

表面活性剂对尸体标本保存液中甲醛挥发量的影响

范光碧¹, 郑宇杰¹, 汤华军¹, 唐云²

摘要: [目的] 探索表面活性剂对尸体标本保存液中甲醛挥发量的影响。[方法] 将传统尸体标本保存液(甲醛质量分数为10%)置入数个500 mL烧杯内(每杯100 mL), 实验1组: 向烧杯内滴加0.01 mL十八烷基二甲基氯化铵乙醇溶液(质量浓度为100 mg/m³); 实验2组: 滴加0.01 mL二甲基硅油-乙烯基硅油混和物(质量浓度为100 mg/m³); 未滴加者作为对照组。每组选取3个样本放入恒温箱内, 调节温度为10℃、20℃、30℃和40℃, 各温度点静置2 h。将相同数量的样本置于20℃恒温箱中, 调节相对湿度为40%、60%、80%, 各湿度点静置2 h。常温环境下, 将样本置于不同风速的通风橱内, 各风速环境中静置2 h。在各观察点测定静置后溶液中甲醛浓度, 测算甲醛挥发量。[结果] 对照组甲醛挥发量随着环境温度升高、湿度降低和风速加大而呈上升趋势; 实验1组和实验2组甲醛挥发量显著低于对照组($P < 0.05$); 实验2组挥发量低于实验1组($P < 0.05$)。[结论] 十八烷基二甲基氯化铵乙醇溶液、二甲基硅油-乙烯基硅油混和物均能有效抑制标本保存液中甲醛的挥发, 二甲基硅油-乙烯基硅油混和物抑制挥发效果更稳定。

关键词: 表面活性剂; 甲醛; 标本保存液; 二甲基硅油

Effect of Surfactants on Formaldehyde Volatility in Specimen Preservatives FAN Guang-bi¹, ZHENG Yu-jie¹, TANG Hua-jun¹, TANG Yun² (1. Department of Human Anatomy, Southwest Medical University, Luzhou, Sichuan 646000, China; 2. Sichuan Hongkang Technology Co., LTD, Zigong, Sichuan 643031, China). Address correspondence to FAN Guang-bi, E-mail: 792061264@qq.com • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To examine the effect of surfactant on formaldehyde volatility in specimen preservatives. [Methods] Specimen preservatives (100 mL) (formaldehyde concentration, 10%) were poured into several 500 mL beakers. Then 0.01 mL octadecyl dimethyl ammonium chloride ethanol solution (100 mg/m³) and 0.01 mL dimethyl silicone oil-vinyl silicone oil mixture (100 mg/m³) were added respectively to establish experiment group 1 and experiment group 2. A control group was also established. Three samples of each group were put into thermotanks at temperatures of 10℃, 20℃, 30℃, and 40℃ for 2 h respectively. Another three samples of each group were put into thermotanks at temperature of 20℃ and humidity of 40%, 60%, and 80% for 2 h respectively. Samples were put into the draught cupboards yielding different wind speeds for 2 h. The volatile volume of formaldehyde was calculated through measuring formaldehyde concentrations of the post-treatment samples after designed standing time. [Results] In the control group, arising formaldehyde volatile volume was along with increasing temperature and wind speed as well as decreasing humidity. The volatile volumes of the experiment groups 1 and 2 were significantly lower than that of the control group ($P < 0.05$), and the volume of the experiment group 2 was lower than that of the experiment group 1 ($P < 0.05$). [Conclusion] Both octadecyl dimethyl ammonium chloride ethanol solution and dimethyl silicone oil-vinyl silicone oil mixture can effectively restrain formaldehyde volatilization, and the latter is better.

Key Words: surfactant; formaldehyde; specimen preservatives; dimethyl silicone oil

甲醛是有毒危险化学品, 长时间接触可导致多系统损害, 危害极大^[1-2]。在医学院校教学和科研活动中, 固定尸体、保存标本时均以甲醛水溶液为主。在

贮存和使用保存液的过程中甲醛会大量挥发, 传统抑制甲醛挥发的方法主要靠控制环境温湿度和设计通风系统, 效果不理想。近年来, 结合甲醛的化学特性研制出一些甲醛抑制剂, 如甘氨酸钠(SG)溶液^[3]和亚硫酸氢钠(NaHSO₃)溶液^[4], 可降低甲醛挥发, 但抑制稳定性较差。随着对分子膜阻蒸发技术的研究, 表面活性剂成为理想的单分子膜成膜材料被广泛应用^[5]。本文选取十八烷基二甲基氯化铵乙醇溶液、二甲基硅油-乙烯基硅油混和物作为成膜活性

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2016.15652

[基金项目] 四川省科技厅项目(编号: 2013JY0075)

[作者简介] 范光碧(1977—), 女, 硕士, 讲师; 研究方向: 干细胞移植治疗脑出血; E-mail: 792061264@qq.com

[作者单位] 1. 西南医科大学人体解剖学教研室, 四川 泸州 646000; 2. 四川鸿康实业有限公司, 四川 自贡 643031

剂,观察表面活性剂对尸体标本保存液中甲醛挥发量的影响。

1 材料与方法

1.1 主要设备与试剂

GDJS-100 高低温交变湿热试验箱(南京泰斯特实验设备有限公司,中国),BSA2245-CW 电子天平(Sartorius,德国)、通风橱(自制)、500 mL 烧杯等其它常规实验器材。

甲醛水溶液(上海振谱科技有限公司,中国),十八烷基二甲基氯化铵、二甲基硅油、乙烯基硅油(山东省博兴县康益助剂科技有限公司,中国)。配制十八烷基二甲基氯化铵乙醇溶液:称取0.1 mg 十八烷基二甲基氯化铵,加入到1 L 无水乙醇中,充分溶解。配制二甲基硅油-乙烯基硅油混合液:称取二甲基硅油和乙烯基硅油各10 g,充分混匀。

1.2 温度对甲醛挥发量的影响

配制质量分数为10%的甲醛溶液,4℃低温冰箱密封冷藏。取数个500 mL 空烧杯,每杯倒入100 mL 甲醛溶液。实验1组:取3杯溶液,用微量注射器滴注0.01 mL 十八烷基二甲基氯化铵乙醇溶液;实验2组:取3杯溶液,注入0.01 mL 二甲基硅油-乙烯基硅油混和液;余下3杯作为对照组。

待活性剂在液体表面充分铺展开后,将烧杯置入恒温烘箱中,调整温度为10℃,静止2 h,测定甲醛浓度;然后调整温度为20℃、30℃、40℃,各温度点静止2 h,并测定甲醛质量分数。

采用浓度标定法测量甲醛质量分数^[6],微量取样器吸取0.2 mL 溶液用蒸馏水稀释至30.0 mL,标定浓度(质量浓度为48 g/L)的H₂SO₄溶液滴定,指示剂选取百里香酚酞。每一温度点取液5次测定甲醛浓度,取其均值,甲醛挥发量(%)=[(原质量分数-静止后)/原质量分数]×100%。

1.3 湿度对甲醛挥发量的影响

将上述3个实验组样本置入20℃控湿恒温烘箱中,调整相对湿度为40%、60%、80%,静止2 h,测定甲醛浓度,计算甲醛挥发量(方法同前)。

1.4 风速对甲醛挥发量的影响

方法同前,将样本在常温环境下置入通风橱内,调节抽风机的组数为1、2、3组以控制风速,时间仍设定为2 h。按前述方法测定甲醛质量分数,计算挥发量。

1.5 统计学分析

统计分析采用SPSS 17.0 软件,各组数据用均数标准差($\bar{x} \pm s$)表示,单因素方差分析LSD 法检验组间差异。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 不同温度下甲醛的挥发量

表1可见,对照组挥发量随着温度升高呈上升趋势($r=0.61$, $P=0.04$),实验1组和实验2组上升不明显。在相同温度条件下,实验1组、实验2组甲醛挥发量显著低于对照组($P<0.05$),实验2组低于实验1组($P<0.05$)。

表1 不同温度下各组甲醛的挥发量(%, $\bar{x} \pm s$, $n=3$)

组别	温度			
	10℃	20℃	30℃	40℃
对照组	9.89 ± 0.03	11.57 ± 0.05	16.46 ± 0.02	19.88 ± 0.02
实验1组	0.18 ± 0.02★	0.34 ± 0.04★	0.47 ± 0.02★	0.59 ± 0.05★
实验2组	0.02 ± 0.01★★	0.02 ± 0.01★★	0.03 ± 0.02★★	0.05 ± 0.02★★
F	74.50	85.09	84.92	96.43
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

[注]相同温度条件下,★:与对照组比较, $P<0.05$;▲:与实验1组比较, $P<0.05$ 。

2.2 不同湿度下甲醛的挥发量

表2可见,随着环境湿度的增加,对照组和实验1组甲醛挥发量呈逐渐减少的趋势($r=0.94$, $P=0.01$),而实验2组减少趋势不明显。在相同湿度环境下,实验1组、实验2组甲醛挥发量显著低于对照组($P<0.05$),实验2组低于实验1组($P<0.05$)。

表2 不同湿度下各组甲醛的挥发量(%, $\bar{x} \pm s$, $n=3$)

组别	相对湿度		
	40%	60%	80%
对照组	16.43 ± 0.04	14.76 ± 0.01	11.09 ± 0.02
实验1组	0.57 ± 0.01★	0.39 ± 0.03★	0.14 ± 0.01★
实验2组	0.03 ± 0.01★★	0.02 ± 0.01★★	0.02 ± 0.01★★
F	75.83	89.25	98.39
P	<0.01	<0.01	<0.01

[注]相同湿度条件下,★:与对照组比较, $P<0.05$;▲:与实验1组比较, $P<0.05$ 。

2.3 不同风速时甲醛的挥发量

表3可见,常温环境下,对照组甲醛挥发量随着风速增大呈增加趋势($r=0.79$, $P=0.01$);实验1组、

实验2组挥发量显著低于对照组($P<0.05$);实验2组较实验1组挥发低($P<0.05$)。

表3 不同风速环境下各实验组甲醛的挥发量(%, $\bar{x} \pm s$, $n=3$)

组别	风速		
	1组风机	2组风机	3组风机
对照组	17.29 ± 0.02	20.87 ± 0.01	24.95 ± 0.03
实验1组	0.31 ± 0.03*	0.39 ± 0.02*	0.56 ± 0.02*
实验2组	0.03 ± 0.01**▲	0.03 ± 0.01**▲	0.03 ± 0.01**▲
F	93.63	102.65	113.70
P	<0.05	<0.05	<0.05

[注]相同风速环境中,* :与对照组比较, $P<0.05$;▲ :与实验1组比较, $P<0.05$ 。

3 讨论

选择合适的表面活性剂加到尸体标本保存液中, 让其在保存液表面形成一层或多层致密且有一定韧性的液体膜, 是分子膜阻蒸发的基本原理。结合教学实际需要及相关实验研究, 本研究选择十八烷基二甲基氯化铵乙醇溶液、二甲基硅油-乙烯基硅油混和物作为表面活性物质, 原因如下: 无毒性, 对人体无害; 有较强的化学稳定性, 本身不与甲醛、蛋白质、脂肪等发生化学反应, 同时也不易被氧化; 均为液体, 且表面张力低, 能快速在甲醛溶液表层均匀地铺展成膜, 达到液封的目的, 能有效阻隔空气中氧气与甲醛接触, 减少甲醛聚合反应; 不易挥发和降解, 可保证分子膜长期存在; 本身无色透明, 不影响对标本的观察。

当温度接近甲醛沸点时, 甲醛才会剧烈挥发, 但它与水形成混合液后, 其共沸点会升高^[7]。因而, 本实验甲醛挥发量检测选取10℃、20℃、30℃、40℃温度点均在甲醛水溶液共沸点以内, 且接近环境温度, 能保证保存液本身液面的物理稳定性。结合我校所处的地理区域(当地年平均温度为17.5~18.0℃), 属于亚热带湿润气候, 所以, 本实验观察在20℃恒温环境中不同湿度和风速对甲醛挥发量的影响, 具有现实应用价值。结果表明, 十八烷基二甲基氯化铵乙醇溶液、二甲基硅油-乙烯基硅油混和物均能迅速在液面铺展形成分子膜, 二者均能有效抑制甲醛的挥发。在温度升高、湿度降低和风速增大的情况下, 实验1组

挥发量变化略大, 这可能与十八烷基二甲基氯化铵乙醇溶液中的乙醇随温度升高发生挥发, 造成十八烷基二甲基氯化铵析出有关。可见, 十八烷基二甲基氯化铵在运用乙醇作为溶剂时形成的分子膜不稳定, 有可能会随着时间的推移, 十八烷基二甲基氯化铵的析出量还会加大, 膜的稳定性会进一步被打破, 不利于尸体标本保存液的长期贮存。实验2组在温度、湿度、风速发生变化时, 甲醛挥发量几乎不受影响, 证明二甲基硅油-乙烯基硅油混和物成膜稳定, 可有效阻隔甲醛挥发, 对于处理尸体标本保存液具有更好的应用价值, 其处理成本低、操作简便、原料易得、保持时间长, 能阻止保存液中甲醛的挥发和防止甲醛与氧气接触产生聚合。能大大降低或减轻保存液对环境的污染, 给接触者创造一个良好的工作学习环境。

在实际工作中, 标本保存液的挥发不仅在贮存箱中产生, 在实验操作过程中还有较大的挥发污染。而本实验只检测了稳定平整液面时的阻挥发效果, 对于尸体解剖过程中, 甲醛溶液表面不断发生改变时的阻隔效果还未做研究, 后续实验将进一步探讨。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

[1] National Toxicology Program. Final Report on Carcinogens Background Document for Formaldehyde[R]. 2010.

[2] Tang X, Bai Y, Duong A, et al. Formaldehyde in China: Production, consumption, exposure levels, and health effects[J]. Environ Int, 2009, 35(8): 1210-1224.

[3] 秦毅, 闫乾顺, 何仲义, 等. 甲醛挥发抑制剂及其效果研究[J]. 环境与职业医学, 2002, 19(1): 49-50.

[4] 丁国芳, 郁迪, 杨最素, 等. 亚硫酸氢钠抑制甲醛挥发的实验研究[J]. 环境与职业医学, 2003, 20(6): 451-453.

[5] 丛培超, 吴燕, 冉文君, 等. 分子膜抑制气/液界面甲醛生成与传输[J]. 化工学报, 2012, 63(8): 2518-2523.

[6] 杨昉明, 张璇, 律喆, 等. 甲醛泄漏挥发团簇结构计算及抑制机理[J]. 消防理论研究, 2015, 34(6): 701-705.

[7] 李峰, 朱铨寿. 甲醛及其衍生物[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 28-31.

(收稿日期: 2015-11-11)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 洪琪; 校对: 葛宏妍)