

过 氧 乙 酸

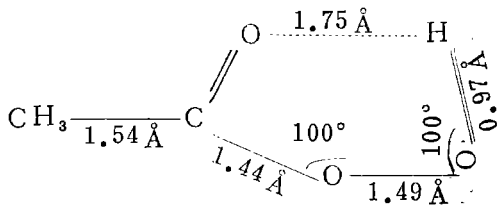
第二军医大学流行病学教研室 薛广波

过氧乙酸 (Peracetic acid) 又名过醋酸, 于1902年首次合成。后来的研究证明, 过氧乙酸不仅是化工生产中的良好氧化剂, 而且又是一种广谱、高效、速效、廉价的消毒灭菌剂。它是目前我国使用最多的化学消毒剂之一, 广泛应用于医院消毒、传染病疫源地消毒和预防性消毒。其缺点是, 不稳定, 易分解, 有腐蚀性, 会损害消毒物品。故目前国外应用较少。

一、理化性质

过氧乙酸的分子式是: $C_2H_4O_3$, 分子量为76.0518, 化学结构式:

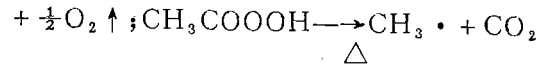
$CH_3 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - O - OH$ 。此结构由两部分组成: 乙酰基 ($CH_3 - C \begin{smallmatrix} \swarrow \\ \searrow \end{smallmatrix} O$) 和过氧基 ($-O-O-H$)。因此, 过氧乙酸既具有酸的性质, 又具有过氧化物的性质, 同时有其自身的特点而不同于一般的有机酸和过氧化物。过氧乙酸的分子结构是:



过氧乙酸是一种无色透明液体, 酸性, 有刺激性气味。易挥发, 易溶于多种有机溶剂和水。比重为1.226, 沸点110℃, 其蒸气压 (0~110℃) 可用下式计算: $\text{Log}P(\text{mmHg}) = 8.911 - \frac{2311}{T}$, 式中P为蒸气压, T为绝对温度。

过氧乙酸很不稳定, 在下述几种情况下

发生分解: (1) 遇热分解: 热分解按下述反应式进行: $CH_3COOOH \xrightarrow{\Delta} CH_3COOH$

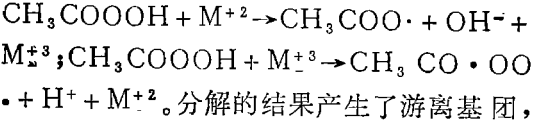


+ $\cdot OH$, 热分解速度随温度的升高而加快, 两者之间呈线性关系。上海第一医学院

(1978) 报告, 1%过氧乙酸水溶液的两天分解率, 在20℃时为30.97%, 在37℃时为

78.93%; 涂潭等 (1984) 用正交试验研究了低浓度过氧乙酸分解的影响因素, 发现

0.39%的过氧乙酸水溶液放35~40℃温度下, 每天分解率达97.24%; (2) 金属离子催化分解: 金属离子可以通过氧化还原反应使过氧乙酸分解, 其反应式为:



分解的结果产生了游离基团, 这些游离基团又进一步促进过氧乙酸分解。一些金属离子对过氧乙酸分解催化能力的强弱, 从大到小排列如下: Co, Mn, Ni, Fe, Cu, Cr, Zn。在配制和保存过氧乙酸时, 应尽量防止和金属离子接触。(3) 加水分解:

其反应式如下: $CH_3CO-O-OH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + H_2O_2$, $H_2O_2 \rightarrow H_2O + \frac{1}{2} O_2 \uparrow$ 。加水分解反应时刻都在进行, 但反应速度比较缓慢。

当分解反应进行的比较剧烈时, 可以发生爆炸。温度越高, 浓度越大, 越容易发生爆炸。30%的过氧乙酸溶液在100℃时就可发生爆炸, 消毒用的过氧乙酸溶液原液在20%左右, 一般并不发生爆炸和自燃。

二、剂型和配制方法

我国市售过氧乙酸有下述两种剂型:

(一) 过氧乙酸水溶液

过氧乙酸浓度20%左右,含有0.1%左右稳定剂(8-羟基喹啉等)。保存于15~20℃室温下每月分解率为2.88%。

(二) 配合剂型 为了克服过氧乙酸的不稳定的缺点,李世新等(1984)研制了配合剂型过氧乙酸。把过氧乙酸制成A、B两种剂型,平时分开存放,使用前混合均匀。A型为经过处理的冰醋酸, B型主要是按比例配制好的过氧化氢溶液。使用前一天,先把A、B两液按10:8或12:10(体积)混合,第二天过氧乙酸含量即可达到20%左右。若温度低于10℃,可适当延长反应时间,若温度在30℃以上,则混合后6小时浓度即可达到20%左右。配合型过氧乙酸的稳定性较好,在室温下贮存2年,浓度仍在18%左右。

过氧乙酸消毒液的配制方法:用于浸泡或擦拭消毒的过氧乙酸溶液一般浓度为0.2~0.4%,以将20%过氧乙酸配制成0.2%消毒液为例,配1000ml消毒液所需20%过

氧乙酸的量(X)可用下式计算:

$$X = \frac{\text{消毒液浓度} \times \text{配制毫升数}}{\text{过氧乙酸原液浓度}} \\ = \frac{0.2\% \times 1000}{20\%} = 10\text{ml}.$$

取水990ml,加入过氧乙酸10ml,即为0.2%消毒液。

喷雾消毒时过氧乙酸用量的计算:以用量0.15g/M³计算:用量=房间体积(M³)×0.15g。例如对72M³房间喷雾消毒,问需用20%过氧乙酸若干? 72×0.15=10.8g,

$$\text{折合20\%过氧乙酸量} = \frac{10.8\text{g}}{20\%} = 54\text{ml}.$$

三、对微生物的杀灭作用

过氧乙酸液体和气体对各种微生物均有强大的杀灭作用。(Block, 1977)。它不仅可杀灭细菌繁殖体、真菌、病毒、分支杆菌,而且也可杀灭细菌芽胞。(刘育京,1980)。

(一) 过氧乙酸液体的杀菌作用

过氧乙酸液体对一些细菌、真菌、分枝杆菌和病毒的杀灭作用见表1。

表1 过氧乙酸液体对各种微生物的杀灭作用

微生物类型	微生物名称	过氧乙酸浓度(%)	杀灭时间(分)
细菌繁殖体	大肠杆菌	0.0005~0.005	1~15
		0.01~0.1	0.5~10
	痢疾杆菌	0.002	2
	鼠伤寒杆菌	0.1	0.5
	肠球菌	0.1	0.5
	绿脓杆菌	0.001~0.005	0.5~15
		0.01~0.1	0.5~10
	金葡菌	0.0005~0.005	1~60
0.01~0.1		0.5~10	
白葡菌	0.002~0.005	2~30	
	0.01	2	
分枝杆菌	禽结核杆菌	0.5	5.0
细菌芽胞	蜡状芽胞杆菌	0.01~0.04	1~90
		0.3	3
	枯草芽胞杆菌	0.02~0.04	15~30
		0.1~0.5	1~15
		1.0	1.0*
	凝结芽胞杆菌	0.05	5~10
0.1~0.2		1~5	

	类炭疽芽胞杆菌	1.0	30*
	炭疽芽胞杆菌(疫苗株)	1.0	5*
	肠系膜芽胞杆菌	0.005 0.01~0.02	8 1~4
	硬脂嗜热芽胞杆菌	0.05 0.1~0.5	15 1~5
真菌	须发癣菌	0.01~0.02 0.003~0.005	1~3 5~10
	红色毛发癣菌	0.01~0.02	0.5
	疣状毛菌	0.01~0.02	0.5
	白色念珠菌	0.01~0.02	1~2
	热带念珠菌	0.01~0.02	1~2
	秃发付念珠菌	0.01~0.02	0.5~1
病毒	脊髓灰质炎病毒	0.2	4~5
	科萨奇病毒 B ₁	0.2	4~5
	孤儿病毒10型	0.2	4~5
	单纯疱疹病毒	0.2	4~5

* 微生物用20%蛋白保护

从表1中可以看出, 过氧乙酸杀灭细菌繁殖体的浓度为0.01~0.1%, 作用10分钟即可, 对结核杆菌用0.5%浓度作用5分钟是可靠的, 然而有试验证明, 用0.04%浓度杀灭病毒需将作用时间延长至45分钟。对细菌芽胞用0.5%作用10分钟可杀灭, 用1%作用10分钟更加安全。肝炎病毒是当前消毒的主要目标, 张福强等(1984)报告, 用0.2%过氧乙酸, 作用30分钟可杀灭。用0.5%浓度5分钟即可灭活(均为ELISA法)。

(二) 过氧乙酸气雾的杀菌作用

用喷雾器将过氧乙酸喷为气溶胶, 或加热蒸发、自然挥发产生的气体, 均有强大的杀菌作用。过氧乙酸气溶胶1mg/L, 在25℃下消毒20分钟, 可杀灭全部试验的芽胞菌。用0.24mg/L可在5分钟内全部杀灭粘质沙雷氏菌。用0.36mg/L, 作用5分钟可完全杀灭巨大芽胞杆菌。用过氧乙酸蒸气消毒常用量为1mg/L, 于15℃、RH80%, 消毒30分钟可使污染大肠杆菌、绿脓杆菌、灵杆菌和枯草杆菌芽胞的菌片无菌。

四、影响消毒作用的因素

过氧乙酸的消毒作用受浓度、温度、作

用时间、有机物, 用气体灭菌时环境的相对湿度(RH)等因素的影响。醇对过氧乙酸有增效作用。

(一) 浓度的影响

在20℃时, 用不同浓度的过氧乙酸水溶液杀灭大肠杆菌、金葡菌、藤黄八选球菌和巨大芽胞杆菌, 测得其浓度系数(n)为1.0~2.3, 平均1.4, 即若浓度减半, 测消毒时间需增加2~5倍。用过氧乙酸杀灭三种真菌, 测得浓度和作用时间的关系分别为: (1)对皮炎芽生菌: $\log Y = 0.8087 + 0.6909 \times \log X$; (2)对粗球孢子菌: $\log Y = 0.9058 + 0.8030 \times \log X$; (3)对荚膜组织胞浆菌: $\log Y = 1.0604 + 0.5348 \times \log X$ 。式中Y为所需时间(分), X为浓度(X)。

(二) 温度的影响

过氧乙酸对各种微生物的杀灭作用随温度的升高而加强, 但在低温下也有一定的杀菌作用。用0.3%过氧乙酸水溶液杀灭枯草杆菌芽胞, 在不同温度下所需时间(分)为: 10℃, 12; 0℃, 60; -10℃, 210; -20℃, 315; -30℃, 378。过氧乙酸气体的杀菌作用也随温度的升高而加强。在低温

下杀菌作用明显降低。

(三) 有机物的影响

用过氧乙酸杀灭被有机物保护的细菌比杀灭纯培养的细菌困难的多,作用时间相差4~15倍(对细菌繁殖体)。若杀灭芽胞则相差2~3倍,有机物对过氧乙酸气体的杀灭作用也有明显的影响。对用2%明胶及10%乳糖保护的细菌繁体的杀灭作用比未被保护者相差2.7~10倍。对芽胞则相差5~8倍。

(四) 相对湿度的影响

消毒环境的相对湿度(RH)对过氧乙酸气体的消毒作用有一定影响。若RH低于20%,则消毒效果很差。RH在20~80%范围内,湿度越大,杀菌效果越好。因此用过氧乙酸气体消毒时,应使相对湿度保持于60~80%。

(五) 醇的增效作用

实验证明,过氧乙酸用醇类稀释比用水稀释杀菌作用强。可用乙醇、正丙醇、甲醇等作为稀释剂。若能使消毒液中含20~70%醇类,则消毒效果可提高1~4倍。

五、消毒机理

过氧乙酸的杀菌机理至今尚未阐明,有人指出,pH不是杀菌的决定因素,因为0.01%过氧乙酸比相同pH的醋酸和盐酸杀菌作用强的多。李世新(1984)认为,过氧乙酸所以有如此强大的杀菌作用,主要依靠其本身的强大的氧化作用,同时溶液中存在的过氧化氢和醋酸也有协同作用。李之桂(1985)在第六届国际消毒会议上报告,用同位素³H标记物渗入枯草杆菌黑色变种芽胞,消毒后检测芽胞漏出物的氨基酸、RNA、DNA、以分析过氧乙酸的杀菌机理。结果证明,过氧乙酸首先破坏芽胞通透性屏障,进而破坏和溶解核心,使大分子的DAN、RNA、蛋白质、DPA等物质破坏漏出,引起芽胞死亡。这种破坏是由于过氧乙酸本身的作用,而不是激活溶菌酶所致。是由于酸和氧的双

重作用,而活性氧的作用可能更为重要。

六、在消毒上的应用

在1985年第六届国际消毒灭菌会议上,美国疾病控制中心的Favero教授在回答问题时指出,过氧乙酸是一种高效消毒剂,如果使用恰当的话,可以获得满意的消毒效果。但由于它腐蚀性较强,故目前国外很少使用。然而,在我国,由于缺乏更好的消毒剂(例如戊二醛),目前过氧乙酸使用非常广泛。

(一) 使用方法

1. 浸泡法:凡能够浸泡的物品均可用过氧乙酸浸泡法消毒,例如,体温表、压舌板、标本瓶、食具、便器、玻璃器皿、衣服、毛巾、水果、蛋类、蔬菜、肉类等。浸泡用的过氧乙酸消毒液一般为0.04~0.2%,浸泡时间根据杀灭微生物的种类和使用浓度、温度等参数来确定,一般为2~120分钟。消毒液应现用现配,连续使用者应经常测定浓度,浓度太低时应更换。使用配合剂型过氧乙酸时,应将A、B液提前混合,用时稀释成所需浓度。

2. 擦拭法:对大件的或其他不能浸泡消毒的物品可采用擦拭法消毒。常用消毒液的浓度为0.04%。

3. 喷雾法:可使用任何能产生液体气溶胶的喷雾器械,例如,电动式小型超低容量喷雾器、各种其他型号的喷雾器等。喷雾后气溶胶不仅可杀灭空气中的微生物,而且雾滴均匀地复盖于物体表面,对表面也有良好的消毒效果。通常使用0.04~0.4%过氧乙酸水溶液。要求消毒环境的RH保持在60~80%,药物用量0.75~1g/M³,作用时间1~2小时。

4. 熏蒸法:将过氧乙酸稀释至3~5%,放蒸发皿或搪瓷盘内,加热蒸发,用量按1~3g/M³计算,密闭1~2小时。要求RH>60%。

(二) 应用

1. 体温表的消毒:先用0.2%过氧乙酸浸泡5分钟。然后放另一盆0.2%过氧乙酸溶液中再消毒30分钟,用冷开水冲洗或用酒精棉球擦干后备用。消毒液应当天配,当天用。

2. 手的消毒:针对一般细菌的消毒用0.04%过氧乙酸水溶液洗刷1~2分钟。针对肝炎病毒和结核杆菌的消毒用0.1%过氧乙酸洗刷1~2分钟。消毒后用流水冲洗。

3. 衣服、被褥的消毒:用0.02%过氧乙酸浸泡1小时,然后用清水漂洗。针对肝炎病毒时用0.04%过氧乙酸浸泡2小时,然后漂洗。也可用0.02%过氧乙酸喷雾消毒。

4. 注射器、输液用具的消毒:用0.04% (针对一般细菌)或0.1% (针对肝炎病毒)过氧乙酸擦拭。

5. 房间的消毒:对传染病病房和传染病人居住的家庭,可用过氧乙酸熏蒸或喷雾法消毒。喷雾法采用含有清香剂的0.04%过氧乙酸溶液,对墙壁、门窗、地板喷洒,每平方米面积用50~100ml,喷雾后关闭门窗1小时。熏蒸法是将2~5%过氧乙酸与3%大众空气清新剂(用酒精稀释)按1:0.2(体积)混合,置搪瓷盆内加热蒸发。密闭1小时,过氧乙酸用量 $0.6\sim 1.0\text{g}/\text{M}^3$ 。倪庆文等(1984)报告,在病房中喷洒1%过氧乙酸, $5\text{ml}/\text{M}^3$,作用15分钟,对白葡萄菌和蜡状杆菌芽胞的杀灭率均可达95%以上。

6. 食具消毒:清洗过的食具可用0.02%过氧乙酸溶液浸泡2分钟,然后冲洗。未洗过的食具用0.04%过氧乙酸浸泡3分钟以上,洗净。

7. 压舌板、药杯、药瓶的消毒:用0.04%过氧乙酸浸泡1小时。针对肝炎病毒

的消毒用0.1%过氧乙酸浸泡1~2小时,无菌水冲洗后使用。

8. 医院污水的消毒:在污水中加入1~10%过氧乙酸溶液,使污水中过氧乙酸浓度为0.002~0.01%,作用0.5~1小时后排放。

9. 热水袋、冰袋、听诊器等物品的消毒:用0.04~0.1%过氧乙酸浸湿纱布,擦拭消毒。

10. 便器马桶消毒:用0.04%过氧乙酸擦拭,然后用水冲洗,或用0.04%过氧乙酸浸泡1小时。针对肝炎病毒用0.1%过氧乙酸浸泡1~2小时。

11. 尸体消毒:用0.04~0.1%过氧乙酸擦拭或喷雾消毒。

七、毒性及对物品的损害

(一) 毒性

有人报告,用2%过氧乙酸水溶液喂小白鼠,测得 LD_{50} 为 $500\text{mg}/\text{kg}$ 体重。由于消毒用的过氧乙酸浓度很低,一般来说是安全的。由于过氧乙酸不稳定易分解、挥发,消毒后物品上残留过氧乙酸极少,一般对人无毒性。

(二) 对物品的损害

过氧乙酸有腐蚀性,其强弱与浓度有关,浓度越大,腐蚀性越大。王龙海等(1985)研究了0.5%过氧乙酸对金属的腐蚀作用,发现对不锈钢、镀铬金属块、铝丝有轻度腐蚀性,对铜、铁、高碳钢的腐蚀性更强。用33%乙醇配制的0.5%过氧乙酸则腐蚀性降低。过氧乙酸对纺织品和毛毯也有腐蚀性。但低浓度的过氧乙酸(0.02~0.4%)腐蚀性不大。 (参考文献19篇,略)

内毒素的检测与萤试验 (二)

第二军医大学微生物教研室内毒素研究组 余庆 焦炳华

四、萤试验的实际应用

萤试验的应用十分广泛,可大规模地应

用于药物加工、药检单位、饮食卫生系统、医疗器械及临床等对内毒素的检测,在临床