

深圳市手术室吸入麻醉废气污染状况

沈有舟^a, 高瑞君^a, 周伟^b, 胡振宇^a, 李文静^a

摘要: [目的] 调查深圳市手术室麻醉废气污染状况。[方法] 选择深圳市各级医院 30 家、手术间 240 间, 麻醉期间抽取手术室麻醉机工作平台位置空气样本 240 份。按采样期间是否吸入麻醉和医院全麻是否常规采用吸入麻醉分为吸入组(采样当时用吸入麻醉)、非吸入 A 组(采样期间未用吸入麻醉, 但医院全麻常规中采用静脉吸入复合全麻)和非吸入 B 组(采样期间未用吸入麻醉, 且医院全麻很少采用吸入麻醉或者完全不采用吸入麻醉)。同时采集 30 家医院麻醉医生办公室空气样本 30 份为对照组。用溶剂解析-气相色谱法检测其中常用吸入麻醉剂安氟烷、异氟烷和七氟烷的浓度。[结果] 对照组全部未检出麻醉废气。吸入组 63 间, 未检出麻醉废气者 4 间, 检出麻醉废气者 59 间, 检出率 93.65%, 31 间达到或超过 2 mg/L, 占 49.21%。非吸入 A 组 104 间, 未检出麻醉废气者 33 间, 检出麻醉废气者 71 间, 检出率 68.27%, 13 间 ≥ 2 mg/L, 占 12.50%。非吸入 B 组 73 间, 未检出麻醉废气者 67 间, 检出麻醉废气者 6 间, 检出率 8.22%, 全部 < 2 mg/L。3 组间麻醉废气检出率以及浓度 ≥ 2 mg/L 的比例比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.01$)。吸入麻醉手术间麻醉废气污染程度高于无吸入麻醉手术间。全麻常规采用或较多采用吸入麻醉医院的无吸入麻醉手术间, 其麻醉废气污染程度高于全麻较少采用或完全不用吸入麻醉的医院。[结论] 吸入麻醉可造成手术间麻醉废气污染, 应该采取切实有效的措施降低手术间麻醉废气浓度。

关键词: 吸入麻醉; 麻醉废气; 空气污染; 手术室

Waste Anesthetic Gas Pollution in Operating Rooms in Shenzhen SHEN You-zhou^a, GAO Rui-jun^a, ZHOU Wei^b, HU Zhen-yu^a, LI Wen-jing^a (a. Anesthesia Department b. Occupational Hazards Assessment Department, Shenzhen Prevention and Treatment Center for Occupational Diseases, Shenzhen, Guangdong 518001, China). Address correspondence to GAO Rui-jun, E-mail: 394198126@qq.com • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To investigate waste anesthetic gas (WAG) pollution of operating rooms in Shenzhen. [Methods] A total of 240 operating rooms in 30 hospitals at various levels in Shenzhen were selected for this study. For each of the selected operating rooms one air sample was collected on the working platform of anesthesia machine when anesthesia was administrated. According to whether inhalation anesthesia was delivered during air sampling and whether inhalation anesthesia was used in routine general anesthesia in the hospitals, 240 air samples were divided into 3 groups: inhalation group (Yes), non-inhalation group A (No/Yes), and non-inhalation group B (No/No). Another 30 air samples were collected from 30 anesthetist offices as controls. Concentrations of sevoflurane, isoflurane, and enflurane in the air samples were determined by solvent desorption gas chromatography. [Results] WAG was detected in none of the 30 control samples, 59 samples (93.65%) of the inhalation group ($n=63$), 71 samples (68.27%) of the non-inhalation group A ($n=104$), and 6 samples (8.22%) of the non-inhalation group B ($n=73$). There were 31 samples of inhalation group (49.21%) and 13 samples of non-inhalation group A (12.50%) attaining or exceeding a maximum allowable concentration of 2 mg/L. There were significant differences in the detectable rates of WAG and the proportion of WAG concentrations equal to or above 2 mg/L between any of the two exposure groups ($P < 0.01$). The highest WAG pollution level was found in the operating rooms delivering inhalation anesthesia, followed by the ones using inhalation anesthesia as routine general anesthesia. [Conclusion] The WAG that leaks out during delivery of inhalation anesthesia may cause WAG pollution issues in operating rooms. Effective measures are required to control WAG.

Key Words: inhalation anesthesia; waste anesthetic gas; air pollution; operating room

[基金项目] 深圳市科技计划项目(编号: 201103374)

[作者简介] 沈有舟(1972—), 女, 学士, 主治医师; 研究方向: 临床及职业相关医学; E-mail: 956036731@qq.com

[通信作者] 高瑞君主任医师, E-mail: 394198126@qq.com

[作者单位] 深圳市职业病防治院 a. 麻醉科 b. 职业危害评价科, 广东深圳 518001

吸入麻醉因其可控性好, 比较安全、有效, 仍然广泛应用于现代麻醉^[1]。但吸入麻醉剂在使用中会不可避免地泄漏造成空气污染。麻醉废气污染危害手术室医护人员的健康, 影响工作效率, 人们对麻醉废气污染潜在危害的担心日益加剧^[1]。然而, 国内对医院手术室内麻醉废气浓度的检测报告甚少。本项目拟收集深圳市 30 家医院手术室和复苏间空气样品, 进行麻

醉废气浓度检测。本文报导该项检测结果。

1 对象与方法

1.1 研究对象

30 家医院, 其中包括深圳市全部三级医院 5 家、全部市属专科医院 7 家和约半数二级医院 18 家。30 家医院的全部 240 间手术间和复苏间空气样本, 按采样期间是否吸入麻醉和医院全麻是否常规采用吸入麻醉, 分为吸入组、非吸入 A 组和非吸入 B 组。采样当时使用吸入麻醉者, 无论医院全麻是否常规采用吸入麻醉, 为吸入组, 共 63 间; 采样期间未用吸入麻醉, 而医院全麻常规采用静脉和吸入复合全麻者(吸入全麻 $\geq$ 手术量 5%), 为非吸入 A 组, 共 104 间。采样期间未用吸入麻醉, 且医院全麻很少采用吸入麻醉或者完全不采用吸入麻醉者(吸入全麻 $<$ 手术量 5%), 为非吸入 B 组, 共 73 间。

1.2 采样方法

于 2011 年 5—10 月按照采样标准《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》(GBZ 159—2004)^[2]进行采样检测。仪器为 Gilair 5 型空气采样器(美国 Sensidyne 公司)。采样条件为气温 20~30℃, 湿度 50%~70%, 气压 101.2 kPa。采样体积为 50 mL/min $\times$ 120 min。征得同意后, 上午 9:00—11:00 时麻醉中进入手术间, 在麻醉机工作平台安放空气采样器进行采样。同时采集 30 家医院麻醉医生办公室空气样本为对照样本。

1.3 检测方法

采用溶剂解析-气相色谱法检测。检测仪器为安捷伦 HP 6890N 气相色谱仪(美国安捷伦科技公司)。检测项目为安氟烷、异氟烷、七氟烷。自动检出其中七氟烷、异氟烷和安氟烷等麻醉气体种类及浓度。

1.4 统计分析

数据统计分析采用 SPSS 16.0 软件, 采用 χ^2 检验, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 一般情况

30 家医院中, 19 家医院全麻常规采用静脉和吸入复合全身麻醉, 11 家医院全麻很少采用吸入麻醉或者完全不采用吸入麻醉。所有吸入麻醉均为气管内插管, 静脉和吸入复合全身麻醉。麻醉废气浓度以检出的每种麻醉废气浓度之和计。

2.2 对照样本

30 家医院对应 30 个对照样本全部未检出麻醉废气, 证明本研究中麻醉废气采样方法和检测方法可行可靠。

2.3 检出率

3 组均有一定比例麻醉废气检出。吸入组麻醉废气检出率为 93.65% (59/63), 非吸入 A 组为 68.27% (71/104), 非吸入 B 组为 8.22% (6/73)。3 组间比较, 差异均有统计学意义($P<0.01$)。

2.4 超标率

1999 年, 美国国家职业安全与健康管理局 (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) 提出卤化麻醉药物废气的最高允许浓度为 2 mg/L^[3]。按此标准统计, 吸入组麻醉废气超标率为 49.21% (31/63), 非吸入 A 组为 12.50% (13/104), 非吸入 B 组为 0.00% (0/73)。3 组间比较, 差异均有统计学意义

($P<0.01$)。

3 讨论

一般认为短暂暴露于麻醉废气可致嗜睡、疲劳; 长期接触, 麻醉废气在体内蓄积, 可能产生多方面的影响, 包括心理行为改变、慢性遗传学影响(致突变、致畸性和致癌等)以及对生育功能的影响等, 引起流产、先天畸形、不孕不育、肝肾疾病甚至癌症^[4-5]。美国 OSHA 1999 年提出任何工作人员暴露于卤化麻醉药物的废气浓度不得超过 2 mg/L, 持续时间不超过 1 h(当同时使用 N₂O 时不得超过 0.5 mg/L)^[1, 3]。中国国家职业安全与健康学会 (China Occupational Safety and Health Association, COSHA) 建议使用卤代类麻醉药 8 h 的限制剂量为 2 mg/L^[3]。

空气中卤代类吸入麻醉剂的检测方法, 我国迄今尚无国家标准。尽管制定了职业暴露限值, 然而关于手术间实际麻醉废气浓度, 国内却鲜有报道。仅有一篇报道手术期间室内安氟醚或异氟醚浓度达到 44.0~75.3 mg/m³(约 4.97~8.51 mg/L)^[6]。但因为该研究发表在 OSHA 和 COSHA 推荐标准之前, 参考了乙醚国家标准 (500 mg/m³), 认为麻醉废气浓度远低于此标准。此次研究的检测方法已申报国家标准, 并已获准立项。国际报道手术间麻醉废气浓度常常超标, 尤其是非气管内导管插入、心肺手术, 特别是那些缺乏适当的换气系统和废气清除装置的区域, 如复苏间、重症监护室 (ICU)、产房等^[1, 7-10]。本次研究结果显示, 吸入麻醉手术间麻醉废气污染程度显著高于非吸入麻醉手术间, 63 间吸入麻醉手术间中有 49.21% (31 间) 超过了 COSHA 和 OSHA 推荐的最高允许浓度, 证实了吸入麻醉对于手术间空气的污染, 与国内外研究相一致。

本次研究结果同时显示, 非吸入麻醉手术间也存在不同程度麻醉废气污染问题。其中, 全麻常规采用或较多采用吸入麻醉的医院的非吸入麻醉手术间, 其麻醉废气污染程度高于全麻较少采用或完全不用吸入麻醉的医院。分析其原因是手术间之间的交叉污染和(或)此前吸入麻醉造成的污染残留, 这一状况在国外的多项研究中也得到证实^[1]。国外有研究表明, 手术室工作人员在经过一轮休息之后呼出气中七氟醚浓度仍然高出一般人群基础水平^[11]。

有研究者提出全凭静脉麻醉 (TIVA)。TIVA 可以解决吸入麻醉的职业暴露问题和环境破坏问题^[1]。此次调查也发现深圳市吸入麻醉应用在逐年减少, TIVA 的应用逐年增加。越来越多的医院在减少使用吸入麻醉, 本次调查的 30 家医院中有 11 家已经很少或完全不再使用吸入麻醉, 一方面是因为靶控输注技术 (TCI) 的不断发展完善, 另一重要原因是随着全民素质的提高, 医务工作者们越来越关注自身的劳动保护。尽管麻醉废气临床指南指出麻醉气体对人体并无致突变、致癌和影响生育能力等, 但许多人仍然对此心存疑虑, 麻醉医生不愿意选择吸入麻醉, 这无疑影响了吸入麻醉的发展。

但是, 因为目前吸入麻醉仍然无可替代, 多数医院仍然常规使用吸入麻醉。必须尽可能采取一切措施以降低手术室麻醉废气浓度。为降低手术室麻醉废气浓度, 应该有一套切实有效的维护良好的手术室换气系统^[1, 3, 8], 尽量在层流级别较高的手术室行吸入麻醉; 建立规范的操作常规, 使麻醉废气泄漏最小化^[3, 9]; 改进麻醉废气清除系统并定期维护^[1, 3, 7, 10]; 定期

监测麻醉废气浓度。

综上所述,麻醉废气危害严重,污染状况不容乐观。进一步研究麻醉废气污染,找出切实可靠的解决方法,推广有效减低麻醉废气的技术措施,对于医护健康和吸入麻醉的发展,甚至于保护地球环境都意义重大^[11]。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] IRWIN M G, TRINH T, YAO C L. Occupational exposure to anaesthetic gases: a role for TIVA[J]. Expert Opin Drug Saf, 2009, 8(4): 473-483.
- [2] 中华人民共和国卫生部. GBZ 159—2004 工作场所空气中有害物质监测的采样规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [3] SMITH F D. Management of exposure to waste anesthetic gases[J]. AORN J, 2010, 91(4): 482-494.
- [4] 庄心良, 曾因明, 陈伯銮. 现代麻醉学[M]. 3版. 北京: 人民卫生出版社, 2003: 1829-1836.
- [5] 叶铁虎, 徐建国, 王俊科, 等. 关于处理麻醉气体泄漏的专家共识[J]. 临床麻醉学杂志, 2009, 25(3): 194-196.

- [6] 曹学军, 张穗萃, 王虹. 某医院麻醉师尿氟及手术室空气中氟醚浓度的调查分析[J]. 职业医学, 1999, 26(1): 56.
- [7] WOLFORTH J, DYSON M C. Flushing induction chambers used for rodent anesthesia to reduce waste anesthetic gas[J]. Lab Anim(NY), 2011, 40(3): 76-83.
- [8] TAYLOR D K, MOOK D M. Isoflurane waste anesthetic gas concentrations associated with the open-drop method[J]. J Am Assoc Lab Anim Sci, 2009, 48(1): 61-64.
- [9] YAMAUCHI S, NISHIKAWA K, TOKUE A, et al. Removal of sevoflurane and nitrous oxide from waste anesthetic gases by using anesclean, the system for treating waste anesthetic gases[J]. Masui, 2010, 59(7): 930-934.
- [10] BARWISE J A, LANCASTER L J, MICHAELS D, et al. An initial evaluation of a novel Anesthetic scavenging interface[J]. Anesth Analg, 2011, 113(5): 1064-1067.
- [11] ISHIZAWA Y. Special article: general anesthetic gases and the global environment[J]. Anesth Analg, 2011, 112(1): 213-217.

(收稿日期: 2012-06-30)

(英文编审: 金克峙; 编辑: 徐新春; 校对: 葛宏妍)

(上接第 136 页)

- [5] 刘蒿成, 肖云龙, 蒋然子, 等. 湖南省尘肺病发病趋势分析[J]. 实用预防医学, 2010, 17(1): 40.
- [6] 刘蒿成, 易小红. 湖南省“七五”、“八五”、“九五”期间职业病报告及监测分析[J]. 实用预防医学, 2006, 13(1): 78-80.
- [7] 庞燕, 蔡春岳, 汤玉华, 等. 1955—2004年南京市尘肺的分布状况[J]. 中国工业医学杂志, 2005, 18(6): 358.
- [8] 于丽萍, 杨凤珠, 牛利民. 宁夏地区尘肺死亡病例分析[J]. 工业卫生与职业病, 2005, 31(4): 252.
- [9] 金泰虞. 职业卫生与职业医学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 179-182.
- [10] 胡建安. 计算含游离二氧化硅粉尘累积肺作用值公式的探讨[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1994, 12(3): 9.

- [11] 胡建安. 含游离二氧化硅粉尘累积肺作用值的应用[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1998, 16(2): 99.
- [12] 郭长轩, 蒋文中, 丁新平, 等. 淮北矿区煤矿尘肺发病及现状的调查[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2001, 19(1): 20-22.
- [13] 郭长轩, 丁新平, 张守忠, 等. 1993—2002年淮北矿区尘肺发病情况分析[J]. 中国职业医学, 2006, 33(3): 201-203.
- [14] 王瑞芝. 电焊工尘肺病的发病特征[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2011, 29(7): 525.
- [15] 高喻宏. 湖南省 2001—2006 年尘肺流行特征的分析[D]. 长沙: 中南大学, 2007.

(收稿日期: 2012-07-11)

(英文编审: 金克峙; 编辑: 张晶; 校对: 徐新春)

【告知栏】

2013 年《疾病预防控制通报》征订启事

《疾病预防控制通报》原名《地方病通报》，创办于 1986 年 5 月，是中华预防医学会系列杂志优秀期刊，由新疆维吾尔自治区卫生厅主管，新疆疾病预防控制中心主办，经新闻出版总署批准，2011 年正式更名为《疾病预防控制通报》，原刊号 CN65-1102/R 作废，新编国内统一连续出版物号为 CN65-1286/R，ISSN 1000-3711，本刊为《中国期刊全文数据库》全文收录期刊及《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊。主要报道鼠疫、布鲁氏菌病、克山病、疟疾、肠道寄生虫病、性病/艾滋病、结核病、职业卫生与职业病、计划免疫、放射卫生与放射病、医学动物与昆虫、健康教育、妇幼保健、卫生监督等疾病预防与控制研究的相关内容。本刊为双月刊，大 16 开，94 页，双月 30 日出版，邮发代号：58-95，2013 年订价：12 元/期。读者和相关人员既可到邮局订阅，也可与编辑部直接联系。

联系电话：0991-2632857、0991-2626052(传真)

联系人：阮红

通讯地址：乌鲁木齐市碱泉一街 138 号自治区疾病预防控制中心编辑部

邮编：830002