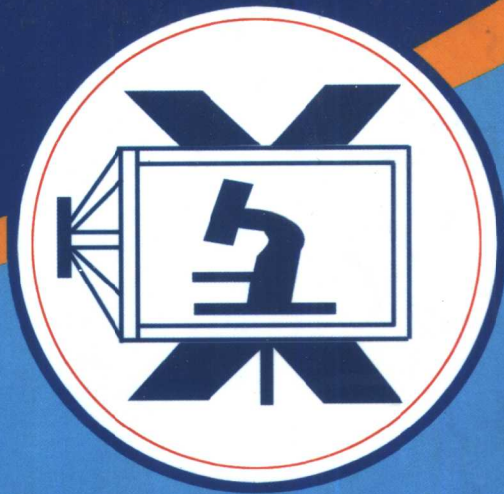


高等医学院校选用教材
(供研究生用)

医学消毒学

YIXUE XIAODUXUE

● 张文福 主编



军事医学科学出版社

高等医学院校选用教材(供研究生用)

医学消毒学

主 编 张文福
编 者 (按姓氏笔画为序)

丁兰英	王太星	王有森	刘育京	沈德林
李荣芬	李新武	李敬云	张文福	张朝武
张流波	杨华明	姚楚水	饶林	梁增辉
袁洽劬	袁朝森	袁庆霞	徐军	郭世兰
蒋莉	熊鸿燕	翟廷宝		

军事医学科学出版社

·北 京·

内 容 提 要

本书是我国首次出版的高等院校消毒学专业教材。本教材在参考了国内外大量最新文献、吸收了他人优秀成果的基础上,系统介绍了消毒学的理论知识,各种实际情况下的具体消毒方法,消毒效果的监测技术,消毒实验与研究方法,国际与国内的消毒标准,最新的消毒网络资源。全书内容丰富,层次清楚,文字洗炼,方法完整,注重理论与实践结合。本书既可作为高等(医药、农林、生物)院校、科研机构消毒学的研究生、本科生教材,也可供从事消毒研究、使用消毒、管理消毒的工作者继续教育和自学参考之用。

* * *

图书在版编目(CIP)数据

医学消毒学/张文福主编.

- 北京:军事医学科学出版社,2002.6

ISBN 7-80121-316-5

I. 消… II. 张… III. 消毒 IV. R187

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 023532 号

* *

军事医学科学出版社出版

(北京市太平路 27 号 邮政编码:100850)

新华书店总店北京发行所发行

潮河印刷厂印刷 春园装订厂装订

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:27.625 字数:680 千字

2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月第 1 次印刷

印数:1-5000 册 定价:55.00 元

(本社图书,凡有缺、损、倒、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

消毒学是一门应用学科。近年来,由于经济建设、工农业生产、全民保健的需求,消毒学已经发展为预防医学中独立的二级学科,并成为国内很多高等(医药、农林、生物)院校本科生、研究生的选修课程之一。

消毒学是研究杀灭、去除和抑制外环境中病原微生物和其他有害微生物的理论、药物、器械与方法科学。目的就是利用物理、化学或生物学的方法,消除各种外环境中可引起人和动物生病的少数有害微生物,控制造成经济损失的其他微生物,从而达到阻断传染病的传播,防止医院感染,减少微生物对食物和物品的损坏,促进工农业的大规模生产。根据杀灭微生物的程度,消毒学可分为灭菌、消毒、防腐与保藏四个方面。

消毒又是一门新兴的产业。有人估计,该产业在全球每年的产值可达千亿美元,在我国也能达到百亿人民币以上。消毒技术除了在传统的医药工业、医疗保健行业以及畜牧业得到广泛应用外,更进一步扩大到大规模农业、养殖业、生物工程行业,甚至航空航天业。

军事医学科学院自(1951年)建立时起,即将消毒研究作为重点发展方向之一。经过50年的连续工作,取得了一大批科研成果,创办了《中国消毒学杂志》,发起并成立了全国性的消毒学会,积极参与全国的消毒工作。军事医学科学院还是国内最早(1983年)招收消毒学研究生的单位,迄今已经培养了几十位硕士、博士研究生。为了适应消毒学发展的需要,这次由军事医学科学院牵头,组织该院新老消毒学教授、以及部分国内知名消毒学专家,查阅了大量最新的消毒学文献资料,共同编写了这部消毒学研究生教材,可供今后消毒学专业研究生、本科生学习使用,也可供从事消毒行业的同行们工作时参考。

在编写与出版本书的过程中,得到了刘育京教授、沈德林教授、王有森教授、袁洽劭教授、张朝武教授等很多消毒学界前辈的热情帮助,以及军事医学科学院和国内消毒企业的大力支持,在此深表感谢。

由于编写时间仓促,错误在所难免,敬请广大读者批评指正。

军事医学科学院

张文福

2002年2月10日

目 录

第一篇 消毒学原理

第一章 消毒学概论	(3)
第一节 消毒的发展史.....	(3)
第二节 消毒有关概念及专业名词.....	(7)
第三节 消毒的方法.....	(9)
第四节 影响消毒效果的因素	(12)
第五节 消毒方法的选择	(14)
第六节 消毒试验研究方法	(16)
第二章 热力消毒与灭菌	(18)
第一节 基本概念	(18)
第二节 干热消毒与灭菌	(23)
第三节 湿热消毒与灭菌	(27)
第三章 电离辐射消毒与灭菌	(36)
第一节 电离辐射的优点	(36)
第二节 电离辐射对微生物的杀灭作用	(37)
第三节 影响电离辐射杀菌效果的因素	(39)
第四节 电离辐射杀菌的应用	(41)
第五节 辐照杀菌处理的注意事项	(43)
第四章 紫外线消毒	(44)
第一节 紫外线的特征及杀菌作用	(44)
第二节 UV 的杀菌机理.....	(49)
第三节 紫外线消毒的应用	(54)
第五章 微波消毒	(60)
第一节 微波的基本概念	(60)
第二节 微波消毒设备	(63)
第三节 微波杀菌机理	(65)
第四节 微波的杀菌作用	(66)
第五节 影响微波杀菌的因素	(70)
第六节 微波消毒的应用	(73)
第七节 微波对人体健康的影响及防护	(77)
第六章 等离子体灭菌	(83)
第一节 等离子体灭菌器	(83)
第二节 等离子体灭菌的原理	(84)
第三节 等离子体的杀微生物作用	(86)

第四节	等离子体灭菌效果的影响因素	(86)
第五节	等离子体灭菌的应用	(89)
第六节	展望	(90)
第七章	过滤除菌	(91)
第一节	过滤除菌设备与方法	(91)
第二节	过滤除菌机制	(95)
第三节	过滤除菌的应用	(96)
第八章	常用化学消毒剂	(102)
第一节	含氯消毒剂	(102)
第二节	过氧化物类消毒剂	(105)
第三节	醛类消毒剂	(108)
第四节	环氧乙烷	(111)
第五节	醇类消毒剂	(114)
第六节	酚类消毒剂	(115)
第七节	季铵盐类消毒剂	(117)
第八节	其他类消毒剂	(119)
第九章	防腐与保藏	(125)
第一节	概述	(125)
第二节	微生物污染与物品“腐败变质”	(126)
第三节	防腐剂及保藏剂	(130)
第四节	生物医学中的防腐和保藏	(141)
第五节	消毒灭菌剂用于防腐和保藏的原理	(160)
第十章	消毒动力学与杀菌作用指标	(168)
第一节	消毒动力学曲线	(168)
第二节	常用杀菌作用指标	(170)

第二篇 消毒学应用

第十一章	医院消毒与灭菌	(177)
第一节	医院感染与消毒	(177)
第二节	医院消毒灭菌方法的选择	(177)
第十二章	传染病疫源地消毒	(191)
第一节	消毒因子与方法的选择	(191)
第二节	消毒范围与对象的确定	(192)
第三节	各种污染对象的消毒	(192)
第四节	疫源地消毒的基本要求	(193)
第十三章	饮水消毒	(195)
第一节	概述	(195)
第二节	饮水消毒剂	(197)
第三节	影响饮水消毒效果的因素	(210)

第四节	井内水消毒	(212)
第五节	饮水消毒效果检测和评价方法	(214)
第十四章	空气消毒	(222)
第一节	常用空气消毒方法	(222)
第二节	空气消毒效果评价方法	(225)
第三节	空气微生物卫生标准	(226)
第十五章	食饮具消毒	(227)
第一节	常用消毒方法	(227)
第二节	食(饮)具消毒的卫生管理	(231)
第三节	食(饮)具消毒水平评价	(232)
第十六章	血液及其制品的消毒	(234)
第一节	血液成分制品消毒的特点	(234)
第二节	物理消毒法	(235)
第三节	化学消毒法	(236)
第四节	免疫中和消毒法	(237)
第五节	协同消毒法	(237)
第六节	不同血液成分的消毒方法比较	(240)
第十七章	生物战剂污染的消毒	(243)
第一节	消毒的任务与原则	(244)
第二节	人员与各类物品的消毒方法	(245)
第十八章	灭菌与消毒效果的监测技术	(253)
第一节	通用的监测方法	(253)
第二节	常用灭菌与消毒方法监测项目和注意事项	(260)

第三篇 消毒学试验、研究方法

第十九章	常用消毒剂含量测定	(269)
第一节	概述	(269)
第二节	含量测定方法	(270)
第三节	滴定液的配制及其浓度标定	(277)
第二十章	细菌消毒试验	(281)
第一节	基本实验技术	(281)
第二节	定性杀菌试验	(291)
第三节	细菌定量杀灭试验	(294)
第四节	能量试验	(298)
第五节	抑菌试验	(300)
第六节	影响因素试验	(308)
第七节	模拟现场和现场试验	(310)
第二十一章	真菌消毒试验	(323)

第一节 概述	(323)
第二节 美国 AOAC 杀真菌试验	(324)
第三节 欧洲标准杀真菌试验	(325)
第二十二章 病毒灭活试验	(329)
第一节 病毒灭活试验中涉及的因素	(329)
第二节 病毒悬液灭活试验法	(332)
第三节 病毒载体灭活试验法	(334)
第四节 病毒气溶胶灭活试验法	(336)
第五节 官方批准的病毒灭活试验方法	(337)
第六节 病毒感染滴度的计算方法	(339)
第二十三章 残余消毒剂的去除	(342)
第一节 概述	(342)
第二节 残余消毒剂的中和或去除方法	(343)
第二十四章 灭菌器械微生物鉴定试验	(354)
第一节 无菌检查试验方法	(355)
第二节 内毒素及热原检查法	(357)
第二十五章 消毒剂对金属腐蚀性试验	(364)
第一节 测定条件与方法	(364)
第二节 测试结果的计算与判定	(365)
第二十六章 消毒剂稳定性试验	(367)
第一节 试验条件与方法	(367)
第二节 长期稳定性鉴定试验中确定有效期的统计分析方法	(369)
第二十七章 消毒机理研究方法	(372)
第一节 电子显微镜技术	(372)
第二节 分子生物学技术	(376)
第三节 免疫学技术	(377)
第二十八章 消毒剂毒理试验	(380)
第一节 消毒剂毒理试验的意义	(380)
第二节 消毒剂毒理试验的原则和程序	(381)
第三节 消毒剂毒理学试验方法	(383)

第四篇 附 录

附录一 消毒试验常用试剂及培养基的配制	(397)
附录二 消毒与灭菌相关标准及试验菌株	(403)
附录三 消毒学相关文献网络地址	(407)
附录四 我国消毒药械部分供应商及产品名录	(409)
附录五 我国消毒产品上市要求	(415)
附录六 英汉消毒学词汇	(425)

第一篇 消毒学原理

第一章	消毒学概论	(3)
第二章	热力消毒与灭菌	(18)
第三章	电离辐射消毒与灭菌	(36)
第四章	紫外线消毒	(44)
第五章	微波消毒	(60)
第六章	等离子体灭菌	(83)
第七章	过滤除菌	(91)
第八章	常用化学消毒剂	(102)
第九章	防腐与保藏	(125)
第十章	消毒动力学与杀菌作用指标	(168)

第一章 消毒学概论

人类生存环境中,无处不存在微生物。自然界中,空气、水、土壤、各种动植物体内外,都存在大量的微生物。它们当中绝大部分能够与人类和平共处,甚至给人类提供帮助,如净化环境、发酵食物、分解有毒物质、富集提炼稀有元素等。但是也有少数微生物可危害人类和动植物的健康生长,造成感染性疾病,或使食物变质腐败,或使物品侵蚀而失去使用价值。

消毒是一门研究和环境微生物进行斗争的科学。是采用物理、化学或生物学的方法,消除各种外环境中可引起人和动物生病的少数有害微生物,控制造成经济损失的其他微生物,从而达到阻断传染病的传播、防止医院感染、减少微生物对食物和物品的损坏、促进工农业生产的目的。因此,消毒学可以定义为:研究杀灭、去除和抑制外环境中病原微生物和其他有害微生物的理论、药物、器械与方法的科学。根据杀灭微生物的程度,消毒学可分为灭菌、消毒、防腐与保藏四个方面。在医学中,消毒是对传播媒介上的微生物,特别是病原微生物进行杀灭或清除,使达无害化处理的总称。达到无菌程度的消毒又称灭菌;对活组织表面的消毒又称抗菌;防止食品等无生命有机物腐败的消毒又称防腐与保藏。

第一节 消毒的发展史

从远古时代起,人类为保存事物,预防疾病,即不自觉地采取了多种杀灭或去除微生物的方法,例如火烧、煮沸、盐腌、日晒等等。下面将有历史记载的消毒发展史作一介绍。

古时曾经认为传染性疾病是由于空气污染导致环境变化所引起的,并称患者体内排出的、扩散在空气中的致病性不洁物为瘴毒(瘴毒学说)。公元前 117 ~ 26 年,Varro 曾就住宅卫生提出了很好的意见:“要考虑房屋的建筑地区有无沼泽,因为沼泽里有某种肉眼看不见的小动物,它们飞散到大气中,由人的鼻、口进入体内,可引起重病”。可见该时已提出了传染性疾病(这里指疟疾)的微生物病因学说。自此之后到中世纪为止是一个无惊人进步的黑暗时代。当然这期间也留下了一些有关感染或无感染创伤的治疗经验,例如罗马的Galenos在外伤的包扎上使用红酒绷带。这与后来 1266 年Borgognoni的葡萄酒绷带,以及日本华岗青洲(1760 ~ 1835)的刀伤治疗法中所用浸火酒棉布进行清洗的想法是一致的。

1546 年,Fracastorius 在其著作中提出了通过直接或间接接触以及空气而发生传染的学说,驳斥了Galenos的体液腐败发热说,并论述了各种“特殊传染病芽”的性质与发病作用,推测了今日病原微生物的特征。他认为感染的原因是由于存在着肉眼看不见的病芽(*Seminaria morbi*),这种病芽与蛇毒等毒性物质有所不同。还提出了破坏这种病芽的必要性。在Fracastorius的工作中最重要的是提出接触传染有三种途径:①由单纯接触引起的传染;②由衣服、被单、个人用品这类媒介物引起的传染;③相隔一定距离,病原菌通过空气进行传播,并附着于最适宜场所。之后,又过 200 多年,Plenciz进行了接触传染原学说的研究,认为:“一定的疾病有一定的接触原(*contagium*)。同一疾病有不同的发病过程是因为其病原体的种类和患者的体质不同。另外,物质的腐败也是由这种小动物(*animalcula*)所引起的”。

肉眼看不见的病芽自然发生的观点持续了很长时间。直至 1768 年, Spallanzani 提出:“所有的动物必定由胚种发生”, 否定了有机体自然发生的学说。1837 年, Schwan 证明腐败作用是生物原因引起的, 并且可用加热的方法杀死这种生物。今天的“消毒”可以说是由此开始的。

1840 年, Schwan 的朋友 Henle 研究了微生物的病原性条件。他是微生物引起感染性疾病的最初主张者之一。在其论文中认为, 叫做病毒的物质不单是有机体, 而且是活体, 它有自身的生命, 可以寄生在病人的身体内。另外, Henle 提出论证微生物和传染病之间的关系, 必须考虑三个条件: ①对于一定的传染病必然存在着一定的微生物; ②此微生物的分离; ③用分离的微生物做的实验感染。具备了这三个条件, 就可以确定该微生物的病原关系。此时, 尽管对感染症原因的探讨还没有超出主观推测的范围, 且无定论, 但在此前后, 已开始对感染症采取了广泛的对策。Semmelweis 注意到, 在产科病房, 医学生实习时, 产褥热死亡率为 9.92%, 而助产妇实习时死亡率仅 3.3%。另外, 在做尸体解剖时, 他的同事不慎将手割伤而得败血症死亡, 其病理所见与产褥热相似。由此, 他认为产褥热是通过医生的手传播的。他在自己负责的产妇室里要求进行检查时, 检查者必须用漂白粉消毒双手。随之产褥热死亡率由 9.92% 减少到 3.8%。由于他肯定了不仅尸毒, 而且各种腐败性有机物都能引起传染的发热性疾病, 所以要求检查者的手、器械、敷料等均要事先消毒, 并且病妇和健康产妇要进行隔离, 从而其产妇室的死亡率很低, 1848 年仅为 1.27%。Semmelweis 的这一发现虽在得到细菌学证实前一直未被承认。但是, 此工作可以说是化学消毒法的开始。另外, 英国的 Wells (1817 ~ 1897) 在 Lister 抗菌疗法前, 根据经验就已提出了对“感染病芽”采取措施的必要性。他要求严格消毒手术者的手与器械, 由此使卵巢切除手术后死亡率显著减少。1857 ~ 1880 年, 进行了 1 000 例卵巢切除术, 这种过去极易死亡的手术, 其死亡率降低到只有 4%。

1865 年, Lister 为防止术后感染, 采用了石炭酸化学消毒法, 使复杂性骨折患者的死亡率显著下降。Lister 认为创伤化脓的原因是由于“菌芽”的侵入所致。他用氯化锌、亚硫酸盐、石炭酸等进行试验, 证明石炭酸最为有效。Lister 用 2.5% 的石炭酸进行创伤清洗与医生的洗手, 用 5% 的石炭酸溶液进行器械消毒。之后又改用 5% 的石炭酸喷雾杀灭手术室内浮游的细菌以防感染。用喷消毒药杀空中浮游菌的方法由此开始, 但因效果不大, Lister 自己在 4 ~ 5 年后也停用了。在最近 10 年评价消毒药时, 提出以环境消毒的效果来评价环境消毒剂。实际上, 这个概念 Lister 早在 100 年前即已提出。尔后, Lister 在 1867 年著述了《外科实践中的防腐原则》, 奠定了防腐外科的基础。

1683 年, Leeuwenhoek 设计了高倍数的显微镜, 从此看见了肉眼看不到的细菌形态。当时还发现人的体液中存在有多种微生物。1835 年, Bassi 发现并证实了蚕的 Muscardine 病的病原菌。1863 ~ 1866 年, Davine 将患有炭疽的动物血液接种到健康动物体内进行感染实验, 搞清楚了其病原关系。

1854 年, Schroeder 等发现用棉塞过滤煮沸后的水, 可使其中无微生物。Pasteur 在显微镜下看到过滤棉塞上有微生物, 将这些微生物放入煮沸后的营养液中可引起发酵。从灭菌与消毒的角度看, Pasteur 不仅发现煮沸可以破坏细菌, 并且否定了细菌的自然发生学说, 为 Lister 建立防腐外科开辟了道路。按 Pasteur 的看法, 医院中的任何地方都有病菌。因此他认为不仅手术器械要消毒, 而且医生的手也应严格清洗。洗手要用经加热至 110 ~ 120℃ 杀菌或煮沸的水, 擦手要用经加热 130 ~ 150℃ 杀菌后的纱布或海绵。即使这么做了, 也还要警惕大气中浮游的病原体。用事先杀过菌的水拭洗物体表面, 能够达到一定程度的洁净化。

Koch 发表的《创伤传染原因的研究》，肯定了各种细菌具有其生物学的及形态学的特性，可以互相区别，并认为各种传染病有各自的病原微生物。他还在《病原微生物的研究》中叙述了显微镜标本染色法、纯培养法、灭菌法、病原菌动物接种法、细菌菌落的观察等。Pasteur 和 Koch 的功绩在于不仅奠定了近代细菌学基础，而且对灭菌与消毒的认识论、方法论也做出了很大贡献。当然，他们所做的贡献也仰仗了不少前人的遗产。例如，Mose 早在 3 400 年前就做了火焰灭菌的记述，Susurlu 在 2 600 年前提出要通过清洗以达到洁净，Hippocrates 在 2 400 年前即提出用经煮沸的水清洗创伤部位和医生的手，注意到煮沸消毒的重要性。

关于热杀菌法，除以上谈到利用煮沸法进行消毒的记载外，Spallanzani (1765) 发现煮沸 2 min 不能够杀死水中所有的细菌，但装在密封的瓶子里的液体经煮沸 1 h 后即可将微生物全部杀死。1804 年，Appert 发现密封在容器中的食物，煮沸加热处理后就再不再腐败，可以长时间存放。此法为现代食品保存法奠定了基础。1832 年，Henry 发现在加热时温度越高杀菌力越大。1872 年，Bastian 发现有怎样煮也无法杀死的微生物。1876 年，Cohn 继而发现枯草杆菌的耐热芽孢，并对之进行了 108℃ 到 120℃ 加热效果的观察。1876 年，Tyndall 发明间歇灭菌法。此法系利用芽孢发芽后对热抗力下降这一特性，隔一定时间加热一次，使芽孢发芽成为营养型细菌而易达到灭菌。

在通常的情况下，煮沸时的温度不会超过 100℃，只有在高压条件下才能达到 100℃ 以上的温度。1880 年，Chamberland 研制出了高压灭菌器。1881 年初，Koch 进行了 117℃ 湿热和干热杀菌的比较，并指出了细菌的耐热性在有无水汽存在的条件下差别很大。关于水蒸气饱和和不饱和时灭菌效果的研究开始于 1881 年，并为 1888 年 Esmarch 的工作所继承。高压灭菌器送入饱和水蒸气时，柜室内残存有空气可延缓温度的上升，并形成不饱和水蒸气以及使温度分布不均而需延长灭菌时间。1888 年 Kinyoun 提出在高压灭菌器的操作中，若能在通蒸气前设法从放置待灭菌物品的柜中将空气排出使之近于真空，可使灭菌易于成功。这种办法叫“预真空”。

1897 年，Kinyoun 研制了夹层高压蒸气灭菌器。用蒸气充满夹层保持高温，加之柜内预真空，使消毒后物品易于干燥。Rubner 认为具有夹层结构的高压蒸气灭菌器，若加上预真空，可防止灭菌失败。

1915 年，Underwood 根据利用重力清除空气的原理，设想在高压蒸气灭菌器上安装排气管。蒸气进入高压灭菌器内，当接触到灭菌对象时热被吸收，蒸气的比重随温度下降而增加，饱和蒸气通过柜室上部时，温度低的蒸气因比重的关系易移至下部，如在柜室底部开一个孔，将较重的蒸气或水引出，则有利于蒸气的流通。Kinyoun 将此设想应用到实际工作中。预真空需要一个装置形成负压，最简单的方法是用射流器。所谓射流器，就是一个适当形状的喷嘴，从中可喷射出几个大气压以上的蒸气。高速蒸气将周围的气体吸入气流并将之排出。高压蒸气灭菌器经过各种改革，终于在 1933 年由 Underwood 完成了今天的结构。Underwood 积极研究医院灭菌业务，并成为灭菌器材供应集中化的倡导人。

Zinsser 研究了干热灭菌，发现包装材料的隔热作用可使物品的局部温度较低，以致灭菌失败。1939 年，Vallery - Radot 重新评价了 Pasteur 的实验方法，建立了干热灭菌法。提出干热灭菌所需温度应不低于 150℃，作用 30 min 以上。他还进行了 160℃、180℃、200℃ 干热灭菌所需时间的研究。

化学消毒、灭菌法很早即有，例如熏蒸法的使用。燃烧硫黄对现代人来说，也许是一件可笑的事情，而我们应该注意这事情是发生在公元前 1200 年左右的希腊 Mykene 文化时期，要看

到在当时人们就已有通过化学物质熏蒸以达到净化的想法。当时他们手头有的化学物质种类不多,而硫黄与汞在欧洲和阿拉伯的炼金术中是常用原料。从这个意义上讲,这个努力应该得到高度评价。

古希腊和埃及已有肥皂或洗净剂。石炭酸的合成也比较早,最初用作腐肉脱臭剂。1860年,Kuchenmeister将之作为消毒剂使用,Lister继续了此项工作。漂白粉在1820年即已用于感染创伤治疗与饮水消毒,早于Semmelweis。1839年研制出碘酊,但当时对其效果还不太清楚。经过美国的南北战争,其消毒效果才为众人所知。1880年至1890年,相继出现奠定近代细菌学基础的业绩。在消毒与灭菌方面,Schimmelbusch与Fruehbringer探讨了甲醛的消毒效果。我们常用的甲醛是1867年Hoffmann发现的,其消毒效果是Blumm及Loen发现的。Buchner还发现使用10%甲醛溶液能杀死炭疽杆菌芽孢。乙醇的消毒效果发现很晚。虽然在日本也使用烧酒进行过创面消毒,但经科学探讨后认为乙醇无消毒效果。Reinicke对90%乙醇加以研究,发现与水共存时有消毒作用。环六亚甲基胺是逆性皂(阳离子表面活性剂)的基本成分,使用很长时间。1920年,White研制出新药红汞。

1949年,美国的Phillips、Kaye、Smith等人研究了多种化学物质,比较其杀菌效果,发现了环氧乙烷。至于使用什么样的装置,以及浓度、温度、湿度、时间等问题是后来不断进行研究改革才发展到今天的水平。在此前,Domagk合成百浪多息,奠定了磺胺药发展的基础,进而又合成了季铵盐而奠定了阳离子表面活性剂发展的基础。现在常用于洗手的六氯酚(又称G-11)是1941年Gump研制成功的,为消毒药皂的主要成分。在此前后,抗生物质的研制亦得到迅速发展。1954年,Davies研制出洗必泰,现在已为众人所知。

1895年Roentgen发现X线,1898年居里夫妇发现镭的放射性。继此之后,许多研究表明电离辐射也适用于灭菌。1953年,Ethicon进行了辐射灭菌试验。虽然用的不是 γ 射线,而是电子射线,但是为研究辐射灭菌方法开辟了道路。1960年,Wantage研究所在灭菌装置中使用了 ^{60}Co 。1966年,国际原子能协会(IAEA)制定了医疗器材辐射灭菌规则。目前,世界卫生组织和各国正在研究这个规则,以期产生一个国际辐射灭菌标准。

1938年,美国国家标准局(USNBS)发表的《大气尘埃染色试验》,其中所提标准对于今天洁净室及医院无菌室具有一定意义。1961年,美国空军研究所(USAFI)对空气中尘埃测定的规定比国家标准局更进了一步,明确了洁净室的概念。Whittfield为了得到更洁净的空间,采用了层流式通风,克服了以前湍流式空调的缺点。

1966年,洁净室技术被医院用于防止术后感染。将工业上去除微粒子的除尘技术用于无菌手术室,虽然目前还有许多方面处于实验阶段,但确实显著降低了术后感染率。

70年代,微波消毒技术在食品工业得到广泛应用。光化学杀菌与消毒作用得到深入研究。80年代,各种自动化技术应用于灭菌器的设计与建造,保证了灭菌效果的可靠性。同时,灭菌的化学与生物指示器材大量出现,并应用于常规监测中。90年代,低温等离子体灭菌技术得到推广与应用。邻苯二醛消毒液首先在美国推向市场。

第二节 消毒有关概念及专业名词

一、消毒与灭菌

消毒与灭菌虽然都指杀灭或清除传播媒介上的微生物而言,但却代表两个不同的概念。消毒是指杀灭或清除病原微生物,使之达到无害化。灭菌是指将所有微生物,不论是病原微生物或是其他微生物,全部杀灭或清除。消毒的保证水平为 10^{-3} (指一件物品经消毒处理后仍然有微生物存活的机率),灭菌的保证水平为 10^{-6} 。因此,消毒处理不一定都能达到灭菌要求,而灭菌一定可达到消毒目的。

杀灭人体内的微生物,应属于化学治疗范畴,一般不作为消毒措施。

二、消毒剂与灭菌剂

用于消毒的药物称为消毒剂。消毒剂不一定要求能杀灭所有的微生物,例如石炭酸、新洁尔灭等能杀灭细菌繁殖体但不能杀灭芽孢。用于灭菌的药物称为灭菌剂。灭菌剂必须具有能杀灭一切类型微生物的能力。由于细菌芽孢的抵抗力最强,所以一般都以能否杀灭芽孢作为灭菌剂的标准。环氧乙烷、过氧乙酸一类药物,既能杀灭各种繁殖体型的微生物,又能杀灭细菌芽孢,都是很好的灭菌剂。当然,灭菌剂也可作为消毒剂来使用。

三、抗菌剂与防腐剂(保存剂)

用于活组织(如皮肤、黏膜)防制微生物的药物叫做抗菌剂,它们与其他消毒或抑菌药物不同,除抗微生物能力外,还须具有刺激性小,没有毒性等特点。有人将这类药物又称为“防腐剂”。这种称法容易和用于防止有机物腐败的防腐剂相混淆。为此,本书将用于活组织消毒的有关药物称为“抗菌剂”;将用于有机物防腐的药物称为“防腐剂”或“保存剂”。

四、气体消毒剂与烟雾消毒剂

气体消毒剂是指可利用其气体进行熏蒸处理的消毒剂,其沸点一般较低。烟雾消毒剂是指将消毒剂与氧化剂、助燃剂或其他药物配成的复方,通过化学反应,产生烟雾以进行熏蒸消毒。

五、熏蒸消毒

熏蒸消毒是利用消毒药物的气体或烟雾,在密闭空间内进行熏蒸以达到消毒目的的一种方法,它既可用于处理污染的空气,亦可用于处理污染的表面。此法早有使用,但近年更加受到人们的重视,成为研究发展的一个重点。其优点是:①方法简便,节省人力;②可在缺水情况下消毒;③能同时处理大批物品;④不会浸湿消毒的物品。缺点是:①药物有的易燃易爆,有的有一定毒性;②消毒所需时间较长;③受温度、湿度影响明显;④费用较大。

六、强穿透性熏蒸消毒剂与弱穿透性熏蒸消毒剂

熏蒸消毒的药物,根据穿透能力可分为强穿透性与弱穿透性两大组。

强穿透性药物的气体,如环氧乙烷、环氧丙烷与溴甲烷,可深入孔隙与疏松物质的内部,甚至透过包装材料(布、纸),适用在密闭容器内对大批物品,尤其是包装好的物品进行消毒灭菌处理。这类药物因穿透力强,很难在室内保持恒定浓度,所以不适于进行房间内的熏蒸消毒。

弱穿透性药物,如过氧乙酸、甲醛、戊二醛、乙型丙内酯等气体与各型烟雾消毒剂,只能作用于物体表层,可用在房间内的熏蒸消毒。它亦可用在密闭容器内消毒小件物品,但因穿透力差,消毒物品间必须留有较大的空隙,并且不能使包装好的物品内部达到消毒或灭菌。

上述两组熏蒸消毒剂各具其独特性能,因此在消毒工作中都有一定的使用价值,难以完全互相取代。

七、杀灭作用,抑制作用与抗微生物作用

处理微生物,使之彻底死亡,称为杀灭作用。如仅使之停止生长与繁殖,一旦作用因素去除仍可复苏,则称为抑制作用。杀灭与抑制作用,统称为抗微生物作用。有的消毒剂在浓度较高或作用时间较长时,对微生物有杀灭作用,而浓度较低或作用时间短暂,仅具有抑制作用;有的则对细菌繁殖体有杀灭作用,而对芽孢却仅能起抑制作用。卫生防疫消毒中,要求的是“杀灭”病原微生物,不是“抑制”病原微生物。因此,在选择消毒剂以及决定使用浓度或作用时间时,必须加以注意。

八、消毒增效剂

有的药物本身没有或仅有微弱的杀灭微生物作用,但当与物理消毒法或消毒剂伍用时,可加强杀灭微生物的效果。这种药物称为消毒增效剂。例如,碳酸钠或肥皂可增进煮沸消毒的效果,表面活性剂可增进二氯异氰尿酸钠溶液的消毒效果等等。

九、预防性消毒与疫源地消毒

卫生防疫工作中的消毒,可分为预防性消毒与疫源地消毒。预防性消毒是指在未发现传染源的情况下,对有可能被病原微生物污染的物品、场所和人体等进行的消毒。例如,公共场所消毒、运输工具消毒、餐具消毒、饮水消毒、饭前便后洗手、粪便污水无害化处理和皮毛原料的消毒等等,都属于预防性消毒。这些措施应作为制度,不论是否确知被病原微生物污染,都应经常进行。疫源地消毒是指在有传染源(患者或带菌者)的情况下所进行的消毒。传染病医院对患者分泌物、排泄物、污染物品和病室等进行的消毒,以及卫生防疫站对病室进行的消毒,都属于这一类措施。

十、随时消毒与终末消毒

疫源地消毒可分为随时消毒与终末消毒。随时消毒是指为及时杀灭或清除由传染源排出的病原微生物而随时进行的消毒。终末消毒则是指在传染源住院隔离、病愈或死亡后,对其原居住地点的消毒。及时进行终末消毒,杀灭或清除传染源遗留下来的病原微生物,是消灭疫源地的一个重要措施。

第三节 消毒的方法

一、物理消毒法

利用物理因子作用于病原微生物,将之杀灭或清除,叫做物理消毒法。物理因子按其在消毒中的作用,可分为以下五类。

(一)具有灭菌作用

主要有:热力、电离辐射、微波、红外线与激光等,可以达到灭菌水平。热力、电离辐射与微波效果较好,使用广泛,将有专门章节讨论。下面仅就红外线与激光的消毒应用作一简单介绍。

1. 红外线 为 $0.77 \sim 1\,000.00\ \mu\text{m}$ 波长之电磁波。按波长的差别,大致可分为近红外线($0.77 \sim 3.00\ \mu\text{m}$),中红外线($3.00 \sim 30.00\ \mu\text{m}$),远红外线($30.00 \sim 1000.00\ \mu\text{m}$)三段。红外线有良好的热效应,热能直接由电磁波产生,不需介质传导,故升温快,有利于消毒。在三段红外线中,以远红外线最易被物品吸收,所以热效应也是最好的。但是,红外线的热效应只能在照到的表面产生,因此不易使一个物体前后左右均匀加热。根据此特点,红外线消毒只适用于导热较好,并且比较平坦的污染表面。为使物品受热均匀,可采用多面照射或旋转式单侧照射。

红外线光源愈强,热效应愈高。距光源愈远,热效应愈差。各种颜色表面对红外线的吸收率不同,吸收率愈高,温度效应愈好。黑色吸收率最高(87%),其他依次为:灰(75%)、绿(73%)、红(64%)、黄(50%)、白(46%)。

消毒用红外线烤箱,最高温度约可达 200°C ,较电热烤箱节电 50% 以上。为适应工业生产与特殊需要,还有自动输送式红外线烤箱与高真空红外线烤箱。前者可进行连续性消毒处理,后者可将消毒温度提高到 280°C ,以缩短作用时间。

2. 激光 为激光器中受激发光物质经激发产生的光子通过谐振腔放大所形成的光束。从杀菌角度来看,其特点为:①能量高度集中;②指向性强。

激光对生物组织破坏的机理为:①热效应使细胞焦化;②冲击效应将细胞压缩变形以至破裂;③化学效应引起细胞分子化学键的断裂或生成游离基团。

对于激光杀菌作用的研究虽开始不久,但从其良好效果来看,是有发展前途的。已有关于手术刀、牙钻、玻璃瓶等灭菌试验的报告。激光与氧、超声波等均有协同杀菌作用。

(二)具有消毒作用

如紫外线与超声波等。利用这些因子,往往可杀灭大量微生物,但达到灭菌要求较难。紫外线的使用较广泛,将有专门章节介绍。下面仅就超声波对微生物的杀灭作用作一简单介绍。

超声波系振动频率大于 $20\ \text{kHz}$ 的声波。超声波具有声波的一切特性。可以在固体、液体和气体中传播。传播时其强度随传播距离的增加而减弱。同时超声波还具有光的特性,具有反射、折射和衍射等现象。高频超声波也可以聚焦和定向发射。

超声波发生器主要有三种类型:机械式、磁致伸缩式、压电式。

超声波的作用原理主要是机械压强作用(包括辐射压强和超声压强)、产热效应、空化作用和化学作用。当超声波通过液体时,不断呈疏密相间的波动。稀疏时产生的负压可超过液体分子间的内聚力而形成空穴,密集时所产生的正压又使空穴破溃,形成巨大的压力。此种正负