

## 腹腔镜手术室 CO<sub>2</sub> 浓度对医护人员健康的影响

张咏琴, 彭 蕾, 马 莉, 李 佳

(云南省第一人民医院麻醉手术科, 云南 昆明 650032)

**[摘要]** **目的** 探讨腹腔镜手术室内 CO<sub>2</sub> 浓度对医护人员健康的影响. **方法** 本研究将 60 名手术室护士随机分为开腹手术组和腔镜手术组, 分别于术前及术后对 2 组人员测量生命体征、检测动脉血气、评价疲倦程度, 并采用便携式红外线 CO<sub>2</sub> 分析仪检测手术室内不同时刻 CO<sub>2</sub> 浓度. **结果** 腔镜手术室内 CO<sub>2</sub> 浓度于手术 30 min 时升高, 术中维持较高水平, 于手术结束时达最高值; 与本组术前和开腹手术组相比, 腔镜手术组人员手术后心率和呼吸频率明显增快, pH 降低, PCO<sub>2</sub> 升高, 且疲倦严重度评分显著增加 ( $P < 0.05$ ). **结论** 腔镜手术造成手术室内 CO<sub>2</sub> 污染, 危害医护人员身心健康, 应予以重视.

**[关键词]** 腹腔镜手术; 手术室; 二氧化碳; 医护人员; 健康

**[中图分类号]** R47 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2095-610X (2015) 02-0167-04

## Effects of CO<sub>2</sub> in Laparoscopic Operating Rooms on the Health of Medical Staff

ZHANG Yong-qin, PENG Lei, MA Li, LI Jia

(Dept. of Operating Room, The First People's Hospital of Yunnan Province, Kunming Yunnan 650032, China)

**[Abstract]** **Objective** To evaluate the effects of CO<sub>2</sub> in laparoscopic operating rooms on the health of medical staff. **Methods** 60 medical staffs were divided into two groups: laparoscopic surgery and traditional surgery. Vital signs, arterial blood gas analysis, fatigue severity scale and the level of CO<sub>2</sub> in operating rooms were recorded. **Results** The level of CO<sub>2</sub> in laparoscopic operating room increased rapidly at 30 minute of the operations and reached the highest level at the end of the operations. Compared with the traditional surgery group and the preoperative level in the same group, heart rates, respiration rates and PCO<sub>2</sub> in the laparoscopic surgery raised greatly, while pH decreased. **Conclusion** Laparoscopic operation may cause the CO<sub>2</sub> pollution in the operating rooms which is harmful to medical staffs' physical and mental health.

**[Key words]** Laparoscopic operation; Operating room; Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>); Medical staff; Health

腹腔镜手术是近年发展起来的微创外科手术, 术中需要填充气体以维持操作空间, 同时气腹的压力可以控制一些小血管出血, 利于保持术野的清晰, 最常用的填充气体为 CO<sub>2</sub>. 然而在气腹过程中释放出的 CO<sub>2</sub> 气体势必造成手术间的污染, 当 CO<sub>2</sub> 气体浓度达到 0.1%~0.15% 时, 人体开始感觉不适; 长期处于高浓度 CO<sub>2</sub> 环境中, 人体生物钟紊乱, 出现气血虚弱、低血脂、引起大脑疲劳<sup>[1]</sup>.

既往研究证实腹腔镜 CO<sub>2</sub> 气腹造成手术室内 CO<sub>2</sub> 气体浓度显著增加, 导致手术室内医护人员呼吸频率、心率、血压等生命体征发生不同程度的变化<sup>[1]</sup>并引起头晕、胸闷等主观感受<sup>[2-3]</sup>. 然而, 有关手术室内 CO<sub>2</sub> 浓度超标是否会引体内酸碱平衡紊乱的研究甚少. 此外, 吸入较高浓度 CO<sub>2</sub> 浓度是否使增加人体疲倦程度, 从而影响医护人员工作效率和质量. 因此, 本文拟通过监测腹腔镜手术室

**[基金项目]** 云南省教育厅科学研究基金资助项目 (2012Y549)

**[作者简介]** 张咏琴 (1980~), 女, 云南昆明市人, 护理学学士, 主管护师, 主要从事手术室护理及管理工作.

**[通讯作者]** 彭蕾. E-mail: penglei422@hotmail.com

CO<sub>2</sub> 气体浓度、检测医护人员生命体征和血气分析和调查疲劳度量表等方法, 对手术室医护人员的健康状况进行研究, 为加强手术室医护人员职业保护提供理论依据和对策。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

手术室洗手护士 24 名, 女性, 年龄 22 ~ 35 岁, 体重 42 ~ 62 kg, 既往无心血管系统、呼吸系统和神经系统并发症, 随机分为开腹手术组和腹腔镜手术组, 每组 12 人。

纳入手术限定为子宫肌瘤切除术, 手术时间为 3 ~ 4 h, 对所有患者施行全麻气管插管后以同一型号麻醉机 (型号: Aestiva/57900, 厂家: Datex - Ohmeda, Inc) 维持通气, 呼吸参数设定为: 潮气量 8 ~ 10 mL, 呼吸频率 12 ~ 16 次 / min, 吸呼比为 1:2, 术中适时调节上述参数以维持呼气末二氧化碳为 32 ~ 35 mmHg. 纳入手术室均为万级层流手术间, 面积为 35 ~ 40 m<sup>2</sup>, 室温维持于 22 ~ 25℃, 湿度为 65% ~ 70%, 实验前层流净化 30 min, 手术室内人员控制为 7 人。

### 1.2 方法

**1.2.1 手术室内 CO<sub>2</sub> 浓度测定** 使用便携式红外线 CO<sub>2</sub> 分析仪 (TY-9800A) 参照《中华人民共和国室内空气质量标准》(GB/T 18883-2002) 在手术室内布置 3 点进行 CO<sub>2</sub> 浓度检测, 采样高度距地面 1.5 m, 测得 3 点数值取平均值。分别于手术开始前 (T<sub>0</sub>)、手术开始 30 min (T<sub>1</sub>)、手术开始 1 h (T<sub>2</sub>) 手术结束时 (T<sub>3</sub>) 检测并记录手术室内 CO<sub>2</sub> 浓度。

**1.2.2 医护人员生理指征检测和疲劳量表调查** 分别于手术开始前和手术结束后 10min 时, 使用飞利浦 M8003A 型监护仪 (德国) 测量 2 组人员平均动脉压 (MAP)、心率 (HR)、呼吸频率 (RR) 和脉搏血氧饱和度 (SpO<sub>2</sub>), 并采集桡动脉血样进行动脉血气分析。采用疲劳严重度量表 (fatigue severity scale, FSS) [4] 于术前及术后 15 min 对实验人员进行问卷调查, 量表由 9 个条目组成, 分为 7 个分值点, 自 1 分至 7 分为非常不同意逐渐过渡为非常同意。记录 9 个条目分值, 取平均值。

### 1.3 统计学分析

用 SPSS 软件进行统计学处理, 计量资料以均数 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 组间比较采用配对 *t* 检验, 组内比较采用重复测量资料的方差分析。P < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 实验人员一般情况和手术时间情况

2 组护理人员年龄、体重差异无统计学意义 (P > 0.05), 2 组手术持续时间差异无统计学意义 (P > 0.05), 见表 1。

### 2.2 手术室内 CO<sub>2</sub> 浓度测定结果

组间比较, 2 组手术室术前 (T<sub>0</sub>) 室内 CO<sub>2</sub> 浓度差异无统计学意义 (P > 0.05); 腹腔镜手术组室内 CO<sub>2</sub> 浓度于 T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 时刻均显著高于开腹手术组 (P < 0.01)。组内比较, 开腹手术组室内 CO<sub>2</sub> 浓度于各时间点变化差异无统计学意义 (P > 0.05); 腹腔镜手术组 CO<sub>2</sub> 浓度于 T<sub>1</sub> 时迅速上升 (与 T<sub>0</sub> 比较, P < 0.01), T<sub>2</sub> 时略有下降, 但与 T<sub>1</sub> 时比较差异无统计学意义 (P > 0.05), T<sub>3</sub> 时再次上升, 明显高于同组其他时间点水平 (P < 0.01), 见表 2。

### 2.3 生理指征检测结果

2 组人员术前 MAP、HR、RR、SpO<sub>2</sub> 差异无统计学意义 (P > 0.05); 开腹手术组术后上述生命体征变化与术前比较无统计学差异 (P > 0.05); 腹腔镜手术组术后 HR 和 RR 较本组术前水平和开腹手术组术后水平均明显增快, 差异有统计学意义 (P < 0.05), 术后 MAP 和 SpO<sub>2</sub> 变化无统计学差异 (P > 0.05), 见表 3。动脉血气分析, 2 组术前 pH、PCO<sub>2</sub>、PO<sub>2</sub>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、HCT 和 HB 均无统计学差异 (P > 0.05); 开腹手术组术后上述指标与术前比较差异无统计学意义 (P > 0.05); 腹腔镜手术组术后 pH 值较术前降低 (P < 0.05), 而 PCO<sub>2</sub> 较术前升高 (P < 0.05), 差异有统计学意义, 见表 4。

### 2.4 疲劳严重度评价结果

术前开腹手术组和腹腔镜手术组疲劳严重度评分为 (3.20 ± 0.56) 分和 (3.19 ± 0.50) 分, 差异无统计学意义 (P > 0.05); 术后 2 组疲劳严重度评分为 (4.65 ± 0.98) 分和 (5.85 ± 0.97) 分, 显著高于同组术前水平 (P < 0.01), 且腹腔镜手术组人员术后严重度评分明显高于开腹手术组 (P < 0.01)。

表 1 2 组人员一般情况和手术时间比较 [ $\bar{x} \pm s$ ], n = 12]  
Tab. 1 Comparison of the general condition and operation time between two groups [ $\bar{x} \pm s$ ], n = 12]

组别	年龄 (岁)	体重 (kg)	手术时间 (min)
开腹手术组	27.2 ± 3.5	55.3 ± 6.3	198.3 ± 45.5
腹腔镜手术组	27.0 ± 4.1	56.3 ± 7.6	210.3 ± 35.6

表 2 2 组手术室不同时刻室内 CO<sub>2</sub> 浓度的比较  $[(\bar{x} \pm s), n = 12, \%]$ Tab. 2 Comparison of the concentration of CO<sub>2</sub> at different time points in operating room between two groups  $[(\bar{x} \pm s), n = 12, \%]$ 

组别	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
开腹手术组	0.049 ± 0.010	0.052 ± 0.013	0.056 ± 0.015	0.055 ± 0.016
腹腔镜手术组	0.048 ± 0.009	0.146 ± 0.024 <sup>##</sup>	0.132 ± 0.032 <sup>*</sup>	0.183 ± 0.042 <sup>##</sup>

与开腹手术组比较, \* $P < 0.01$ ; 与同组前一时间点比较, <sup>#</sup> $P < 0.01$ .

表 3 2 组人员不同时刻生命体征的比较  $[(\bar{x} \pm s), n = 12]$ Tab. 3 Comparison of the vital signs of staffs at different time points in operating room between two groups  $[(\bar{x} \pm s), n = 12]$ 

组别	MAP (mmHg)		HR (次/min)		RR (次/min)		SpO <sub>2</sub> (%)	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后	术前	术后
开腹手术组	99 ± 12	101 ± 10	76 ± 10	80 ± 10	14.1 ± 2.2	14.5 ± 2.2	96.4 ± 2.6	96.2 ± 2.9
腹腔镜手术组	98 ± 11	105 ± 15	78 ± 12	88 ± 9 <sup>##</sup>	14.3 ± 2.5	16.7 ± 2.2 <sup>##</sup>	96.8 ± 2.3	94.2 ± 2.5

与开腹手术组比较, \* $P < 0.05$ ; 与术前比较, <sup>#</sup> $P < 0.05$ .

表 4 2 组人员不同时刻动脉血气分析的比较  $[(\bar{x} \pm s), n = 12]$ Tab. 4 Comparison of the arterial blood gas analysis results of staffs at different time points in operating room between two groups  $[(\bar{x} \pm s), n = 12]$ 

组别	pH	PCO <sub>2</sub> (mmHg)	PO <sub>2</sub> (mmHg)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)	HCT (%)	HB (g/L)
开腹手术组						
术前	7.41 ± 0.17	29.6 ± 6.2	95 ± 5	21.9 ± 2.1	35.6 ± 3.6	118 ± 12
术后	7.40 ± 0.16	30.3 ± 5.3	98 ± 6	22.4 ± 2.2	35.8 ± 4.6	119 ± 15
腹腔镜手术组						
术前	7.40 ± 0.20	30.2 ± 4.5	96 ± 5	22.4 ± 2.3	35.7 ± 3.8	116 ± 13
术后	7.33 ± 0.22 <sup>##</sup>	38.8 ± 6.5 <sup>##</sup>	92 ± 6	23.3 ± 2.8	35.8 ± 4.3	120 ± 14

与开腹手术组比较, \* $P < 0.05$ ; 与术前比较, <sup>#</sup> $P < 0.05$ .

### 3 讨论

近年来, 针对医护人员职业伤害防护及身心健康的研究已取得了一定的进展和成绩<sup>[1]</sup>. 然而, CO<sub>2</sub> 气体引起的空气污染及职业伤害并未得到足够的重视. 由于 CO<sub>2</sub> 气体无色无味, 且恒定存在于空气中, 人体吸入后并不会出现明显的反应, CO<sub>2</sub> 超标所引起的一系列并发症和危害往往被人们所忽视. 事实上, 当 CO<sub>2</sub> 浓度在 0.035% ~ 0.099% 时, 人体感觉空气清新, 呼吸顺畅; 当浓度在 0.1% ~ 0.2% 时, 感觉空气混浊, 开始昏昏欲睡; 当浓度在 0.3% ~ 0.5% 时, 感觉头痛、嗜睡、呆滞、注意力无法集中、心跳加速、恶心<sup>[2]</sup>. 因此, 通常将室内 CO<sub>2</sub> 浓度标准设定为 0.10%. 本研究中, 开腹手术组和腹腔镜手术组术前手术室内 CO<sub>2</sub> 浓度均在标准浓度以内, 且开腹手术组术中各时间点 CO<sub>2</sub> 浓

度无明显变化; 腹腔镜手术开始 30 min, 手术医生完成向患者腹腔内注入 CO<sub>2</sub> 造成气腹操作, 此时检测到手术室内 CO<sub>2</sub> 浓度迅速上升并超过 CO<sub>2</sub> 标准浓度, 提示在造气腹过程中有大量 CO<sub>2</sub> 释放到手术室内; 腹腔镜手术进行 1 h 测得 CO<sub>2</sub> 浓度仍然高于标准浓度, 且与前一时间点比较无统计学差异, 说明气腹操作中释放的 CO<sub>2</sub> 不能通过层流设备被有效的排除, 且腹腔镜手术操作中所泄露的 CO<sub>2</sub> 接近于其排出量; 腹腔镜手术结束时, 检测到室内 CO<sub>2</sub> 浓度明显升高, 说明手术结束前从患者腹腔内排除的 CO<sub>2</sub> 数量较大, 能够明显影响手术室内 CO<sub>2</sub> 浓度. 腹腔镜手术中, 除了制造气腹引起室内 CO<sub>2</sub> 浓度升高外, 别的操作环节也可能引起 CO<sub>2</sub> 泄漏, 常见的情况为: (1) 腹腔镜管路老化, 各接口处漏气; (2) 手术切口过大, 戳卡周围出现缓慢的漏气; (3) 封闭口橡胶圈脱落, 气体从手术器械中漏出; (4) 术中腹腔内烟雾影响视野, 需要排放气体. 可见, 腹腔镜

手术由于其操作过程和设备与传统开腹手术存在较大差别,在造福患者的同时势必对手术室环境造成污染,对医护人员的健康产生直接或间接的影响。

CO<sub>2</sub> 对人体的主要危害是刺激人体呼吸中枢,导致呼吸急促和困难、脉搏加快、四肢无力、面色潮红,并且会引起头晕、头痛、耳鸣、眼花和血压升高等症状<sup>[9]</sup>。在本研究中,参与腹腔镜手术的护士完成手术后的心率和呼吸频率均较手术前和开腹手术组明显增快,且 pH 值降低、PCO<sub>2</sub> 升高,提示医护人员在 CO<sub>2</sub> 浓度超标环境中工作,机体出现了轻微的呼吸性酸中毒现象,同时机体通过增加呼吸频率和心率的方式进行代偿,维持酸碱平衡。此外,对两组人员进行疲倦严重度量表评分,发现 2 组人员在完成手术后均存在不同程度的疲倦(评分均大于 4 分),但腹腔镜手术组护士的评分显著高于开腹手术组,说明吸入高浓度 CO<sub>2</sub> 更容易使人疲倦。手术室的工作强度大、风险高,需要医务工作者保持清晰的思路和良好的体力。如果长期处于 CO<sub>2</sub> 浓度超标环境中,不仅影响医务人员的身心健康,更会导致其无法以最佳状态投入工作,继而降低工作效率,甚至影响到手术的安全。因此,应该将腹腔镜手术室内 CO<sub>2</sub> 污染问题提到较高的认识层面上,积极采取有效措施改善和控制手术室环境污染,定期监测空气质量,

定期为工作人员进行健康检查,并建立合理公休制度和营养补给制度。

综上所述,腹腔镜手术室内 CO<sub>2</sub> 浓度超标,对医护人员身心健康造成危害,需要对腹腔镜手术 CO<sub>2</sub> 污染给予重视并建立完善的监测反馈机制。

#### [参考文献]

- [1] 刘建国,刘洋. 室内空气中 CO<sub>2</sub> 的评价作用与评价标准[J]. 环境与健康杂志,2005,22(4):303-305.
- [2] 徐晓,张培培,李莎,等. 手术室 CO<sub>2</sub> 气腹污染程度及对医护人员健康的影响 [J]. 中国实用护理杂志,2013,29(5):56-59.
- [3] 杨美玲,王琰,王巧桂,等. 腹腔镜 CO<sub>2</sub> 气腹对洁净手术室空气质量及医护人员健康的影响 [J]. 江苏医药,2011,37(21):2 590-2 591.
- [4] NAESS H,WAJE-ANDREASSEN U,et al. Health-related quality of life among young adults with ischemic stroke on long-term follow-up[J]. Stroke,2006,37(5):1 232-1 236.
- [5] 杨文. 医院职业暴露情况分析[J]. 当代护士,2011,19(2):114-116.
- [6] 何莹燕,袁静,王好婕. 手术室潜在的空气污染因素及防护措施[J]. 实用医技杂志,2008,29(10):4 106.

(2014-12-14 收稿)