20%~25%,此时一般情况好的患者呼吸顺应性下降达 30%~50%,其原因是肺(最高达 38%)和胸壁(最高达 45%)的顺应性下降。肺和胸壁的阻力明显上升,导致气道阻(压)力上升。气腹终止约 15 分钟后,呼吸顺应性和气道阻(压)力都恢复至  $\text{CO}_2$  气腹前水平。

皮下气肿是泌尿腹腔镜手术常见并发症,它是无意或有意的腹膜外充气的结果<sup>[2]</sup>。本资料中,发生皮下气肿 42 例(A 组 22 例, B 组 20 例)。其中一侧脸、颈、胸背部皮下气肿 8 例,一侧腹股沟或阴囊气肿 9 例、一侧背部皮下气肿 25 例。动脉血气分

析结果显示,发生皮下气肿病例( $n=42$ ),与未发生皮下气肿病例( $n=156$ )的  $\text{PaCO}_2$  分别为  $(52.39 \pm 1.58)$  mmHg、 $(41.14 \pm 0.46)$  mmHg、 $\text{PetCO}_2$  分别为  $(44.80 \pm 1.33)$  mmHg、 $(37.39 \pm 0.45)$  mmHg,差异均有统计学意义。分析其原因为气腹后,腹膜及腹膜后吸收  $\text{CO}_2$  面积增大,腹膜外巨大的  $\text{CO}_2$  气肿常导致  $\text{PetCO}_2$  和  $\text{PaCO}_2$  迅速和明显的升高,当大量外源性  $\text{CO}_2$  吸收入血,超过了机体对它的转化吸收能力是高碳酸血症产生的主要原因<sup>[4]</sup>。有学者提出气腹压力是否偏高<sup>[5]</sup>? 笔者曾观察其中 2 例,皮下气肿引发高碳酸血症后,暂停  $\text{CO}_2$  气腹并排气,待  $\text{PetCO}_2$ 、 $\text{PaCO}_2$  逐渐下降至正常范围时,调整气腹压力至 10 mmHg,继续  $\text{CO}_2$  气腹下手术。余后再未见  $\text{PaCO}_2$ 、 $\text{PetCO}_2$  异常。

腹腔镜手术中任何时候都可能发生气胸。本临床观察中,发生张力性气胸 2 例。由于及时发现  $\text{Paw}$  异常上升、 $\text{PetCO}_2$  升高,终止气腹,改腹腔镜为开放式手术,患者转危为安。2 例术中均证实:后腹腔镜手术操作使胸膜撕裂导致气胸。

综上所述,泌尿腹腔镜手术中的呼吸功能检测十分重要,不可忽视,血气是呼吸功能的最终标志。本临床观察 200 例结果表明,为抵消泌尿腹腔镜手术中  $\text{CO}_2$  气腹所导致的  $\text{PaCO}_2$  增加,选择增加每分钟通气量 25% 进行调节较为合适。 $\text{CO}_2$  气腹压力适当降低,是否可减少皮下气肿引发的高碳酸血症,有待进一步临床观察。

#### 参考文献

- [1] BARASH P G, CULLEN B F. 临床麻醉学[M]. 4 版. 王伟鹏,李立环主译. 北京:人民卫生出版社,2004:948-950.
- [2] CUETO-GARCIA J, JACOBS M, GAGNER M. 腹腔镜外科学[M]. 郑树森主译. 北京:人民卫生出版社,2006:24-28.
- [3] 代金贞,杨辉. 以气道阻(压)力判断 Robertshaw 双腔导管插管对位 305 例临床观察[J]. 临床外科杂志,2010,18(11):777-778.
- [4] 陈书奎,杨登科. 现代泌尿生殖外科手术并发症[M]. 北京:人民军医出版社,2008:183.
- [5] 王秋生,张阳德主译. 内镜腹腔镜外科学[M]. 北京:中国医药科技出版社,2001:24.

(收稿日期:2012-02-22)

(上接第 820 页)

- [3] LU M H, PU X Y, GAO X, et al. A comparative study of clinical value of single B-mode ultrasound guidance and B-mode combined with color doppler ultrasound guidance in mini-invasive percutaneous nephrolithotomy to decrease hemorrhagic complications[J]. Urology, 2010, 76: 815-820.
- [4] 周昌永,陈亚青. 泌尿系疾病超声诊断与介入治疗

[M]. 北京:科学技术文献出版社,2008:28.

- [5] TZENG B C, WANG C J, HUANG S W, et al. Doppler ultrasound-guided percutaneous nephrolithotomy: a prospective randomized study[J]. Urology, 2011, 78: 535-539.

(收稿日期:2011-12-20)