

医用消毒学 简明教程

刘育京 袁朝森 主编

中国科学技术出版社

PDG

前 言

随着我国医疗卫生事业的发展，消毒工作正在进一步加强。目前，医疗卫生部门举办医用消毒学训练班日益增多，对教材要求甚殷。1986年，我们曾编写了《医用消毒学讲义》一书，1987年在中国人民解放军预防医学中心组织下，对原书进行了系统修改、补充，并更名为《医用消毒学简明教程》。两次印行，由于数量较少，未能满足需要，各方来函迫切要求再次印行。为此，经与中国科学技术出版社联系，交由该社出版。

本书为突出重点，便于学员阅读、复习与参考，仅介绍了训练班所讲课程的要点，并不包括所有医用消毒学的内容。由于水平所限，错误和遗漏在所难免，恳望读者给予批评指正，使在以后能充实改正。

编 者

1989年4月

目 录

第一章 消毒学总论	(1)
消毒的定义	(1)
消毒的方法	(2)
消毒的应用	(8)
对消毒效果的影响因素	(12)
消毒的合格标准	(17)
消毒的指标值	(19)
第二章 热力消毒	(23)
热力消毒的发展	(23)
干热消毒与湿热消毒的比较	(25)
干烤灭菌	(27)
压力蒸汽灭菌	(28)
第三章 电离辐射灭菌	(45)
电离辐射灭菌的优点	(46)
电离辐射灭菌的应用	(46)
电离辐射灭菌机制	(52)
电离辐射的杀菌效能	(52)
影响电离辐射灭菌的因素	(55)
电离辐射灭菌装置	(57)
电离辐射对物品及人的危害	(58)
第四章 紫外线消毒	(61)
紫外线对微生物的杀灭作用	(61)
紫外线灯	(62)

紫外线的穿透能力.....	(64)
紫外线消毒的方法.....	(65)
紫外线消毒注意事项.....	(68)
紫外线消毒的监测方法.....	(68)
第五章 微波消毒	(73)
微波的杀菌作用.....	(74)
影响微波杀菌的因素.....	(76)
微波消毒设备.....	(78)
微波消毒的应用.....	(80)
微波的防护.....	(82)
第六章 过滤除菌	(85)
液体的过滤除菌.....	(85)
空气的过滤除菌.....	(89)
第七章 常用化学消毒剂	(96)
含氯消毒剂.....	(96)
过氧乙酸.....	(106)
甲醛与戊二醛.....	(112)
环氧乙烷.....	(119)
乙醇.....	(131)
煤酚皂溶液.....	(134)
新洁尔灭.....	(137)
洗必泰.....	(140)
碘.....	(143)
碘伏.....	(145)
高锰酸钾.....	(147)
第八章 生活饮用水的消毒	(150)

饮用水消毒的重要性.....	(150)
水质评价.....	(153)
消毒方法.....	(155)
消毒效果评价方法.....	(160)
影响饮水消毒效果的因素.....	(163)
第九章 传染病疫源地的消毒	(166)
消毒的组织措施.....	(166)
设备与药品.....	(168)
消毒的技术措施.....	(170)
消毒的对象和方法.....	(174)
第十章 医院感染及其预防	(181)
医院感染现状.....	(182)
医院感染发生的原因.....	(183)
医院感染的传播途径.....	(186)
医院感染的预防.....	(188)
第十一章 消毒效果的生物学鉴定方法	(196)
细菌的培养方法.....	(196)
细菌的染色方法.....	(197)
微生物种类的鉴定.....	(199)
试验菌种的选择.....	(199)
试验样片的制备.....	(201)
中和剂的选择.....	(204)
定性培养检查.....	(206)
定量培养检查.....	(206)
表面消毒效果鉴定.....	(208)
空气消毒效果鉴定.....	(210)

水的消毒效果鉴定.....	(210)
热力灭菌效果鉴定.....	(211)
无菌检查法.....	(212)
能量试验.....	(214)
消毒剂溶液染菌量检查.....	(216)
第十二章 消毒试验中残余消毒剂的去除方法.....	(218)
去除残余消毒剂的原理和方法.....	(218)
选择中和剂的原则和标准.....	(220)
常用中和剂及其性能特点.....	(222)
各类消毒剂的中和方法.....	(224)
中和剂对细菌的影响.....	(226)
第十三章 碘量法.....	(229)
碘量法原理.....	(229)
测定方法.....	(230)
测定中的注意事项.....	(233)
标准溶液的配制及其浓度标定.....	(236)
G-1型消毒剂浓度试纸的使用.....	(237)

第一章 消毒学总论

消毒学是研究杀灭、去除和抑制体外病原微生物的理论、药物、器械与方法的科学。人类从古代起，为保存食物，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。在十九世纪中叶至二十世纪初叶，随医学微生物学的建立，人们与病原微生物作斗争的手段亦得到相应发展，从不自觉或盲目采取措施的阶段，进入到自觉的有针对性的阶段。近年来，由于微生物学、流行病学、生物化学等学科迅速向纵深发展，一方面为消毒工作提供了理论基础，一方面也向消毒工作者提出了新的要求，推动消毒的研究不断前进。此外，物理与化学新技术的发展也给消毒药物、器械与方法的更新提供了条件。由此，有关消毒的理论与技术不断得到充实，终于形成了一门独立学科。消毒学的形成与发展，不仅在卫生防病工作上具有重要意义，而且对食品工业、制药工业、生物制品工业以及物品的防霉、防腐等方面亦都起到了应有的作用。

消毒的定义

消毒一词在我国的使用较为混乱，有泛指杀灭一切病原体与媒介生物者，有指消除或中和化学毒剂作用者。但在消毒学中，消毒只有一个定义，即杀灭或清除传播媒介上的病原微生物，使之达到无害化的处理。若将传播媒介上的所

有微生物全部杀灭或清除，达到无菌程度，则称灭菌。灭菌是最彻底的消毒。对活组织表面的消毒又称抗菌。杀灭、清除或抑制食品等无生命有机物中的微生物防止其腐败的处理则称防腐，有的亦将之作为一种消毒措施。杀灭人体组织内的微生物则属于治疗措施，不属消毒范畴。

无菌是指不存在任何微生物的状态，往往是灭菌处理的结果。无菌操作则是指在无菌状态下的操作，例如外科手术或注射用药剂的灌装等，均要求在无菌条件下使用无菌操作技术。无菌条件也好，无菌操作也好，都需要在灭菌与消毒的基础上才能实现。

在日常使用中，最重要的是将消毒与灭菌两词区别清楚。此两词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。消毒是指杀灭或消除病原微生物，使之减少到不能再引起发病即可，其要求的程度可因微生物的种类与防病的需要而异；灭菌则是指将所有微生物，全部杀灭或清除，其概念是绝对性的。根据以上的定义可以看出，消毒处理不一定都能达到灭菌的要求，而灭菌一定可达消毒的目的。

消毒的方法

杀灭或清除微生物的方法很多，一般可将之分为物理法、化学法与生物法三大类。物理法多利用加热、过滤或各种辐射等处理。一般说，其作用较快速，并且不会留下残余的有害物质。其中的热处理与电离辐射往往是灭菌的首选方法。化学法的使用，常涉及到药物的毒性与腐蚀性，而且影响因素也较复杂，因此多在特别情况下使用。生物法作用

缓慢，效果有限，但费用较低，可用于废物或排泄物等的卫生消毒处理。现将三类消毒法的特点介绍于下。

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) 具有良好灭菌作用的 如热力、电离辐射、微波、红外线与激光等。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：又称热射线，为 $0.77 \sim 1000.00 \mu\text{m}$ 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，所以热效应也最好。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，可采用多面照射或单侧旋转式照射。

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。已有关于对手术刀、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)具有一定消毒作用的 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,将有专门章节讨论。下面仅就超声波对微生物的杀灭作用作一简单介绍。

超声波系频率大于 20 kHz 的纵波,当其通过液体时,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裂,形成巨大的压力。此种正负相交的压力,冲击微生物可使之破碎死亡;冲击水或其他化合物分子可引起电离并产生自由基。自由基的化学活性较强,作用于微生物亦可使之致死。

超声波对杆菌的杀灭作用较球菌强,对细菌繁殖体和病毒较酵母菌及细菌芽胞强。一般说,作用时间愈长,杀菌效果愈好。菌液容量愈大,浓度愈高,效果愈差。菌液的深度

最好浅于所用超声波波长之半，过深则消毒效果降低。其输出功率愈大，消毒效果愈好。在一定范围内，频率愈高，杀菌作用愈强；但频率过高，不易产生空穴作用，效果反而差。高温有利于超声波的杀菌，而有机物则对微生物有保护作用。当与某些化学或其他物理因子合用时，可有协同杀菌作用。

(三) 具有自然净化作用的 如冷却、冰冻、干燥等。它们杀灭微生物能力有限，多在自然净化中发挥作用。

冷却与冰冻是两个概念。冷却是降低温度，但不一定形成冰冻。微生物在冷却时，可大量死去，冷却愈快，死亡愈多，温度缓慢下降，很少有死亡发生。一旦温度稳定后，死亡即减少以至停止。在低温存留下来的微生物，新陈代谢降低，存活的时间延长，因此实验室又多用此以保存菌（毒）种。

冰冻除有冷却作用外，还有其他物理作用：①水结晶的挤压；②蛋白质絮凝与变性；③引起代谢损伤；④细胞膜渗透性改变。反复冰冻、融化、冰冻，可增加微生物的死亡。

干燥的致死作用在于：①使溶液中小量毒性物质浓缩；②抑制内源呼吸作用，干扰代谢。在空气中干燥比在真空中干燥破坏性更大。干燥时微生物的死亡大多发生在第一个100分钟，以后死亡即下降。皮肤上的绿脓杆菌干燥时易死亡，因除干燥以外还有酸的作用（皮肤分泌物为酸性，主要是油酸）。

(四) 具有除菌作用的 如机械清除、通风与过滤除菌等。此类措施虽不能杀灭微生物，但可将它们从传播媒介上

去除，同样可起消毒或灭菌作用。过滤除菌的使用，不论对液体或气体均较普遍，将有专门章节介绍。

机械清除法有一定的除菌作用。常用的有冲洗、擦抹、刷除等等。为加强除菌效果，常在清除操作中使用表面活性剂。机械清除物体表面微生物，可结合日常卫生清扫工作进行。清扫时，为防止微生物随尘土飞扬，以湿性清扫法为宜。

通风实际上也是对空气中的微生物进行稀释、清除。自然通风是一种最为简便、经济的空气消毒方法。室内空气受到污染，打开门窗通风，即使是在无风时，1~2小时亦可达到无害化。若室内外温差较大，房间的通风条件较好，或有微风时，换气的还可适当缩短。

(五) 具有辅助作用的。如真空、压力等，本身不能杀灭微生物但可为杀灭、清除或抑制微生物创造有利条件。例如，真空可去除容器中的氧气，有利于抑制某些微生物的生长繁殖。真空亦可以加速压力蒸汽灭菌或气体消毒剂的杀菌作用。加压可提高水蒸汽的温度，增强其杀菌作用。

目前，我国消毒工作中，应用比较普遍的物理消毒方法是加热处理、紫外线照射与过滤除菌，特别是各式各样的加热处理消毒方法。

二、化学消毒法

利用化学药物杀灭病原微生物的方法，叫做化学消毒法。用于消毒的化学药物叫做化学消毒剂，以植物制成的消毒药物则称为植物消毒剂。平时大量使用的多为化学消毒剂。

化学消毒剂从使用时的物理状态来分，有：液体消毒剂、固体消毒剂与气体消毒剂三大类。气体消毒剂用于熏蒸消毒。烟熏消毒剂是利用化学消毒剂产生的烟雾进行熏蒸杀菌，性能与前者相类似，所以有时亦将之归类于气体消毒剂之中。气体消毒剂可分为强穿透性与弱穿透性两类。前者如环氧乙烷、溴甲烷等，可用于包装物品的消毒；后者如甲醛、过氧乙酸与一些烟雾消毒剂，多用于房间的消毒处理。两者各有长短，在有些场合下是不能相互取代的。

化学消毒剂从杀菌作用强弱可分为：①高效消毒剂，能杀灭各种细菌、真菌和病毒，包括细菌芽胞。因其可使物品达到灭菌要求，故又称灭菌剂。使用化学药物进行灭菌，一般不需加温，故与其他不需加温处理的灭菌措施（如电离辐射）合称为冷灭菌。②中效消毒剂，能杀灭细菌繁殖体、真菌和病毒，但不能杀灭细菌芽胞。③低效消毒剂，只能杀灭部分细菌繁殖体、真菌和病毒，不能杀灭结核杆菌、细菌芽胞和抗力较强的真菌和病毒。

只能抑制微生物的生长而不能将之杀灭的药物称为抑菌剂。仅依靠抑菌作用，是不能防止传染病散播的。有的药物，杀菌作用属于低效组，但抑菌作用却可以很强，例如季铵盐类消毒剂（0.0001%度米芬即可抑制金黄色葡萄球菌生长）。

化学消毒剂还可从其化学成分来分类，这方面将有专门章节介绍，这里不再赘述。人们在消毒实践中体会到，作为一个理想的化学消毒剂，应具备以下几个特点：①杀菌谱广；②有效浓度低；③作用速度快；④性能稳定；⑤易溶于水；⑥可在低温下使用；⑦不易受各种物理、化学因素影响；

⑧对物品无腐蚀性；⑨无臭、无味、无色；⑩毒性低，消毒后无残留危害；⑪不易燃烧，使用安全；⑫价格低廉；⑬便于大量运输；⑭可大量生产供应。目前，化学消毒剂种类很多，除单药外，复方更多，但是没有一种能够完全符合上述要求的。因此，在使用中，只能根据药物的性质与工作中的特点来加以选择。

化学消毒的用药方法，可用消毒剂溶液浸泡、擦拭或喷洒，也可用其气体或烟雾进行熏蒸，还可直接用粉剂进行处理。最近提倡的气溶胶喷雾消毒法，既可达到喷洒的目的，又可产生熏蒸的作用，是一种节约药物提高效果的好方法。化学消毒用药方法的多样化，为各种对象消毒提供了有利条件。

三、生物消毒法

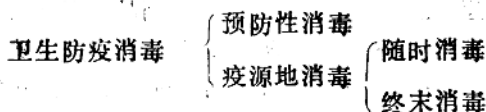
利用一些生物来杀灭或去除病原微生物的方法叫做生物消毒法。在自然界，有的生物在新陈代谢过程中，往往形成不利于病原微生物存活的环境因而将它们杀灭。例如，污水净化可通过缺氧条件下厌氧微生物的生长来阻碍需氧微生物的存活；粪便、垃圾的发酵（堆肥），可利用嗜热细菌繁殖时产生的热杀灭病原微生物。此外，水的砂滤洁治，可依靠一些生物在新陈代谢过程中形成的生物膜将微生物滤除。

消毒的应用

一、应用的分类

消毒措施从应用上可分为三个方面：①卫生防疫消毒；

②医院消毒；③工业消毒。



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，公共场所的消毒、运输工具的消毒、餐具消毒、饮水消毒、粪便污水处理等等。进行预防性消毒，一般都不存在已知的传染源，极易被人们所忽视。因此，这些经常性措施必须作为制度，通过宣传教育，以使贯彻施行。

疫源地消毒是指在有传染源（患者或带菌者）的情况下进行的消毒。传染病院或病家对患者分泌物、排泄物、污染物品和住室等的消毒均属这一类措施。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。终末消毒则是指传染源因住院隔离、病愈或死亡后，对其原居住地点的最后一次彻底的消毒。杀灭或清除传染源遗留下来的病原微生物，是使疫源地无害化的一个重要措施。

医院消毒是指医院在开展医疗工作中所进行的必要的消毒与灭菌。例如，手术器械、敷料、注射器等的灭菌，医院病房及各种场合的卫生处理，患者与医护人员使用器皿、物品、衣被的消毒，保护性隔离病房的空气消毒等等。其目的是防止在诊断与治疗过程中引起医院感染。由此推而广之，门诊所或家庭病床所采取的相应的措施，亦属于此类消毒处理。当医院中发生传染病时，所采取的疫源地消毒亦可作为医院消毒的一个组成部分。

工业消毒是指在工业生产中防止产品染菌所进行的消毒。例如，医疗器械、制药、食品、生物制品和畜产品等工业。其目的是一是防止产品散播传染病，一是防止产品被微生物损坏。目前，为保证各种产品的卫生学质量，国内外都很重视这方面的工作，为此制定了各种各样的管理规范，并随之发展了一整套的消毒、灭菌与清洁卫生措施以及相应的监测方法。其中，有一些是与卫生防疫消毒或医院消毒通用的，但也有一些是为适应工业生产而特殊研究发展成的，有如传送带式微波灭菌、车间空气层流除菌、乳制品连续快速低热消毒等等。

二、方法的选择

为使消毒工作能顺利进行，并取得好的效果，必须根据不同情况，选择适宜的方法。一般，在选择时应考虑下面几个问题。

(一) 病原微生物的种类 卫生防疫消毒处理工作中遇到的病原微生物及其毒素种类很多，它们对各种消毒处理的耐受性亦不一样；细菌芽胞对大多数消毒处理的耐受力比其它类型微生物强得多，只有使用较强的热力与电离辐射处理或灭菌剂才能取得较好的效果，所以一般都以它们作为最难消毒的代表。结核杆菌、肠道病毒与肉毒毒素等对它们的消毒措施比较敏感，对有的则具较强的耐受力。例如，结核杆菌对热力消毒很敏感，而对某些消毒剂的耐受力却较其它细菌繁殖体强得多；真菌孢子较易被电离辐射所杀灭但却对紫外线抗力很强；肠道病毒对过氧乙酸的耐受力与细菌繁殖体相近似，但季铵盐类消毒剂对之却无效；肉毒毒素较

易被碱破坏，但对酸的耐受力较一般细菌繁殖体要强得多。这一类对各种消毒措施耐受力相差较大的微生物与毒素，情况比较复杂，在选择方法与使用剂量上，应予慎重。至于其它细菌繁殖体与病毒，以及螺旋体、支原体、立克次体与衣原体等，它们对消毒处理的耐受力差，常用方法一般可收到较好的效果。

(二) 处理对象的性质 同样的消毒方法对不同性质的物品，效果往往不一样。例如，对垂直墙面的消毒，油漆的光滑表面，药物不易停留，使用药物擦拭或气溶胶喷雾的方法效果较好；粉刷的粗糙表面较易濡湿，以普通喷雾处理即可。使用环氧乙烷气体熏蒸消毒时，对易于吸收药物的布类、纸类，效果较好；对于不吸收环氧乙烷的表面，如金属等，则需时较长。

此外，还应考虑对处理对象的损害问题。例如，用压力蒸汽灭菌皮毛制品，环氧乙烷熏蒸赛璐珞制品，高浓度过氧乙酸或含氯消毒剂浸泡棉织品，煤酚皂溶液多次长时间浸泡乳胶手套等等都可使处理对象遭到不同程度的损坏。对于食品、餐具等，则不应使用有毒或具有恶臭的消毒剂处理。

(三) 消毒现场的特点 一方面应考虑到当地环境的条件，一方面考虑对消毒效果的影响。例如，野外地面消毒时，在水源丰富而方便的地区，喷洒消毒药液效果较好；但在缺水地区，则只能选用直接喷洒消毒药粉的方法。室内表面消毒，房屋密闭性好的，可使用熏蒸消毒法；密闭性差的只能使用液体消毒剂处理。对空气消毒，通风条件较好而外界空气又清洁的地区，可以利用自然换气法；通风不良，污染空气长期储留的建筑物内，则须使用药物熏蒸或气溶胶喷洒