

全国成人高等医学教育协作组“专升本”规划教材

李 凡 / 主编

病原生物学

供基础、临床、预防、口腔、检验、影像医学类专业用

- 教育部高教司 卫生部科教司“课程基本要求”接轨教材
- 国家执业医师资格考试“直通车”

中国协和医科大学出版社

全国成人高等医学教育协作组“专升本”规划教材
供基础、临床、预防、口腔、检验、影像医学类专业用

病原生物学

李 凡 主 编

张锡林 副主编

编者名单 (按姓氏笔划为序)

王永祥 (河北医科大学)

王桂珍 (中国医科大学)

李 凡 (吉林大学白求恩医学部)

李咏梅 (北华大学医学院)

李淑红 (吉林大学白求恩医学部)

陈建平 (四川大学华西医学中心)

张 静 (重庆医科大学)

张凤民 (哈尔滨医科大学)

张锡林 (第三军医大学)

孟繁平 (延边大学医学院)

周 密 (长春医学高等专科学校)

侯玉英 (山西医科大学)

黄 敏 (大连医科大学)

钱利生 (复旦大学医学院)

舒明星 (中南大学湘雅医学院)

蔡昌学 (华中科技大学同济医学院)

楚雍烈 (西安交通大学医学院)

中国协和医科大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

病原生物学 / 李凡主编. —北京: 中国协和医科大学出版社, 2004.6

全国成人高等医学教育协作组“专升本”规划教材

ISBN 7-81072-524-6

I. 病… II. 李… III. 病原微生物—成人教育: 高等教育—升学参考资料
IV. R37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 040003 号

全国成人高等医学教育协作组“专升本”规划教材

病原生物学

供基础、临床、预防、口腔、检验、影像医学类专业用

主 编: 李 凡

责任编辑: 谢 阳 左 谦

出版发行: 中国协和医科大学出版社

(北京东单三条九号 邮编 100730 电话 65260378)

网 址: www.pumcp.com

经 销: 新华书店总店北京发行所

印 刷: 北京丽源印刷厂

开 本: 787×1092 毫米 1/16 开

印 张: 31

字 数: 700 千字

版 次: 2004 年 7 月第一版 2004 年 7 月第一次印刷

印 数: 1—5000

定 价: 52.00 元

ISBN 7-81072-524-6/R·519

(凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页及其他质量问题, 由本社发行部调换)

全国成人高等医学教育协作组“专升本”规划教材
编写委员会

主任委员

郑树森

副主任委员

董崇田 袁 钟 张成兰 沈 彬

委 员 (按姓氏笔画为序)

于秉治 刘纯艳 吕敏芝 朱为民 余承高 吴 坤
张爱珍 李 敏 李玉林 杨世杰 陈金华 周胜利
胡品津 梁万年 熊宝珍 潘辉英 磨 琨

出版说明

为了确保全国高等医学教育专科起点本科的教育质量,落实教育部关于专升本的培养目标,全国成人高等医学教育协作组组织全国从事成人高等医学教育专家编写了本套教材。

在我国高等医学教育中,由于专升本教育对象有的从事过医学工作,有的尚未参加工作,但是均经过了专科培养,若按一般本科教育不仅会出现教学内容重复,也难以与医学实践教学相结合。因此,目前专升本教育仍在探索中。通过调查了解,学生愿意使用普通本科教育教材,以示自己在接受本科教育,但在具体学习过程中,学生很反感重复教学,希望学习到更多的新的实用知识和技能,尤其是结合临床实际的内容。针对专升本教育的这些问题,全国成人高等医学教育协作组在卫生部科教司的指导下,从2001年开始组织专家进行科学研究,广泛听取多年从事专升本教育教师的意见,总结出专升本教育的特点和培养目标的要求。通过反复讨论和修改,编写了医学专升本教育的课程基本要求。在此基础上,协作组又在2002年厦门会议上讨论决定编写专升本系列教材。根据卫生部科教司有关领导的指示精神,经征集专家的意见,确定了本套教材的特点和编写原则,即缩减本科与专科教学内容的重复,增加临床实践教学内容,并结合临床执业医师资格考试,力求全面覆盖执业医师资格考试内容,使这套教材成为专升本学生参加执业医师资格考试的“直通车”,必将受到广大专升本教师和学生的欢迎。

本套教材的编写始终得到卫生部科教司的关怀与支持,在卫生部的直接指导下经过认真地推荐与评选,成立了以郑树森院士为主任委员的编委会,根据编委会拟定的严格条件,认真遴选了每个学科的主编、副主编和编者。在编写过程中认真参考了已有的各种教材,并要求每位主编及时写出本门教材的编写大纲和样章。本套教材经过充分准备、认真研讨、集思广益,总结了各类教材的经验教训,广泛征求了教学第一线的教师意见,准确把握专升本的教学内容,并做到能够与执业医师考试有机地结合。

值此2004年我们将本套教材奉献给广大教师和学生,使大家在成人高等医学教育中真正受益,既符合成人高等医学教育的需要,又充分反映了专升本医学生的普遍要求。

本套教材的编写尽管汇集了全体专家的智慧和经验,但不足之处在所难免,恳请各位同行与广大学生提出宝贵意见,批评指正。

全国成人高等医学教育协作组

二〇〇四年三月

前 言

病原生物学内容包括医学微生物学和人体寄生虫学的基本理论、基本知识和基本技能,是医学专业的重要基础课和桥梁课。主要介绍感染性和传染性疾病的病原体的特性、致病性、诊断和防治。

全书包括绪论、细菌学、真菌学、病毒学和寄生虫学,共4篇38章,均按常规病原生物学内容编排,在知识更新上,追踪了医学科学发展前沿;在知识面上,符合宽、精、深的原则。鉴于学生已具备医学大专学历,有一定的病原生物学基础知识,本教材力争减少与专科教材重复,从教学实际出发,重点突出病原的特性、致病性、实验室检查等实用性很强的基本理论和基本技能。其中海绵状脑病(俗称疯牛病)和重症急性呼吸综合征(SARS)是近年来国内外高度关注的疾病,本书在“病毒学篇”叙述与其有关的朊病毒和冠状病毒。为便于学生复习、总结,本书在部分章末列出重点内容的思考题或小结。我们相信,本书不仅可作为医学专业专升本的教材,而且对执业医师资格考试应试者、从事医学检验及卫生防疫人员,也有较好的参考价值。

本书的编者来自全国多所医学院校,均有着丰富的教学经验,在大家的通力合作下,得以在短时间内成功的出版发行。此外,吉林大学白求恩医学部病原生物学教研室王放、周密同志为本书做了大量工作,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,恳请广大师生和读者批评指正。

李 凡

2004年元月

目 录

绪 论	(1)
-----	-------

第一篇 细菌学

第一章 绪言	(3)
第二章 细菌的形态与结构	(5)
第一节 细菌的形状	(5)
第二节 细菌的基本结构	(6)
第三节 细菌的特殊结构	(9)
第四节 细菌形态与结构的检查法	(12)
第三章 细菌的生理	(14)
第一节 细菌生长繁殖的条件	(14)
第二节 细菌的代谢产物	(15)
第三节 细菌的人工培养	(17)
第四章 消毒与灭菌	(19)
第一节 基本概念	(19)
第二节 物理消毒灭菌法	(20)
第三节 化学消毒灭菌法	(21)
第五章 噬菌体	(23)
第一节 噬菌体的生物学特性	(23)
第二节 毒性噬菌体和温和噬菌体	(24)
小结	(25)
第六章 细菌的遗传与变异	(27)
第一节 细菌的遗传变异的物质基础	(27)
第二节 细菌遗传变异的机制	(29)
第三节 细菌遗传变异在医学上的应用	(32)
小结	(33)
第七章 细菌的感染与免疫	(34)
第一节 正常菌群与条件致病菌	(34)
第二节 细菌的致病性	(36)

第三节 感染的发生与发展·····	(40)
第四节 宿主的非特异性免疫及细菌感染的免疫·····	(41)
小结·····	(43)
第八章 细菌性感染的诊断与特异性防治·····	(45)
第一节 细菌性感染的诊断·····	(45)
第二节 细菌性感染的特异性防治·····	(47)
第九章 细菌的分类与命名·····	(51)
第一节 细菌分类·····	(51)
第二节 细菌的命名·····	(54)
第十章 球菌·····	(55)
第一节 葡萄球菌属·····	(55)
凝固酶阴性葡萄球菌·····	(59)
第二节 链球菌属·····	(59)
甲型溶血性链球菌·····	(62)
B 群链球菌·····	(62)
D 群链球菌·····	(62)
第三节 肺炎链球菌·····	(63)
第四节 奈瑟菌属·····	(65)
脑膜炎奈瑟菌·····	(65)
淋病奈瑟菌·····	(67)
卡他布兰汉菌·····	(69)
小结·····	(69)
第十一章 肠道杆菌·····	(71)
第一节 肠道杆菌的共同特征·····	(71)
第二节 埃希菌属·····	(72)
第三节 志贺菌属·····	(75)
第四节 沙门菌属·····	(77)
小结·····	(80)
第十二章 弧菌属·····	(82)
第一节 霍乱弧菌·····	(82)
第二节 副溶血性弧菌·····	(84)
第十三章 厌氧性细菌·····	(85)
第一节 厌氧芽胞梭菌属·····	(85)
破伤风梭菌·····	(85)

产气荚膜梭菌·····	(86)
肉毒梭菌·····	(87)
第二节 无芽胞厌氧菌·····	(88)
第十四章 分枝杆菌属·····	(91)
第一节 结核分枝杆菌·····	(91)
第二节 麻风杆菌·····	(94)
第十五章 放线菌属和诺卡菌属·····	(96)
第一节 放线菌属·····	(96)
第二节 诺卡菌属·····	(97)
第十六章 动物源性细菌·····	(99)
第一节 布鲁菌属·····	(99)
第二节 耶尔森菌属·····	(100)
鼠疫耶尔森菌·····	(100)
其他耶尔森菌·····	(101)
第三节 芽胞杆菌属·····	(102)
炭疽杆菌·····	(102)
第十七章 其他细菌·····	(104)
第一节 白喉棒状杆菌·····	(104)
第二节 流感嗜血杆菌·····	(106)
第三节 百日咳鲍特菌·····	(107)
第四节 幽门螺杆菌·····	(109)
第五节 嗜肺军团菌·····	(110)
第六节 铜绿假单胞菌·····	(111)
小结·····	(113)
第十八章 支原体·····	(115)
第一节 概述·····	(115)
第二节 主要致病性支原体·····	(118)
肺炎支原体·····	(118)
泌尿道感染支原体·····	(119)
穿透支原体·····	(119)
第十九章 衣原体·····	(121)
第一节 概述·····	(121)
第二节 主要致病性衣原体·····	(123)
沙眼衣原体·····	(123)

肺炎衣原体·····	(124)
鹦鹉热衣原体·····	(125)
第二十章 立克次体 ·····	(127)
第一节 概述·····	(127)
第二节 主要致病性立克次体·····	(129)
第二十一章 螺旋体 ·····	(132)
第一节 钩端螺旋体属·····	(132)
第二节 密螺旋体属·····	(135)
苍白密螺旋体苍白亚种·····	(136)
其他密螺旋体·····	(138)
第三节 疏螺旋体属·····	(139)
伯氏疏螺旋体·····	(139)
回归热疏螺旋体·····	(141)
奋森疏螺旋体·····	(142)

第二篇 真菌学

第二十二章 真菌 ·····	(143)
第一节 概述·····	(143)
第二节 主要病原性真菌·····	(149)
皮肤癣真菌·····	(149)
白假丝酵母菌(白色念珠菌)·····	(150)
新型隐球菌·····	(152)
小结·····	(153)

第三篇 病毒学

第二十三章 病毒的生物学性状 ·····	(154)
第一节 病毒形态学·····	(155)
第二节 病毒的增殖·····	(159)
第三节 病毒遗传学·····	(162)
第四节 理化因素对病毒的影响·····	(164)
第五节 病毒的分类·····	(165)

第二十四章 病毒的感染与免疫	(167)
第一节 病毒感染及病毒性疾病.....	(167)
第二节 病毒的致病机制.....	(171)
第三节 抗病毒免疫.....	(175)
第二十五章 病毒感染的诊断和防治	(179)
第一节 病毒感染的诊断.....	(179)
第二节 病毒感染的预防.....	(184)
第三节 病毒感染的治疗.....	(186)
第二十六章 呼吸道病毒	(190)
第一节 流行性感冒病毒.....	(190)
第二节 副粘病毒.....	(193)
麻疹病毒.....	(193)
腮腺炎病毒.....	(194)
呼吸道合胞病毒.....	(194)
副流感病毒.....	(195)
第三节 其他呼吸道病毒.....	(195)
风疹病毒.....	(195)
腺病毒.....	(196)
冠状病毒.....	(196)
鼻病毒.....	(197)
呼肠病毒.....	(197)
第二十七章 肠道病毒	(198)
第一节 脊髓灰质炎病毒.....	(199)
第二节 柯萨奇病毒.....	(201)
第三节 埃可病毒.....	(202)
第四节 新型肠道病毒.....	(203)
第二十八章 肝炎病毒	(205)
第一节 甲型肝炎病毒.....	(205)
第二节 乙型肝炎病毒.....	(207)
第三节 丙型肝炎病毒.....	(211)
第四节 丁型肝炎病毒.....	(212)
第五节 戊型肝炎病毒.....	(212)
第二十九章 虫媒病毒和出血热病毒	(214)
第一节 虫媒病毒.....	(214)

流行性乙型脑炎病毒·····	(214)
登革病毒·····	(216)
森林脑炎病毒·····	(217)
第二节 出血热病毒·····	(217)
汉坦病毒·····	(218)
新疆出血热病毒·····	(219)
埃波拉病毒·····	(220)
第三十章 狂犬病病毒·····	(221)
第三十一章 人类疱疹病毒·····	(225)
第一节 单纯疱疹病毒·····	(226)
第二节 EB 病毒·····	(228)
第三节 巨细胞病毒·····	(231)
第四节 水痘-带状疱疹病毒·····	(232)
第五节 新发现的人类疱疹病毒·····	(233)
第三十二章 人类免疫缺陷病毒·····	(236)
第三十三章 人乳头瘤病毒·····	(240)
第三十四章 朊病毒·····	(242)

第四篇 人体寄生虫学

第三十五章 总论·····	(246)
第一节 寄生现象·····	(246)
第二节 寄生虫的生物学·····	(247)
第三节 寄生虫与宿主的相互作用·····	(249)
第四节 寄生虫感染与寄生虫病的特点·····	(254)
第三十六章 医学蠕虫学·····	(257)
第一节 线虫·····	(257)
概述·····	(257)
似蚓蛔线虫·····	(260)
十二指肠钩口线虫和美洲板口线虫·····	(264)
粪类圆线虫·····	(269)
毛首鞭形线虫·····	(272)
蠕形住肠线虫·····	(274)
旋毛形线虫·····	(276)

丝虫·····	(281)
其他少见人体线虫·····	(287)
第二节 猪巨吻棘头虫·····	(291)
第三节 吸虫·····	(293)
概述·····	(293)
华支睾吸虫(肝吸虫)·····	(296)
布氏姜片吸虫(姜片虫)·····	(298)
肝片形吸虫·····	(300)
并殖吸虫·····	(302)
裂体吸虫·····	(305)
第四节 绦虫·····	(311)
概述·····	(311)
曼氏迭宫绦虫·····	(315)
阔节裂头绦虫·····	(319)
链状带绦虫·····	(320)
肥胖带绦虫·····	(324)
细粒棘球绦虫·····	(327)
多房棘球绦虫·····	(331)
微小膜壳绦虫·····	(334)
缩小膜壳绦虫·····	(337)
第三十七章 医学原虫学·····	(339)
第一节 概论·····	(339)
第二节 叶足虫·····	(342)
溶组织内阿米巴·····	(342)
其他消化道阿米巴·····	(348)
致病性自生生活阿米巴·····	(349)
第三节 鞭毛虫·····	(351)
杜氏利什曼原虫·····	(351)
蓝氏贾第鞭毛虫·····	(355)
阴道毛滴虫·····	(358)
第四节 孢子虫·····	(360)
疟原虫 <i>Plasmodium</i> ·····	(360)
刚地弓形虫·····	(371)
隐孢子虫·····	(376)

卡氏肺孢子虫·····	(380)
第五节 纤毛虫·····	(383)
结肠小袋纤毛虫·····	(383)
第三十八章 医学节肢动物 ·····	(386)
第一节 概论·····	(386)
小结·····	(390)
第二节 蛛形纲·····	(391)
概述·····	(391)
硬蜱·····	(394)
软蜱·····	(399)
革螨·····	(402)
恙螨·····	(405)
蠕形螨·····	(409)
疥螨·····	(412)
尘螨·····	(415)
粉螨·····	(417)
小结·····	(421)
第三节 昆虫·····	(423)
概述·····	(423)
蚊·····	(425)
蝇·····	(431)
白蛉·····	(434)
蠓·····	(436)
蚋·····	(438)
虻·····	(440)
蚤·····	(442)
虱·····	(444)
臭虫·····	(446)
蜚蠊·····	(447)
专业英语单词及缩写词·····	(451)
常见医学细菌英文名称·····	(465)
常见人体寄生虫英文名称·····	(473)

绪 论

一、病原生物学概念和研究的内容

病原生物学 (pathogenic biology) 是研究与医学有关的微生物和寄生虫与人体相互作用规律的科学, 主要研究人类病原体的生物学特性、致病机制、免疫防御、特异性诊断、流行与分布规律, 为疾病的有效防治提供方法和策略, 以控制和消灭感染性疾病及相关的免疫性疾病, 达到保护和不断提高人类健康的目的。

病原生物是指可直接或间接造成人和畜机体损害的低等生物。病原生物种类繁多, 按其生物学特征可分为五大类, 即非细胞型 (病毒)、原核细胞型 (细菌、支原体、立克次体、衣原体和螺旋体等)、真核细胞型 (真菌和原虫)、多细胞蠕虫 (吸虫、绦虫、线虫和棘头虫等) 和节肢动物。可以看出病原生物学是由医学微生物学 (medical microbiology) 和人体寄生虫学 (human parasitology) 两大学科组成。

病原生物对人类感染十分普遍, 可威胁到每个人, 其中许多病原体可导致严重的疾病, 甚至致残、致死, 如重症急性呼吸综合征 (SARS)、获得性免疫缺陷综合征 (AIDS)、病毒性肝炎、鼠疫、霍乱、出血热、疟疾、血吸虫病、丝虫病、黑热病、旋毛虫病和弓形虫病等都是严重危害人类健康和生命的病原生物性疾病或感染性疾病 (infectious disease)。因此, 病原生物学在医学中占有重要的地位, 它既是一门主要的医学基础课, 又是一门通向临床与防治实践应用课程, 也是医学检验和预防医学的一门专业课程。

二、病原生物学研究发展方向

近年来, 生命科学突飞猛进, 其新技术和新理论不断推动了病原生物学的深入研究, 如分子生物学、遗传学、细胞生物学和免疫学技术已被广泛应用于病原生物学研究领域, 使病原生物学的研究不断深入到分子水平, 进一步阐明了许多病原体生物学特性、致病机制、耐药机制、保护和损伤的免疫机制以及病原体与宿主之间的相互作用规律, 发展了分子疫苗、免疫学技术与核酸诊断技术, 使感染性疾病的预防、诊断和治疗水平不断得到提高。与此同时, 病原生物学的研究与发展也丰富了现代科学的内容和知识, 为生命科学研究提供了材料和工具。对病原生物学的研究已成为现代医学的重要组成部分。

SARS 的流行, 使人们进一步提高了对感染性疾病的预防、诊断和治疗的认识, 政府的快速反应和极大投入, 促进了 SARS 病原生物学的发展。对病原体的毒力、基因结构与功能、变异规律、宿主对其应答机制, 以及疫苗研制等研究, 都取得了长足的进步。

随着抗生素的滥用, 病原体耐药性不断增加, 给疾病的治疗带来了巨大困难, 已引起全球的关注, 也成为本世纪科研的主要热点课题。细菌对抗生素的耐药性通常是由于染色体遗传基因变异或者是由于获得耐药基因以及质粒介导。耐药基因可通过接合、转化、转导在细菌间传播, 长期以来接合被认为是耐药基因传播的主要方式。现已证实革兰阴性杆菌具有获

得耐药基因并将其传递给其他菌种的能力，但是对其机制还不能很好地解释。目前国际上已发现一个新的与耐药性传播有关的基因系统即整合子（integron）。整合子是捕获外源基因并使之转变为功能性基因的表达式，通过转座子和接合质粒在细菌中传播遗传物质。可以相信随着研究的不断深入将会更好地阐明抗生素耐药性的形成、获得和传播的遗传机制，最终提供控制细菌耐药性产生和延长抗生素使用期的有效手段。

三、病原生物学研究面临的主要问题

到目前为止，对病原生物学的研究经历了两个多世纪的历史，人们从认识病原体到可以预防和治疗疾病主要在 19 世纪后期和 20 世纪末。特别是近 20 几年来人们不断的认识一些新病原体，新病原的不断出现，使一些原发性疾病，明确了感染病因，随之而来的也出现了一些新的感染性疾病，如 SARS、AIDS、出血热等，人类需不断去征服这些疾病，阐明其致病机制。虽然人类已消灭了天花，控制了鼠疫、白喉、新生儿破伤风、黑热病、丝虫病和钩虫病等，但一些老传染病死灰复燃，重新引发流行，近几年来，结核病的发病率日趋上升；有一些疾病（AIDS、病毒性肝炎）尚缺少有效防治措施；一些危害严重的疾病（疟疾、血吸虫、SARS 等）期待疫苗问世。研究出更安全有效的抗病原体药物和发展理想的特异预防感染的生物制品是当前感染性疾病防治工作中亟待解决的重大课题。

此外，还应看到的是，随着移民和流动人口不断增加、生态环境大面积改变、空气污染及灾害发生频繁，使一些感染性疾病（尤其是性传播疾病、疟疾、血吸虫病、钩体病、结核等）的流行在扩大、疫情回升或形成新的格局；动物性食品流通渠道不规范与不良的饮食习惯，使食源性病原体感染呈上升趋势；人类免疫缺陷病毒感染和免疫抑制剂的使用，使弓形虫、肺孢子虫、隐孢子虫等机会致病的病原体对人类健康的威胁增大。为此，必须清醒地认识到未来感染性疾病的防制任务所面临的问题将会更多，困难更大。

（李 凡）

第一篇 细菌学

第一章 绪 言

一、微生物

(一) **微生物的概念** 微生物 (microorganism) 是一类体形微小、结构简单、肉眼不能直接看见, 必须借助光学显微镜或电子显微镜放大后才能观察到的微小生物的总称。微生物具有个体微小、结构简单、种类繁多、分布广泛、繁殖较快、与人类关系密切等特点。

(二) **微生物的分类** 微生物依其进化程度、结构特点及化学组成的不同分为三大类。

1. **非细胞型微生物** 形体最小, 能通过细菌滤器; 结构最简单, 不具备典型的细胞结构, 仅由单一核酸 DNA 或 RNA 和蛋白质外壳组成, 或仅为传染性蛋白粒子; 具有超寄生性, 只能在活细胞内生长繁殖, 如病毒和朊粒等。

2. **原核细胞型微生物** 为一类分化程度低的单细胞微生物, 仅有原始核质 (拟核), 无核膜、核仁并缺乏完整的细胞器。此类微生物众多, 与医学有关的包括细菌、衣原体、支原体、立克次体、螺旋体和放线菌六种。细菌、支原体、螺旋体、放线菌能人工培养, 而衣原体、立克次体只能在活细胞内生长繁殖。

3. **真核细胞型微生物** 为单细胞 (真菌) 或多细胞微生物, 体积较大, 有核膜、核仁和染色体等典型的核结构, 有完整的细胞器, 易体外人工培养、生长增殖, 如真菌。

微生物与人类关系密切, 依据微生物种的特征将与医学有关的微生物分为病毒、细菌、衣原体、支原体、立克次体、螺旋体、放线菌和真菌八大种。按其对人类或动物、植物有无致病作用, 一般又分为病原微生物和正常微生物。病原微生物的概念指存在于自然界或人体内的一小部分可引起人类与动植物疾病的微生物。正常微生物群生存在自然界中, 在人体的体表以及与外界相通的腔道中, 都有许多种类的微生物存在, 这些微生物在正常情况下, 对机体有益无害, 故称之为正常微生物或正常菌群。正常微生物群对人体具有营养、生物拮抗、免疫协调及抗肿瘤等作用。有些微生物在正常情况下不致病, 但在某些特定条件下可致病, 这些微生物称为条件性致病微生物。

(三) **微生物的作用** 绝大多数微生物对人类、动物和植物是有益的、必需的; 微生物被广泛应用于工业、农业、日常生活等各个领域。其作用: ①能维持、保证自然界食物链的