

济南市6家综合医院病理科室内空气甲醛浓度及变化特征

孔凡玲, 李仁波, 高衍新, 王德军, 隋少峰

摘要: [目的] 了解综合医院病理科职业人群日常甲醛暴露水平及工作日内甲醛浓度变化规律。[方法] 选取济南市6家综合医院, 对病理科取材室、技术室、诊断室三类工作场所室内空气中的甲醛进行采样、检测与评价, 并对各类工作场所采取的机械通风、个体防护装备等甲醛污染控制措施进行调查。[结果] 取材室的甲醛浓度最高, 平均浓度为 1.40 mg/m^3 , 超出了国家职业接触限值(最高容许浓度为 0.5 mg/m^3); 技术室和诊断室内的甲醛浓度的平均水平分别为 0.17 mg/m^3 和 0.13 mg/m^3 , 均符合国家职业接触限值的要求。病理科不同工作场所及不同医院相同工作场所甲醛浓度差别均有统计学意义(均 $P<0.01$)。取材室的甲醛浓度在0:00和16:00各有一个高峰, 分别达到 1.52 mg/m^3 和 1.87 mg/m^3 。在调查的6家医院的病理科中, 只有2家医院在取材室的操作台安装有局部机械排风设备。[结论] 综合医院病理科取材室的甲醛污染最为严重, 是甲醛污染治理的重点场所。病理科工作场所甲醛浓度受工作内容、工作量和通风设施使用情况等因素的影响。

关键词: 甲醛; 病理科; 医务人员; 职业暴露

Concentrations and Variations of Indoor Air Formaldehyde in Pathology Departments of Six General Hospitals of Jinan City KONG Fan-ling, LI Ren-bo, GAO Yan-xin, WANG De-jun, SUI Shao-feng (Department of Monitoring and Assessment of Occupational and Environmental Health, Shandong Center for Disease Control and Prevention, Shandong 250014, China). Address correspondence to SUI Shao-feng, E-mail: shaofengsui@163.com · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To investigate the formaldehyde exposure level and varied exposure patterns of medical personnel at pathology departments of general hospitals. [Methods] Air samples were collected from three categories of work stations including biopsy rooms, technology rooms, and diagnosis rooms in pathology departments of six general hospitals in Jinan City. The samples were tested and assessed for formaldehyde. Formaldehyde control measures installed in selected work stations such as mechanical ventilation and personal protective equipment were also investigated. [Results] The average formaldehyde concentration in the biopsy rooms (1.40 mg/m^3) was higher than those in the other work stations and exceeded the national occupational exposure limit (maximum allowable concentration, 0.5 mg/m^3). The concentrations in the technology rooms (0.17 mg/m^3) and the diagnosis rooms (0.13 mg/m^3) were lower than the national occupational exposure limit. There were significant differences in the formaldehyde concentrations in the same work station category among the six hospitals and among the work station categories (both $P<0.01$). Two formaldehyde peak values in the biopsy rooms were observed at 10:00 and 14:00, which were 1.52 mg/m^3 and 1.87 mg/m^3 respectively. Only two out of the six hospitals installed local mechanical ventilation systems in the biopsy rooms. [Conclusion] Biopsy rooms in pathology departments of general hospitals present the most severe formaldehyde pollution and should be the key place for formaldehyde pollution remediation. Tasks, workload, and usage of ventilation facilities might be the possible factors affecting the pollution concentrations.

Key Words: formaldehyde; pathology department; medical personnel; occupational exposure

甲醛水溶液又称为“福尔马林”, 被广泛用做病理科人体标本固定剂和防腐剂。长期接触甲醛可以造成人体神经、生殖及免疫系统损伤。有充分的证据表明

甲醛属 I 类致癌物, 可导致鼻咽癌、白血病。流行病学研究发现甲醛暴露与鼻咽癌的发病之间存在很强的剂量-反应关系^[1]。长期以来, 病理科医生在日常工作中由接触甲醛导致的职业危害并未引起社会公众的注意, 甚至很多病理医师也忽视了此类职业暴露的潜在健康风险。关于病理科不同工作场所甲醛污染浓度的监测资料并不多见^[2-3]。本研究通过调查山东省济南市6家综合医院病理科医务人员日常甲醛暴露

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2015.15211

[作者简介] 孔凡玲(1965—), 女, 硕士, 主任医师; 研究方向: 职业卫生与环境卫生; E-mail: sdkongfanling@163.com

[通信作者] 隋少峰, E-mail: shaofengsui@163.com

[作者单位] 山东省疾病预防控制中心职业与环境卫生监测评价所, 山东 250014

水平,了解该类工作场所甲醛污染浓度的变化规律,为改善医院病理科的环境污染状况和制定相关的控制措施提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

2015年1—2月,从济南市15家三级甲等综合医院中随机抽取6家,对各家医院病理科的取材室、技术室、诊断室的空气进行短时间15 min采样。在病理科正常运行条件下进行采样,现场采样时室内保持自然通风,室内排风设备或风机开启运行,医务人员照常工作。

对病理科进行卫生学调查,包括各场所的人员数量、工作内容、工作量、工作时段、通风设施及个体防护措施使用情况等。

1.2 采样

在一个工作日内医务人员可能接触甲醛最高的时段采集甲醛样本。取材室的现场采样在医护人员对标本组织处理或打开标本缸取标本做切片时进行;技术室和诊断室采样确定为工作高峰时段的10:00、11:00、15:00、16:00。

为研究三个不同工作场所室内甲醛浓度的变化,选取工作量最大的3号医院的病理科,从8:00开始至17:00结束,每隔一小时,采集样品一次。

在操作台旁边设采样点,采集空气样品,使用QC-1B型恒流大气采样器,甲醛流速0.2 L/min,时间为15 min。采样位置在操作人员的呼吸带高度,即站姿采样高度为150 cm,坐姿采样高度为110 cm。依据GBZ 159—2004《工作场所空气中有害物质监测的采

样规范》^[4]采样,根据散发甲醛的作业岗位的位置,设置1~2个采样点,每点每班采样3~4次,并分别设置空白对照。

1.3 测定方法及评价标准

根据GBZ/T 160.54—2007《工作场所空气中毒物质测定 脂肪族醛类化合物》^[5]中的酚试剂分光光度法测定空气中甲醛浓度。

按照GBZ 2.1—2007《工作场所有害因素职业接触限值 第一部分:化学有害因素》^[6]评价,甲醛以最高容许浓度0.5 mg/m³为标准。

1.4 统计学分析

采用SPSS 20.0统计软件对监测数据进行统计分析。对所有监测数据分布做正态性检验,组间均数比较采用方差分析(ANOVA)。如果组间存在差异,采用最小显著差法(LSD法)继续进行两两比较。计算均数95%的可信区间,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况

6家医院采用的病理切片制作流程一致:取材→制片(脱水、包埋、切片、染色)→阅片诊断。3号医院病理科的日均诊断病例数量和甲醛的年使用量均最高。1号和3号两家医院在取材室的操作台安装有局部机械排风设备,其余4家医院仅在取材室侧墙安装了轴流风机。所有医院均在取材室外墙上安装有轴流排风机。2家医院为取材室和技术室的医务人员配备了防毒面具,其余4家医院仅为医务人员配发了普通的医用口罩。所有医院的技术室和诊断室均未安装机械排风设施。见表1。

表1 济南市6家综合医院病理科的基本情况

医院代码	日均诊断病例数量 (例)	年甲醛使用量 (L)	工作场所面积 (m ²)	机械通风设备安装及运行情况	个人防护设施
1	50	100	300	取材室有侧排风通风橱,但风速低	取材室、技术室人员佩戴防毒面具
2	30	80	400	取材室侧墙轴流风机	医用口罩
3	160	400	400	台面钻孔板下排风操作台,但风道部分堵塞,风速低	取材室、技术室人员佩戴防毒面具
4	40	150	200	取材室侧墙轴流风机	医用口罩
5	50	180	400	取材室侧墙轴流风机	医用口罩
6	30	100	300	取材室侧墙轴流风机	医用口罩

2.2 不同场所甲醛浓度比较

调查结果显示,取材室医务人员的甲醛暴露水平最高,为(1.40±0.23)mg/m³,最高浓度达5.08 mg/m³,超出国家职业接触限值(最高容许浓度为0.5 mg/m³)

9倍,平均浓度超出1.8倍。技术室甲醛最高浓度达到0.89 mg/m³,也超出国家职业接触限值。技术室和诊断室内的甲醛浓度的平均水平分别为0.17 mg/m³和0.13 mg/m³,均符合国家职业接触限值的要求。取材室的甲醛浓度

均值高于技术室($P<0.01$)和诊断室($P<0.01$)。技术室和诊断室的甲醛浓度差异无统计学意义($P>0.05$)。见表2。

表2 6家综合医院病理科不同工作场所空气中甲醛浓度(mg/m^3)

场所	样本量	$\bar{x} \pm s$	最大值	最小值	95%CI
取材室	55	1.40 ± 0.23	5.08	0.10	0.94~1.87
技术室	56	$0.17 \pm 0.11^*$	0.89	0.01	0.11~0.23
诊断室	49	$0.13 \pm 0.02^*$	0.34	0.04	0.10~0.17

[注]*: 与取材室比较, $P<0.01$ 。

2.3 不同医院甲醛浓度比较

在所监测的6家医院中,有5家医院取材室的甲醛平均浓度高于国家职业接触限值,其中3家医院的取材室甲醛浓度在 $1.5\text{ mg}/\text{m}^3$ 以上。所有医院的技术室和诊断室的甲醛浓度均值均低于国家职业接触限值。不同医院间病理科相同工作场所的室内甲醛浓度差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表3。

表3 6家综合医院病理科空气中甲醛浓度(mg/m^3)

医院 代码	取材室 [#]		技术室 [#]		诊断室 [#]	
	<i>n</i>	$\bar{x} \pm s$	<i>n</i>	$\bar{x} \pm s$	<i>n</i>	$\bar{x} \pm s$
1	8	$1.50 \pm 1.23^*$	8	0.17 ± 0.07	8	0.10 ± 0.02
2	8	$0.57 \pm 0.31^*$	18	0.05 ± 0.02	7	0.08 ± 0.01
3	8	$0.95 \pm 0.50^*$	8	0.35 ± 0.28	8	0.14 ± 0.09
4	8	0.38 ± 0.09	8	0.05 ± 0.01	10	0.05 ± 0.01
5	15	$2.00 \pm 1.67^*$	10	0.05 ± 0.03	8	0.07 ± 0.02
6	8	$3.15 \pm 1.58^*$	4	0.24 ± 0.10	8	0.29 ± 0.04

[注]*: 高于国家职业接触限值(最高容许浓度为 $0.5\text{ mg}/\text{m}^3$); #: 不同医院之间比较, $P<0.05$ 。

2.4 工作日内甲醛浓度的波动

图1显示工作量最大的一家医院(3号医院)从8:00到17:00各个工作场所内甲醛浓度的变化。

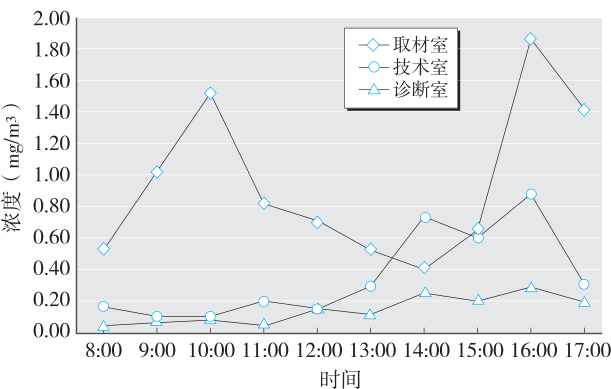


图1 某医院工作日内不同工作场所空气中的甲醛浓度

在整个工作日内的大多数时间,取材室甲醛浓度

超过了国家职业接触限值,在10:00和16:00各有一个高峰,分别达到 $1.52\text{ mg}/\text{m}^3$ 和 $1.87\text{ mg}/\text{m}^3$;午间休息时,下降至 $0.42\text{ mg}/\text{m}^3$,形成一个波谷。技术室和诊断室的甲醛浓度在上午均较低,在 $0.20\text{ mg}/\text{m}^3$ 以下;下午均较上午有显著的上升。技术室的甲醛浓度在14:00—16:00时段内超过了我国职业接触限值。

3 讨论

本研究调查了济南市6家省级综合医院的病理科的取材室、技术室、诊断室三个医务人员最常停留的工作场所空气中的甲醛浓度。结果显示,取材室和技术室的甲醛最高接触浓度超过了我国工作场所中职业接触限值(最高容许浓度为 $0.5\text{ mg}/\text{m}^3$),同时也超过了美国政府工业卫生学家会议(ACGIH)^[7]推荐的接触限值[TLV-C= 0.3 ppm ($0.37\text{ mg}/\text{m}^3$)]。

病理科在固定组织时,使用大量甲醛。本次调查发现,取材室空气中的甲醛最高浓度 $5.08\text{ mg}/\text{m}^3$,浓度平均值 $1.40\text{ mg}/\text{m}^3$,均远远高于技术室(平均值 $0.17\text{ mg}/\text{m}^3$)和诊断室(平均值 $0.13\text{ mg}/\text{m}^3$)。这与取材室工作负荷大、甲醛使用量大、样品保存容器密闭性差有关。国内有少数学者对其他医院病理科进行了调查:赵雪松等^[2]对浙江省4家县级医院病理科进行检测,显示取材室甲醛平均浓度为 $1.60\text{ mg}/\text{m}^3$,技术室为 $0.31\text{ mg}/\text{m}^3$ 。范卫等^[3]对上海市11家二、三级医院病理科的监测结果显示,取材室的甲醛平均浓度为 $1.60\text{ mg}/\text{m}^3$,其中最高一次监测浓度达到 $5.84\text{ mg}/\text{m}^3$,其他场所甲醛浓度平均值为 $0.06\text{ mg}/\text{m}^3$ 。以上文献中取材室的甲醛浓度监测结果略高于本监测结果,但总体规律都是取材室甲醛浓度最高,而技术室和诊断室等相对较低,这与本监测结果基本一致。

医院病理科三类工作场所的室内甲醛浓度相差较大,多与甲醛使用量不同有关。在取材室甲醛使用量最大,实验操作通常处于半敞开状态,甲醛固定的组织标本摆放在病理医师面前,甲醛通过上呼吸道直接被吸入。技术室在固定过程中也用到甲醛,但使用量较少。在诊断室内,病理医师在显微镜下对已经封装完好的切片进行病理形态诊断,此时封闭不严的切片可能出现微量甲醛的泄露。同时,技术室和诊断室内空气中的甲醛有部分为从取材室通过公用走廊扩散而来。

取材室局部通风设备安装数量少,反映出医院管理层对病理科存在的职业病危害问题认识不足,未给

予足够的重视。造成取材室甲醛浓度超标严重的原因主要与工作量大、通风效果不良有关。6家医院中仅有2家医院在标本操作台安装了局部机械通风设施；现场调查还发现局部通风设施维护不当，下吸式通风管道被组织碎屑堵塞，操作台面控制风速降低，通风效果变差，这也是引起取材室甲醛浓度升高的重要原因。尽管6家医院的取材室都安装了轴流风机，但轴流风机排风效果差，不能将取材室内大量的甲醛气体排至室外。另外，所有医院都采取了开窗通风的措施，受风向不稳定的影响，风向由室外吹向取材室内时，将取材室的甲醛吹向公用走廊，进一步将污染扩散到技术室和诊断室等其他工作场所。

在调查的6家医院中，有5家医院的取材室的甲醛平均浓度高于国家职业接触限值，取材室是医院病理科甲醛污染最重的场所。6家医院的技术室和诊断室的甲醛污染均较轻，浓度低于国家职业接触限值。在不同医院之间，无论是取材室、技术室、还是诊断室，每一类场所的甲醛浓度均有明显差别。这主要与不同医院之间病理科的工作量不同，采取的职业危害防护措施的种类和数量不同有关。根据现场调查的结果，6家医院中，工作量最大的医院日均病理诊断病例数在160例左右，而最小仅为约30例。工作量大，使用甲醛的数量也随之增大，挥发到工作环境中的量也相对较多。另外工作场所是否采用机械排风、开窗通风等污染控制措施也对场所的甲醛浓度产生影响。

本次调查还发现病理科不同工作场所甲醛浓度在一个工作日内的变化规律不同。技术室和诊断室，甲醛浓度在一个工作日内，随着工作时间的延长而逐渐增高，下午时的浓度显著高于上午。一方面，说明在技术室和诊断室内甲醛的释放是持续的、小量的；另一方面，浓度持续增高也与室内通风不良导致甲醛在室内蓄积有关。取材室的甲醛浓度波动幅度大，上下午各有一个浓度高峰，这与现场调查时发现的上、下午各一个取材工作高峰时段相吻合。另外，也说明取材室安装的排风设备起到了一定的通风排除毒物的作用，避免了毒物在室内的持续蓄积，中午休息时浓度显著下降形成一个波谷；但同时反映出排风机的风量不够，没有将取材室的甲醛浓度控制在国家职业接触限值以下。上、下午高峰浓度的出现与病理科工作的高峰时段相一致，具有一定的普遍性，应当引起医院卫生管理部门的重视。

综上所述，取材室应当是病理科甲醛污染的治理重点。病理科应合理布局，各业务用房设置功能明确。取材室应当与其他业务用房分离，有隔离措施或缓冲区。为保护在取材室工作的医务人员，应该在取材台安装局部排风装置，并制定相应的卫生管理制度，定期清理、维护通风管道，避免管道堵塞。技术室在进行切片处理或样本甲醛防腐处理时，应在操作岗位安装局部排风罩或在生物安全柜中进行有关操作。另外，定期对上述岗位进行职业病危害因素监测，对超标岗位安装机械送排风设备，必要时为员工配备能去除甲醛的防毒面具。医院应每年对员工进行职业健康检查，发现职业健康损害或职业禁忌证的员工及时予以治疗、调岗或调离，切实维护医务人员的健康权益。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

- [1] National Research Council of the National Academies. Review of the formaldehyde assessment in the national toxicology program 12th report on carcinogens[M]. Washington, DC: The National Academies Press, 2014: 25.
- [2] 赵雪松, 楼凌瀚. 基层医院病理科环境中甲醛、二甲苯气态浓度调查[J]. 浙江预防医学, 2012, 24(3): 49-50.
- [3] 范卫, 周元陵, 金复生, 等. 医院病理科医师接触甲醛的健康影响[J]. 环境与职业医学, 2006, 2(6): 466-468.
- [4] 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: 人民卫生出版社, 2006.
- [5] 中华人民共和国卫生部. GBZ/T 160.54—2007 工作场所空气有毒物质测定 脂肪族醛类化合物[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.
- [6] 中华人民共和国卫生部. GBZ 2.1—2007 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分: 化学有害因素[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.
- [7] ACGIH. TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices[M]. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 2007: 31.

(收稿日期: 2015-03-09)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 洪琪; 校对: 王晓宇)