

兽医公共卫生专业本科基本教材

微生物学及免疫学基础

中国人民解放军兽医大学

1987.2

兽医公共卫生专业本科基本教材

微生物学及免疫学基础

主 编

刘 玉 斌

编 者

王世若 刘玉斌 韩文瑜

审 校

王 世 若

绪 言

一、微生物与微生物学

微生物 (Microorganism) 是自然界中存在着的一群个体最微小生物的总称。它包括细菌、放线菌、真菌、螺旋体、霉形体、立克次氏体、衣原体和病毒等八大类, 它除了具有与其它生物同样的新陈代谢、生长繁殖和遗传变异等生物特性外, 还表现出自身所特有的一些性状, 如:

1. 种类繁多 微生物的种类约在十万种以上, 分属于原核细胞型生物, 如细菌、放线菌、螺旋体、霉形体、立克次氏体和衣原体等, 它们仅有原始核, 无核仁和核膜, 缺乏完整的细胞器; 真核细胞型生物如真菌等, 它们的分化程度较高, 有核膜、核仁和染色体, 胞浆内有完整的细胞器; 非细胞型生物如病毒, 只能在活细胞内生长繁殖。

2. 个体微小 微生物的个体微小, 肉眼直接看不见, 要用光学显微镜, 甚至电子显微镜放大几百倍、几千倍, 甚至几万倍才能看到。细菌的大小通常在 $0.2\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ 之间, 病毒的大小只有 $20\text{nm}\sim 300\text{nm}$ 左右, 类病毒更小, 它是闭合的环状 RNA, 比最小的病毒还小约80倍, 所以在放大几十万倍的电子显微镜下观察, 也不能十分清楚地看到它。

3. 繁殖迅速 微生物的表面积巨大, 有从外界环境迅速吸取营养和快速繁殖的特点, 如一个大肠杆菌在适宜的条件下, 每20~30分钟分裂一次, 经过十多个小时, 在人工培养基上即可繁殖出肉眼可见的群体 (菌落)。

4. 分布广泛 微生物在自然界的分布极为广泛, 几乎在任何地方, 如土壤、空气、江河、湖泊、海洋、人和动植物体表, 以及与外界相通的消化道和呼吸道中都有微生物生活或生存。其中以土壤和粪便中的微生物最多, 1克土壤中有时可达几亿甚至十几亿个。

5. 代谢力强 微生物有着多种多样的代谢类型和强大的代谢力, 是自然界碳、氮、硫、磷等物质循环的重要动力, 可以分解利用各种各样的物质, 最后还原于自然界。如果没有微生物的活动, 植物就无营养可以摄取, 不能进行新陈代谢, 人和动物也就失去了营养物质来源、无法生存。

微生物在自然界分布的如此广泛, 数量又极为庞大, 那么它对人类和动物的关系如何呢? 归纳起来不外两方面, 一是好的方面, 如帮助草食动物消化, 将消化道内不能直接利用的植物纤维素发酵分解, 转化为可以吸收利用的葡萄糖及脂肪酸等简单物质; 肠道内的酵母可以合成大量的微生物蛋白质, 维生素 B、K 供机体需要, 乳酸菌能产生乳酸, 限制腐败菌的生长, 保障动物消化的正常进行; 再如为医疗预防工作提供维生素、辅酶、三磷酸腺苷、庆大霉素、争光霉素、创新霉素等许多药品; 为酿酒、沤麻、制革等提供生物学动力, 利用微生物处理含酚、有机磷及印染废水等。二是坏的方面, 如造成工农业产品的霉烂变质、食品腐烂、农作物病害, 引起人类和动物中毒, 或者遭受感

染发生传染病，此即病原微生物。

微生物学 (Microbiology) 是生物学的一个分支，它研究微生物的形态结构、分类命名、新陈代谢、致病性、遗传变异，及其与周围环境相互作用关系的一门学科。由于微生物与人类生活和生产等许多方面都有极为密切的关系，根据人们对它的应用目的不同，微生物学又可以分为若干个分支学科，即普通微生物学、宇宙微生物学、农业微生物学、工业微生物学、海洋微生物学、水产微生物学、医用微生物学、兽医微生物学和动物性食品卫生微生物学等。

实际上，动物性食品卫生微生物学是农业微生物学、工业微生物学、医用微生物学和兽医微生物学中与动物性食品卫生及检验有关部分相互融合而成的一门学科。具体来讲，该学科是从公共卫生的观点出发，研究乳、肉、蛋、鱼、及其制品在采集、加工、运输、贮藏过程中的微生物，特别是病原微生物和引起食品变质腐烂微生物的种类、性质、生命活动规律、致病性、与外界环境相互关系，以及如何正确采取输送食品标本，进行微生物学检验、观察与判断检验结果，根据国家制定的卫生标准作出评价，提出解决问题的具体措施，以保证人类健康。而这本《微生物学与免疫学基础》是为学好家畜病理学、家畜传染病学及动物性食品卫生微生物学及检验技术等学科提供必备的基础理论和技术的一门专业基础课，它系统的阐述了八大类微生物的主要生物特性，对动物及人类呈现的危害作用和在机体内引起的免疫应答，以及微生物学技术等。

二、微生物学与免疫学发展简史

早在四千多年前，我国劳动人民就已利用微生物的生命活动酿酒，如在夏禹时代，就有仪狄作酒的记载，并在殷墟中发掘出了酿酒的作坊遗址，证明我国当时的酿酒业已经相当普遍了。三千年前，我国古代人民就已利用微生物的作用制造豆酱和食醋，至汉初即出现大规模的制酱工业，酱已成为商品。二千五百年前，发现用霉豆饼敷于感染患部，可以治疗痈疮。十六世纪时，意大利诗人兼医师法卡斯托林 (Fracastorius) 主张传染病的传播有直接、间接及通过空气等几种方式。十八世纪，我国乾隆年间云南师道南在《鼠死行》词中对鼠疫的流行作了这样的描述：“东死鼠，西死鼠，人见死鼠如见虎，鼠死不几日，人死如圻堵。昼死人，莫问数，日色惨淡愁云护。三人行未十步多，忽死两人横截路。夜死人，不敢哭，疫鬼吐气灯摇绿。须臾风起灯忽无，人鬼尸棺暗同屋，鸟啼不断，犬泣时闻。人含鬼色，鬼夺人神，白天见人多是鬼，黄昏遇鬼反疑人，人死满地人烟倒，人骨渐被风吹老。田禾无人收，官租向谁考。我欲骑天龙，上天府，呼天公，乞天母，洒天浆，散天乳，酥透九原千丈土，地下人人都活归，黄泉化作回春雨。”生动地描述了当时鼠疫流行的可怕，造成的悲惨景象，说明当时对鼠疫的传染性和流行规律，已有了较为深刻的认识，并正确地阐述了鼠疫与人和鼠的关系。但在过去的封建社会里，由于没有进行科研的物质条件，以及思想上的束缚，所以也就没能更早地发现微生物，探明引起传染病的真正原因。对于微生物及其作用的真正认识，还只是在最近几个世纪的事情，特别是资本主义时代开始，海外贸易日益发展，才使得微生物学等学科飞速发展起来。

1. 微生物形态学时代 追溯历史，克西尔 (Kircher, 1602~1680) 是第一个用放大

镜看到细菌的人。随后荷兰人吕文虎克 (Anton van Leenwenhoek, 1632~1725) 创制出第一架可以放大 200 倍左右的简陋显微镜, 用它观察井水、污水、牙垢、粪便等, 看到呈球状、杆状及螺旋形的细菌, 将其称为“活的小动物”, 并于 1695 年发表了“吕文虎克所发现的自然界的秘密”一书, 首次记载了他所观察到的细菌, 从而推动了人们对微生物形态学的研究, 但却长期停留在细菌形态学的描述上, 至于对微生物的生活规律及其与人类生活关系等方面的知识, 还是很肤浅的。

2. 微生物生理学时代 进入十九世纪初叶, 由于工业发展的需要, 微生物学作为生产力发展的一个方面, 也迅速地成长起来, 这种发展集中地体现于法国著名学者巴斯德 (Louis pasteur, 1822~1895) 所作的划时代贡献上, 从而为微生物学走向生理学方面的研究奠定了科学基础, 如他发现生物发酵是细菌的无氧呼吸, 同时指出发酵与腐败都是微生物作用的结果, 这些成果应用到酿造工业, 可以生产酒、醋酸、乳酸等, 对酒消毒可以防止变质。英国外科医师李斯德 (Lord joseph lister, 1827~1912) 首次将巴斯德的防腐原理应用于外科, 以石炭酸喷洒手术室和煮沸消毒手术用具等, 创造了无菌外科手术, 大大减少了手术感染率, 在医疗实践中作出了重大贡献。德国学者柯霍 (Robert koch, 1843~1910) 发明了细菌染色技术, 和马铃薯、凝固血清、明胶等固体培养基, 提出了纯培养概念, 还发现了炭疽杆菌 (1877)、结核杆菌 (1882) 及霍乱弧菌 (1883) 等, 另外, 他于 1884 年还提出了举世闻名的断菌三原则: (1) 在特殊疾病中, 只能有规律地发现同一种病原菌, 并获得该菌的纯培养物; (2) 该培养物接种到易感动物能引起相同的疾病; (3) 能从感染的实验动物再次获得该病原菌的纯培养物, 并能传代, 此原则虽有一定的局限性, 但长久以来, 却被认为是确定传染病病原的重要原则。俄国科学家伊万诺夫斯基 (Д. И. ИваноВСкий, 1864~1920) 于 1892 年首先发现病毒是烟草花叶病的病原, 这种病原在普通显微镜下看不见, 能通过除菌滤器, 且在一般培养基上不能生长, 从而创立了传染病的病毒学说。随着电子显微镜及其它新技术的应用, 斯坦来 (Stanley) 于 1935 年首次获得了烟草花叶病毒的结晶, 随后证明该结晶为核蛋白, 具有繁殖能力、传染性 with 遗传变异性, 以后由于病毒知识的不断积累, 目前已发展成一门独立的学科——病毒学。

3. 免疫学的萌芽时代 我国古代人民早已认识到天花是一种烈性传染病, 并知道患过天花的康复者去护理天花病人, 就不再得天花, 在这一现象的启发下, 于明朝隆庆年间 (1567~1572) 即知用天花患者身上的痘痂接种在儿童的鼻孔中, 预防天花的发生, 并将这一经验传给了日本、朝鲜、土耳其和俄国等国, 这是免疫学知识应用最早的起源, 也是我国劳动人民对医学作出的一大贡献。后来, 英国医生琴纳 (Edward Jenner, 1749~1823) 在 1789 年, 进一步发现了用牛痘苗给人接种, 出色地解决了人天花的预防问题。巴斯德更进一步将传染病的病原学说和古老的免疫知识结合起来, 在实践工作中创造了预防禽霍乱、炭疽和狂犬病的方法, 通过广泛地使用结果证明, 巴斯德的方法是完成正确的。

由于预防接种产生了实效, 又因为在实践中人们发现有些传染病如天花患者康复后, 可以产生强大的抵抗力, 故曾称为“百岁疮”, 意思是患过一次天花后, 可以太平终身, 寿至百岁。这就使人们得到了机体发生传染病痊愈后, 能产生抵抗再次感染的看

法,从而为免疫学概念的建立奠定了基础。德国化学家欧立希 (Paul Ehrlich, 1854~1915) 等发现,机体受病原微生物,或其毒素刺激后,能产生抗毒素等免疫有关的物质,并认为是机体抵抗传染病的重要因素,使体液免疫的机理得到了阐述,另外,他还于1910年发现了砷凡纳明(606)和新砷凡纳明(914)治疗梅毒,并创了化疗对传染病治疗的新时期。俄国学者梅契尼科夫 (И.И. Мечников, 1845~1916) 于十九世纪末提出了细胞免疫的机理,他发现体内的白细胞,及肝、脾等网状内皮细胞具有吞噬消化侵入细菌的能力,并认为是机体抵抗传染病的主要因素。以上两派学说,虽然长期存在着无休止的争论,但它却促进了一门新兴学科—免疫学 (Immunology) 的诞生,给传染病特异的诊、防、治增添了新理论和许多有意义的新方法。现在看来,体液免疫和细胞免疫在机体免疫上均有重要意义,但二者都不能单独代表机体的防御机能,整个机体的免疫性,是在中枢神经系统一调节下,发动机体内一系列的体液免疫和细胞免疫因素共同完成免疫作用的。

4. 近代微生物学和免疫学的发展 近些年来,随着物理学和化学等学科的突飞猛进,以及组织培养、同位素、电子显微镜、电子计算机及质谱仪等新技术的涌现,使得微生物学与免疫学的发展更为迅速。电子显微镜和超薄切片技术的应用,使细菌与病毒形态结构的研究提高到亚微结构的水平,组织培养技术的应用,给病毒的分离培养提供了重要手段。同位素技术及电子计算机的应用,明显地提高了微生物诊断的速度。

随着分子生物学的发展,微生物学的研究正向着分子水平迈进。由于微生物结构简单、繁殖快速、容易培养,它为分子遗传学研究提供了重要载体,如现在已成功的将遗传基因转移到大肠杆菌、枯草杆菌或酵母等微生物体内,这种基因能随细菌的分裂而传代,由此可以创造出具有新性状的微生物品种,目前已完成的大肠杆菌 K88基因工程苗、流感病毒基因工程苗、口蹄疫病毒基因工程苗等,就是这一技术在遗传学和微生物学领域应用成果的突出代表。在微生物分类方面,应用分子遗传学技术,对 DNA 中的 G + C 克分子百分比进行分析和 DNA-DNA 等体外杂合试验,深入研究了微生物的各个种间的亲缘关系,为微生物分类鉴定提供了新的指标。

近20年来,免疫学的研究内容已远远超出了抗传染免疫的范畴,发现机体内具有一个完善免疫系统,加深了对免疫防御、免疫稳定和免疫监督等的认识水平,大大地丰富和扩大了免疫学的理论和实际应用,因此于1971年第一届国际免疫学会议上一致建议将免疫学从微生物学中分出,自成体系,单独设立免疫学,从而使传统的免疫学内容从狭窄的抗传染免疫中解脱出来,进而研究机体对“自己”与“非己”的识别,和对“非己”物质的排除,借以维持机体生理功能稳定性的一门学科。进入八十年代,随着免疫学基本理论和技术的更深发展,其内容已渗透到化学、生物学、生理学、药理学及遗传学等许多学科中,使得免疫学又分出了免疫化学、免疫生理学、免疫生物学、免疫病理学、免疫药理学、免疫毒理学、食品免疫学、免疫遗传学和临床免疫学(包括血液免疫、肿瘤免疫、生殖免疫、移植免疫)等许多分支学科,使得免疫学的内容更加充实,并取得了突破性的进展。如现今已了解到具有免疫活性的 T、B淋巴细胞可以分为若干个亚群,在体内它们之间起着协同、制约等复杂的免疫功能。五类免疫球蛋白分子的结构和功能已基本阐明。补体系统各成分的纯化及少数成分的氨基酸序列已分析完成。遗传基

因对体内免疫应答的调控已有一定的了解。由免疫淋巴细胞提取的转移因子与 iRNA 等制剂对病毒病及肿瘤的治疗已初见成效。裸鼠 (Nude mice)、无菌动物 (Germ free animal, 简称 GF 动物)、无特定病原菌动物 (Special pathogen free animal, 简称 SPF 动物) 和悉生动物 (Gnotobiotic animal, 简称 GN 动物) 的培育成功, 为免疫学理论等的研究提供了新的手段。但在免疫领域中还有许多重要问题尚未解决, 例如淋巴细胞的遗传基础, 各种免疫细胞膜的结构与功能, 淋巴因子的产生部位、化学性质、生物功能, 特别是白细胞介素的作用, 神经内分泌系统对免疫应答的调节, 免疫功能的重建等。此外, 对某些传染病、肿瘤和免疫性疾病, 目前还缺乏简易、快速、准确的实验室诊断方法, 以及有效地防治措施, 这些也都有待于我们进行深入的研究, 逐步加以解决。

三、我国微生物学和免疫学的发展概况

远古古代, 我们的祖先虽然没有看到过微生物, 但在许多的生产实践中和多种疾病的防治中, 却早已大量的应用微生物的知识于各种实践活动之中, 如北魏贾思勰在《齐民要术》一书中详细地记载了制醋的方法, 北宋末年就有肺癆由虫引起之说, 明朝李时珍在《本草纲目》中亦有对病人穿过的衣服, 应当消毒的记载, 但由于历史的局限, 以及近百年来帝国主义的侵略, 封建思想的束缚, 我们祖先的伟大创造和发现, 没有得到应有的发展, 所以长期以来, 在微生物学和免疫学的研究和应用方面的进展是不大的。

解放后, 我国微生物学和免疫学工作者在党中央和人民政府的正确领导下, 以辩证唯物主义思想为指导, 结合我国的具体情况, 使得微生物学和免疫学有了长足的发展, 并为祖国的社会主义四化建设做出了贡献。建国初期, 我国首先成功地分离培养了沙眼衣原体, 这在国际上也是创举; 随后发现了亚洲甲型流感病毒; 研制成功了扩大 40~80 万倍的电子显微镜; 于 60 年代中期分离培养成功了马传染性贫血病毒, 并驯化培育成功了驴白细胞弱毒株, 为该病的特异诊断和预防奠定了基础; 还研制成功了数十种生物制品, 使得目前用于家畜家禽传染病防治的生物制品达百种以上, 如兔化牛瘟疫苗、兔化猪瘟弱毒细胞冻干苗、羊痘鸡胚化疫苗、牛肺疫兔化疫苗、大肠杆菌 K88 基因工程苗, 布氏羊型五号 (M₅) 苗和布氏猪型二号 (S₂) 弱毒苗等均为我国首创, 为进一步控制和消灭畜禽传染病提供了有利条件, 使得在旧中国蔓延成灾的牛瘟, 于 1955 年就消灭了, 以后又不同程度的控制了绵羊痘、牛肺疫等传染病的流行, 显著减少了布氏菌病、炭疽和气肿疽等传染病的发生。

近几年来, 我国免疫学工作者更紧跟世界潮流的步伐, 在免疫学理论和应用等方面也进行了大量的工作, 如在中医药与免疫方面, 本着古为今用、洋为我用的原则, 积极地发掘、整理、研究祖国的医药学, 为免疫学增添了许多有价值的新内容, 在理论方面, 阴阳学说是中医学的精华, 它认为自然界的一切事物都存在着阴阳两个方面, 机体的一切活动都与阴阳密切相关, 二者相互制约, 互相依存, 在一定条件下可以相互转化, 两者处于相互消长的运动变化之中, 因此, 用“阴阳消长”的概念, 深入地阐述了机体的正常生理活动和免疫功能, 以及某些免疫性疾病的发生及转归。在中药对免疫功

能的研究方面，发现有些滋补作用的中药具有免疫增强作用，如黄芪既能促进淋巴细胞转化，又能增强单核——吞噬细胞系统的吞噬功能；还有些中药具有免疫抑制作用，如丹参、赤芍、郁金等可以抑制细胞免疫反应，雷公藤能明显阻止T细胞转化和E花环形成。在针刺方面，发现针刺具有迅速提高机体免疫力的功能，且有抗炎作用，活跃网状内皮，加强补体量，增强白细胞的吞噬力及T细胞的作用等。在一些新技术方面，如放射免疫、免疫荧光、免疫酶技术、免疫电镜、单克隆抗体、等电聚焦电泳、转移电泳、琼脂扩散、间接凝集、酶染色、玫瑰花环试验、淋巴细胞转化试验、巨噬细胞移行抑制试验等经过反复实践、探索，专业会议研究，已逐渐建立并完善起来，对于免疫理论的研究和医疗实践等方面作出了重要的贡献。在医疗方面，已研制成功了胸腺肽、干扰素、转移因子、iRNA 和单克隆抗体等生物制剂，且已商品化投放到市场，给传染病、自身免疫病、肿瘤、遗传性疾病的诊治开辟了新的途径。

在任何时候我们都不能忘记，美帝国主义在侵朝战争中，从1952年1月开始到1953年7月止，在朝鲜北部和我国东北地区反复使用生物武器达2,943次之多，使用的生物战剂至少有鼠疫杆菌、霍乱弧菌和炭疽杆菌等，引起了一些人畜发病死亡。但在党中央的正确领导下，广大科技人员在人民群众的积极支持下，和全世界人民的声援下，我全体军民终于粉碎了美帝国主义进行的生物战。目前战争狂人仍在利用各种烈性微生物积极地研制生物武器，因此我们必须提高警惕，用微生物学及免疫学的理论知识和技术武装自己，以便随时粉碎敌人发动生物战的阴谋。

(王世若)

目 录

绪 言

第一章 细菌的形态与结构..... 1

第一节 细菌的形态..... 1

一、细菌的大小..... 1

二、细菌的基本形态和排列..... 1

第二节 细菌的结构..... 4

一、细菌的基本结构..... 5

二、细菌的特殊结构..... 10

第二章 细菌生理..... 15

第一节 细菌的营养和代谢..... 15

一、细菌的营养要求..... 15

二、细菌细胞内外物质的交换..... 17

三、细菌的营养类型..... 20

四、细菌的酶..... 21

五、细菌的呼吸..... 22

六、细菌的新陈代谢产物..... 24

第二节 细菌的生长和繁殖..... 26

一、细菌生长繁殖的条件..... 26

二、细菌的繁殖方式..... 27

三、细菌繁殖速度与生长曲线..... 27

第三节 细菌的培养特性..... 28

一、常用培养基的种类..... 29

二、细菌在培养基中的生长性

状..... 29

第三章 细菌在自然界的分布与环

境因素对细菌的影响..... 32

第一节 细菌在自然界的分布..... 32

一、土壤中的细菌..... 32

二、空气中的细菌..... 33

三、水中的细菌..... 34

四、正常动物体的细菌..... 35

五、无菌动物和无特殊病原菌

动物..... 35

第二节 环境因素对细菌的影响..... 36

一、有关的几个概念..... 36

二、灭菌法与消毒法分类..... 37

三、常用的物理灭菌法及消毒

法..... 37

四、常用的防腐消毒剂..... 38

第四章 细菌的致病性与传染..... 40

第一节 概述..... 40

第二节 构成病原菌的毒力因素..... 40

第三节 引起动物传染的必要条

件..... 44

第四节 动物机体对传染的表现

形式..... 45

第五章 细菌的变异性..... 48

第一节 细菌的变异现象..... 48

第二节 细菌人工定向变异的方法

及应用..... 52

第六章 免疫学概述..... 54

第一节 现代免疫的概念..... 54

第二节 机体的免疫系统..... 55

一、中枢免疫器官..... 56

二、外周免疫器官..... 58

三、免疫活性细胞..... 59

第七章 抗原和抗体..... 64

第一节 抗原..... 64

一、构成抗原的基本条件..... 64

二、抗原的分类..... 66

三、抗原的决定基和结合价..... 65

四、抗原的特异性和类属性..... 67

五、影响抗原的理化因素..... 69

第二节 抗体..... 70

一、免疫球蛋白的基本结构..... 70

二、各类免疫球蛋白的特点..... 71

三、畜禽的免疫球蛋白..... 74

四、抗体的其它分类法..... 75

五、影响免疫球蛋白性质的理化因素.....75	第二节 布氏杆菌134
第八章 血清学反应77	第三节 多杀性巴氏杆菌141
第一节 概述.....77	第四节 肠道杆菌143
一、血清学反应的类型.....77	一、概述143
二、血清学反应的一般特点.....77	二、大肠艾希氏菌144
三、影响血清学反应的因素.....80	三、沙门氏菌147
第二节 常用的血清学反应.....80	四、变形杆菌153
一、沉淀反应.....80	五、耶新氏菌155
二、凝集反应.....83	第五节 鼻疽杆菌157
三、与补体有关的反应.....87	第六节 猪丹毒杆菌160
四、中和反应.....89	第七节 分枝杆菌163
五、与标记抗体有关的反应.....89	一、概述163
第九章 机体的免疫力92	二、结核分枝杆菌164
第一节 非特异性免疫.....92	三、副结核分枝杆菌165
第二节 特异性免疫.....94	第八节 空肠弯曲菌167
一、特异性体液免疫.....94	第九节 副溶血弧菌171
二、特异性细胞免疫.....97	第十节 需氧芽胞杆菌173
第三节 抗传染免疫100	一、概述173
第四节 免疫系统的调节103	二、炭疽杆菌173
第十章 变态反应105	三、蜡样杆菌178
第一节 概述105	第十一节 厌氧芽胞杆菌180
第二节 各型变态反应的原理和特点106	一、腐败梭菌180
第三节 临床上常见的变态反应性疾病113	二、肉毒梭菌182
第十一章 免疫学的实际应用116	三、产气荚膜杆菌185
第一节 诊断方面的应用116	第十二节 鱼类的常见病原菌188
一、体液免疫诊断116	第十三章 病毒193
二、细胞免疫诊断116	第一节 病毒的基本性状193
第二节 防治方面的应用120	一、病毒的大小形态与结构193
一、预防方面的应用120	二、病毒结构的对称性195
二、治疗方面的应用121	三、病毒的生活规律196
第十二章 常见的病原细菌123	四、病毒的抵抗力199
第一节 化脓菌123	五、病毒的致病特点和免疫特点200
一、葡萄球菌123	六、噬菌体203
二、链球菌129	第二节 几种常见的动物病毒205
三、绿脓杆菌132	一、口蹄疫病毒205
	二、猪瘟病毒207

三、猪水泡病病毒	209	实验一 油浸镜的使用及细菌	
四、鸡新城疫病毒	212	形态结构的观察	237
五、马立克氏病病毒	213	实验二 常用染色液的配制及	
六、小鹅瘟病毒	214	细菌的单染色法	242
七、侵害鱼类的病毒	215	实验三 细菌的荚膜染色法	247
第十四章 其它病原微生物	218	实验四 革兰氏染色法	248
第一节 衣原体	218	实验五 基础培养基的制造技	
第二节 立克次氏体	218	术	250
第三节 放线菌	219	实验六 需氧性细菌的培养技术	
第四节 病原性真菌	219	和培养性状观察	254
一、概述	219	实验七 细菌计数技术	260
二、主要的病原性真菌	223	实验八 细菌生化特性检查	
第五节 螺旋体	226	法	262
一、概述	226	实验九 灭菌技术	267
二、钩端螺旋体	227	实验十 小动物实验技术	270
三、密螺旋体	231	实验十一 沉淀反应	274
第六节 霉形体	232	实验十二 直接凝集反应	276
一、概述	232	实验十三 间接红细胞凝集技	
二、猪肺炎霉形体	234	术	278
三、丝菌霉形体	235	实验十四 鸡胚培养技术	283
实验技术	237	实验十五 组织培养法	288
实验目的与注意事项	237		

第一章 细菌的形态与结构

细菌 (Bacteria) 是具有细胞壁的单细胞生物, 属于原生生物中的原核细胞 (Prokaryotic cell)。各种细菌, 在适宜的养料与温度等条件下, 具有相对恒定的形态与结构。一般将细菌染色后用光学显微镜观察, 可识别各种细菌的形态特征, 而其内部的超微结构须用电子显微镜检查才能看到。对细菌形态结构特点的研究, 不仅有助于细菌的鉴别, 而且可以深入探讨细菌的形态结构与其生理功能、致病性及免疫性的相互关系。

第一节 细菌的形态

一、细菌的大小

细菌个体微小, 直接用肉眼是观察不到的, 要在光学显微镜下才能看得见。测量细菌大小, 通常以微米 (Micrometer, μm) 为单位。一微米等于千分之一毫米 (mm)。不同种类的细菌, 大小很不一致 (图 1—1); 同一种细菌在其生长繁殖的不同阶段, 也可以呈现不同的大小。

球菌的平均直径在 $0.1 \sim 1.2 \mu\text{m}$, 杆菌长约 $1 \sim 10 \mu\text{m}$, 宽 $0.2 \sim 1.0 \mu\text{m}$; 弧菌长 $1 \sim 5.0 \mu\text{m}$, 宽 $0.3 \sim 0.5 \mu\text{m}$; 螺菌长 $1 \sim 50 \mu\text{m}$, 宽 $0.3 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 。球菌相当于马红细胞的 $1/10 \sim 1/5$ 。

细菌的大小, 是以生长在适宜的温度和培养基中的壮龄培养物为标准。但同一菌落中的细菌, 其个体大小也不完全相同, 在一定范围内, 各种细菌的大小, 是相对稳定而具明显特征性的。因而, 可以作为鉴定细菌种类的一个依据。

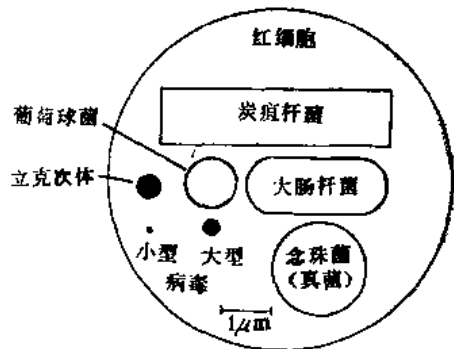


图1—1 细菌和其它微生物的大小

二、细菌的基本形态和排列

细菌在一定的外界环境下, 常保持一定的形态和排列。所谓的正常形态与排列, 是指细菌在适宜的培养基和温度下, 生长旺盛时所显示的形态与排列状况。

根据细菌外形的不同, 可将细菌的形态分为三种类型, 即球状、杆状和螺旋状; 并据此把细菌分为球菌、杆菌和螺形菌三大类。

细菌是以简单的横二分裂方式繁殖, 有些细菌分裂后, 彼此分离, 单个存在; 另一些细菌则仍有原浆基相连, 形成一定的排列方式。各种细菌的外形和排列方式, 在正常情况下, 相对稳定, 也可以作为细菌分类与鉴定的一种依据。

(一) 球菌 (Coccus)

单个菌体呈圆球形，也有呈椭圆形或半月状的。按其分裂的方向和分裂后的排列状况不同，可将球菌分为双球菌、链球菌和葡萄球菌等（图 1—2）。

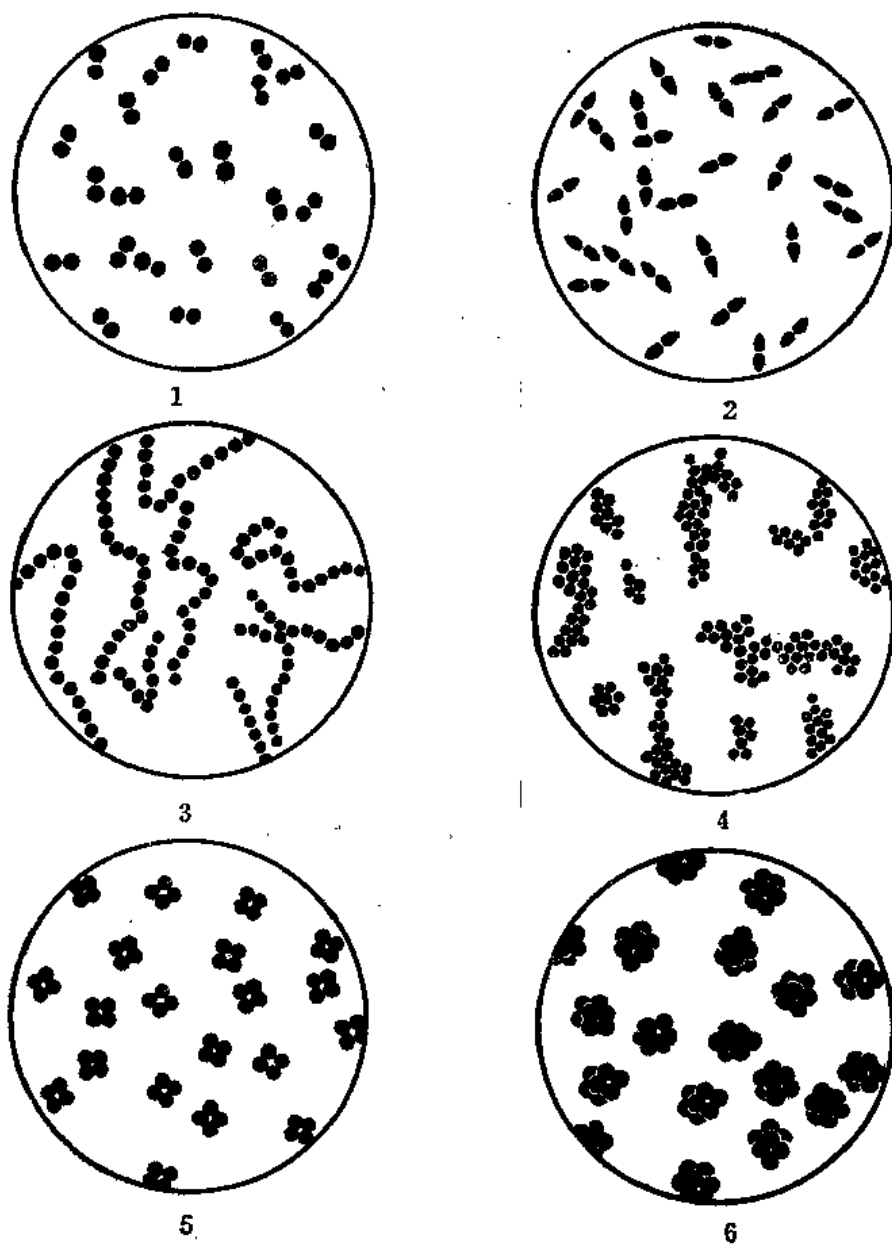


图1—2 各种球菌的形态和排列

1. 2. 双球菌, 3. 链球菌, 4. 葡萄球菌, 5. 四联球菌, 6. 八迭球菌

1. 双球菌(Diplococcus) 在一个平面上分裂，分裂后两个菌体成对排列，其单个形态有的呈半月状（如淋球菌），有的呈肾形（如脑膜炎双球菌），也有的呈矛头状（如肺炎双球菌）。

2. 链球菌 (*Streptococcus*) 在一个平面上连续不断地分裂, 分裂后, 几个、几十个甚至上百个球菌连接成条状, 如马腺疫链球菌、化脓链球菌等。

3. 四联球菌 (*Micrococcus tetragenus*) 在两个互相垂直的平面上分裂, 分裂后, 四个球菌联在一起, 排成“田”字形。

4. 八迭球菌 (*Sarcina*) 在三个互相垂直的平面上分裂, 分裂后八个球菌立体地迭在一起。

5. 葡萄球菌 (*Staphylococcus*) 在多个不同的平面上作不规则的分裂, 分裂后菌体堆积在一起, 呈葡萄串状, 如金黄色葡萄球菌。

(二) 杆菌 (*Bacillus*)

杆菌一般呈正圆柱形, 也有近似卵圆形的, 菌体多数平直, 亦有稍为弯曲的; 有的菌体短粗, 两端钝圆, 形状近似球菌, 称为球杆菌; 有的菌体一端或两端膨大, 称为棒状杆菌; 有的菌体形成侧枝或分枝, 称为分枝杆菌; 有的菌体分裂后仍连在一起, 呈链状, 称为链杆菌。

各种杆菌的长短、粗细很不一致, 大杆菌如炭疽杆菌长约 $3 \sim 10 \mu\text{m}$, 中等大的杆菌如大肠杆菌长约 $2 \sim 3 \mu\text{m}$, 小杆菌如布氏杆菌长约 $0.6 \sim 1.5 \mu\text{m}$ (图1—3)。

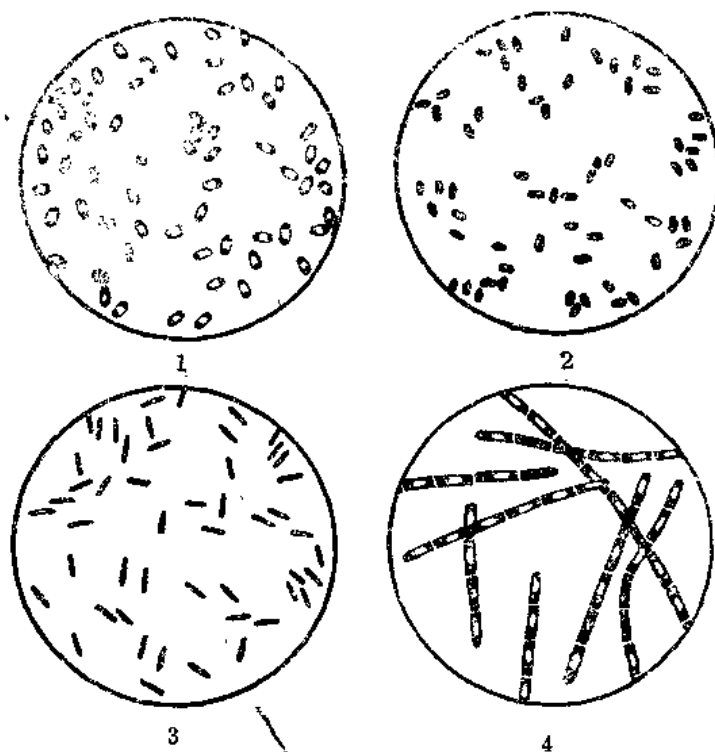


图1—3 各种杆菌的形态与排列

1. 2. 小杆菌, 3. 中等大杆菌, 4. 大杆菌

杆菌的排列方式依其种类而不同。有的散在, 如布氏杆菌; 有的成双, 如肺炎杆菌; 也有的呈链条状排列, 如炭疽杆菌; 个别呈栅栏状、V、Y、L字样等特殊排列。

(三) 螺形菌 (Spirillar bacterium)

菌体弯曲或呈螺旋状 (图 1—4)。根据形成的螺旋数又分为弧菌和螺菌两类:

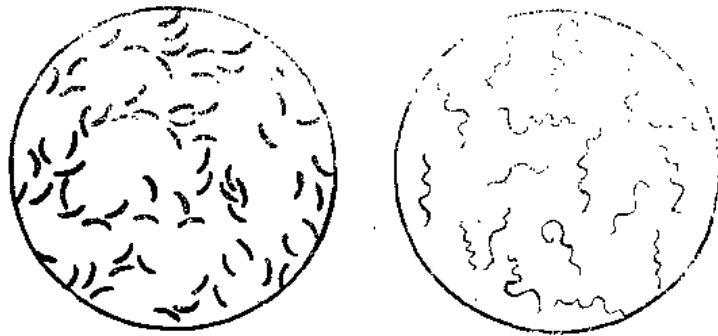


图1—4 螺形菌的形态与排列

1. 弧菌, 2. 螺菌

1. 弧菌 (Vibrio) 菌体只有一个弯曲, 呈弧状或逗点状, 如霍乱弧菌等。

2. 螺菌 (Spirillum) 菌体有两个以上弯曲, 捻转呈螺旋状, 较为坚硬, 如鼠咬热螺菌等。

细菌在适宜环境下呈较典型的形态。但当环境条件改变, 如改变培养的条件, 或使之处于化学药品的作用下等, 均可引起不规则的形态出现, 甚至出现多形性与细胞壁缺陷的细菌。

第二节 细菌的结构

细菌细胞虽小, 但其构造颇为复杂。应用电镜检查, 对细菌的结构已有了比较清楚的了解。它具有细胞壁、胞浆膜、细胞浆、核物质、核糖体和内涵物等基本结构; 有些细菌还具有荚膜、鞭毛、菌毛、芽胞等特殊结构 (图 1—5)。

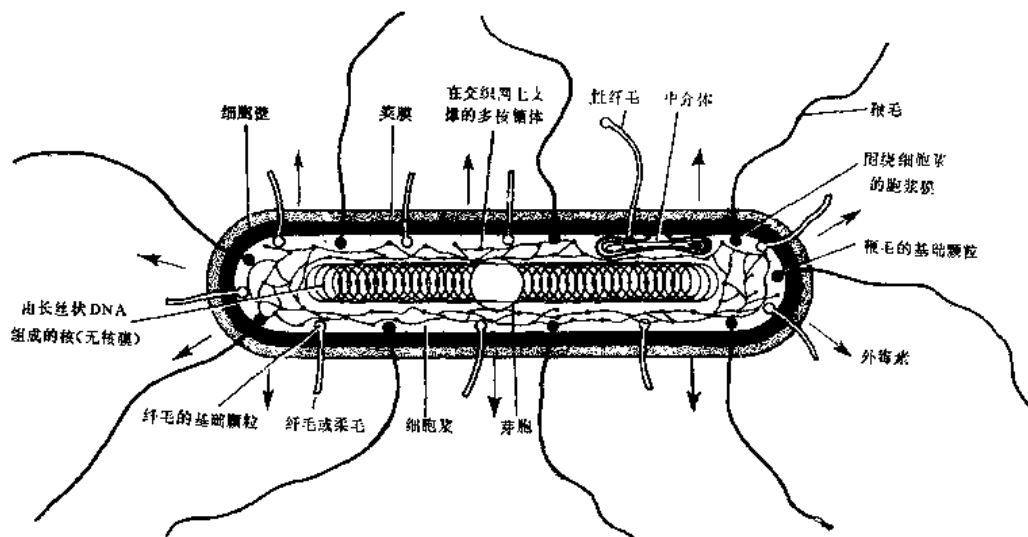


图1—5 细菌细胞超微结构模式图

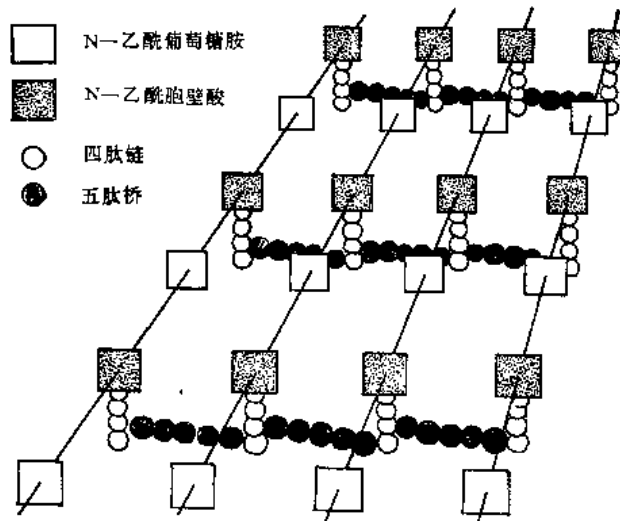
一、细菌的基本结构

细菌的基本结构是指所有细菌都具有的细胞结构。

(一) 细菌壁 (Cell wall) 位于细菌细胞最外层, 贴近胞浆膜之外, 是一层无色透明、坚韧而具有一定弹性的膜壁。细胞壁占细菌干重的10~40%, 由于其折光性和对染料的亲和力均较低, 除个别大型细菌外, 一般均难在普通光学显微镜下查出。若以特殊方法处理, 如使细菌处于高渗溶液中发生质壁分离, 或作特殊染色, 或用电子显微镜观察, 都可清楚地见到细胞壁。细胞壁是一层较薄的膜状结构, 其厚度因菌种不同, 平均约为10~25nm (Nanometer, 毫微米, $1\text{nm} = 1/1000\mu\text{m}$)。细胞壁上有很多微细的小孔, 具有相对的通透性, 直径小于1nm的可溶性分子可自由通过。细胞壁除起保护作用外, 在维持菌细胞的固有形状上起着重要作用。它支持内面的胞浆膜, 承受细胞内部约5~25个大气压的渗透压而不致破裂, 并和胞浆膜共同完成细胞内外物质的交换。

细胞壁的化学组成因细菌的种类不同而有差异。但各类细菌都含有粘肽层和一些特殊的多聚物。用革兰氏染色法可把细菌分为革兰氏阳性和阴性两大类, 这与其细胞壁的组成不同有关。革兰氏阳性菌的细胞壁较阴性菌厚, 前者由大量的粘肽组成, 约占其干重的60%以上; 后者粘肽含量少, 一般小于胞壁干重的10%, 在粘肽层外还有蛋白质、脂类和多糖组成的其它层次。

1. 粘肽层 (Mucopolysaccharide 或 Peptidoglycan layer) 粘肽是由多糖支架、四肽侧链及交链桥三部分组成。各种细菌的粘肽支架相同, 由N-乙酰氨基葡萄糖胺 (N-acetylglucosamine) 和N-乙酰胞壁酸 (N-acetylmuramic acid) 交替连接所形成; 四肽链和交联桥的组成则随细菌不同而有差异。金黄色葡萄球菌的胞壁粘肽, 在支架的每个乙酰胞壁酸分子上附着由丙氨酸、谷氨酸及赖氨酸形成的肽链, 再由五个甘氨酸分子组成的交联桥连接相邻的多肽侧链, 成为相当坚韧的立体网状结构 (图1—6) (图1—7)。大肠杆菌粘肽层与金黄色葡萄球菌不同, 其为两个相邻肽链之间丙氨酸与二氨基庚二酸直



多糖链自西南向东北延展, 连接到多糖链的四肽链,
通过五肽桥彼此相连

图1—6 细胞壁的粘肽分子与结构

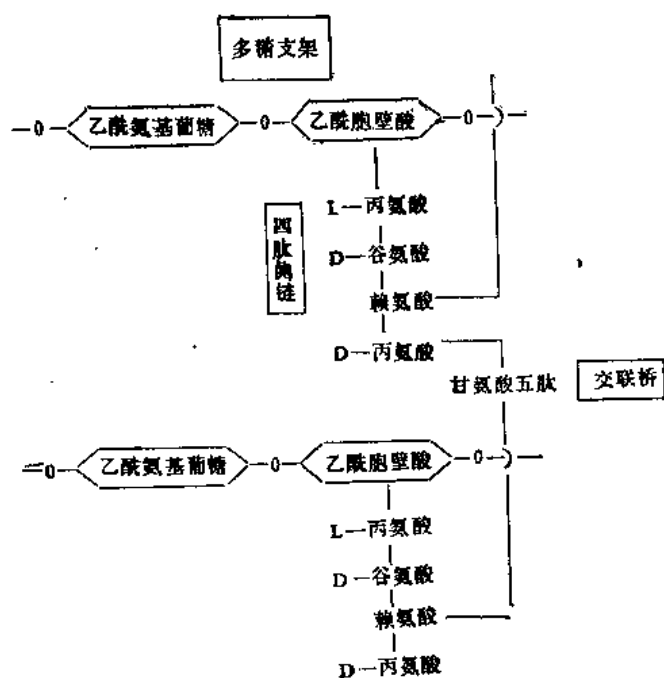


图1—7 细胞壁粘肽分子结构图

接连接，形成单层平面较为疏松的网格。

溶菌酶能切断乙酰氨基葡萄糖胺与乙酰胞壁酸之间的葡萄糖苷键，引起细菌裂解。粘肽也是许多抗菌素作用的对象，如青霉素能干扰胞壁粘肽的合成，造成细菌死亡。

2. 胞壁的特殊成分 革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌各有其不同的特殊成分。

1) 革兰氏阳性菌 许多革兰氏阳性菌胞壁含磷壁酸及多糖，约占细胞壁干重的20%。磷壁酸由共价键与粘肽相连（壁磷壁酸），构成革兰氏阳性菌的主要表面抗原，有的由共价键与胞浆膜外表的糖脂相连，称谓膜磷壁酸或脂磷壁酸（图1—8）。

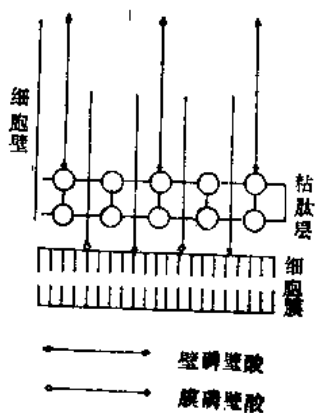


图1—8 革兰氏阳性菌的磷壁酸（示意图）