

# 微生物学讲义

上海中医学院微生物学教研组编

1962.6.

第一篇 微生物学总论.....	1
第一章 绪言.....	1
第一节 微生物的种类及其在生物学上的位置.....	1
第二节 微生物在自然界及机体内的分布.....	2
第三节 医学微生物学发展简史.....	4
第四节 医学微生物学的学习意义.....	9
第二章 细菌的形态学.....	11
第一节 细菌的基本形态和大小.....	11
第二节 细菌细胞的构造.....	12
第三节 细菌形态学检查法原则.....	17
第三章 细菌生理学.....	21
第一节 细菌的物理性状及主要化学成份.....	21
第二节 细菌的物质代谢.....	22
第三节 细菌的生长与繁殖.....	27
第四节 细菌的培养.....	28
第四章 外界因素对微生物的影响.....	30
第一节 物理因素对微生物的影响.....	31
第二节 化学因素对微生物的影响.....	35
第三节 生物因素对微生物的影响.....	40
第五章 微生物的变异性.....	50
第一节 微生物变异的基本概念.....	50
第二节 细菌变异的实例.....	51

第三节	人工引起变异的方法	53
第四节	变异的实际意义	54
第六章	傳染及免疫	56
第一节	傳染与免疫概念	56
第二节	构成傳染与免疫的因素	57
第三节	傳染的方式和类型	69
第四节	免疫的类型	71
第七章	抗原及抗体	75
第一节	抗原	75
第二节	抗体	77
第八章	抗原抗体反应	82
第一节	概念与基本原理	82
第二节	毒素、抗毒素及中和反应	82
第三节	凝集反应	86
第四节	沉淀反应	90
第五节	溶解反应	91
第六节	补体結合反应	93
第七节	調理作用	95
第九章	变态反应	97
第一节	变态反应的概念	97
第二节	变态反应的类型	97
第三节	变态反应的机制	102
第四节	变态反应与免疫的关系	103
第十章	免疫学的实际应用	106
第一节	診斷方面	106

第二节	預防方面	106
第三节	治療方面	109
第二篇	微生物學各論	111
第十一章	病原性球菌	111
第一节	葡萄球菌	111
第二节	鏈球菌	115
第三节	肺炎雙球菌	120
第四节	腦膜炎雙球菌	122
第十二章	腸道病原菌	126
第一节	腸道桿菌的一般特征	126
第二节	大腸桿菌	128
第三节	沙門氏菌屬	130
第四节	痢疾桿菌屬	138
第五节	變形桿菌及綠膿桿菌	143
第六节	霍亂弧菌	145
第十三章	嗜血桿菌屬	147
第十四章	動物傳染病原菌	150
第一节	巴氏桿菌屬	150
第二节	布魯氏桿菌屬	153
第三节	炭疽桿菌	155
第十五章	厭氧芽胞桿菌屬	159
第一节	破傷風桿菌	160
第二节	氣性壞疽病原菌	163
第三节	肉毒桿菌	166
第十六章	白喉桿菌	170

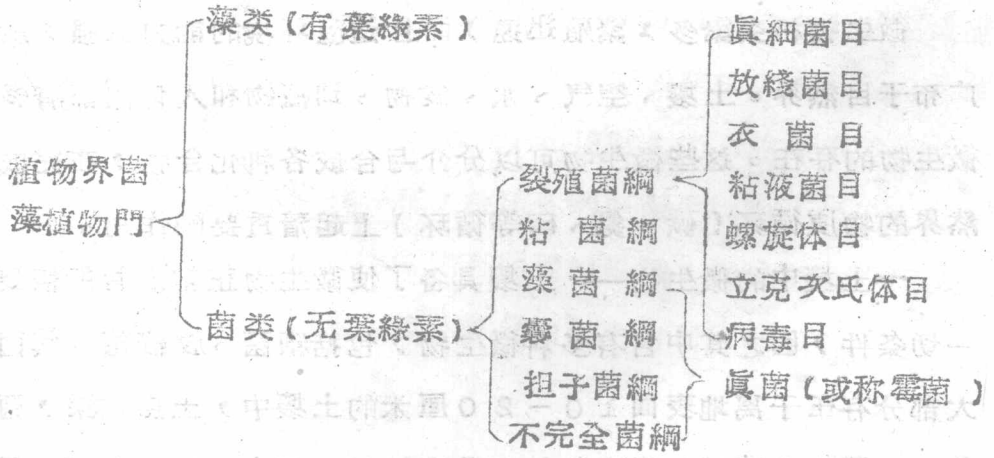
第十七章	分枝桿菌屬.....	177
第一节	結核分枝桿菌.....	177
第二节	麻風分枝桿菌.....	184
第十八章	病原性真菌.....	186
第十九章	病原性螺旋體.....	197
第二十章	立克次氏體.....	205
第二十一章	病毒學.....	213
第一节	總論.....	214
第二节	呼吸系統傳染的病毒.....	226
第三节	消化道傳播的病毒.....	233
第四节	昆蟲傳染的病毒.....	239
第五节	麻疹病毒與天花病毒.....	243

第一篇 微生物学总论

第一章 绪言

第一节 微生物的种类及其在生物学上的位置

微生物是一类肉眼看不到的微小生物，构造简单，种类繁多，分布广泛。主要包括了细菌、真菌、螺旋体、立克次氏体、病毒和原虫等几大类。微生物个体虽小，但其基本特性，如生长繁殖，遗传变异等都符合于生物学的一般规律。微生物在生物学上的地位尚未完全确定，它们往往兼有动物和植物的性质，但总的说来和植物更为接近。例如细菌一般都具有细胞壁；合成能力类似植物；无特殊消化器官，营养物质都为可溶性；同时也多以沿横轴的二分裂方式进行繁殖。故除原虫外，微生物通常被列入植物界菌藻门，而致病性微生物则均属于裂殖菌纲和不完全菌纲。



各类微生物都有它的特点，如真菌最大，大半为多细胞生物，构造也最复杂，它们分布极广，对外界环境适应能力也强，生长繁殖的要求条件不高。细菌是单细胞生物，有球形、杆形、螺旋形等致

类，可以用人工方法培养，繁殖很快。多种人类传染病都是由细菌所引起。病毒是最小的生物，不具有完整细胞形态，有的只含有核酸和蛋白质。它们的酶系统极不完备，因此必需寄生在生活的细胞内。病毒致生的疾病在医学上的重要性，近年来是在逐渐上升。立克次氏体是介于细菌与病毒之间的一类微生物，也需要在生活细胞中才能生长繁殖。螺旋体较接近原虫，是一类较长而纤细并呈螺旋状的微生物，除个别例外，致病性螺旋体尚不易以人工方法在体外培养。

每一类微生物中又可根据生物性状，遗传变异性等各方面特点而分成很多“种”。而一种微生物中虽表现类似的特征，但仍有部分不同之处。根据这些不同（致病力、抗原结构等）再可分为若干“型”（Type）。从一个标本中所分离而得的一个微生物，习惯上称为一个“株”（Strain）。

## 第二节 微生物在自然界及机体内的分布

微生物种类繁多，繁殖迅速，而且适应环境的能力很强，所以广布于自然界。土壤、空气、水、食物、动植物和人体内都有多种微生物的存在。这些微生物可以分解与合成各种化合物，在完成自然界的物质循环（碳、氮、磷等循环）上起着重要的作用。

一土壤中的微生物——土壤具备了使微生物正常发育所需要的一切条件，因之其中含有多多种微生物，包括细菌、放线菌、真菌等。大部分存在于离地表面10—20厘米的土壤中，土层愈深，菌数愈少。产生抗菌素的微生物大部分存在于土壤中，所以土壤是寻找新抗菌素的主要对象。土壤中也有少量病原微生物，它们多来自人与动物的尸体及排泄物，如伤寒、痢疾、破伤风、气性坏疽及炭疽的病原体。

三水中的微生物——水中的微生物絕大部分来自地表，一部分則由空气伴随雨点及灰尘落入水中。微生物的数量可因水源不同而大有差异。凡有污水沟、垃圾、廢物、粪便等污染的水，微生物的数量很多。一般泉水或海洋深部微生物的数量較少。

水中的微生物絕大多数为非致病性的，但也有少数病原微生物可随病人与病畜的排洩物进入水中，如腸道杆菌能随粪便污染水源，故水也为腸道傳染病的主要媒介。

三空气中的微生物——空气中的微生物或来自土壤，或由人和动物的呼吸道或口腔排出。因空气中缺乏营养物，又有阳光照射，而且干燥，所以細菌不能在空气中繁殖。只有对干燥和阳光有抵抗力的微生物才能在空气中生存，如結核杆菌及真菌等。

四正常人体存在的微生物——人的体表以及与外界相通的粘膜，与自然界間存在的微生物不断接触。有的微生物由于代謝的需要，不能在体表生存，只作暫时的住留，一部分微生物由于长期适应的結果，代謝方式发生改变，可以长时期寄居在机体內，成为人体正常的菌丛 (Normal flora)。如正常人的口腔、鼻腔、皮肤等部位，常有多种微生物存在，故研究病原微生物时，对于人体各部分正常情況下常見的微生物也需有明确的認識，以免在判断杆驗結果时发生錯誤。茲将正常人体各部分的微生物列表如下：



	口腔	咽喉	鼻腔	腸道	尿道	阴道	皮肤
葡萄球菌(白色)	+	±	+	+	+	±	+
鏈球菌(甲、丙型)	++	+	+	±		±	
奈瑟氏菌属(卡他球菌)	±	++	±				
革兰氏阴性杆菌	±			++	+	-	±
棒状菌属(类白喉杆菌)	±	±	+		+	±	+
分枝菌属					+		+
需氧芽胞菌属	+						+
厌氧芽胞菌属				+			
螺旋体	++	±		+			
棱形杆菌	+	±		±			
放线菌属	+	+		±			
真菌(白色念珠菌)	+			±			

++ : 大量存在

+ : 存在

± : 不定

( ) : 常見菌种

### 第三节 医学微生物学发展簡史

研究微生物的生命活动与发展規律的科学称为微生物学。医学微生物学是研究引起人类傳染病的各种病原微生物的生命活动規律性与适应变異性，及其与外界环境，特别是与人体之間的相互作用，从而找寻到傳染病的早期診斷方法和特異防治措施，为消灭危害人类的傳染病打下基础。

微生物学在今日成为一門独立的科学，是在社会經濟、生产技术和其他科学的发展达到一定水平以后，才发展起来的。

远在紀元前十二世紀，古代人民已經知道应用微生物于生产实践如酿造酒醋。对傳染病認識的資料，古代书籍也早有記載。而我

中国古代劳动人民在长时期运用微生物学知识和疾病作斗争的实践过程中，积累了丰富的经验。扁鹊的防病重于治病是世界上最早发展的正确的医学思想。师道南对鼠疫流行规律性的观察，也是非常精确。接种人痘预防天花为我国首创，并传至欧亚各国，启发了 Jenner 氏用牛痘来预防天花。

十七世纪末叶，文艺复兴时代，由于贸易的发达，要求改善光学仪器，以满足航海的需要，故促进玻璃制镜工作的发展。当时荷兰人 Leeuwenhoek 氏制造了第一架原始复式显微镜，在镜下他观察了牙垢、井水、人和动物的粪便等标本，发现了很多微小生物。这就是微生物发现的开始。他当时绘下的图形即细菌的基本形态，有球形、杆形、螺旋形等。此时及以后一段相当长的时期内，很多人即从事于微生物形态的观察与描述。

十九世纪中叶，伴随着科学技术的蓬勃发展，有关微生物在工农业生产和医学中的作用，也积累了不少资料。当时法国科学家巴斯德 (Pasteur) 氏在他伟大的工作中，证明微生物是引起发酵作用的原因。以后他又发现了腐败作用的本质，进而说明微生物之间不仅有形态上的差别，而且在新陈代谢等方面也各有不同。由于巴斯德氏的研究，在微生物学中开始了生理学时代，人们认识到微生物在自然界中所起的重要作用。从此微生物学即成为一门独立的科学。

自从巴斯德氏发现了发酵和腐败的原因以后，在发酵工业上应用了加温处理方法防止酒类变质。在医学上也启发了 Lister 氏将防腐原理应用于外科。他所提出的防腐法和无菌外科手术的成功，是微生物学在医学实践上一个巨大贡献。

此后德国 Koch 氏在微生物学技术改进上贡献颇大。他创用固体培养基，便于分离纯的菌种；又提出染色方法来观察微生物。他并发现与分离获得结核，霍乱的病原体。这使很多病原微生物在以后较短时期内，相继被发现，对传染病的病原问题，大大推进一步。

传染病病原发现后，预防问题还没有得到解决。巴斯德氏在研究鸡霍乱杆菌的病原性时，发现长时期没有移种过的菌种，毒力即因而降低，而产生免疫力的作用仍然存在，因之得出结论：致病力减弱的活菌可以预防疾病。根据这一原则，他制成了炭疽活菌苗和狂犬病疫苗。这些发现和成就奠定了今日人工自动免疫的基础。

由于预防接种表现了实效，又因有些传染病生过一次就不再生，使人们得到了机体能产生抵抗传染能力的概念。Ehrlich 氏等发现，机体的抵抗力是和血液中存在的抗菌物质有关，提出了体液免疫学说。而 Мечников 氏研究细胞吞噬作用，创立了细胞免疫学说，并把微生物的研究从只重视微生物一方面的观点转向于机体。而后 Wright 氏认为体液与细胞间有协调作用，这才是免疫的基础。事实上二者的作用都是重要的，但尚不能代表机体的整个防禦保卫机制。关于免疫本质的概念，是应该自机体的完整性和统一性出发。一切保护机能，包括细胞与体液，在完整机体中都受神经系统调节。因此高级神经活动，在机体保护作用上，也占有重要地位。

1892年俄国学者 Ивановский 氏发现了病毒。他证明患烟草花叶病的烟叶经研磨过滤后，在没有细菌的滤液中仍能引起健康烟叶发生花叶病。这种在普通显微镜下看不见，能通过除菌滤器，并在一般培养基中不能生长的生活物质即为病毒。此后很多种病毒陆续地被发现，到目前由于有关病毒知识不断的累积，已发展成为

—— 一门独立的科学—— 病毒学。

关于傳染病的治疗方面，我国古代即有以水銀及硫磺来治疗皮肤病，以霉腐治疗疮疖，并以大蒜治疗細菌性疾病。1935年 Domagk 氏发现百浪多息 (Prontosil) 可以治疗病原性球菌的感染，此后一系列的磺胺类藥物被合成并广泛应用在治疗上。

十九世紀末俄国学者 Манассеин 与 Полощевнов 二氏发现青霉菌的培养滤液可以抑制某些病原菌的生长。Fleming 氏于1927年发现了青霉菌及其产生的青霉素能抑制葡萄球菌等的生长。后经 Florey 氏等加以提炼制成較純青霉素制剂。由于青霉素的提炼成功及其在医学上的意义，鼓舞了微生物学家們寻找新抗菌素的热潮，继之鏈霉素、氯霉素、四圈素类等等不断被发现，在傳染病的治疗上起了巨大的作用。

近年来随着各門科学的突飞猛进，新的技术和研究方法如电子显微镜、同位素示踪、組織培养、免疫組織化学等等的广泛采用，使微生物的介剖学、生理学、生态学、遺傳学以及免疫学等各方面都加速发展，并超越細胞界限，进而研究更微細的超結構及其功能。这些探討将有助于介决生物进化，遺傳的規律，蛋白質、核酸等生物合成的机制，免疫的本質等一系列理論和实际問題。在医学微生物学領域中也有很大进展。很多新的病原微生物，如腸道病毒等在不断地被发现，并对它們的生物性状及与人类关系进行了系統研究。对傳染病的流行規律和儲存宿主等問題也有进一步的認識。有效的生物制品如脊髓灰白質炎疫苗已大量生产并广泛用之于預防。各种分离培养和血清学診斷的方法更趋精確与灵敏。新的抗菌素品种数量不断增加，除对細菌外，部分对真菌或病毒也有一定的疗效。螢

光抗体的应用不但有助于诊断，并且对免疫机制的研究也是一个极有用的工具。此外在微生物与机体的相互关系上也累积了很多新的资料。所有这些都使我们能够更好的控制和消灭传染病，事实上在很多国家，特别是社会主义国家内，多种传染病和流行病已经被消灭或控制。但在资本主义国家中，微生物学的成就只是为了少数资产阶级服务，甚至一些战争贩子还利用它来进行细菌战。在朝鲜战争中，美帝国主义就曾经使用霍乱弧菌、炭疽杆菌、鼠疫杆菌等作为杀人武器。在中朝两国党和政府的英明领导下，发动群众开展爱国卫生运动，并利用微生物学成就采取有效措施，彻底粉碎了美帝的阴谋。

我国微生物学工作者在解放前虽也作出一定贡献：如发现旱獭为鼠疫杆菌宿主，首先应用鸡胚培养立克次氏体，伤寒杆菌噬菌体分型等；但是因社会制度限制而未能取得更大的成就。解放后由于党的关怀和重视，很多传染病的疫情都在逐年普遍下降。其中像霍乱、鼠疫、天花等以往流行猖獗的烈性传染病都已被控制或基本消灭。在病原学和流行病学方面也进行了大量工作，取得卓越成果，如沙眼病毒首先在鸡胚中分离培养成功，脑炎病毒的生物学性状和储存宿主的研究，流感病毒的流行和变异规律性的调查，很多传染病的人群血清学调查等等。此外对麻疹病毒的性状和减毒活疫苗的应用也曾进行了探索，并有一定成绩。各种生物制品的品种和质量已达到世界先进水平，对传染病的控制起着极大作用。在兽医微生物学方面更首先解决了牛瘟病毒兔化问题，也首先分离获得某些痘类病毒。抗菌素的生产 and 理论研究近年来有很大进展，新抗菌素的筛选、提炼等工作也正在大规模地进行着。祖国医学宝库的继承和发扬对微生物学提出了新的研究方向，近年来在中药抗菌试验和针

灸对傳染免疫的影响等方面都累积了一定的实验資料。发现很多中藥对各种微生物有抗菌作用，它們的有效成分和作用机制有待研究解决。針灸能促进机体防禦机能，使白血球作用加强，抗体等物质的产量增加。至于这一作用的特异性及其作用环节和机制也需进一步闡明。这些工作目前仅是开始，但它们的介决必然将对整个医学有莫大的贡献。

#### 第四节 医学微生物学的学习意义

作为一个医务工作者必需了解微生物的生命活动一般規律，机体和病原微生物在一定环境条件下的相互作用，傳染和免疫性的发生、发展与影响因素，并在系統理論的基础上，掌握研究病原微生物的方法和必要技能。

由于医学微生物学的发展，不仅使傳染病的診斷和防治有了科学基础，同时也充实了有关科学的内容，如病理介剖学、病理生理学、藥理学等等。在临床医学方面，則不論那一专业都必需掌握医学微生物学的基本理論，了解病原微生物可能引起的疾病及其預防原則，同时也必需重視无菌操作，熟練消毒灭菌的技朮。

祖国医学几千年来在同疾病作斗争的过程中，不論在对傳染病病原的推测，病理过程的观察以及在疾病的防治上，都留下了丰富的資料和宝贵的經驗。所以利用医学微生物学的理論和方法来进行整理发揚祖国医学遗产，对世界医学的发展是具有重大意义。

在預防为主的原則下，医学微生物学对社会主义建設事业起着很大作用。要消灭或控制傳染病就必需从研究病原微生物着手，进而介决自然疫源、傳播媒介和傳染途徑等一系列問題，找出有效防治措施。同时也只有在了解机体免疫性产生的生理和病理过程后，

# 才能以人工方法来增强人群的防御机能，保障人民的健康。

平日的防疫工作，主要是以预防为主，通过疫苗接种、个人防护、环境卫生、食品卫生、饮水卫生、灭蚊灭蝇、消毒隔离、检疫等措施，来防止疾病的传播。在发生疫情时，要及时采取控制措施，防止疫情扩散。防疫工作是一项长期的、艰巨的任务，需要全社会共同努力，才能保障人民的健康。

防疫工作是一项长期的、艰巨的任务，需要全社会共同努力，才能保障人民的健康。防疫工作是一项长期的、艰巨的任务，需要全社会共同努力，才能保障人民的健康。防疫工作是一项长期的、艰巨的任务，需要全社会共同努力，才能保障人民的健康。

防疫工作是一项长期的、艰巨的任务，需要全社会共同努力，才能保障人民的健康。防疫工作是一项长期的、艰巨的任务，需要全社会共同努力，才能保障人民的健康。防疫工作是一项长期的、艰巨的任务，需要全社会共同努力，才能保障人民的健康。

防疫工作是一项长期的、艰巨的任务，需要全社会共同努力，才能保障人民的健康。防疫工作是一项长期的、艰巨的任务，需要全社会共同努力，才能保障人民的健康。防疫工作是一项长期的、艰巨的任务，需要全社会共同努力，才能保障人民的健康。

防疫工作是一项长期的、艰巨的任务，需要全社会共同努力，才能保障人民的健康。防疫工作是一项长期的、艰巨的任务，需要全社会共同努力，才能保障人民的健康。防疫工作是一项长期的、艰巨的任务，需要全社会共同努力，才能保障人民的健康。

## 第二章 细菌的形态学

一种细菌在一定的生活条件下，可以具有一定的形状、大小、排列、和细胞构造，因此形态学的研究有助于鉴别细菌。但当外界环境条件，或细菌本身的代谢活动改变时，细菌的形态也会发生相应的变化。

### 第一节 细菌的基本形态和大小

细菌的基本形态可分为球形、杆形和螺形三种。但这只是指在一定环境下，大多数细菌更接近于那种图形，因在培养物中个别差异形态常有出现。

一、球菌 (Coccus) —— 菌体呈球形，按其分裂方向及分裂后排列情况可分为：

(一) 双球菌 (Diplococcus) —— 由一个平面分裂，分裂后两个菌体成对排列。

(二) 链球菌 (Streptococcus) —— 一个平面分裂后，菌体相联呈链状。

(三) 葡萄球菌 (Staphylococcus) —— 由数个平面不规则分裂，分裂后菌体堆聚一起如一串葡萄。

除上述情况外尚可由二个或三个垂直平面分裂，分裂后成为四联球菌或八叠球菌。

二、杆菌 (Bacillus) —— 菌体呈杆状，直或稍弯，两端钝圆或呈方形。若菌体短粗呈卵圆形时，称为球杆菌。若分裂后菌体仍相联成双或成链排列则称为双杆菌或链杆菌。有的杆菌形成侧枝称为分枝杆菌，有的一端膨大称为棒状杆菌。



三螺旋形菌——菌体弯曲，可分为弧菌和螺菌二类：

(一)弧菌 (*Vibrio*)——菌体只有一个弯曲，如逗点状。

(二)螺菌 (*Spirillum*)——菌体较硬并呈数个迴轉。

致病性螺旋形菌不多，弧菌中以霍乱弧菌最重要，而螺菌中仅有鼠咬症螺菌。

細菌的大小通常用微米 ( $\mu$ micron) 計算，一微米等于千分之一毫米。不同細菌的大小很不一致，可用显微镜測量。病原性球菌直徑約0.8—1.2微米；杆菌一般长2—3微米，寬0.5—1微米；較大杆菌如炭疽杆菌及梭状芽胞杆菌可长达3—8微米，寬1—2微米；而較小的如嗜血杆菌及布氏杆菌等长仅0.7—1.5微米，寬0.2—0.4微米。

改变細菌的生长条件，某些細菌即表现出多形性，如将鼠疫杆菌培养在含有3%氯化鈉的培基中，即会出现园形、絲状、棒状等等不同形状和不同大小的菌体。另一些細菌在不良环境中可裂介为很小顆粒称为滤过型。滤过型能通过滤器，当經特殊条件培养后，滤过型顆粒可逐渐回复到原来細菌的形态。

## 第二节 細菌細胞的构造

細菌体积虽小，但近十年来，由于电子显微镜、超薄切片，以及各种生物化学和生物物理学技术的应用，对細菌的各种构造和其功能已逐渐明了，并形成与发展了“細菌介剖学”。細菌細胞包括了胶体状态的細胞浆，其中含有核質，外有胞浆膜。胞浆、核質和胞膜合称原生質体 (*Protoplast*)，此外还包括細胞壁和粘液层。某些細菌更具有运动的器官——鞭毛。为了学习方便，可将它們分为一般构造与特殊构造，并将細菌的芽胞也列在特殊构造中。

一細菌的一般构造：