

XIAODU FANGFA YU
YINGYONG



消毒方法与应用

主编 沈 伟

 复旦大学出版社



消毒方法与应用

王梅 主编

中国医药出版社

消毒方法与应用

主 编 沈 伟

副主编（按姓氏笔画排序）

朱仁义 应庆茹 张 帆 陆婉英

编写者（按姓氏笔画排序）

于志臻 仇 伟 田 靓 许慧慧 孙玉卿

何静芳 姜培珍 钱海雷 葛忆琳

图书在版编目(CIP)数据

消毒方法与应用/沈伟主编. —上海:复旦大学出版社,2011.10
ISBN 978-7-309-08484-9

I. 消… II. 沈… III. 消毒-基本知识 IV. R187

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 199821 号

消毒方法与应用

沈 伟 主编

责任编辑/宫建平

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路 579 号 邮编:200433

网址:fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853

外埠邮购:86-21-65109143

上海春秋印刷厂

开本 850 × 1168 1/32 印张 5.75 字数 113 千

2011 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-08484-9/R · 1229

定价:20.00 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。

版权所有 侵权必究

序

随着全球传染病的暴发与复燃、新发传染病的不断出现、医源性感染的居高不下、生物恐怖的严重威胁以及地震、海啸等自然灾害的灾后处理,特别是 2003 年的 SARS 暴发,消毒成为突发公共卫生事件的重要控制手段。在消毒技术和消毒产品发展的同时,落后的消毒技术和方法、消毒方法使用不规范、过度消毒的问题,以及化学消毒剂的环境污染与安全正日益引发社会的广泛关注与重视。

上海市预防医学会消毒专业委员会组织疾病控制、卫生监督、临床等领域的有关专家,历时 1 年,对国内外消毒学科现状及应用进行研究,撰写了《消毒方法与应用》。

《消毒方法与应用》全书内容丰富,包含消毒学基本概念和原则、消毒灭菌方法与技术、消毒灭菌环境与职业安全、消毒灭菌效果评价方法与技术,具有较强的理论性;同时介绍了先进消毒学理念及最新的消毒技术和方法进展、消毒产品生产与管理,以及消毒在饮用水、食品安全、托幼机构、公共场所、农牧业、生物安全、医疗机构、自然灾害和突发公共卫生事件等领域和行业的应用现况。针对国内相关行业中的消毒应用现状与不足,提出对策和措施,对指导消毒应用的科学发展,具有较强的实用性。

《消毒方法与应用》一书不仅可以用作从事消毒方法研究和产品研发的技术人员的参考书,也可以用作公共卫生和医疗机构中从事消毒和感染控制的专业人员的参考书,还可以用作从事家居、托幼、食品、饮用水、公共场所、农牧业、生物制品、制药、微生物实验室工作或管理人员的参考书。

期盼《消毒方法与应用》的出版,对促进公共卫生相关领域和行业对先进消毒学理念和技术的引入、研究、推广与发展,并对推动消毒应用的科学合理和安全规范能起到积极的作用。

上海市预防医学会

会长 彭靖

2011年9月

Preface

前 言

=====

消毒学是研究杀灭或去除环境中病原微生物和其他有害微生物的理论、方法和技术的学科,在感染性疾病的预防控制,尤其是在 SARS、流感、生物恐怖、自然灾害等突发公共卫生事件处置中切断传播途径、控制流行起着极其重要的作用。消毒学还是一门应用性广泛的学科,在医院、托幼、家居、公共场所、食品、饮用水、农牧业、制药、微生物实验室以及其他需要进行微生物控制的领域和行业都离不开消毒,且与大众的生活息息相关。

在消毒方法方面,国内主要致力于消毒技术与方法的试验有效性、消毒灭菌效果的监测与评价等,很少涉及消毒剂实际使用的有效性和安全性。而在发达国家,消毒学已不再只关注消毒效果的好坏,更注重消毒的安全使用,如手与皮肤黏膜消毒的实际有效性和安全性、饮用水消毒的副产物、食品与环境消毒的化学残留、消毒过程中工作人员的职业暴露和防护、中央空调系统清洁消毒产生的化学污染等。

在消毒应用方面,无论是日常消毒还是 SARS、禽流感、地震等重大事件处置中的消毒,都存在消毒方法使用不当和过度消毒的问题,某些部门和行业在消毒技术和方法的

选择上还停留在几十年前的水平。这些问题正在造成与进一步扩大化学消毒剂引起的环境污染和对人体健康的影响,违背了绿色环保和可持续发展的方向。

本书从消毒学基本概念和原则、消毒灭菌方法与技术、消毒灭菌环境与职业安全、消毒灭菌效果评价方法与技术、我国消毒产品种类,以及消毒在饮用水、食品安全、托幼机构、公共场所、农牧业、生物安全、医疗机构、自然灾害和突发公共卫生事件等领域和行业的应用,进行国内外消毒方法 and 应用情况比较,旨在引领消毒方法进一步向更安全、更环保的方向发展,促进相关领域和行业对先进消毒学理念和技术的引入、研究、推广与发展,并推动消毒应用的科学、合理和安全、规范。

本书不仅适用于公共卫生和医疗机构从事消毒和感染控制的专业人员,也适用于从事消毒方法和产品研究的技术人员,以及从事家居、托幼、食品、饮用水、公共场所、农牧业、生物制品、制药、微生物实验室消毒或管理人员。

本书是上海市科协 2010 年学科、产业(行业)技术与社会事业发展项目《消毒学科发展研究》的成果,得到上海市科协和上海市预防医学会的大力支持,在此一并致谢!

限于编者水平与编写时间的仓促,本书难免有不当或错误之处,真诚地希望消毒领域同道和读者提出宝贵意见。

编者

2011 年 8 月

Contents

目 录

=====

第一部分	消毒灭菌方法与技术	1
一、消毒学基本概念和原则		1
二、消毒方法与技术		19
三、灭菌方法与技术		46
四、消毒灭菌环境与职业安全		51
五、消毒灭菌效果评价方法与技术		53
第二部分	消毒在相关行业的应用	61
一、消毒产品的管理和生产		61
二、饮用水消毒		66
三、食品安全与消毒		74
四、托幼机构消毒		87
五、公共场所消毒		102
六、农牧业消毒		108

七、生物安全与消毒	115
八、医疗机构消毒	123
九、自然灾害和突发公共卫生事件与消毒	139
 参考文献	 153

第一部分

消毒灭菌方法与技术

=====

一 | 消毒学基本概念和原则

(一) 消毒学基本概念

1. 消毒

消毒(disinfection)是指能杀灭或清除传播媒介上病原微生物,使其达到无害化的处理。又可分为高水平消毒、中水平消毒及低水平消毒。

(1) 高水平消毒(high-level disinfection):能杀灭一切细菌繁殖体(包括结核分枝杆菌)、病毒、真菌及其孢子和绝大多数细菌芽孢,达到消毒效果。常见的高水平消毒方法有热力、电离辐射、微波、紫外线以及过氧乙酸、过氧化氢、戊二醛、甲醛、二氧化氯、含氯(溴)消毒剂等^[1]。然而在美国,高水平消毒不要求杀灭大量细菌芽孢^[2],如0.5%邻苯二甲醛,对细菌芽孢的杀灭作用很弱,但能有效杀灭结核分枝杆菌,已被美国FDA批准为高水平消毒剂。

(2) 中水平消毒(intermediate-level disinfection):能杀灭和清除除细菌芽孢以外的各种病原微生物,包括分枝杆菌和亲水病毒,达到消毒效果。常见的中水平消毒方法有

超声波、碘类消毒剂、醇类消毒剂、酚类消毒剂等^[1]。

(3) 低水平消毒(low-level disinfection): 只能杀灭细菌繁殖体(分枝杆菌除外)、亲脂病毒和大部分真菌, 达到消毒效果。常见的低水平消毒方法有通风换气、冲洗等机械除菌法以及季铵盐类消毒剂、胍类消毒剂、植物类消毒剂和汞、银、铜等金属离子类消毒剂等^[1]。

2. 灭菌

灭菌(sterilization)是指能杀灭或清除传播媒介上所有种类微生物的处理。常见的灭菌方法有压力蒸汽、干热、电离辐射、微波、环氧乙烷气体、过氧化氢等离子体以及过氧乙酸、过氧化氢、戊二醛、甲醛等液体灭菌剂。

3. 消毒剂

消毒剂(disinfectant)是用于杀灭传播媒介上的微生物使其达到消毒或灭菌要求的制剂。

在欧美国家, 消毒或消毒剂仅指用于无生命物体或表面的杀菌处理或制剂, 因为人们认为消毒剂可能伤害皮肤和其他组织^[2]。而用于活组织和皮肤的杀菌剂, 如手消毒剂和皮肤黏膜消毒剂, 则被称为“antiseptics”, 在国内常被翻译为“抗菌剂”或“防腐剂”。

4. 灭菌剂

灭菌剂(sterilant)是可杀灭一切微生物(包括细菌芽孢), 使其达到灭菌要求的制剂。

5. 抗菌与抑菌

抗菌(antibacterial): 采用化学或物理方法杀灭细菌或妨碍细菌生长繁殖及其活性的过程。

抑菌(bacteriostasis): 采用化学或物理方法抑制或妨碍

细菌生长繁殖及其活性的过程。

虽然卫生部《消毒技术规范》^[1]中的抗菌与抑菌的含义与欧美、日本等国家基本一致,但由于“antiseptics”和“antibacterial”的中文翻译都是“抗菌”,很容易混淆。例如,在卫生部关于消毒产品的目录中,有一类用于皮肤黏膜的抗菌制剂(目前尚无对应的英文名称)对指示菌的杀灭率应大于或等于 90%;而欧美等国家用于皮肤黏膜杀菌的 antiseptics(抗菌剂),对指示菌的杀灭率应大于或等于 99.999%(与我国皮肤黏膜消毒剂的评价标准相同),显然这两种抗菌剂不是同一类产品。

6. 清洗(cleaning)

近年来,cleanning 也频频出现在消毒学的著作、标准和规范中,中文一般翻译为“清洁”或“清洗”。其定义为:用水和洗涤剂或酶,通过人工或机器清洗,去除物体或表面可见有机物或无机物^[2]。现有的研究已证实,清洁处理可以去除 90%以上的微生物以及影响消毒效果的污物和生物膜。因此,现代消毒学特别强调高水平消毒或灭菌前必须对物品先进行人工或机器清洁。

7. sanitizing 和 sanitizer

在美国等国家,化学杀菌剂除了消毒剂和灭菌剂外,还包含 sanitizer。其定义为:根据公共卫生要求判定,能将污染微生物数量减少至安全水平的制剂,常用于无生命物体或表面^[2]。在美国一些有关医院消毒的指南中并未见到 sanitizer 的应用,而在食品行业和托幼机构中经常可以见到。例如,在美国食品行业中,根据美国环境保护部(EPA)的要求,sanitizer 的杀菌效果并不低于消毒剂(disinfectant)

的标准;而在美国托幼机构中,将日常卫生依次分为清洁(cleaning)、sanitizing 和消毒(disinfection) 3 个等级。sanitizing 和消毒(disinfection)都使用含氯消毒剂 and 季铵盐类消毒剂,但前者的使用浓度要低于后者。根据 sanitizing 的使用对象,该术语类似我国预防性消毒的概念,针对的是卫生微生物,而 disinfection 针对的则是病原微生物。目前在我国尚无与 sanitizing 和 sanitizer 相对应的中文术语。

(二) 消毒灭菌基本原则

1. Spaulding 方案

40 多年前,Spaulding^[3]提出了对病人护理用品和医疗器械合理消毒和灭菌的分类方法,即根据使用中发生感染的危险程度,将物品分为关键性(高度危险)、半关键性(中度危险)和非关键性(低度危险),从而采取不同的消毒或灭菌方法;同时,根据杀微生物的种类,将消毒与灭菌方法分为灭菌、高水平消毒、中水平消毒和低水平消毒等几个等级。这就是著名的 Spaulding 分类法。

(1) 关键性物品(critical items):是指进入无菌组织或血液系统的器材,包括外科器材、心脏用器材、导尿管、植入物和进入人体无菌区域的超声探针等。这类物品一旦被任何微生物污染都将产生极高的感染风险,因此必须达到无菌,应在使用前进行灭菌处理。

(2) 半关键性物品(semicritical items):是指接触黏膜组织或不完整皮肤的器材,包括呼吸机、麻醉机、需消毒的内镜、喉头镜、食管测压仪、肛门直肠测压仪和阴道隔膜固定环等。由于人体的完整黏膜组织如肺及胃肠道等,对微

生物有一定抵抗作用,因此这类物品仅可允许极少量的不致病的细菌芽孢存在,使用前应进行高水平消毒。

(3) 非关键性物品(noncritical items):是指仅与完整的皮肤接触而不与黏膜接触的物品。完整的皮肤对于大部分的微生物起到良好的屏障作用,这类物品一般不会成为病原体传播的媒介。但如果有潜在的被污染过的手与健康护理人员的手同时接触该类物品,或者被污染的地方可能与清洁的医疗器械接触,从而产生二次污染而导致微生物传播。该类物品又可分为医疗或护理用品(如血压计、听诊器、X线机)和一般物体表面(如台面、床栏),前者需要用中水平或低水平消毒剂消毒,而后者在一般情况下仅需清洁或低水平消毒,除非受到特殊的病原微生物污染。

2. 我国消毒灭菌基本原则

根据 Spaulding 的基本原理,我国卫生部颁布的《消毒管理办法》^[4]规定:“进入人体组织或无菌器官的医疗用品必须达到灭菌要求”,“接触皮肤、黏膜的器械和用品必须达到消毒要求”。卫生部的《消毒技术规范》^[1]提出了以下消毒灭菌基本原则:①高度危险性物品,必须选用灭菌方法处理。②中度危险性物品,一般情况下达到消毒即可,可选用中水平或高水平消毒方法。但中度危险性物品的消毒要求并不相同,有些要求严格,例如内镜、体温表等必须达到高水平消毒,需采用高水平消毒方法消毒。③低度危险性物品,一般可用低水平消毒方法,或只作一般的清洁处理即可,仅在特殊情况下,才作特殊的消毒要求。例如,在有病原微生物污染时,必须针对所污染病原微生物的种类选用有效的消毒方法。

3. 消毒灭菌基本原则面临新的挑战

经过 40 多年的实践,随着医疗科技的迅猛发展,发现 Spaulding 方案过于简单,在很多方面已不能满足实际工作的需要。

(1) 新型医疗器械的消毒灭菌:由于检查、诊断、治疗等医疗技术的发展,出现了许多复杂的侵入性的医疗器械,如纤维内镜、血液透析器械和设备、新的口腔器械以及各种导管和人体植入器械,这些器械大多对热敏感或结构复杂,不适用传统的消毒或灭菌方法。例如,有些器械不能耐受压力蒸汽灭菌;环氧乙烷灭菌所需时间又太长(至少需要数小时),不能满足临床周转要求;液体消毒或灭菌达不到复杂结构的内部;虽然目前有一些新的灭菌技术,如过氧化氢气态等离子体灭菌和过氧乙酸灭菌系统,但对临床操作和使用提出了很高的要求。在这种情况下,一方面促进了一些能耐受压力蒸汽的新型医疗器械(如耐压力蒸汽口腔手机)的发展,以及对某些关键的难以处理的部件实行一次性使用(如某些纤维内镜的关键部件);另一方面,也试图通过物理-化学组合、清洗-消毒或灭菌组合以及严格的规范操作来解决对热敏感或结构复杂医疗器械的消毒或灭菌问题。

新型医疗器械的问世也使物品危险性分类和消毒灭菌方法选择方面出现了分歧和争论。例如,上消化道纤维内镜,属于半关键医疗器械,要求高水平消毒,但有可能接触消化道大量出血的破损黏膜(如食管静脉曲张病人),且还配有进入黏膜、要求灭菌的活检钳,高水平消毒是否安全?再如,随着严格的原材料和生产过程控制,已能使某些医疗器械终产品的微生物污染完全达到安全水平,如接触皮肤

的医用胶带,是否还需进行最终产品的消毒处理?

因此,简单的分类方法已不能解决复杂的实际问题,有时需要采用清洁、消毒、灭菌的组合方法和严格规范的操作步骤。因此,只有在对具体情况进行评估和效果验证的基础上,才能形成科学合理并切实可行的消毒灭菌方案。

(2) 非关键物体表面的消毒:当非关键物体表面被血液、体液或其他感染性材料以及病原微生物或医院感染耐药菌污染时必须进行消毒处理已达成共识。然而,对非关键物体表面是进行常规清洁还是消毒,则存在不同的观点。

非关键物体表面需要消毒的理由有:①用无杀菌作用的清洁剂处理物体表面,抹布可通过污染的手、设备和其他表面而成为潜在的传播媒介,在擦拭过程中造成表面间交叉污染^[5],也曾因此而发生铜绿假单胞菌等感染暴发^[6]。②有研究证实,环境物体表面消毒可预防耐药菌传播和控制鲍曼不动杆菌医院感染的暴发^[7]。③国内外消毒或感染控制规范^[8]都有相应的消毒要求。

非关键物体表面只需清洁的理由有:①虽然证实表面消毒可以减少微生物特别是耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)和耐万古霉素肠球菌(VRE)的污染,但尚无证据显示表面消毒可降低感染率^[9]。②为了预防交叉污染,可用洗涤剂结合巴氏消毒法或3%过氧乙酸进行抹布消毒;也可分区域使用各自的抹布;还有一种新材料抹布,采用涤纶和尼龙丝微纤维(只有头发丝的1/16),结构紧密,吸收力强,可用消毒剂(如季铵盐)湿润,并且带正电,更易侵入带负电的尘埃和细菌。③表面清洁可给人愉悦的环境。

采用清洁还是消毒方法,应视具体情况而定,如美国