

全国高等院校医学实验教学规划教材

基础医学实验室 安全知识教程

陈献雄 主编



科学出版社

全国高等院校医学实验教学规划教材

基础医学实验室安全知识教程

主 编 陈献雄

主 审 陈 越

编 委 (按姓氏拼音排序)

曹建明 陈献雄 方伟珊

冯先玲 林桂森 罗 青

汪业军 杨 一

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书结合医学类高校实验室管理工作实践与实际需求,分为五章和附录,内容涉及基础、专业基础阶段实验室的通识性安全防护与环保知识,包括第一章生物安全与防护、第二章化学安全与防护、第三章物理安全与防护、第四章辐射安全与防护、第五章实验室事故的防范与应急处理、附录的相关管理条例和实验室安全简明指引手册六大部分。本书的图片已制作成二维码,读者只要用手机扫描二维码即可浏览彩色版图片。读者亦可关注与本教材配套使用的深圳大学实验室安全教育微信公众号“SZU 基础医学 Lab”(微信号: szujcyx)。

本书侧重于安全教育的实用性而非理论体系,主要针对医药类院校本科生、研究生和科研人员编写,内容相对全面、通俗易懂,可供医学类、药学类各专业层次的师生学习使用,各院校可根据本校实验室安全教育的实际需要选择本教材。

图书在版编目(CIP)数据

基础医学实验室安全知识教程 / 陈献雄主编. —北京: 科学出版社, 2018.8

全国高等院校医学实验教学规划教材

ISBN 978-7-03-059672-7

I. ①基… II. ①陈… III. ①医学检验-实验室管理-医学院校-教材
IV. ①R446

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 265537 号

责任编辑: 李 植 李国红 / 责任校对: 郭瑞芝

责任印制: 张欣秀 / 封面设计: 王 融

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

http://www.sciencep.com

北京建宏印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018 年 8 月第一次印刷 印张: 9 1/2

字数: 300 000

定价: 49.80 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

实验室是高等学校开展人才培养、科学研究和社会服务活动的必备场所。高校实验室经常使用种类繁多的危险化学品（包括易燃易爆、剧毒、易制毒易制爆化学品），部分实验需要在高温、高压或者超低温、真空、强磁、微波、辐射、高电压和高转速等特殊环境下进行，部分实验还会产生有毒有害物质。高校实验室安全状况比较复杂，加之高校实验室使用频率高，人员集中且流动性大，大量贵重仪器设备和重要研究资料存放在实验室。万一发生实验事故，损失将难以估算。近年来随着高校招生规模不断扩大，实验室开放需求也逐年递增，进入实验室的师生越来越多，导致实验安全事故频繁发生，实验室安全管理面临更严峻的考验。各级教育主管部门也越来越重视实验室的安全工作，如何保证高校实验室安全稳定运行，已成为高校实验室建设与管理工作的重中之重。

培养良好的安全意识和行为，需从实验室安全教育开始。特别是医药类高校实验室涉及医学、药学、生物、化学等诸多领域，既有潜在性生物危害，也可能接触多种危险化学品，同样还会面临用电安全、防火安全问题，实验安全问题尤为突出。这不仅影响实验教学工作，而且也直接关系到师生的生命财产安全。因此加强对本科生、研究生和其他科研专职人员的安全教育就显得十分迫切。本书旨在通过对实验室安全知识和安全法规的详细阐述，为师生们普及必要的实验安全知识，增强师生的实验安全防范意识和个人防护水平。

本书在编写和出版过程中得到深圳大学教务部和设备部，以及科学出版社的大力支持，在资料收集和整理过程中许浩协和杨劼同学付出了辛勤的劳动。在此一并致以衷心的感谢。本书编写过程中参考了大量网络素材（包括图片）和文献资料，学习和借鉴了各种形式的实验室安全培训讲座知识、实验室安全事故的新闻报道和图片等，无法在书中逐一详细标明，在此对所有文献资料的原作者一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中难免有错漏和不妥之处，敬请同行专家和读者批评指正，并将意见和建议及时反馈到邮箱 gzcxx@126.com，我们将在本书使用过程中不断总结修订，在再版时进一步修正完善。

陈献雄

深圳大学医学部

2018年7月于深圳

目 录

第一章 生物安全与防护	1
第一节 生物性危害	1
第二节 生物安全	10
第三节 微生物学实验操作技术规范	23
第四节 实验室安全防护设备及个人防护用品	29
第五节 病原微生物的菌种保存	33
第六节 微生物实验室应急程序	35
第七节 医疗废物分类及处置	38
第八节 生物安全相关管理条例和规范标准	40
第二章 化学安全与防护	42
第一节 危险化学品	42
第二节 危险化学品对人体的危害	47
第三节 常用危险化学品贮存通则	49
第四节 危险化学品的安全防护及急救措施	52
第五节 实验室化学安全及基本操作规程	62
第六节 实验室危险化学品废弃物的处理	66
第七节 危险化学品泄漏事故的处理	72
第八节 危险化学品火灾事故的处理	75
第九节 危险化学品安全管理相关条例	79
第三章 物理安全与防护	85
第一节 用电的安全与防护	85
第二节 用火的安全与防护	89
第三节 压力容器的安全与防护	100
第四节 噪声和振动的安全与防护	104
第四章 辐射安全与防护	108
第五章 实验室事故的防范与应急处理	113
附录一 高校实验室安全与环境检查记录表	123
附录二 基础医学实验室安全简明手册	125

第一章 生物安全与防护



第一章图片

第一节 生物性危害

一、生物性危害

(一) 生物性危害的概念

1. **生物性危害** (biological hazard 或 biohazard) 是指生物活性物质对人类及环境产生的危害。这些物质包括但不限于动物、植物、微生物、病毒等的组织切片、液体、固体、气体成份等。生物安全一般指由现代生物技术开发和应用所能造成的对生态环境和人体健康产生的潜在危险, 包括生物体经过基因工程改造后对人和生态系统造成的潜在危险, 以及对其所采取的一系列有效预防和控制措施。

2. **广义的病原生物危害** 是指各种有害生物因子(病原微生物、来自高等动植物的毒素和变应原、来自微生物代谢产物的毒素和变应原、基因改造生物体等)对人、环境和社会造成的危害或潜在危险。

3. **狭义的病原生物危害** 一般是指病原微生物的危害, 即实验室感染(本章重点介绍内容), 在实验室进行感染性致病因子的科研中, 对人员造成的危害和对环境造成的污染。当硬件条件缺失、管理制度不完善及操作不规范, 导致致病因子泄漏和逃逸时, 可能造成灾难性后果。实验室感染主要传播途径是气溶胶[aerosol, 固体和(或)液体微粒稳定地悬浮于气体介质中形成的分散体系], 65%以上实验室感染是由微生物气溶胶引起。

具有生物性危害的物质, 国际上使用通用的图样“☣”表示(图 1-1), 该符号通常用作警告, 提醒可能接触到生物性危害物质的人采取相应的防护措施。对此类物质使用规范的联合国编号(UN number)进行分类:

UN 2814 (可感染人类的感染性物质)

UN 2900 (可感染动物的感染性物质)

UN 3291 (医疗废弃物)



图 1-1 各种生物危害标识

(二) 病原微生物危害的等级分类

依照《病原微生物实验室生物安全管理条例》第七条规定, 国家根据病原微生物的传染性、感染后对个体或群体的危害程度, 将病原微生物分为以下四类; 依照《实验室生物安全通用要求》(GB 19489-2004) 根据生物因子对个体和群体的危害程度, 将病原微生物分为以下 4 个不同等级, 级别越高, 潜在危险越大。其中第一、二类病原微生物统称为高致病性病原微生物。

1. 第一类病原微生物(危害等级Ⅳ, 高个体危害, 高群体危害) 是指能引起人或动物非常严重疾病的微生物, 以及我国尚未发现或者已经宣布消灭的微生物。一般不能治愈, 容易直接、间接或因偶然接触在人与人、动物与人、人与动物、动物与动物之间传播, 对于人及动物的危害最大, 对于环境的危害亦最大。处理这个等级的生物性危害物质, 必须在合乎第四级标准要求 P4 实验室(或 BSL-4) 内进行。如天花病毒、黄热病毒、马尔堡病毒、埃博拉病毒、拉沙病毒等(图 1-2~图 1-5)。

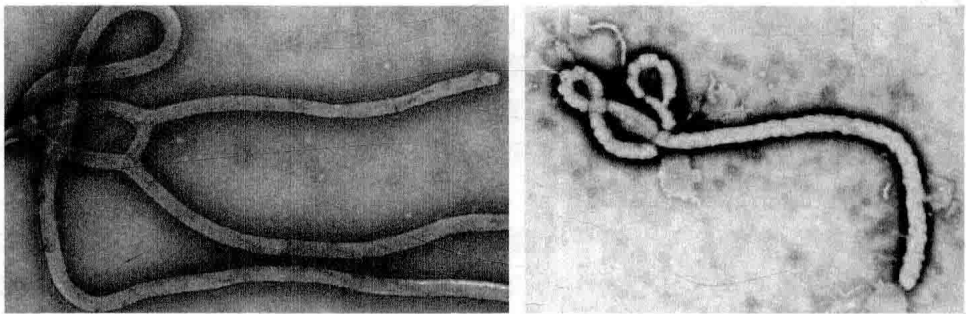


图 1-2 埃博拉病毒

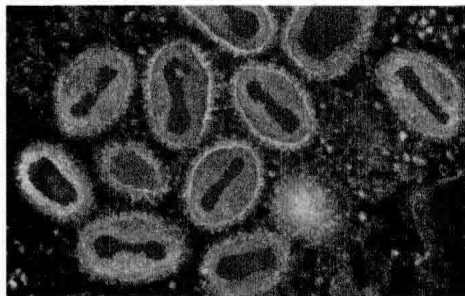


图 1-3 天花病毒

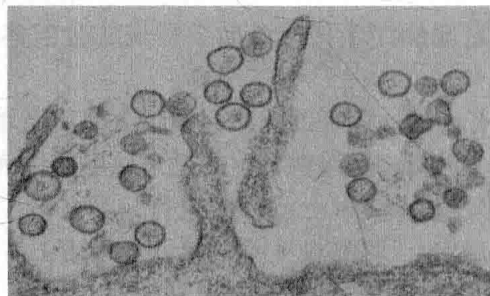


图 1-4 拉沙病毒



图 1-5 天花病毒感染者

2. 第二类病原微生物（危害等级Ⅲ，高个体危害，低群体危害）能引起人或动物严重疾病，比较容易直接或间接在人与人、动物与人、动物与动物之间传播的微生物。此类病原体常造成严重经济损失，对于人及动物的危害较高，对于环境的危害较轻。此类病原体通常不能因偶然接触而在个体间传播，或能用抗生素、抗寄生虫药治疗。如炭疽杆菌、艾滋病毒、SARS 病毒、狂犬病毒、汉坦病毒、森林脑炎病毒、结核菌鼠疫耶尔森菌等病原体（图 1-6~图 1-8）。

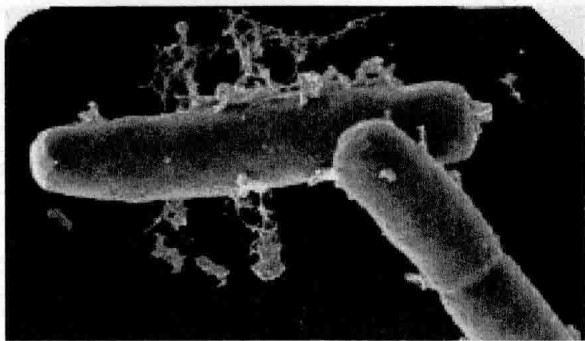


图 1-6 炭疽杆菌

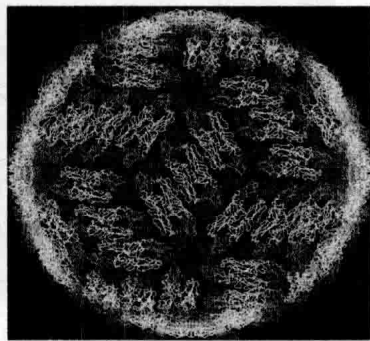


图 1-7 登革热病毒

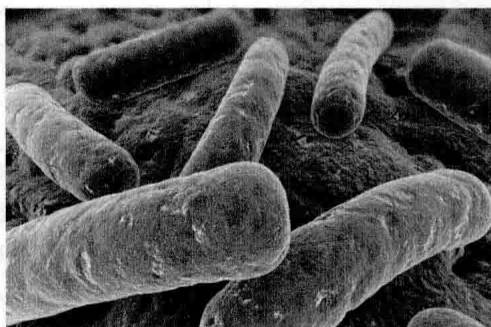
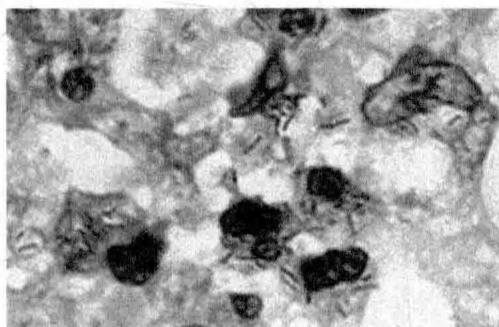


图 1-8 结核杆菌（左：光学显微镜下，右：电子显微镜下）

3. 第三类病原微生物（危害等级Ⅱ，中等个体危害，有限群体危害）能引起人或动物发病，但一般情况下对健康工作者、群体、家畜或环境不会引起严重危害，对于人及动物的危害中等，对于环境的危害较轻微。此类病原体传播风险有限，实验室感染后很少引起严重疾病，并且具备有效治疗和预防措施。如乙型肝炎病毒、丙型肝炎病毒、流感病毒、水痘-带状疱疹病毒、沙门氏菌、肺炎链球菌、葡萄球菌、柯萨奇病毒、新生隐球菌等病原体（图 1-9~图 1-11）。

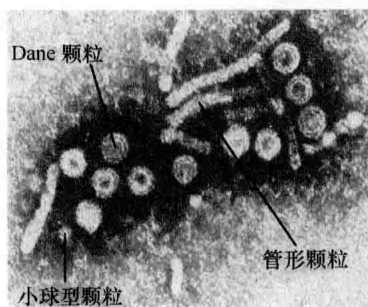


图 1-9 电子显微镜下的乙肝病毒

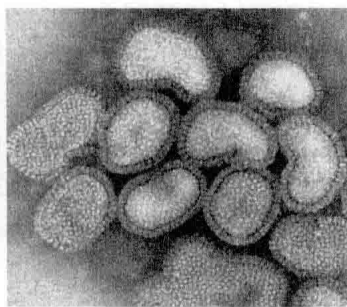


图 1-10 电子显微镜下的流感病毒

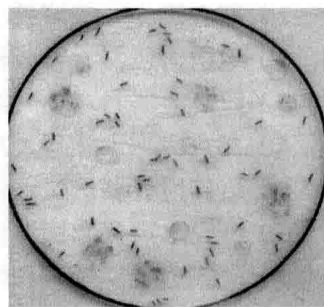


图 1-11 光学显微镜下的沙门氏菌

4. 第四类病原微生物（危害等级Ⅰ，低个体危害，低群体危害）是指菌苗与疫苗等生产过程中使用的各种弱毒性或者减毒的微生物菌种及各种低致病性微生物菌种，在通常情况下不会引起人类或者动物疾病的微生物。对于人及动物的危害较轻且对于环境的危害轻微，主要处理措施是接触时戴上手套和注意面部防护，接触后洗手及清洗接触过的桌面及器皿等，如枯草杆菌、大肠杆菌等病原体（图 1-12、图 1-13）。



图 1-12 光学显微镜下的枯草杆菌

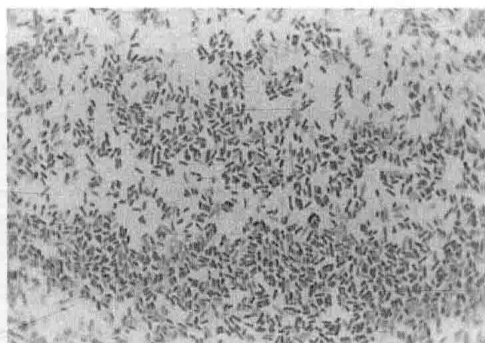


图 1-13 光学显微镜下的大肠杆菌

（三）生物性危害的来源

1. 实验室感染 狭义的病原生物危害的来源，即指此类。

（1）标本来源

1) 检测的标本

A. 实验室标本：当实验室活动涉及传染或者传染性生物因子。

B. 临床标本：临床接受患者的血液、尿液、粪便和病理标本等可能含有各种致病因子，如肝炎病毒、HIV 等，临床检测面对更多的是未知疾病标本。

2) 菌毒种：依据《中国医学微生物菌毒种管理办法》，我国将医学微生物按照其对人类危害性及是否具备有效治疗与预防手段分为四类[详见本节一（二）]。

一类（危害等级Ⅳ）：天花病毒、黄热病毒、马尔堡病毒、埃博拉病毒等。

二类（危害等级Ⅲ）：如狂犬病毒、汉坦病毒、森林脑炎病毒、艾滋病毒、结核杆菌、炭疽杆菌隐球菌等。

三类（危害等级Ⅱ）：如肺炎链球菌、葡萄球菌、柯萨奇病毒、新生隐球菌等。

四类（危害等级Ⅰ）：菌苗与疫苗等生产过程中使用的各种弱毒性或者减毒的微生物菌种及各种低致病性微生物菌种，如枯草杆菌、大肠杆菌。

（2）仪器设备使用过程中产生的污染来源

1) 离心机——气溶胶、飞溅物和离心管泄漏等。

2) 组织匀浆器、粉碎机及研磨器——气溶胶、溢漏和容器破碎等。

3) 超声波器具——气溶胶、损伤听觉和引发皮炎等。

4) 真空冷冻干燥器及离心浓缩机——气溶胶、直接接触污染源。

5) 培养搅拌器、振荡器和混匀器——气溶胶、飞溅物和溢出物等。

6) 恒温水浴器和恒温振荡水浴器——飞溅物和溢出物等。

7) 厌氧罐——爆裂和散布传染性物质等。

8) 干燥罐——爆裂、瓶子碎片和感染性物质飞出等。

9) 冷冻切片——飞溅物等。

(3) 操作过程中产生的污染

1) 可产生微生物气溶胶的操作

接种环操作：培养和划线培养、在培养介质中冷却各种接种环和灼烧接种环等。

吸管操作：混合微生物悬浮液，吸管操作液体溢出在固体表面等。

针头和注射器操作：排出注射器中空气、从塞子里拔出针头、接种动物、针头从注射器脱落等。

其他操作：离心、搅拌、混合、灌注和倒入液体、打开培养容器、感染性材料溢出、在真空中冻干和过滤、接种鸡胚和培养物收取等。

2) 可引起危害性物质泄漏的操作：样本在设施中传递、倾倒液体、搅拌后立即打开搅拌器、打开干燥菌种容器、用乳钵研磨动物组织、液体掉落在不同表面等。

3) 可造成意外注射、切割伤或擦伤的操作：离心时离心管破裂、打碎干燥菌种容器、摔碎带有培养物的平皿、实验动物尸体解剖、用注射器抽取液体、动物接种等。

(4) 实验动物

1) 实验人员接触被微生物感染的实验动物。

2) 饲养动物将接种的病原体通过呼吸、粪便和尿液等途径排出体外，污染环境，若实验人员防护操作不当，会因接触污染物而感染。

3) 实验研究的野生动物也可携带人畜共患病原微生物，对人类产生严重威胁。

4) 实验动物在运输过程中感染病毒，而实验室未对动物彻底隔离观察和检测就直接进入实验，可能引起实验室污染及对实验人员危害。

2. 环境污染 引发的生物性危害来自人和动物、植物的各种致病生物。这些有害微生物及寄生虫一方面长期危害人类的健康和生命，另一方面危害农业和畜牧业的发展，给人类文明带来的灾难是十分沉重的。根据导致危害的病原生物类别，可以将生物性危害分为细菌危害、病毒危害、真菌危害和寄生虫危害，它们主要来源于图 1-14 示的九个方面。

3. 外来生物 来自外来生物的入侵。由于引进本地区外的外来生物导致的农作物和牲畜死亡及生物多样性的下降甚至丧失，从而严重危害环境生物安全的情况，这种现象称为生物入侵，也有人称之为“生物污染”。例如，从国外引进的动物福寿螺（学名 *Pomacea canaliculata*）（图 1-15）和植物水葫芦（又名凤眼莲，学名 *Eichhornia crassipes*）等（图 1-16）。

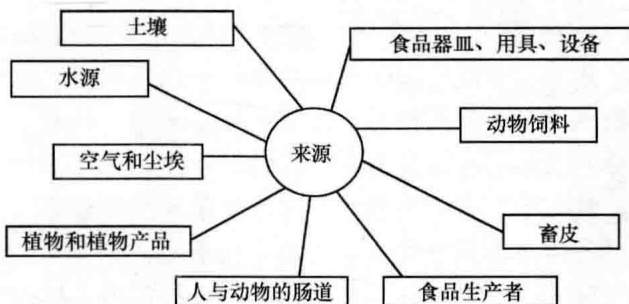


图 1-14 病原生物危害的来源



图 1-15 福寿螺



图 1-16 水葫芦

4. 生物恐怖事件 来自人为的生物恐怖事件。生物恐怖活动是指利用生物学手段或传染因子，如细菌[炭疽杆菌 (*Bacillus anthracis*)]、病毒[天花病毒 (Smallpox)]、真菌(玉米上的霉菌，图 1-17；真菌败血症，图 1-18)等，造成对人类的伤害和恐惧，包括投放或针刺传染性和有毒的生物物质等。如美国遭受炭疽袭击事件就是一个典型例子。不管人类和平事业如何发展，世界局部战争或冲突每天都在发生，恐怖分子利用致病微生物搞恐怖活动而引发生物危害。生物恐怖活动具有攻击对象的广泛性、手段的多样性、事件的突发性、后果的延续性、防御的艰难性等特点，给人们带来的恐惧更大、时间更长，其破坏作用也就更大。

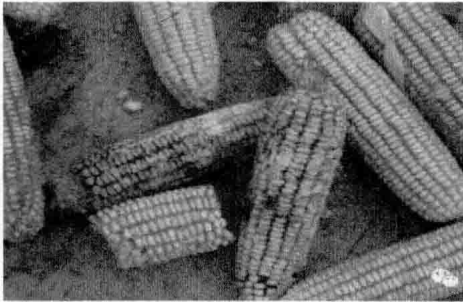


图 1-17 玉米上的霉菌



图 1-18 真菌败血症

(四) 生物性危害的途径

1. 病原生物的危害途径 生产原料和生产环境中存在的对职业人群健康有害的致病微生物、寄生虫及动植物、昆虫等及其所产生的生物活性物质统称为生物性有害因素。例如，附着于动物皮毛上的炭疽杆菌、布氏杆菌、蜱媒森林脑炎病毒、支原体、衣原体、钩端螺旋体，以及滋生于霉变蔗渣和草尘上的真菌或真菌孢子之类致病微生物及其毒性产物；某些动物、植物产生的刺激性、毒性或变态反应性生物活性物质，如鳞片、粉末、毛发、粪便、毒性分泌物、酶或蛋白质和花粉等；禽畜血吸虫尾蚴、钩蚴、蚕丝、蚕蛹、蚕茧、桑毛虫、松毛虫等，种类繁多。主要危害途径有如下 4 种：

(1) 微生物污染：微生物污染的菌源主要包括细菌及细菌毒素、霉菌及霉菌毒素等。这些微生物污染食品后，在适宜的条件下可大量生长繁殖，使食物的感官性质恶化、营养价值降低，甚至引起严重的腐败、霉烂和变质，产生各种危害人体健康的毒素，进而引起各种疾病和食物中毒(图 1-19)。

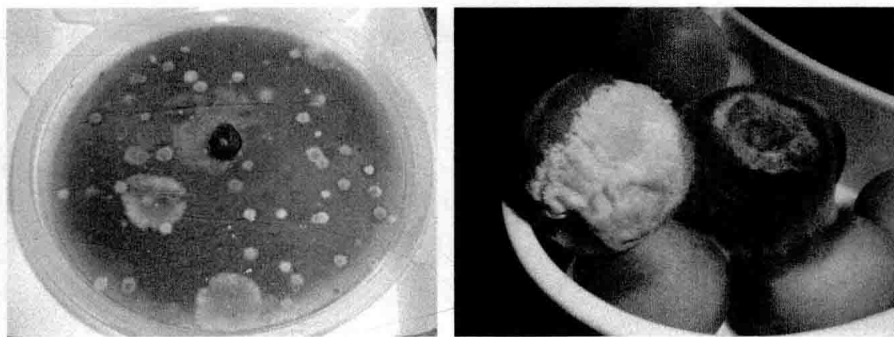


图 1-19 发霉的年糕(培养皿中)和水果

(2) 黄曲霉等毒素污染: 黄曲霉毒素是黄曲霉菌产生的一种代谢产物。黄曲霉菌广泛存在于自然环境中, 其中有 30%~60% 的菌株能产生黄曲霉毒素(以黄曲霉毒素 B1 为代表)。受污染的食物主要有粮食、花生、豆类、食用油、发酵食品等(图 1-20), 其中以玉米、花生和花生油最易霉变而产生黄曲霉毒素。黄曲霉毒素耐高温, 一般加热烹调破坏不了它的毒性。黄曲霉毒素为致癌物质, 食用后可发生肝癌等疾病。对动物有剧烈的急性毒性和明显的慢性毒性, 具有很强的致突变、致畸、致癌作用。

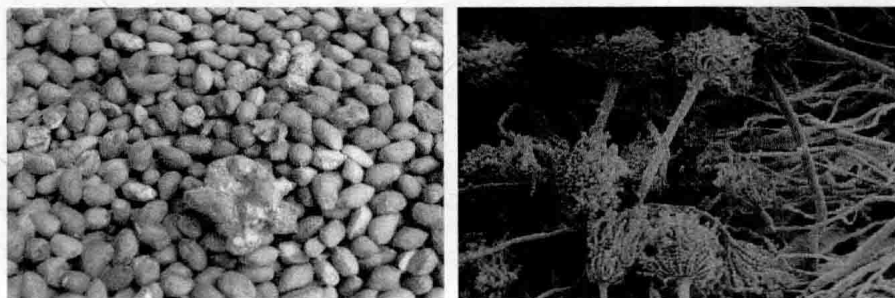


图 1-20 花生黄曲霉

防止黄曲霉毒素污染食品, 应加强粮油食品的检查, 检验合格, 方可使用; 要做好食品储存中的防霉工作, 经常检查储存的粮油, 做到保持干燥、防止霉变。

(3) 寄生虫和虫卵污染: 寄生虫和虫卵污染食物, 污染源主要为患者、病畜及水生物。污染方式多为患者、病畜的粪便污染水源或土壤, 从而使家畜、鱼类及蔬菜受到感染或污染。危害人类健康的寄生虫主要有蛔虫、蛲虫、绦虫、线虫、刺球绦虫、肺吸虫、肝吸虫、旋毛虫等(图 1-21~图 1-24)。

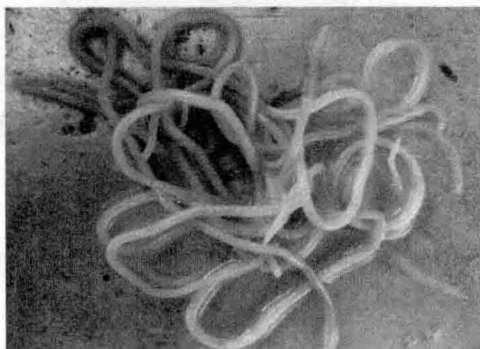


图 1-21 人蛔虫

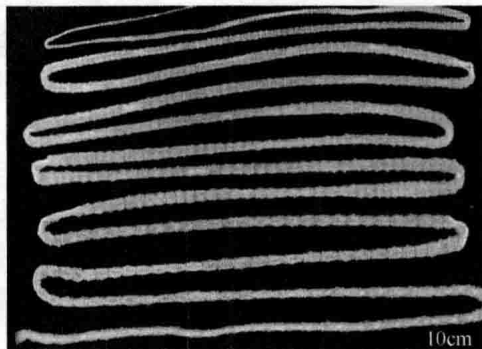


图 1-22 猪绦虫

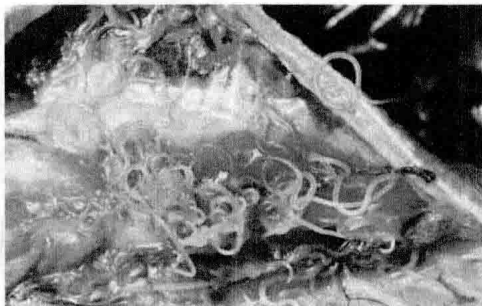


图 1-23 小黄鱼体中的线虫

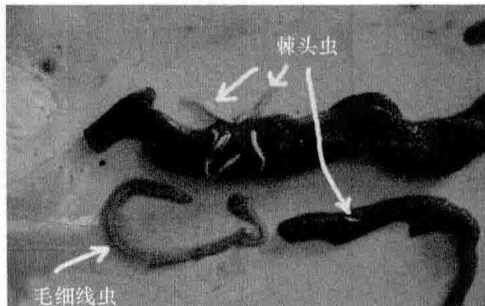


图 1-24 鳝鱼体中的棘头虫

(4) 昆虫污染：昆虫污染食物是通过昆虫卵污染的，在温度、湿度适宜时，各种害虫可迅速繁殖，如粮食中的甲虫类、蛾类、螨虫类（图 1-25）；鱼、肉、酱、腌菜中的蝇蛆（苍蝇幼虫）（图 1-26）；腌鱼中的干酪蝇幼虫等。干果、枣、栗及含糖多的食品易受侵害。昆虫污染食物的特点：食物被大量破坏，感官性质恶化，营养质量降低，甚至完全失去食用的价值。

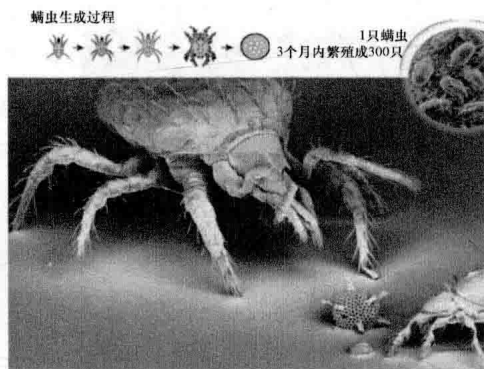


图 1-25 螨虫

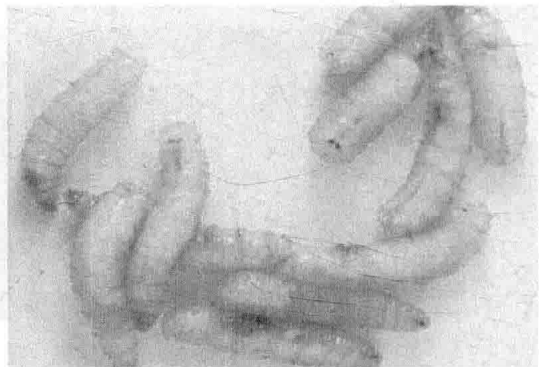


图 1-26 蝇蛆

2. 外来生物、转基因生物和生物恐怖事件的危害 非高校实验室安全问题，在此不做详述。

(五) 病原生物对人体的危害

病原生物对人体可引发各类传染病，对职业人群健康的危害需特别关注，除引起如炭疽、布鲁菌病、森林脑炎、艾滋病（限于医疗卫生人员及人民警察）、莱姆病五种传染性职业病之外，因病原体不同，也可引起鼠疫、口蹄疫、挤奶工结节、牧民狂犬病、钩端螺旋体病等疾病。尤其是前几年流行的传染性非典型肺炎、人感染高致病性禽流感 and 猪链球菌病等新的传染性疾病，对禽、畜类相关行业职业人群的健康造成了较大的影响。

1. 这类生物性危害导致的人类传染性疾病可分为 5 类：

- (1) 职业性细菌传染病，如炭疽、布鲁菌病等。
- (2) 职业性病毒传染病，常见的有森林脑炎、口蹄疫、牧民狂犬病等。
- (3) 职业性真菌病，如放线菌病、皮肤真菌病等。
- (4) 职业性螺旋体传染病，如钩端螺旋体病。

(5) 职业性寄生虫病, 常见的有包囊虫病、绦虫病、钩虫病等。这类职业性传染病往往与非职业性传染病同时存在, 具有地区性。

2. 相对比较常见的传染性职业病有炭疽、布鲁菌病、森林脑炎三种, 其致病微生物分别为炭疽杆菌、布氏杆菌、森林脑炎病毒。

(1) 炭疽: 是炭疽杆菌所致的一种人畜共患的急性传染病, 主要发生于草食动物, 人接触病畜及其产品后而被感染。炭疽是我国法定职业病之一, 有 5 种病型, 皮肤炭疽最常见(图 1-27), 肠炭疽极罕见, 肺炭疽较少见, 脑膜炎型炭疽多继发于肺、肠道和严重皮肤炭疽(也可能直接发生), 败血症型炭疽多继发于肺、肠道和严重皮肤炭疽(也可能直接发生)。

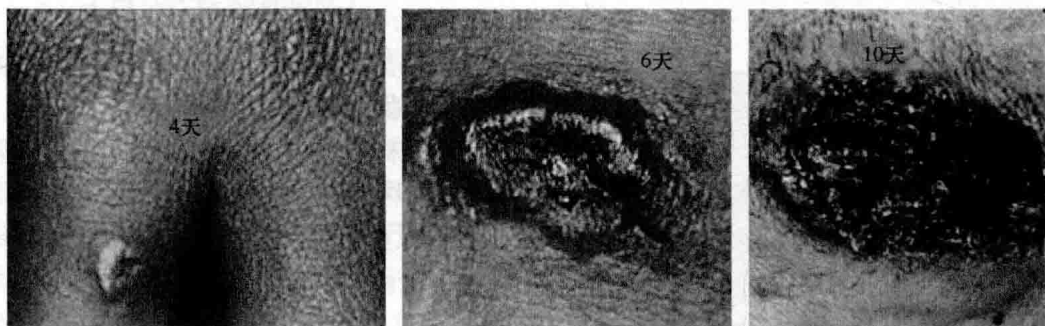


图 1-27 皮肤炭疽患者的伤口

炭疽杆菌为有荚膜革兰氏阳性需氧芽孢杆菌。炭疽杆菌在宿主体内或含有血清的培养基上有荚膜形成(图 1-28)。荚膜具有抗吞噬作用和很强的致病性。炭疽杆菌在活的动物体内不形成芽孢。在体外, 暴露于充足氧气和适当温度下可形成芽孢(图 1-29)。芽孢耐受性强。细菌的繁殖体抵抗力弱, 对热和普通消毒剂都非常敏感。

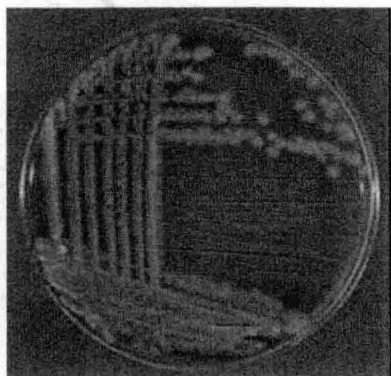


图 1-28 炭疽芽孢杆菌血琼脂培养物图

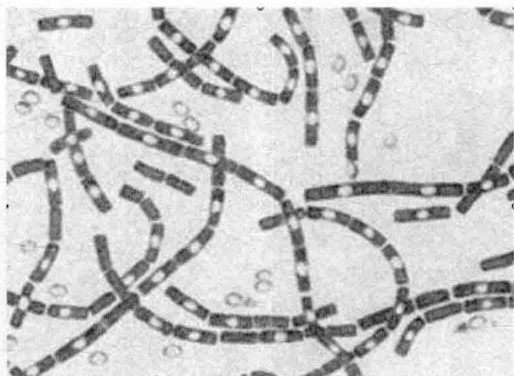


图 1-29 炭疽杆菌及其芽孢

(2) 布鲁菌病: 是布氏杆菌(图 1-30、图 1-31)所致的一种人畜共患传染病, 常见于牧区, 也是我国法定职业病之一。布氏杆菌属革兰氏阴性短小球状杆菌, 无鞭毛, 不形成芽孢或荚膜, 可分为 6 个种 19 个生物型。对人类致病的有马耳他布氏杆菌(羊种菌)、流产布氏杆菌(牛种菌)、猪布氏杆菌、犬布氏杆菌 4 种类型。其中, 以羊种菌致病力最强, 也最常见。该菌对外界环境的抵抗力较强, 但对日光、热、常用消毒剂很敏感。

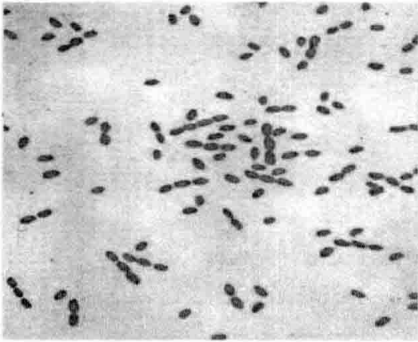


图 1-30 光学显微镜下的布氏杆菌

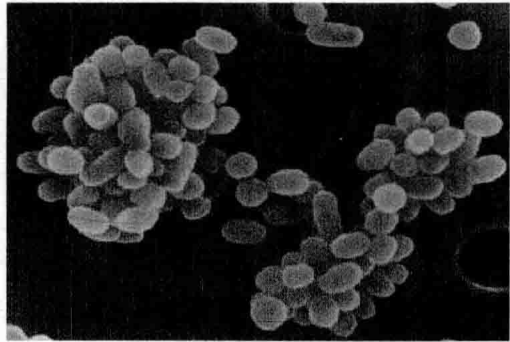


图 1-31 电子显微镜下的布氏杆菌



图 1-32 布鲁菌病患者发热伴关节肿痛

布氏杆菌可引起菌血症、败血症或毒血症。单核巨噬细胞系统内生长繁殖的病原菌多次进入血流,使临床症状反复加重,形成波浪式热型,主要表现为发热、多汗和关节肌肉疼痛(图 1-32)。

(3) 职业性森林脑炎: 森林脑炎,又名蜱传脑炎,是由森林脑炎病毒经硬蜱(图 1-33、图 1-34)媒介所致的自然疫源性疾病。劳动者在森林地区从事职业活动中,因被蜱叮咬而感染的森林脑炎,即为职业性森林脑炎。森林脑炎病毒属于黄病毒科黄病毒属,其形态结构、

培养特性及抵抗力均类似乙脑病毒。该病毒耐低温,对外界因素的抵抗力不强,对高温和消毒剂敏感。病毒侵入人体后,大多数患者呈隐性感染或临床表现轻微。本病的病理变化与乙脑相似,神经系统出现广泛的炎症病变。神经细胞有变性、坏死和脑组织软化灶等,病变涉及大脑、间脑、脑干、脊髓,重者可波及延髓,因呼吸衰竭而死亡。

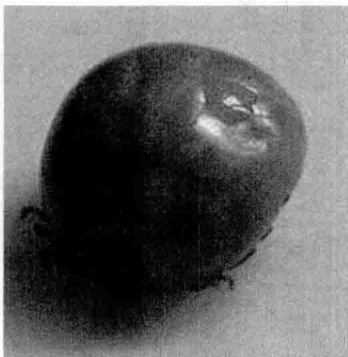


图 1-33 吸满人血的蜱虫

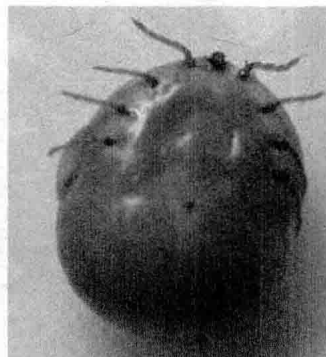


图 1-34 头部钻入人体皮肤的蜱虫

第二节 生物安全

一、生物安全的概念

广义的生物安全是国家安全的组成部分,它是指与生物有关的各种因素对国家社会、

经济、人民健康及生态环境所产生的危害或潜在风险。在这个定义中，与生物有关的因素是生物安全问题的主体，社会、经济、人类健康和生态环境是承载生物安全的客体。现实危害或潜在风险是生物安全的效应。与生物有关的因素主要有自然界天然的生物因子、转基因生物和生物技术三类：

1. 自然界天然的生物因子 主要包括动物、植物、微生物。由微生物特别是致病性微生物所导致的安全问题，如生物武器、生物恐怖、重大传染病的暴发流行等，是人类社会所面临的最重要和最现实的生物安全问题，与医学密切相关，本教程所阐述的生物安全主要为此类。

2. 转基因生物 随着生物技术的广泛应用，转基因生物安全问题正日益受到国际社会的广泛关注。

3. 生物技术 特别是生物技术的滥用对人类健康、生态环境及社会、经济有可能造成严重危害，已经成为国际社会一个重大的安全问题。

狭义的生物安全是指生物性的传染媒介通过直接感染或间接破坏环境而导致对人类、动物或者植物的真实或者潜在的危险，如微生物学实验室的安全隐患。微生物实验室管理上的疏漏和意外事故不仅可以导致实验室工作人员的感染，也可造成环境污染和大规模人群感染。实验室生物安全是在保护样品的同时，确保样品不污染人员和环境。实验室生物安全的关键环节包括个人防护、废物消毒灭菌处置和环境保护三方面。下面列出的生物安全标准概括了传染性微生物和实验动物工作中的四个级别所包括的主要要素，根据给人体、环境、社会提供的保护情况不同而确定出不同的级别。

二、生物安全实验室

生物安全实验室(biosafety laboratory)，也称生物安全防护实验室(biosafety containment for laboratories)，是通过防护屏障和管理措施，能够避免或控制被操作的有害生物因子带来的危害，达到生物安全要求的生物实验室和动物实验室。依据实验室所处理对象的生物危险程度，把生物安全实验室分为四级，其中一级对生物安全隔离的要求最低，四级最高。生物安全实验室的分级见表 1-1。

表 1-1 生物安全实验室的分级

实验室分级	处理对象
一级	对人体、动植物或环境危害较低，不具有对健康成人、动植物致病性的病原体，如犬传染性肝炎病毒、非感染性大肠杆菌、麻疹病毒、腮腺炎病毒等（第四类）
二级	对人体、动植物或环境具有中等危害或具有潜在危险的病原体，对健康成人、动物和环境不会造成严重危害。具备有效的预防和治疗措施，如艰难梭菌、甲/乙与丙型肝炎病毒、流感病毒、沙门氏菌、腮腺炎病毒、麻疹病毒、抗药性金黄色葡萄球菌、鹦鹉热衣原体等（第三类）
三级	对人体、动植物或环境具有高度危险性，主要通过气溶胶使人传染上严重的甚至是致命疾病，或对动植物和环境具有高度危害的病原体。通常具备预防治疗措施，如炭疽芽孢杆菌、鼠疫杆菌、结核分枝杆菌、SARS 病毒、狂犬病毒、黄热病毒、艾滋病毒、贝纳立克次体等（第二类）
四级	对人体、动植物或环境具有高度危险性，通过气溶胶途径传播或传播途径不明，或未知的、危险的病原体。没有预防治疗措施，如埃博拉病毒、马尔堡病毒、拉沙热病毒、克里米亚-刚果出血热病毒、天花病毒及其他各种出血性疾病病毒等（第一类）

生物安全实验室一般实施两级隔离。一级隔离通过生物安全柜、负压隔离器、正压防

护服、手套、眼罩等实现；二级隔离通过实验室的建筑、空调净化和电气控制系统来实现。二级至四级生物安全实验室应实施两级隔离。生物安全实验室二级隔离的主要技术指标应符合表 1-2 的规定。表中的噪声不包括生物安全柜、动物隔离器的噪声，如果包括上述设备的噪声，则最大不应超过 68dB(A)。

表 1-2 生物安全实验室的主要技术指标

名称	洁净度级别	换气次数	与由室内向外方向上相邻相通房间的压差(Pa)	温度(°C)	相对湿度(%)	噪声dB(A)	最低照度(lx)
一级	/	可自然通风	/	16~28	≤70	≤60	300
二级	8~9	非实验动物时可回风 ≤50% 全新风：8~10次/小时	-10~-5	18~27	30~65	≤60	300
三级	7~8	全新风：10~15次/小时 主要保护环境：可回风 ≤30%	-25~-15	20~26	30~60	≤60	500
四级	7~8	全新风：>10~15次/小时	-30~-20	20~25	30~60	≤60	500

注：/，不做要求。

三、生物安全级别标准及操作要求

(一) 生物安全一级 (BSL-1, P1, 基础级)

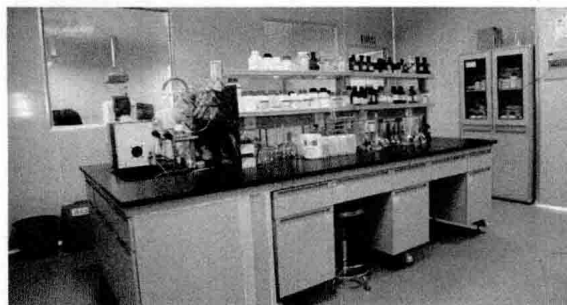


图 1-35 生物安全一级 (P1) 实验室

BSL-1 进行实验研究用的是非常熟悉的病原体，如犬传染性肝炎病毒、非感染性大肠杆菌、麻疹病毒、腮腺炎病毒，以及非传染性的病菌与组织。这类病原体或组织不会经常引发健康成人疾病，对实验人员和环境潜在危险小。实验室不需要与建筑物中的一般行走区分开。一般实验人员按照标准的微生物操作，在开放的实验台面上开展实验，不需要生物安全柜。不要求，一般也不使用特殊的防护设备和设施 (图 1-35)。

1. 标准微生物操作

(1) 在进行有关培养物及样品实验时，未经实验室主管领导同意，限制或禁止进入实验室。

(2) 进行活体处理后，实验人员要洗手；离开实验室前脱手套。

(3) 不许在工作区域饮食、吸烟、清洗隐形眼镜和化妆。不允许在工作区存放食物和日常生活用品。在实验室中需戴口罩或面罩。食物应存放在工作区域以外专用橱柜或冰箱中。

(4) 不能用嘴移液，只能用机械装置移液。

(5) 制定锐器安全使用规范。

(6) 所有的操作过程应尽量细心，避免产生溅出和气溶胶。

(7) 活体溅出时，进行台面消毒。