

[文章编号] 1000-2200(2010)06-0617-03

· 预防医学 ·

医学院校解剖实验室内空气中甲醛的测定及防护措施

刘明星, 韦正友

[摘要] **目的:** 检测医学院校解剖实验室内空气中甲醛的含量。**方法:** 利用中流量大气采样器采样, 采用高效液相色谱法, 以 2,4-二硝基苯肼的乙腈溶液为吸收液, 乙腈水溶液为流动相, 经 C18 反相色谱柱分离, 紫外-可见检测器 365 nm 波长下测定。**结果:** 经测定分析, 解剖实验室内空气中甲醛含量高达 $2.8 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。**结论:** 某医学院校解剖实验室内空气中甲醛浓度是国家规定公共场所标准的 23.3 倍, 师生在此环境中学习和工作是值得关注的。

[关键词] 甲醛; 空气质量, 室内; 实验室; 环境污染

[中国图书资料分类法分类号] R 979.7 [文献标识码] A

Determination and prevention of formaldehyde in the air of anatomy laboratories at medical colleges

LIU Ming-xing, WEI Zheng-you

(Department of Chemistry, Bengbu Medical College, Anhui Bengbu 233030, China)

[Abstract] **Objective:** To determine the formaldehyde concentration in the air of anatomy laboratories at medical colleges. **Methods:** Medium flow air samplers were used for sampling; high-performance liquid chromatography was adopted; acetonitrile solution with 2,4-dinitrophenyl hydrazine was used as the absorption liquid, and aqueous acetonitrile as the mobile phase; C18 reversed-phase column was applied for the separation; ultraviolet and visible light purple outside-visible detector was measured at 365 nm wavelength. **Results:** According to the analysis results, the formaldehyde concentration in the air was as high as $2.8 \text{ mg}/\text{m}^3$. **Conclusions:** The concentration of formaldehyde in the air of the anatomy laboratory in a certain medical college is 23.3 times higher than the national standard in public places. It is necessary to ameliorate the environment where teachers and students are working and studying.

[Key words] formaldehyde; air quality, indoor; laboratories; environmental pollution

甲醛是一种无色, 有强烈刺激气味的气体, 易溶于水, 能使蛋白质变性, 医学上用 35% ~ 40% (质量分数) 甲醛水溶液作标本防腐剂, 故甲醛是解剖实验室内空气中最主要的污染物。气态甲醛的眼刺激阈值为 $0.06 \text{ mg}/\text{m}^3$, 嗅觉刺激阈值为 $0.22 \text{ mg}/\text{m}^3$, 上呼吸道刺激阈值为 $0.12 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。长期慢性吸入 $0.45 \text{ mg}/\text{m}^3$ 的甲醛, 会引起咽喉不适、疼痛, 可导致慢性呼吸系统疾病的发生。浓度再高时, 可引起人体恶心、呕吐、咳嗽、胸闷等^[1]。甲醛还可降低机体的呼吸功能, 对心血管系统、内分泌系统、消化系统、生殖系统、肾脏均具有毒性作用, 并具有一定的遗传毒性^[2]。其为原生质毒物, 被 WHO 确认为对人体有毒害、致癌、致畸形的化学物质^[3]。为定量了解解剖实验室内甲醛污染状况, 我们用 TH-150C 型中流量大气采样器采样, 采用高效液相色谱法, 以 2,4-二硝基苯肼(AR)的乙腈溶液为吸收液(2,4-二硝基苯肼可使甲醛全部衍生化, 生成 2,4-二硝基苯腙), 乙腈水溶液为流动相, 经 C18 反相色谱柱分离, 紫外-可见检测器在 365 nm^[4] 波长处对样品衍

生物 2,4-二硝基苯腙进行分析, 现作报道。

1 材料与方 法

1.1 仪器与试剂 TH-150C 型中流量大气采样器; LC600 型高效液相色谱仪, UV600 紫外-可见检测器。乙腈(色谱纯); 36% ~ 38% (质量分数) 甲醛溶液; AR; 水(超声处理); 1 mol/L 盐酸; 吸收液: 称取 0.050 0 g AR 于烧杯中, 用乙腈溶解, 加 1 mol/L 盐酸 1.0 ml, 用乙腈稀释并定容至 100 ml, 摇匀并超声处理; 甲醛标准溶液: 浓度为 $23 \text{ }\mu\text{g}/\text{ml}$ 。

1.2 色谱条件 LC600 型高效液相色谱仪, UV600 紫外-可见检测器紫外检测器; 色谱柱: C18 反相柱 (25 cm × 4.0 mm); 柱温: $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$; 流动相: 乙腈(色谱纯): 水 = 35: 65; 输液泵: P600 高压输液泵; 流量: 1 ml/min; 检测器: UV600 紫外-可见检测器, 波长: 365 nm。

1.3 测定方法

1.3.1 采样 用 TH-150 C 型中流量大气采样器, 采样点分布为同心圆布点法, 在距解剖台 2 m 周围处均匀分布 3 台大气采样器, 高度 1.5 m, 每个采样器采集 2 个样品。每个采样器连接 2 个内装 5.0 ml 吸收液的多孔玻板吸收管, 以 0.50 L/min 流量采气 40 min, 采集气体约 20 L 左右。

[收稿日期] 2009-10-22

[作者单位] 蚌埠医学院 化学教研室, 安徽 蚌埠 233030

[作者简介] 刘明星(1956-), 女, 副教授。

1.3.2 校准曲线的绘制 分别取甲醛标准溶液 0.30、0.60、1.20、1.80、2.40 ml 于 5 ml 比色管中,用吸收液稀释至刻度,摇匀。取以上稀释液定量进样 20 μl 分析,检测波长 365 nm,测定甲醛衍生物的峰面积,以峰面积对甲醛的浓度绘制校准曲线(见图 1)。

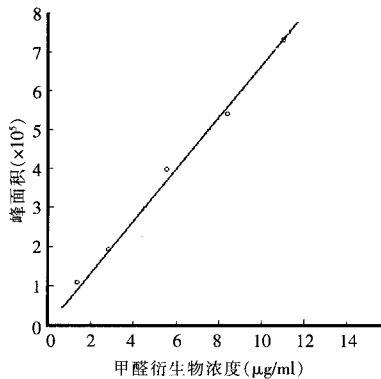


图 1 甲醛衍生物标准曲线

1.3.3 样品的测定 将样品移入 5 ml 比色管中,用少量乙腈多次洗涤吸收管,洗涤液并入比色管中,定容至 5.0 ml。定量进样 20 μl 分析,检测波长 365 nm,测定 2,4-二硝基苯胺的峰面积、保留时间定性、峰面积定量(见图 2),测定数据见表 1。

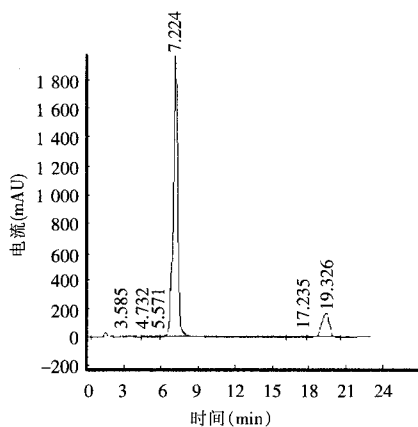


图 2 样品衍生物色谱

表 1 甲醛样品衍生物测定数据

序号	保留时间(min)	浓度(%)	峰面积	峰分离度	理论塔板数	有效塔板数
1	3.585	0.211 80	14 503	1.76	599	0
2	4.732	0.012 51	857	1.07	725	43
3	5.571	0.028 47	1 949	2.09	732	93
4	7.224	88.930 0	6 088 687	10.58	1 573	399
5	17.235	0.009 068	621	1.79	3 676	2 306
6	19.326	10.81	740 140	0.00	4 513	2 994
总计	—	100	6 846 757	—	—	—

2 结果

利用图 2 和表 1 中的样品衍生物的数据,从图 1 甲醛标准曲线上查得对应的甲醛浓度为 11.2 $\mu\text{g}/\text{ml}$,代入公式计算:

$$C = \frac{X}{V_0} \times 5 = \frac{11.2}{20} \times 5 = 2.8(\text{mg}/\text{m}^3)$$

式中: C 为解剖室内空气中的甲醛浓度(mg/m^3); X 为采集样品溶液中甲醛的浓度($\mu\text{g}/\text{ml}$); V_0 为换算成标准状况下的采样体积(L)。

3 讨论

我国国家标准规定:居室空气中甲醛最高容许浓度(1 h 均值)为 0.1 mg/m^3 ;公共场所空气中甲醛最高容许浓度为 0.12 mg/m^3 [5]。而某医学院校解剖实验室内空气中甲醛浓度高达 2.8 mg/m^3 ,是国家规定公共场所标准的 23.3 倍。师生在此环境中学习和工作,健康势必受到影响。针对解剖室这一特殊场所可采取以下措施来防治甲醛的污染。

3.1 控制温湿度 医学解剖教室中湿度过高会加快尸体的腐烂,湿度过低且尸体表面风速相对较大,尸体容易失水,会减少尸体重复利用的次数。我国医学教学解剖室一般要求夏季室内空气温度为 24 ~ 27 $^{\circ}\text{C}$,相对湿度 60% ~ 65%;冬季温度为 16 ~ 18 $^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 60% ~ 65%;尸体表面风速 < 0.2 ~ 0.25 m/s。据报道[6],室内温度在 20 $^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为 30% 条件下的甲醛挥发量是室内温度为 30 $^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为 70% 条件下甲醛挥发量的 20%。可见温湿度对甲醛挥发量有明显的影

3.2 利用低温降低甲醛发生量 国内有一些解剖教室将尸体标本放在冰冻冷藏式解剖台箱体内,使其温度降至 0 $^{\circ}\text{C}$,再行解剖,收到较好的效果。尸体在冰柜操作台箱内冷冻 6 h,即可达到 0 $^{\circ}\text{C}$ 左右,甲醛的挥发浓度也较冰冻前降低 80% ~ 90% 左右[6]。

3.3 活性炭-纳米 TiO_2 复合光催化降解甲醛技术

它是活性炭为载体,负载纳米 TiO_2 催化剂。用特定波长的紫外光源照射 TiO_2 催化剂,通过风机的作用,使含有甲醛的空气以特定的速度经过催化剂[7], TiO_2 通过紫外线照射,产生极强氧化作用的氢氧自由基,它可氧化甲醛,使之分解成为无害的 CO_2 、 H_2O 和矿物质,起到净化环境作用。它对低浓度的甲醛降解率可达 90% 以上。浓度为 2.86 mg/m^3 时,光照 2 h,吸附降解后的剩余甲醛浓度只有 0.05 mg/m^3 ,低于 0.1 mg/m^3 (GB/T16127-1995)[8]。该方法现在还是一项实验室技术。(下转第 621 页)

肺出血:患儿咯出粉红色泡沫样痰时,提示为肺水肿。患儿合并有肺出血,往往与神经源性肺水肿同时存在,病情危急。本组 3 例患儿临床出现肺出血症状,胸部 X 线片表现为两肺散在不规则密度增高影,以肺野外带明显,内带不明显,病理基础是肺泡内血液沉积。

3.4 鉴别诊断 手足口病出现支气管炎并发症时应与较常见的流感病毒、柯萨奇病毒、腺病毒等感染时的肺部 X 线表现相鉴别,上述病毒肺部感染时表现为肺纹理粗细不均,走行僵直,呈网织样改变^[3]。手足口病支气管炎 X 线征象是肺纹理走行尚自然,纹理间有小斑点状致密影,无明显网织样改变。手足口病支气管肺炎还应与禽流感肺炎鉴别,禽流感肺炎 X 线特点是早期为肺实质内小片状高密度影,短期迅速扩散为弥漫性病变、大面积肺实变,逐渐演变为肺体积缩小及肺纤维化^[4]。手足口病肺炎在 X 线片上病灶密度显示较淡,一般不发生肺纤维化。

神经源性肺水肿应与心源性肺水肿鉴别。神经源性肺水肿无心脏增大^[5],心源性肺水肿患儿多有心脏增大,因心功能不全引起的肺水肿,水肿自肺门向肺外周扩展,X 线片特征是两肺门“蝶翼状”阴影,而神经源性肺水肿以肺外带水肿明显为特征,肺门病变显示较轻。严重的手足口病发生肺水肿时,肺血管壁通透性更高,血液从血管内漏出,肺泡腔内被血液填充。气管插管时可从插管导管中吸出血液,为泡沫状。X 线片特征是在弥漫性密度增高的肺野中分布大片状更高密度的出血灶,病灶变化很

快,可迅速扩大和缩小,扩大是因为出血加重,缩小是因为出血从支气管排出所致。手足口病肺出血 X 线片上很难与重度感染性肺炎^[6]、过敏性紫癜^[7]等晚期肺出血鉴别。

手足口病肺部并发症的 X 线片表现有其特点,结合临床手足口病病史和病原学检查,可以作出明确诊断。而我们认为,胸部 X 线检查是一项简单、经济、有效的手段,应作为常规检查项目。肺部影像学的变化能够指导临床治疗方案的选择。

[参 考 文 献]

- [1] Chen KT, Chang HL, Wang ST. Epidemiologic features of hand-foot-mouth disease and herpangina caused by enterovirus 71 in Taiwan 1998 - 2005 [J]. *Pediatrics*, 2007, 120(2): e244 - e252.
- [2] Wu JM, Wang JN, Tsai YC. Cardiopulmonary manifestations of fulminant enterovirus 71 infection [J]. *Pediatrics*, 2002, 109(2): E26.
- [3] 钟广琦. X 线诊断婴幼儿病毒性肺炎的准确性(附 100 例分析) [J]. *实用放射学杂志*, 1995, 11(4): 219 - 221.
- [4] 徐和平,高雅君,陈桦,等. 儿童 H5N1 禽流感肺部影像学表现及动态变化(附 3 例报告并文献复习) [J]. *医学影像学杂志*, 2007, 17(6): 549 - 552.
- [5] Chang LY, Lin TY, Hsu KH. Clinical features and risk factors of pulmonary oedema after enterovirus-71-related hand, foot, and mouth disease [J]. *The Lancet*, 1999, 354(9191): 1682 - 1686.
- [6] Dine AP, Werner SL. Pediatric hemoptysis with pulmonary hemorrhage and respiratory failure [J]. *Am J Emerg Med*, 2008, 26(5): 639. e3 - e4.
- [7] Matsubayashi R, Matsubayashi T, Fujita N, et al. Pulmonary hemorrhage associated with Henoch-Schlein purpura in a child [J]. *Clin Rheumatol*, 2008, 27(6): 803 - 805.

(上接第 618 页)

3.4 局部排气与整体环境排气法 从发生源着手,利用局部排气方式将刚挥发出尸体表面的甲醛气体在解剖台面上就吸走。该方法是对气体的上吹下吸的气流控制,使用带有局部下排风系统的解剖台能有效减少室内的化学污染。使整个实验室闻不到甲醛气味,有利于师生的身体健康;但这种方法投资和维护费用高。

医学院校解剖实验室是师生教学活动的重要场所,对于解剖实验室甲醛污染,许多科研人员做了大量的探索。我们期待既高效又经济的控制甲醛污染的方法早日诞生,给医学院校解剖室师生一个优良的工作和学习环境。

[参 考 文 献]

- [1] 朱爽. 甲醛室内污染的控制 [J]. *中国质量*, 2008, 6: 41 - 42.
- [2] 张艺滨,吴传南,杨慧敏,等. 甲醛毒性作用的研究进展 [J]. *吉林医药学院学报*, 2008, 29(4): 232 - 235.
- [3] 世界卫生组织(WHO). 第 153 号公报 [M]. 2004, 6.
- [4] 向仲朝. 空气中低浓度甲醛的高效液相色谱测定法 [J]. *现代预防医学*, 2005, 32(11): 1535 - 1536.
- [5] 吕昌银,毋福海. 空气理化检验 [M]. 北京:人民卫生出版社, 2006: 154 - 155.
- [6] 王育新,沈晋明. 医学解剖室环境控制要求与措施 [J]. *中国医院建筑与设备*, 2007, 8(1): 22 - 27.
- [7] 冯伟,孟燕. 居室内甲醛污染现状及控制措施 [J]. *科技信息: 学术研究*, 2008, (5): 3 - 4.
- [8] 徐敏,何满潮,王岩,等. TiO₂/ACF 复合材料吸附 - 光催化降解甲醛的实验研究 [J]. *中国安全生产科学技术*, 2008, 4(2): 40 - 44.