

预防医学实验指导

Guide of Preventive Medical Experiment

主 编 戴秋萍
Chief Editor Dai Qiuping

副主编 徐曼妮
Deputy Editor Xu Manni

同济大学出版社

预防医学实验指导

Guide of Preventive Medical Experiment

主 编 戴秋萍

Chief Editor Dai Qiuping

副主编 徐曼妮

Deputy Editor Xu Manni



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内容提要

预防医学实验一直是临床医学专业学生重要的实践课程,为了规范实验、便于使用,并与国际接轨,本书采用双语方式整编、撰写。旨在启发学生的科学思维和创新意识,培养学生理论联系实际、分析问题和解决问题的能力。

使用范围:主要供临床医学专业五年制、七年制、八年制学生及留学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

预防医学实验指导=Guide of Preventive Medical Experiment:汉、英/戴秋萍主编. —上海:同济大学出版社,2017.4

ISBN 978-7-5608-6706-9

I. ①预… II. ①戴… III. ①预防医学-实验-双语教学-医学院校-教学参考资料-汉、英 IV. ①R1-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 001966 号

预防医学实验指导

Guide of Preventive Medical Experiment

主编 戴秋萍 副主编 徐曼妮

责任编辑 赵黎 责任校对 张德胜 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常熟市大宏印刷有限公司

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 6

字 数 150 000

版 次 2017 年 5 月第 1 版 2018 年 10 月第 2 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-6706-9

定 价 25.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

Abstract

Preventive medical experiment has been an important practical course for students of clinical medicine at Tongji University. There is no officially published material and self-compiled teaching material has been used for a long time.

In order to standardize the experiment procedure and better use teaching material, we published this *Guide of Preventive Medical Experiment* on the basis of previous self-compiled book.

Guide of Preventive Medical Experiment aims to inspire the students' scientific thinking and creativity, help them apply theory to practice, and cultivate their ability to analyze and solve problems.

Use scope: mainly used by medical students in five-year, seven-year, eight-year programs and foreign students.

目 录

实验一	室内空气中甲醛的测定	1
实验二	空气中二氧化硫的测定	8
实验三	饮用水消毒	15
实验四	食品中还原型抗坏血酸的测定及尿负荷实验	21
实验五	膳食计算及其评价	29
实验六	食物中毒案例讨论	37
实验七	神经行为功能测试和分析	44
实验八	职业病诊断	62
实验九	职业中毒案例讨论	73
实验十	全血胆碱酯酶活性测定	82

Catalog

1. Determination of Formaldehyde in Indoor Air	5
2. Determination of Sulfur Dioxide Content in the Air	12
3. Disinfection of Drinking Water	18
4. Determination of Reductive-form Ascorbic Acid in Foods and Urine Load Test	25
5. Dietary Calculation and Evaluation	33
6. Discussion on Food Poisoning Cases	40
7. Neurobehavioral Function Test and Analysis	53
8. Diagnosis of Occupational Diseases	67
9. Discussion of Occupational Poisoning Case	77
10. Determination of Whole-Blood Acetylcholinesterase Activity	85

实验一

室内空气中甲醛的测定

【目的】

1. 掌握室内空气中甲醛测定的意义。
2. 了解室内空气中甲醛测定的原理与方法。

【原理】

空气中的甲醛与酚试剂反应生成嗪,嗪在酸性溶液中被高铁离子氧化形成蓝绿色化合物,根据颜色深浅,比色定量。

【器材】

大气采样仪;10 ml 大型气泡吸收管 1 支;分光光度计;10 ml 具塞试管若干支;吸管若干支;空盒气压计。

【试剂】

本法中所用水均为重蒸馏水或去离子交换水,所用的试剂纯度为分析纯。

1. 吸收液原液:称量 0.10 g 酚试剂 $[\text{C}_6\text{H}_4\text{SN}(\text{CH}_3)\text{C}:\text{NNH}_2 \cdot \text{HCl}]$,简称 MBTH],加水溶解,倾于 100 ml 具塞量筒中,加水到刻度。放冰箱中保存,可稳定 3 d。
2. 吸收液:量取吸收液原液 5 ml,加 95 ml 水。临用前现配。
3. 1%硫酸铁铵溶液:称取 1.0 g 硫酸铁铵 $[\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}]$ 用 0.1 mol/L 盐酸溶解,并稀释至 100 ml。
4. 0.1 mol/L 碘溶液:称取 30 g 碘化钾,溶于 25 ml 水中,加入 12.7 g 碘。待碘完全溶解后,用水定容至 1 L。移入棕色瓶中,暗处贮存。

5. 1 mol/L 氢氧化钠溶液:称取 40 g 氢氧化钠,溶于水中,并稀释至 1 L。
6. 0.5 mol/L 硫酸溶液:取 28 ml 浓硫酸缓慢加入水中,冷却后,稀释至 1 L。
7. 0.1 mol/L 碘酸钾标准溶液:准确称取 3.566 7 g 经 105 °C 烘干 2 h 的碘酸钾(优级纯),溶解于水,移入 1 L 容量瓶中,再用水定容至 1 L。
8. 0.1 mol/L 盐酸溶液:量取 82 ml 浓盐酸加水稀释至 1 L。
9. 1% 淀粉溶液:将 1 g 可溶性淀粉,用少量水调成糊状后,再加入 100 ml 沸水,并煮沸 2~3 min 至溶液透明。冷却后,加入 0.1 g 水杨酸或 0.4 g 氯化锌保存。
10. 硫代硫酸钠标准溶液:称取 25 g 硫代硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$),溶于 1 L 新煮沸并已放冷的水中,此溶液浓度约为 0.1 mol/L。加入 0.2 g 无水碳酸钠,贮存于棕色瓶内,放置 1 周后,再标定其准确浓度。

硫代硫酸钠溶液的标定:精确量取 25 ml 0.10 mol/L 碘酸钾标准溶液,于 250 ml 碘量瓶中,加入 75 ml 新煮沸后冷却的水,加 3 g 碘化钾及 10 ml 0.1 mol/L 盐酸溶液,摇匀后放入暗处静置 3 min。用硫代硫酸钠标准溶液滴定析出的碘,至淡黄色,加入 1 ml 新配制的 1% 淀粉溶液呈蓝色。再继续滴定至蓝色刚刚褪去,即为终点,记录所用硫代硫酸钠溶液体积 $V(\text{ml})$,其准确浓度用下式计算:

$$\text{硫代硫酸钠标准溶液浓度}(N) = \frac{0.10 \times 25.00}{V}$$

平行滴定两次,所用硫代硫酸钠溶液相差不能超过 0.05 ml,否则应重新做平行测定。

11. 甲醛标准贮备溶液:取 2.8 ml 含量为 36%~38% 甲醛溶液,放入 1 L 容量瓶中,加水稀释至刻度。此溶液 1 ml 约相当于 1 mg 甲醛。其准确浓度用下述碘量法标定。

甲醛标准贮备溶液的标定:精确量取 20 ml 待标定的甲醛标准贮备溶液,置于 250 ml 碘量瓶中。加入 20 ml 0.1 mol/L 碘溶液和 15 ml 1 mol/L 氢氧化钠溶液,放置 15 min,加入 20 ml 0.5 mol/L 硫酸溶液,再放置 15 min,用标定后的硫代硫酸钠标准溶液滴定,至溶液呈现淡黄色时,加入 1 ml 新配制的 1% 淀粉溶液,此时呈蓝色,继续滴定至蓝色刚刚褪去为止。记录所用硫代硫酸钠溶液体积 $V_2(\text{ml})$ 。同时用水作试剂空白滴定,操作步骤完全同上,记录空白滴定所用硫代硫酸钠溶液的体积 $V_1(\text{ml})$ 。甲醛溶液的浓度用下述公式计算:

$$\text{甲醛溶液浓度}(\text{mg/ml}) = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 15}{20}$$

式中: V_1 ——试剂空白消耗标定后的硫代硫酸钠溶液的体积(ml);

V_2 ——甲醛标准贮备溶液消耗标定后的硫代硫酸钠溶液的体积(ml);

N ——硫代硫酸钠溶液的准确当量;

15——甲醛的当量;

20——所取甲醛标准贮备溶液的体积(ml)。

二次平行滴定,误差应小于0.05 ml,否则重新标定。

12. 甲醛标准溶液:临用时,将甲醛标准贮备溶液用水稀释成1 ml含10 μg 甲醛,立即再取此溶液10 ml,加入100 ml容量瓶中,加入5 ml吸收原液,用水定容至100 ml,此液1 ml含1 μg 甲醛,放置30 min后,用于配制标准色列管。此标准溶液可稳定24 h。

【操作步骤】

1. 用一个内装5 ml吸收液的大型气泡吸收管,以0.5 L/min流量,采集气体20 min,采气体积为10 L。

2. 可自行选择采样地点,并记录采样点的温度和大气压力。采样后的样品在室温下应在24 h内分析。

3. 取样品溶液4 ml转入10 ml试管中,并加1 ml吸收液,使总体积为5 ml,混匀。

4. 按表1-1配制标准管系列。

表 1-1 甲醛标准系列

管 号	0	1	2	3	4
标准溶液(ml)	0	0.2	0.4	0.8	1.6
吸收液(ml)	5.0	4.8	4.6	4.2	3.4
甲醛含量(μg)	0	0.2	0.4	0.8	1.6

5. 向样品管及标准管中各加入0.4 ml 1%硫酸铁胺溶液,摇匀,放置15 min。用1 cm比色皿,在波长630 nm下,以空白管调零,测定各管溶液的光密度。先制作标准曲线,然后查标准曲线得出样品管的含量,再代入公式计算。

6. 计算

(1) 将采样体积换算成标准状态下采样体积

$$V_0 = V_1 \times \frac{273 \times P}{(273 + t) \times 760}$$

式中: V_1 ——采样体积(L);

P ——采样点的大气压力(mmHg);

t ——采样点的气温($^{\circ}\text{C}$)。

(2) 空气中甲醛浓度计算

$$\text{空气中甲醛浓度}(\text{mg}/\text{m}^3) = \frac{C}{V_0} \times \frac{5}{4}$$

式中: C ——相当标准系列甲醛的含量(μg);

V_0 ——换算成标准状态下的采样体积(L)。

【注意事项】

1. 采样时注意

(1) 正确连接采样管;

(2) 流量计的转子要稳定在 0.5 L/min 刻度线上。

2. 比色时注意

(1) 加完试剂,要充分混匀,放置时间不少于 15 min;

(2) 同一组的样品和标准系列比色,使用同一个比色皿。

【思考题】

1. 室内空气中甲醛的主要来源有哪些?

2. 甲醛对人体健康的危害有哪些?

【附】

室内空气中甲醛的标准:0.1 mg/m³(1 h 均值)。

Experiment 1

Determination of Formaldehyde in Indoor Air

[Objectives]

1. Master the significance of the determination of formaldehyde in indoor air.
2. Understand the principle and the determination method of formaldehyde in indoor air.

[Principle]

The formaldehyde in air reacts with phenol reagent to produce piperazine. In acidic solution, the piperazine is oxidized by high iron ion into blue-green compound. Quantitative analysis can be made according to the color.

[Materials]

Atmospheric sampling instrument;
10 ml Bubble absorption tube;
Spectrophotometer;
10 ml tube with a plug;
Pipets;
Aneroid barometer;
Absorption liquid;
Formaldehyde standard solution($1\text{ }\mu\text{g/ml}$);
1% Ferric sulfate amine solution.

[Procedures]

1. Add 5 ml of absorption liquid into a large bubble absorption tube, adjust gas velocity at 0.5 L/min, and sampling time is 20 min for 10L air.
2. Choose your own sampling sites. Record temperature and atmospheric pressure. After sampling, the sample should be analyzed within 24 h at room temperature.
3. Take 4 ml sample solution into 10 ml tube, and add 1 ml absorption solution, to make the total volume 5 ml. Mix well.
4. According to the following table, prepare the standard tubes series.

Table 1-1 Formaldehyde standard series

Tube number	0	1	2	3	4
Standard solution(ml)	0	0.2	0.4	0.8	1.6
Absorption solution(ml)	5.0	4.8	4.6	4.2	3.4
Formaldehyde content(μg)	0	0.2	0.4	0.8	1.6

5. Add 0.4 ml 1% ferric sulfate amine solution in the sample tube and standard tubes. Shake well and leave it for 15 min. With 1 cm thick cup, under the 630 nm, using blank solution to adjust zero, measure the optical density of each tube solution. Make standard curve first, and then the sample tube content is obtained from the standard curve.

6. Calculation

- (1) Convert the sample volume into sample volume in standard state.

$$V_0 = V_1 \times \frac{273 \times P}{(273 + t) \times 760}$$

Where,

V_1 ——sample volume(L);

P ——atmospheric pressure(mmHg);

T ——temperature($^{\circ}\text{C}$).

- (2) Calculate the formaldehyde concentration in the air

$$\text{Air formaldehyde concentration}(\text{mg}/\text{m}^3) = \frac{C}{V_0} \times \frac{5}{4}$$

Where,

C —sample content obtained from the standard curve (μg) ;

V_0 —sample volume in standard state(L).

[Notes]

1. Connect absorption tube with machine correctly.
2. Gas velocity should be stabilized at 0.5 L/min.
3. After adding reagent, mix well. The placing time is not less than 15 min.
4. Use the same color cup determinate the same set of samples and standard series.

[Discussions]

1. What is the main source of formaldehyde in indoor air?
2. What is the harm of formaldehyde on human health?

[Appendix]

The standard of formaldehyde in indoor air: 0.1 mg/m³ (average value of 1 hour).

实验二

空气中二氧化硫的测定

【目的】

1. 掌握空气中二氧化硫测定的意义。
2. 了解空气中二氧化硫的测定原理和方法。

【原理】

空气中的二氧化硫被甲醛溶液吸收后,生成稳定的羟基甲基磺酸,加碱后,与盐酸副玫瑰苯胺(简称 PRA)作用,生成紫红色化合物,根据颜色深浅进行比色定量。

【器材】

大气采样仪;普通型多孔玻板吸收管 1 支;分光光度计;25 ml 具塞试管若干支;吸管若干支;空盒气压计。

【试剂】

本法中所用水均为重蒸馏水或去离子交换水;所用的试剂纯度为分析纯。

1. 吸收贮备液(甲醛-邻苯二甲酸氢钾缓冲液):称量 2.04 g 邻苯二甲酸氢钾和 0.364 g 乙二胺四乙酸二钠(简称 EDTA-2Na)溶于水中,移入 1 L 容量瓶中,再加入 5.30 ml 37% 甲醛溶液,用水稀释至刻度。贮于冰箱,可保存 1 年。
2. 吸收应用液:临用时,将上述吸收贮备液用水稀释 10 倍。
3. 2 mol/L 氢氧化钠溶液:称取 8.0 g 氢氧化钠溶于 100 ml 水中。
4. 0.3% 氨磺酸钠溶液:称取 0.3 g 氨磺酸,加入 3.0 ml 2 mol/L 氢氧化钠溶液,用水稀释至 100 ml。

5. 1 mol/L 盐酸溶液:量取浓盐酸(优级纯, $\rho_{20} = 1.19 \text{ g/ml}$) 86 ml, 用水稀释至 1 L。

6. 0.25% PRA 溶液贮备液:称取 0.125 g PRA($\text{C}_{19}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{Cl} \cdot 3\text{HCl}$), 用 1 mol/L 盐酸溶解并稀释至 50 ml。

7. 4.5 mol/L 磷酸溶液:量取浓磷酸 307 ml, 用水稀释至 1 L。

8. 0.025% PRA 工作液:吸取 0.25% 的贮备液 25 ml, 移入 250 ml 容量瓶中, 用 4.5 mol/L 磷酸溶液稀释至刻度, 放置 24 h 后使用。此溶液避光密封保存, 可使用 9 个月。

9. 二氧化硫标准溶液贮备液:称取 0.2 g 亚硫酸钠(Na_2SO_3)及 0.01 g 乙二胺四乙酸二钠盐(EDTA-2Na) 溶于 200 ml 新煮沸并冷却的水中。此溶液每毫升含有相当于 320~400 μg 二氧化硫。溶液需放置 2~3 h 后标定其准确浓度。

10. 二氧化硫标准溶液标定方法:吸取 20 ml 二氧化硫标准溶液, 置于 250 ml 碘量瓶中, 加入 50 ml 新煮沸并已冷却的水, 20 ml 碘溶液(0.1 mol/L)及 1 ml 冰醋酸, 盖塞, 摇匀。于暗处放置 5 min 后, 用 0.1 mol/L 硫代硫酸钠标准溶液滴定至浅黄色, 加入 2 ml 5 g/L 淀粉溶液, 继续滴定至蓝色刚好褪去为终点。记录滴定所用硫代硫酸钠的体积, 平行 3 次, 消耗硫代硫酸钠体积之差不应大于 0.04 ml, 取其平均值;另吸取 3 份含 EDTA-2Na 的空白水溶液 20 ml, 用同法进行空白实验。记录空白滴定硫代硫酸钠溶液的体积, 平行滴定所消耗硫代硫酸钠体积之差不应大于 0.04 ml, 取其平均值。

二氧化硫标准溶液浓度计算:

$$C = \frac{(V_1 - V_2) C_1 \times 32.02}{20} \times 1000$$

式中: C ——二氧化硫标准溶液浓度($\mu\text{g/ml}$);

V_1 ——空白滴定所耗硫代硫酸钠标准溶液的体积(ml);

V_2 ——二氧化硫滴定所耗硫代硫酸钠标准溶液的体积(ml);

C_1 ——硫代硫酸钠标准溶液的浓度(mol/L);

32.02——二氧化硫标准溶液摩尔质量的 1/2。

按标定计算的结果, 立即用吸收液稀释成每毫升含 25 μg 二氧化硫的标准贮备液, 于冰箱贮存可保存 3 个月。

10. 二氧化硫标准工作溶液:用吸收液将标准贮备液稀释成每毫升含 5 μg 二氧化硫的标准工作液, 贮于冰箱可保存 1 个月。25 $^{\circ}\text{C}$ 以下室温条件可保存 3 d。

【操作步骤】

1. 采样:用一装有 8 ml 吸收液的普通型多孔玻板吸收管安装于空气采样器上,以 0.5 L/min 流量,采样 20 min。将采样体积换算成标准状况下的采样体积 V_0 。

2. 分析:

(1) 标准曲线的绘制:用 6 支 25 ml 具塞试管,按表 2-1 制备标准系列。

表 2-1 二氧化硫标准系列

管 号	0	1	2	3	4	5
标准工作液(ml)	0	0.2	1.0	2.0	3.0	4.0
吸收液(ml)	10.0	9.8	9.0	8.0	7.0	6.0
二氧化硫含量(μg)	0.0	1.0	5.0	10.0	15.0	20.0

各管中分别加入 1 ml 0.3% 氨磺酸钠溶液、0.5 ml 2 mol/L 氢氧化钠溶液和 1 ml 水,充分混匀后,再快速加入 2.5 ml 0.025% PRA 溶液,立即盖塞颠倒混匀,放置 5~20 min 显色。于波长 570 nm 处,用 10 mm 比色皿,以水为参比,测定各管吸光度。以吸光度值为纵坐标,二氧化硫含量(μg)为横坐标,绘制标准曲线。

(2) 样品测定:采样后,将吸收管中的吸收液移入 25 ml 具塞试管,用少量吸收液分两次洗涤吸收管,合并洗液于试管中,使总体积为 10 ml。将该管与上述各标准系列管同时操作,测定吸光度。

【计算】

(1) 将采样体积换算成标准状态下采样体积

$$V_0 = V_1 \times \frac{273 \times P}{(273 + t) \times 760}$$

式中: V_1 ——采样体积(L);

P ——采样点的大气压力(mmHg);

t ——采样点的气温($^{\circ}\text{C}$)。

(2) 空气中二氧化硫浓度计算

$$\text{空气中二氧化硫浓度}(\text{mg}/\text{m}^3) = \frac{C}{V_0}$$

式中： C ——相当标准系列二氧化硫的含量(μg)；

V_0 ——换算成标准状态下的采样体积(L)。

【注意事项】

使用采样仪采样时应注意：

1. 正确连接采样管；
2. 流量计的转子要稳定在 0.5 L/min 刻度线上。

【思考题】

1. 大气中二氧化硫的主要来源有哪些？
2. 二氧化硫对人体健康的危害有哪些？

【附】

空气(室内、室外)中二氧化硫的标准： 0.5 mg/m^3 (1 h 均值)。