

医学微生物学



人民卫生出版社

医学微生物学

余 瀛 主 编

上海第二医学院微生物学教研组 编写

人 民 卫 生 出 版 社

一 九 五 九 年 · 北 京

內 容 提 要

本书共分三篇。第一篇叙述了細菌的形态与构造、細菌的生理及其与外界环境的关系；对于噬菌体、傳染論及免疫学作了較为詳細的討論。第二篇中，对致病菌、螺旋体、立克次氏体、真菌及病毒分别加以叙述，着重討論了它們的特性、微生物学診斷及有效的防治方法。第三篇則介紹一般常用的微生物学技术。本书可作微生物学工作者和临床医师参考之用。

医 学 微 生 物 学

開本：787X1092/18 印張：29 4/9 插頁：4 字數：740千字

余 灃 主 編

人 民 衛 生 出 版 社 出 版

(北京書刊出版業營業許可證出字第〇四六號)
• 北京崇文區蕪子胡同三十六號 •

人 民 衛 生 出 版 社 印 刷 廠 印 刷

新華書店科技發行所發行 • 各地新華書店經售

統一書號：14048·1952

定 價：4.50 元

1959年10月第1版—第1次印刷

(北京版) 印數：1—5,000

目 录

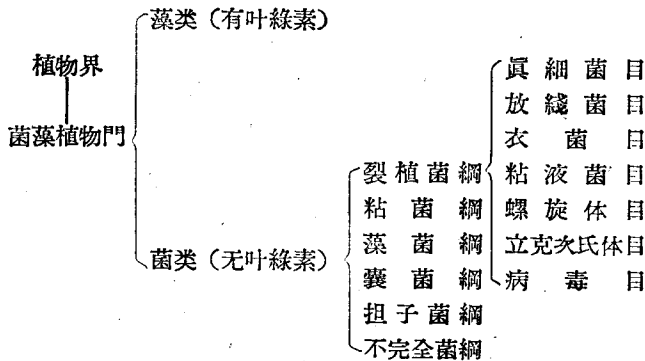
第一篇 总論 1	第三十五章 立克次氏体总論364
第一章 緒言..... 1	第三十六章 人体病原性的立克次氏体370
第二章 細菌的形态与构造..... 8	第三十七章 病毒总論376
第三章 細菌的营养与繁殖.....23	第三十八章 疹病病毒383
第四章 細菌的新陈代謝.....34	第三十九章 痘病病毒386
第五章 微生物在自然界及正常机体中的分布.....50	第四十章 淋巴肉芽肿病毒392
第六章 外界因素对微生物的影响.....56	第四十一章 眼病病毒394
第七章 噬菌体.....79	第四十二章 呼吸系統病毒(一) ..395
第八章 微生物的变异性.....87	第四十三章 呼吸系統病毒(二) ..404
第九章 傳染論.....97	第四十四章 呼吸系統病毒(三) ..406
第十章 免疫学..... 107	第四十五章 神經系統病毒(一) ..410
第十一章 抗原与抗体..... 115	第四十六章 神經系統病毒(二) ..419
第十二章 免疫反应..... 125	第四十七章 神經系統病毒(三) ..428
第十三章 变态反应..... 147	第四十八章 神經系統病毒(四) ..430
第十四章 免疫学的应用..... 157	第四十九章 肝炎病毒433
第二篇 各論 165	第五十章 人类腸道細胞病变病毒435
第十五章 葡萄球菌..... 165	第五十一章 感染人类的其它病毒438
第十六章 鏈球菌..... 173	第五十二章 恶性肿瘤的病毒学說442
第十七章 肺炎双球菌..... 187	第五十三章 病原性真菌443
第十八章 脑膜炎双球菌..... 192	第五十四章 皮肤絲状菌449
第十九章 淋病双球菌..... 197	第五十五章 深部真菌455
第二十章 腸道杆菌..... 202	第五十六章 病原性放綫菌467
第二十一章 腸道杆菌(續一).... 210	第五十七章 中毒性真菌病470
第二十二章 腸道杆菌(續二).... 225	第三篇 微生物学技术472
第二十三章 霍乱弧菌..... 233	第五十八章 显微鏡及其应用技术472
第二十四章 嗜血杆菌属..... 241	第五十九章 微生物的显微鏡檢查和染色法477
第二十五章 巴氏杆菌属..... 252	第六十章 培养基制备法488
第二十六章 布魯氏杆菌属..... 264	第六十一章 細菌的新陈代謝产物測定法及动物試驗法501
第二十七章 马鼻疽杆菌..... 269	第六十二章 細菌对磺胺类葯物及抗菌素敏感性的測定法507
第二十八章 需氧性芽胞菌属.... 273	
第二十九章 梭状芽胞杆菌属.... 278	
第三十章 白喉棒状杆菌..... 293	
第三十一章 結核分枝杆菌..... 304	
第三十二章 其它与医学有关的細菌..... 324	
第三十三章 胸膜肺炎微生物331	
第三十四章 螺旋体336	

第一篇 总 論

第一章 緒 言

微生物是存在于自然界中的、构造简单的、肉眼看不到的微小生物。种类繁多，分布广泛，在自然界中组成了最小的、生活的有机世界。

关于微生物和其它生物间，以及各种微生物之间的相互关系，还没有全面的了解。微生物与大生物不同，不能单从形态来分类，一般须按照形态、生理、抗原构造和致病性等各种生物特性，综合分析后才能鉴定，而为分类的根据。微生物在生物学上的地位，尚未完全确定，往往兼具动物和植物的性质，但总的说来，它们的性质和植物更为接近。微生物中，绝大多数是没有叶绿素，没有根、茎、叶的单细胞生物，一般用二分裂法进行繁殖，故通常被列入菌藻植物门的裂殖菌纲。就中除衣菌与粘液菌全不致病外，在细菌、放线菌、螺旋体、立克次氏体及病毒中，均有致病性的与不致病性的。大多数病原性真菌和青霉菌则属于不完全菌纲。至于粘菌纲、藻菌纲、囊菌纲、担子菌纲，则都没有致病性。微生物和其它植物的关系如下表：



微生物，就其起源来说，应当是地球上最古老的生物。在原始海洋中，有了产生原始生物的有机物质后，就产生了无细胞结构的病毒。许多病毒都是简单的核蛋白质，是最简单的生命形态。有些病毒除核蛋白质外，有碳水化合物、磷酸与类脂等。有些大的病毒，表面有膜的构造，这就反映着从活核蛋白质到有细胞生物的进化过程。因此，病毒这一类无细胞结构的微生物，可能在细胞生物以前发生，以后适应了细胞内生活，成为细胞的寄生物。

细菌等具有细胞结构的微生物，是地球上具有细胞形态的原始生物。据古生物学家估计，地层中的细菌化石，至少已有三千三百万年历史。许多细菌，当环境条件不利于生活时，可以裂解，一小部分能在非细胞状态中生存。当它们进入良好的环境中时，又可以形成细胞形态。这又证明在微生物中，细胞可以从无细胞结构的生物演化而来。当然，细菌的非细胞形态，不是细菌的正常形态，这和无细胞结构的病毒，是有本质的区别的。

比較古老的細菌，是能利用無機物質來維持生命的，後來才有利用有機物質來生活的腐物寄生菌。在地球上，伴隨着高級生物的出現，有好多腐生微生物，就在高級生物的体表及其可達到的體腔中找到適合于自己的住所，成為高等生物的生活伴侶。例如，大腸杆菌就是人與動物腸道中的終身伴侶；唾液中總有唾液鏈球菌在活着；皮膚上經常有葡萄球菌的存在。

許多微生物，當進入人及動植物體內，由於微生物的生長及其代謝產物，對機體是一種刺激，破壞了機體的正常生理平衡，引起寄生宿主的病變，這種微生物就是病原微生物。

病原微生物與非病原微生物之間，並無明顯的界限，有些對人引起疾病的病原微生物，對動物並不致病；有些對某一種動物致病的微生物，對另一種動物不致病；有些存在體腔中時不致病，到了組織器官中，就引起疾病。

在自然界中，有許多種微生物，除了缺少對人的致病力外，其它生物特性均與病原微生物極為接近。例如，有類似霍亂弧菌的類霍亂弧菌；有類似白喉杆菌的類白喉杆菌；有類似結核分枝杆菌的腐生分枝杆菌。另外還有從非病原菌過渡到病原菌的中間型。所有這一切都說明了非病原菌與病原菌之間，有着近緣關係，由於所處環境不同，通過進化發展而發生性質不同的新後代。在現代自然界中，儘管有各種各樣進化的動植物，也還存在着原始形態的微生物，這也說明微生物對環境條件的廣大適應性，能使最古老的微生物，自古至今不斷繁殖而繼續存在。從微生物的遺傳變異性的大量實驗材料，可以了解微生物的變異是由多種多樣的外界條件的影響，引起微生物在生物合成中不同環節發生改變。從微生物對各種藥物的耐受性的逐漸增長，抗原性及發酵性能的改變，都證明微生物新陳代謝的逐漸改變，可以導致遺傳性的改變。從微生物遺傳變異性的研究中，充分說明米丘林學說是符合客觀真理，而魏斯曼、摩爾根的學說，認為變異是由不可知的基因的突變，在微生物學領域中是站不住腳的。現代微生物學者，對微生物種的定義，應該根據 Красильников 所定的“種是相類似的和變異的有機體的體系或總和，這些有機體來源是相同的，並表現一定的形態學特征與生理學特征，以及表現一定程度的遺傳變異性”。

存在於自然界中的多種多樣的微生物，絕大多數對人與動植物的生活是有益而需要的。在自然界中許多種物質循環，是靠着微生物的作用而進行的。植物在土壤中，能夠獲得硝酸鹽，是由微生物的作用，轉化動植物蛋白質以供給，因為無機氮化物在土壤中是很少的，要不是微生物分解有機氮化物，形成硝酸鹽以供給植物，植物將不能生活，人與動物的生活，也是不可能的。

掌握了微生物在自然界中的生命活動規律，我們就可以利用微生物使它們產生對人類有價值的產物。許多重要的發酵工業以及醫療廣泛應用的抗菌素，都是由微生物的作用而生產的。

微生物學是生物學中的一個部門，是研究微生物的生命活動規律以及在自然界中，特別是對人類所起的作用的科學。由於微生物的種類繁多、個體微小、生命活動的方式又非常複雜，在研究方法上又有它的特殊性，因此微生物學就成為生物學中一門獨立的科學。

由於人類生活的實際需要，微生物學的研究範圍日益廣泛，在農業、工業與醫學

上,由微生物所引起的有益的和不利的作用,須要具体而深入的研究,因此微生物学又分为五种专业。

普通微生物学:研究微生物一般形态和生理的規律性、分类法和基本的技术操作。

农业微生物学:研究各种农作物病害的防治方法,及如何利用微生物以增强土壤肥力。

工业微生物学:研究酿造工业所需要的及医药上应用的(如产生抗菌素)微生物。

兽医微生物学:研究与畜牧业及动物性食品加工有关的微生物,以及诊断与防治牲畜传染病的方法。

医学微生物学:是研究引起人类传染病的各种病原微生物的生物学。研究它們在外界环境中的生命活动規律性与适应性,及在一定环境条件下,与人体間的相互作用,从而創造传染病的诊断法与特异性的防治措施,为消灭危害人类的传染病打下基础。

现代医学微生物学,必須以先进的米丘林生物学及巴甫洛夫生理学为本学科的思想基础,必須重視微生物的进化及遺傳变异性,必須批判在微生物学中魏斯曼、摩尔根的唯心学說。在傳染免疫学中,必須从巴甫洛夫的机体完整性学說和神經論的观点出发,批判魏尔嘯在傳染論中的机械唯物观点,医学微生物学才能大踏步的发展。

医学微生物学的研究,除了为传染病的诊断、預防与治疗打下科学的基础外,同时也充实有关科学的内容,研究由病原微生物所引起的特殊病变与发病机制,可以促进病理解剖学与病理生理学的发展;研究各种葯物对微生物的作用,可以不断地发掘特效葯物;卫生保健及临床各科的医药卫生工作者,必須掌握现代医学微生物学的成就,即时应用于預防与治疗,才能多、快、好、省地为控制和消灭危害人类的传染病而斗争,提高人民的健康水平。

微生物学發展簡史

地球上自从有人类以来,已有几十万年的历史,我国自从有历史記載以来,也有四千多年的历史。在上古时代,我們的祖先,虽沒有看到过微生物,但是由于不断地向自然界进行斗争,在工业生产与疾病預防上,却早已应用微生物的知識于实践。

在工业生产方面,公元前兩千多年,在禹的时代,就有狄仪作酒的記載,在后魏(386—534年)賈思翁的齐民要述中,詳細地記載了醋的制法。从很早的时候,我国劳动人民就发现豆类的发酵过程,从而提煉了酱油,制造了醬。这些利用微生物的作用,在食品工业上的創造,早使劳动人民的生活丰富多采。

关于传染病的流行,在秦汉以后,就发现传染病与季节的关系,认为气候不正为傳染之因,随有厉气之說。在十一世紀时,晋代刘真人即有肺癆由虫引起之說。西方国家,在十六世紀时,Plenciz主張傳染因素是活的。Fracastorius氏主張傳染病的傳播,有直接、間接及通过空气几种途徑。清乾隆年間我国云南师道南对鼠疫流行的規律性,已有相当清楚的認識,在师道南所写的天愚集中有鼠死行一篇,記載着:“东

死鼠，西死鼠，人見死鼠如見虎，鼠死不几日，人死如圻堵，昼死人莫問數，日色慘淡愁云护，三人行未十步多，忽死兩人橫截路……”描述鼠疫在引起人类流行之前，先在鼠中流行，当見鼠类大量死亡不多时，即引起人类的流行，这种对傳染的观察，是非常精确的。

在預防医学方面，中国自古以来，即有飲用开水的习惯，这在預防胃腸道傳染病方面，实有莫大的貢獻。明朝李时珍所写的本草綱目中，亦有对病人穿过的衣服，即进行消毒，謂若把它蒸过，穿了就不会傳染疾病可見我国古人早有灭菌的概念。在治疗方面，我国古时即用水銀及硫磺治疗皮肤病，惟因我們长期处在封建統治之下，又因帝国主义近百年来侵略，以致我們祖先的偉大創造，沒有得到发展。

微生物的發現

微生物学是在社会經济、生产技术和其它科学的发展达到一定水平后，才发展起来的。关于微生物学这門科学的研究，开始的时期比較其它科学为晚，是不难理解的。因为要是沒有强度扩大能力的光学仪器的創造，要想看到肉眼不能看見的微生物，是不可能的。在十七世紀的末叶，文艺复兴，由于貿易的发展，必須改善光学仪器，以滿足航海要求，因此玻璃研磨工作，达到了相当的水平，才有荷兰人呂文胡克 (Antony Van Leeuwenhoek)，于 1676 年利用鏡片制出第一架原始复式显微镜，放大



图1 呂文胡克氏象

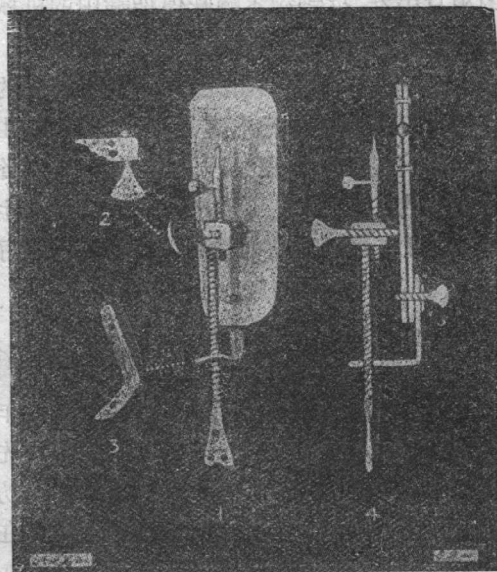


图2 呂文胡克氏的原始显微镜

到 160—200 倍，观察了牙垢、井水、人和动物的粪便，发现了很多微小的生物，当时他称它們为活的野兽。在 1695 年，作者发表了他自己的著作，称为“呂文胡克所发现的自然界的秘密”，由书中的插图可以看出，呂文胡克已經看到了微生物的主要形态、球形、杆状和螺旋状。在呂文胡克以后，經過很长的时期，微生物的研究是停滞在狭隘的形态学描述。

十九世紀初，法国科学家巴斯德 (Louis Pasteur) 氏发现微生物是引起工业发酵

作用的原因。巴氏在著名的試驗中，应用了具有S形管瓶口的燒瓶，証明了在灭菌的培养基中沒有微生物自然发生的現象。就是說燒瓶內肉湯中微生物的发育，是由于含有微生物空气尘埃的污染所造成的，如果不让空气中的微生物进入灭菌的肉湯，则可永远保持无菌的状态。这駁斥了当时部分学者們认为肉湯本身可在短時間內产生微生物的論点。在短期內，巴氏先后发现了酒精、乳酸与醋酸发酵上微生物的作用；发现了腐敗作用的本質。肯定了不同形式的发酵，是由不同种类的微生物所引起。由于巴氏的研究，微生物学研究的中心，从形态学轉移到了生理学方面，人們認識到微生物在自然界中所起的重要作用。

自从巴氏发现了发酵和腐敗的原因以后，創造了在发酵工业用加温处理的方法，可防止酒类变质，就是現在沿用的巴氏消毒法。这一发现立刻引起了医学界的重視，首先是英国外科医师李斯德氏(Lister)将腐敗原理应用于外科。李氏所創造的防腐方法及无菌外科手术成就，乃是微生物学在医学实践上一个巨大的貢獻。

在研究微生物学的技术上，德国学者郭霍(Robert Koch)氏貢獻最大，可以說是微生物

学研究方法奠基者，在把細菌培养在液体培养基中，不能分离細菌为純种，郭霍氏創用固体培养基，这样可以各种微生物混合的液体中，培养在固体培养基表面。每一个細菌的个体，由于在固定的地方繁殖的結果，出現一个独立的集团，因而可以得到各种微生物的純粹培养，也就有可能研究每一种微生物的生物特性。由于有了这样一些方法，給微生物学在比較短的时期內，发现各种傳染病的病原微生物。郭霍氏的另一重要貢獻，即首先提出用染色的方法，来观察微生物的細細构造，在傳染病病原的研究上是大大的推进一步。



图3 巴斯德氏象



图4 郭霍氏象

免疫学的萌芽

我国古时远在东晋时代，即第四世紀初期，在葛洪肘后方上，已有預防狂犬病接种方法的記載，即“杀所咬犬，取脑傳之，后不复发”。这种方法，与現今所用的狂犬疫苗来防治人类的狂犬病，在原理上是一致的。在明朝时，已知应用天花病人的痘痂，接种在儿童的鼻孔中，来預防天花。这种应用人痘接种法，以預防天花，远在琴納氏(Edward Jenner)用牛痘給人

接种以預防天花之前，可以說是免疫学的起源。

后来，巴斯德用減弱了毒力的細菌来做預防接种，創造了預防鸡霍乱与炭疽病的方法。由于預防接种表现了实效；又因为有些傳染病，生过一次就不再生，就使人們得到了机体能产生免疫性的概念。二十世紀以后，学者們研究机体的免疫机制問題上，由于学术思想的不同，而有不同的論点。主要的有欧立希 (Ehrlich) 氏的体液免疫学說，主張机体的抵抗力是和血清中存在的杀菌物质有关。与体液学說同时出現的，是梅契尼科夫 (И. И. Мечников) 的細胞免疫学說，他发现机体内白血球及肝、脾等內皮細胞，具有吞噬微生物的特性。梅契尼科夫的学說，当时却受到了郭霍的反对，以后体液免疫学說与細胞免疫学說之間，存在着长时期的尖銳斗争。梅契尼科夫在他的备忘录中說：“郭霍虽然是当时整个青年細菌学派的领导者，他却反对我的傳染病免疫性学說，他暗示給他的学生，进行一些反对我的意見的研究”。郭霍对梅契尼科夫給他的一些用以証明新理論正确性的标本片，都不愿意研究；这一点說明，郭霍不是站在科学的立場上，而存在着民族主义的偏見。一直到19年后，这一真理，由于学者們不断地証明，吞噬細胞在免疫上的重要意义，終于确定。

現在我們了解，体液免疫学說与細胞免疫学說，均不能单独代表机体的整个防御保卫机制。現代关于免疫的机制是以巴甫洛夫的整体論为基础，是从机体的完整性与統一性出发的。机体的某一系統或某一器官，并不是独立地起作用。一切保护机构，包

括体液与細胞，在完整的机体中，都由神經系統高級部分来調节。因此，高級神經活动，在机体保护作用上，占重要的地位。



图6 伊万諾夫斯基象



图5 梅契尼科夫氏象

病毒的發現

俄国学者伊万諾夫斯基 (Д. И. Ивановский), 在1892年，首先发现病毒。根据他的实验，証明生烟草花叶病的烟叶經研磨过滤后，无菌的滤液仍然具有引起健康烟叶发生烟草花叶病的能力。这种在显微镜下看不见、能通过除菌滤器、且在一般培养基上不能生长的东西，就是病毒。以后在1897年，Loeffler 氏与 Frosch 氏发现动物口蹄疫的病毒。目前已經发现了很多种病毒。由于病毒知識的不断累积，已发展成为一門独立的

化学疗法及抗菌素研究的發展

傳染病的化学疗法,在古代医学中即有記載,我国古代医师就曾应用高等植物如黃連、大蒜等以疗疾。俄国学者罗曼諾夫斯基,最初将化学药品治疗傳染病的問題,放在正确的科学基础之上。首先合成化学治疗剂的是欧立希,他先合成了治疗梅毒的脾凡納明(Salvarsan, 606),以后又合成了新脾凡納明(neo-Salvarsan, 914)。另外有些学者,发现用奎宁、阿的平等藥物治疗疟疾。1935年, Domagk 氏发现了百浪多息(Prontosil)可以治疗病原性球菌的感染后,一系列的磺胺类藥物就絡繹地綜合成功,在治疗上广泛地应用起来。抗菌素的应用,亦以我国为最早。在2500年前,我們的祖先已經知道用豆腐上的霉来治疗疮、疖。19世紀80年代,俄国学者 Манассеин 氏及 Полотебнов 氏发现青霉菌的肉湯培养滤液,可以抑制病原菌的生长。1929年, Fleming 氏也发现了青霉菌产生的青霉素,能抑制細菌的生长。直到1940年, Florey 氏等将青霉菌的培养液加以提炼,制成了青霉素。由于青霉素的制造成功,鼓舞了微生物学家們寻找抗菌素的热潮,因而新的抗菌素,如鏈霉素、氯霉素、金霉素与地霉素,不断的发现,在傳染病的治疗上,起了巨大的作用。

我國微生物学的發展

辛亥革命以后,我国仅有少数学者从事微生物学的研究,在若干問題上也虽然有了一定的成就,例如发现旱獭为鼠疫的宿主,首先应用鸡胚以培养立克次氏体等,但是由于反动政府不重視科学研究,研究的目的性不明确,以致研究的成就,亦不能付諸实用。

解放后,由于党及政府对科学研究的重視,近年来我国在微生物学方面有了巨大的进展。

首先是在除害灭病方面,关于傳染病的調查研究,自然疫源的探討,傳染病的人工自动免疫的生物制品上,有最明显的成就。不論在微生物制品的种类及质量上,都远远超过解放以前,除了国际上常用的我們都有外,外国沒有的,我們也开始有了,例如流行性乙型脑炎的精制抗原,麻疹及沙眼疫苗的試制,布氏杆菌及鼠疫杆菌混合抗原。目前在全国范围内展开了中藥对于病原微生物的杀灭或抑制生长作用,发现了許多藥物。在傳染病的防治上,获得了巨大作用。

現代微生物学的概况

現代医学微生物学的成就,在不同的社会制度里,掌握在不同階級的手中,起着不同的作用。在資本主义国家中,只为资产階級服务,广大劳动人民是享受不到的。例如在資本主义国家中,劳动人民所制造的痘苗,仅为統治階級种痘,以預防天花,而不积极实行全民种痘以消灭天花。它們不研究如何消灭病原微生物,不向傳播病原微生物的害虫、害兽作斗争,却只是处于被动的防御地位,为資本家研究如何避免病虫、病兽的侵害。只有在社会主义国家中,才能充分利用微生物学的一切成就为全民服务。我們偉大的祖国,几年来在党及政府的领导下,自然科学及医药卫生工作者,

应用微生物学的知識，在全国范围内，有组织地、大规模地进行卫生宣传教育工作；发动了群众，向传播疾病的害虫、害兽等，展开了征服自然的历史性的偉大斗争；广泛的应用了各种菌苗、疫苗、类毒素等人工自动免疫方法；从而消灭或基本控制了危害人类烈性传染病的流行，一般疫情均普遍下降，提高了全民的健康水平。这种前无古人的壮举，没有党的领导，与广大劳动人民的总动员是绝对不可能的，这就是为什么资本主义国家消灭不了的疾病，我們能把它消灭的原因。

医学微生物学的发展方向

现代医学微生物学的发展方向，是以米丘林及巴甫洛夫学說为基础的。一方面是根据米丘林生物学原則，明确地認識微生物在自然界中的生命活动規律，及其与生存环境的統一性，掌握了微生物的遺傳变异性，人們可以有意識地改造危害人类的病原微生物，使它們为人类健康服务。另一方面是根据巴甫洛夫学說，以整体論观点，从一般生理規律来研究机体对病原微生物的反应，在大脑皮层、丘脑、脑垂体及肾上腺皮质的統一作用下，如何在中樞神經的調节下，实现体液与細胞的保护适应性，以恢复机体內在环境的恒定，研究針灸机制与中葯进而建立各种传染病的早期診斷，特效的預防与治疗方法，以消灭危害人类的传染病。

第二章 細菌的形态与构造

本章叙述細菌的大小，細菌的形态，細菌的构造和研究細菌形态与构造的方法。

細菌的大小

細菌的个体非常微小，必須用显微镜才能看見，它的大小虽然有显著差别，但都不超过几个微米，所以它的大小单位，是用微米（Mieron 或簡写为 μ ）来计算。一微米等于千分之一毫米（mm）。若以每个球菌直徑为一微米計，則需 33,000 个球菌紧密排列，才能有一寸长。

普通化脓球菌，它的直徑平均为 0.8—1.2 微米。一般杆菌大小，差别很大，如炭疽杆菌长 8 微米左右，而流行性感胃杆菌仅 0.5 微米左右，不仅不同种类的細菌有不同的大小，即使是同一种类，由一个細胞繁殖而来的細菌，也可以有不同的大小，如伤寒杆菌的长短可以有 1—3 微米的差别。

細菌的形态

細菌的基本形态 細菌的基本形态有：球菌、杆菌与螺菌三种，在一定的环境条件之下，每种細菌經常有其一定的形态。平时所謂正常形态，系指在有适宜的养料与温度下生长旺盛的細菌所显示的正常形态。

（一）球菌：单独存在时为正圆形，按其分裂方向和分裂后排列情况可分为：

1. 双球菌（Diplococcus）：呈一个平面分裂，分裂成二个新菌体后，并不失掉二菌之間的联系，故成对排列，如肺炎双球菌。

2. 鏈球菌(*Streptococcus*): 鏈球菌也和双球菌一样, 在一个平面上分裂, 分裂后不但保持着成对的样子, 并且可連成串状。

3. 四联球菌(*Tetracoccus*): 呈两个互相垂直的平面分裂, 分裂后四个排列在一起。

4. 八迭球菌(*Sarcina*): 呈三个互相垂直的平面分裂, 排列呈立方体。

5. 葡萄球菌(*Staphylococcus*): 呈数个不規則平面分裂, 細菌細胞无秩序的堆积在一起, 好象一串葡萄。

(二) 杆菌: 形似杆状, 各种杆菌的长短粗細相差很大, 它的长徑可为闊徑的2—10倍。杆菌有时是直的, 有时略帶弯曲, 菌体的兩端多数为卵圓形, 亦有少数是方形的, 若菌体短粗, 且兩端鈍圓时, 形态近似球菌, 故称球杆菌。絕大多数的杆菌是分散独立存在的, 但亦有成对相連的, 称为双杆菌, 呈鏈状排列时, 称为鏈杆菌。

有些杆菌, 形成側枝或分枝, 称为分枝杆菌, 結核杆菌系分枝杆菌的典型代表。有些杆菌, 菌的一端膨大呈棒状, 并具有顆粒状內含物, 称为棒状杆菌, 白喉杆菌是属于这一类的。

(三) 螺菌: 菌体是弯曲的, 可分为二类:

1. 弧菌: 菌体只有一个弯曲, 状若逗号, 病原菌中霍乱弧菌是弧菌的代表。

2. 螺菌: 由少数回轉組成, 菌体較硬, 不易弯曲, 現在仅知鼠咬症螺菌一种, 具有病原性。

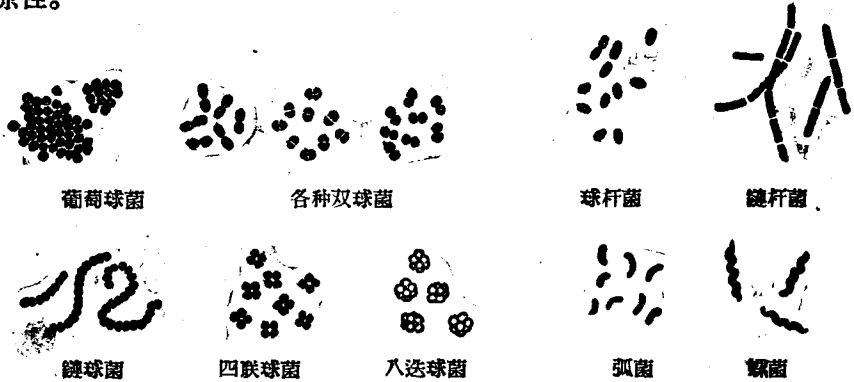


图7 各种球菌形态

图8 杆菌、弧菌和螺菌的形态

細菌的不規則形态 上述各种形态是細菌在最适宜的环境条件下所呈的典型形态。在恒定的条件下, 形态是相当的恒定, 但在环境条件改变时, 形态也可以因之而改变。

(一) 多形态: 細菌对生活条件有高度的适应性, 当外界环境条件发生改变时, 細菌能在一定程度上适应那些对它不适宜的条件, 同时在形态上也发生了一定的变化。引起細菌形态改变的外界因素有不适宜的温度和酸硷度, 不同濃度的盐类, 細菌的代謝产物, 化学葯品和免疫血清等等。例如0.1%的石炭酸可以抑制細菌鞭毛的产生; 鼠疫杆菌在含有3—6%食盐的培养基中, 經過24小时培养后即可看到各种大小形态不規則的細菌, 有球状、有杆状、大小可以相差几倍。由于生活环境暫时的改变而引起形态上的变化亦是暫时的, 当它們重新获得正常的生活条件时, 就能恢复它的正常形态。

(二) 滤过型：有些細菌在环境不适宜时发生碎裂，碎裂后放出无数的、极其微小的蛋白顆粒，其中一部分仍然保持着生命。这种顆粒可以通过一般細菌所不能通过的滤器，所以称为滤过型。將細菌的滤过型接种在培养基上，可以由在显微镜下所不能見的微粒，过渡到相当原来細菌大小的形态，但是生长非常緩慢，快則也須4—5天，慢則須要3—5月；在液体培养基中仅見稍有混浊；在固体培养基上可以长出微小的菌落。不过，細菌在碎裂后并不都能产生滤过型，由滤过型再生为細菌細胞的百分率也很小，現在还没有根据认为滤过型是細菌繁殖的一种方法。

細菌的基本構造

細菌虽然微小，它的內部构造却也相当复杂，运用各种检查方法現在可以确定，細菌的細胞中有細胞浆，在細胞浆里包含着有細胞核、空泡及內含物质，在細胞浆的外面包着一层細胞膜。細胞浆、胞浆膜与核在一起一般通称为原生质，是細菌生命的物质基础。在細胞浆和胞浆膜之外有一层比較坚硬的外膜，称为細胞壁。在細胞壁的外面还有一层不同厚薄的粘液状的荚膜。有些有运动能力的細菌在菌体上更有一种細长的絲状突出物，称为鞭毛。有些細菌在一定时期在菌体内能形成芽胞。

細胞漿 細菌的細胞浆是一种无色透明粘稠的胶体，由蛋白質、糖、类脂体、无机盐类和水所組成。細胞浆的成分随着生活条件与菌齡的不同而有显著的改变。在幼嫩的細菌中，細胞浆稠密而均匀，容易染色，培养時間較久則在細胞浆內可見有許多顆粒。

細菌的細胞浆比較特殊的地方是含有較大量的核糖核酸，在营养較好、生长旺盛的細菌內，核糖核酸最多，弥散在整个細胞浆內。由于有这种核糖核酸，使細菌細胞浆在染色的特性与对紫外綫的吸收上，和細胞核非常相象。細菌培养的時間較久，培养基中的养料减少，核糖核酸可以被細菌用来作为氮与磷的来源，因此在細胞浆內的含量也逐漸减少。

細胞浆在細胞內所起的作用，尚不完全明确，有人認為它是生命的物质基础；也有人認為它的作用只是供給細胞核所需要的养料。

胞漿膜 胞浆膜是一层薄而柔軟、具有彈性的膜，包圍在細菌細胞浆的四周。它的主要成分是类脂体与蛋白質的复合物(Knaysi, 1946)。用Feulgen氏試驗証明里面可能也含有核糖核酸的成分，胞浆膜为嗜硷性，与硷性染料結合的能力比細胞浆强，染色較深，不易退色。这种染色的差別在陈老的培养物中更为显著。用暗視野检查时，細胞浆呈黑色，四周圍繞着一层光亮的胞浆膜。革兰氏阳性的細菌这层膜呈革兰氏阳性，抗酸性的細菌这层膜具有抗酸性。

胞浆膜在細胞的生活中，有很重大的意义，它

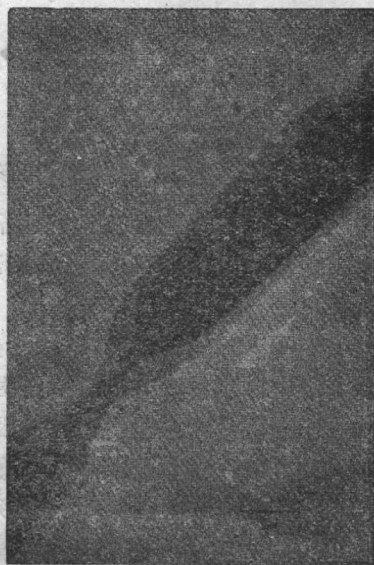


图9 蜡样杆菌 (*B. Cereus*) 在电子显微镜下所見的菌体构造

是一层具有半透性的薄膜。細胞在新陳代謝時，內外物質的交替都依靠它來完成。在細菌分裂時，胞漿膜也起着一定的作用。某些細菌的胞漿膜是細胞合成類脂體的部位。

核質 細菌體內有無核的存在，會使細菌學家爭論有年，因為細菌與其他生物不同，在直接觀察下看不見有形態如核的構造。用鹼性染料着色則整個細菌均勻染成一遍，所以早期有人推測細菌根本無核，也有人認為細菌無有形的核，而核質分散在整個細胞漿內。但這種看法並不能為一般學者們所滿意。在核的研究工作中，大致可分二方面，一方面在形態上尋找核，另一方面在化學結構上尋找一種與其他生物細胞核相似的物質。

細菌的嗜鹼性是由於在細胞漿內含有核糖核酸。用鹼性染料染色以後，則能掩蓋嗜鹼性核的着色。如用適當程度的酸水解或酶水解處理後，可以把它從細胞漿內除去，而顯出有形的核。Knaysi 與 Baker(1947)將細菌芽胞接種在一個含有炭水化合物而缺少氮與磷的培養基內，生長的細菌在細胞漿內嗜鹼性物質大為減少，但對核並無影響。應用此法，也可以在某些細菌中看到有核的存在。根據 Robinow (1942, 1944)的研究，在陳培養物中細菌的核較小，經移植到新培養基中後，核漸變大，呈哑鈴狀，染色加深。在細胞分裂之前，核先進行橫分裂，有時可見在細胞分裂之前，核先行分裂幾次，故在生長的細菌中常可見到有二對以上的核。自從電子顯微鏡發現以後，某些細菌在電子顯微鏡下可以看到有核的存在 (Knaysi, Hillier 與 Fabricent 1950)。

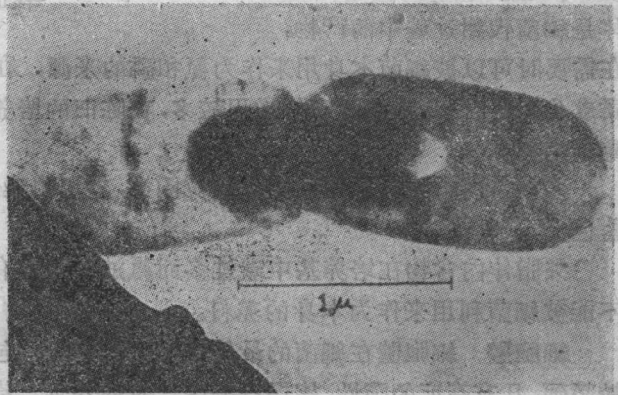


圖 10 細菌核的電子顯微鏡攝影

在形態上尋找的同時，還必須證明細菌核的化學結構與其他生物細胞核的化學結構亦相似，單純尋找嗜鹼性的物質並不可靠，因為細菌中的內含物如迂回體等顆粒也具有這種特性，很容易與核混淆。

根據目前的知識，認為脫氧核糖核酸主要存在生物的細胞核質內，如果我們在細菌內也能找到脫氧核糖核酸，就是細菌內有核質的證明。應用各種方法，如吸收光譜的測定，用脫氧核糖核酸酶處理後，失去染色的特性，用 Feulgen 氏染色法呈陽性反應等，皆證明細菌體內確實有核質的存在。Feulgen 氏染色法應用較廣，是根據 Shiff 試劑與醛基的反應，在染色過程中脫氧核糖核酸被強酸水解，放出嘌呤。同時使其中的糖生成醛基，醛基與 Shiff 試劑中無色的鹼性復紅能結合成深紅色或紫色的複合物。但除核質以外，有某些內含物與病毒等也可呈陽性反應，所以要證明核質不能單靠 Feulgen 氏染色法。

內含物 在細菌細胞漿中，帶有各種內含物。這些內含物的化學成分不同，有的是細菌的代謝產物，有的是儲備的營養物質，常見的有空泡、多糖類、類脂體、迂回體 (Volutin)、硫磺顆粒與無機鹽類等。各種不同的細菌，有不同的內含物，細菌的內含

物,常是辨別細菌的主要特征。

有些細菌在生長旺盛時,可以看見菌體內有空泡出現。空泡是一種水溶液,在外面包有一層類脂體蛋白質構成的薄膜。空泡產生的原因還不十分明確,有人認為是正常代謝的結果,有人認為是受環境影響而引起。

迂回體又稱為異染小體或 Babes-Ernst 二氏顆粒,首先從迂回螺菌中發現,故名迂回體。後來在許多細菌、

真菌和原蟲中都可以廣泛的找到。它的主要成分是核糖核酸,折光性比細胞漿高。在暗視野、電子顯微鏡中可以看到,迂回體的嗜鹼性和嗜中性較強,用陳舊的美藍溶液染色,可以染成紫色,與細菌其他部分的顏色不同,所以有異染小體的名稱。在白喉桿菌與鼠疫桿菌中,迂回體常排列在菌體的兩端,故也常稱之為極體。迂回體是細菌代謝過程中的產物,

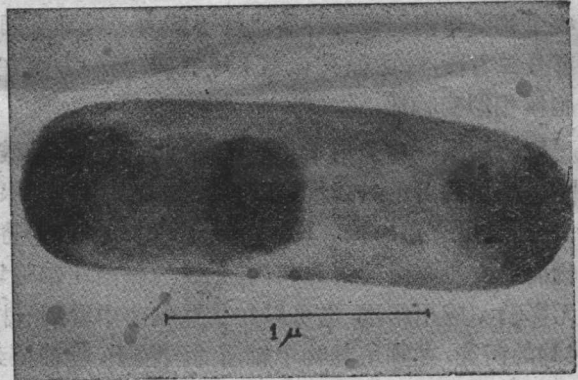


圖 11 核在芽胞形成時的狀態電子顯微鏡攝影,一對核正被圍于芽胞里。

在需要時可以被細菌本身用來作為氮和磷的來源,在細菌生長旺盛和培養基內氮和磷成分充足時,菌體內迂回體堆積較多,在陳舊的培養物中,由於養料的缺乏,迂回體漸漸消耗。

多糖類內含物有肝糖與淀粉顆粒兩類,經用碘染色後肝糖呈紅棕色,淀粉顆粒呈藍色。

類脂體內含物在培養基中碳過多而氮過少時常有大量的累積。類脂體內含物並不能被細菌利用來作為本身的養料。

細胞壁 細胞壁在細菌的最外層,又稱為外膜,包圍于胞漿膜之外,無色透明,比較堅硬,具有高度的彈性,能保持細菌一定的外形。若將桿菌用溶菌酶(Lysozyme)處理後,由於細胞壁的消失,細菌從桿狀變為球狀(Weibull 1953)。鳥型結核桿菌細胞壁的厚薄約為 0.023 微米,金黃色葡萄球菌細胞壁為 0.015—0.02 微米,大腸桿菌的細胞壁約為 0.01 微米。

細胞壁的折光性低,在暗視野下不能看見。一般看到的,圍繞在細胞四周的發光環,是胞漿膜而非細胞壁。細胞壁對染料的亲和力很低,用普通染色法不能着色,必須先用媒染劑如鞣酸等處理後方能染色。

細胞壁的化學成分,因為質量少,不易分析,故至今尚不十分明確。各種細菌細胞壁的成分,有顯然的差異。如大腸桿菌的細胞壁主要是類脂體——蛋白質(Weidel 1950, 1951);金黃色葡萄球菌主要是甘油——磷酸——蛋白質復合物(Mitchell 與 Moyle 1951);糞鏈球菌主要是粘液多糖質(Salton 1952a);白喉桿菌主要是蛋白質和糖(Holdsworth 1952a, b)。

細胞壁的主要功能是保護細菌,它有一定程度的半透性,對細菌內外物質的交換

也有一定的作用。但也有人认为细胞壁是一个无生命的东西，除去后对细菌并无损害(Mc Quillen 1955)。细胞壁具有抗原性，能与免疫血清中的相应抗体结合(Pijper 1941)。

荚膜 大多细菌在生活的过程中，可以向细胞壁的表面分泌一种粘液样的物质(Knaysi 1938)。有些细菌产生的粘液层很薄，不能在显微镜中看见，有些细菌的粘液层较厚，则称之为荚膜。在固体培养基上，荚膜能使菌落表面湿润而有光泽。在液体培养基中，荚膜不仅围绕在细菌的四周，也可以扩散到培养基中。

荚膜对染料的亲和力很低，必须用特殊的方法来加以染色。细菌荚膜的化学成分因各种细菌而异，如肺炎球菌的荚膜主要是多糖，炭疽杆菌的荚膜是多肽，志贺氏痢菌的荚膜是多糖、类脂体与蛋白质的复合物。荚膜附着在细菌上有抗原性。单纯的荚膜，有些具有抗原性，有些仅为半抗原，当视荚膜的化学成分而定。

荚膜的形成，对于有荚膜的细菌来说，是一种细菌的种的特征。但是它的形成与细菌所处的环境有关，致病性细菌必须在被感染的人或动物体内，或在特殊培养条件下才能产生。如炭疽杆菌需要 CO_2 压力增加，大肠杆菌需要有丰富的碳水化合物作养料和较低的温度。细菌的荚膜与细菌的毒力有关，如致病的肺炎球菌都有荚膜，当荚膜消失时则致病性也随之而消失。荚膜有保护细菌的作用，在动物体内使细菌不易被白血球吞噬，在体外荚膜能保护细菌抵抗干燥。

肺炎球菌因为荚膜多糖的化学成分不同，可以将其分为许多不同的型别，将肺炎球菌与同型的免疫血清混合在一起，在显微镜下检查，即可看见细菌荚膜渐渐膨大，称为荚膜膨胀试验，这种方法可以用来鉴别肺炎球菌的型别。

鞭毛 有些细菌如杆菌、弧菌及个别少数的球菌，在菌体上长有细长的丝状物，称为鞭毛。一般皆认为鞭毛是细菌的运动器官，具有鞭毛的细菌在液体中可以从一个地方跑到另一个地方。无鞭毛的细菌，在液体中，仅见不改变位置的颤动，称为布朗(Brownian)运动，系因细菌被水分子冲击而颤动，非真正的运动。

按鞭毛的数目及其排列可以把有鞭毛的细菌分成三群：

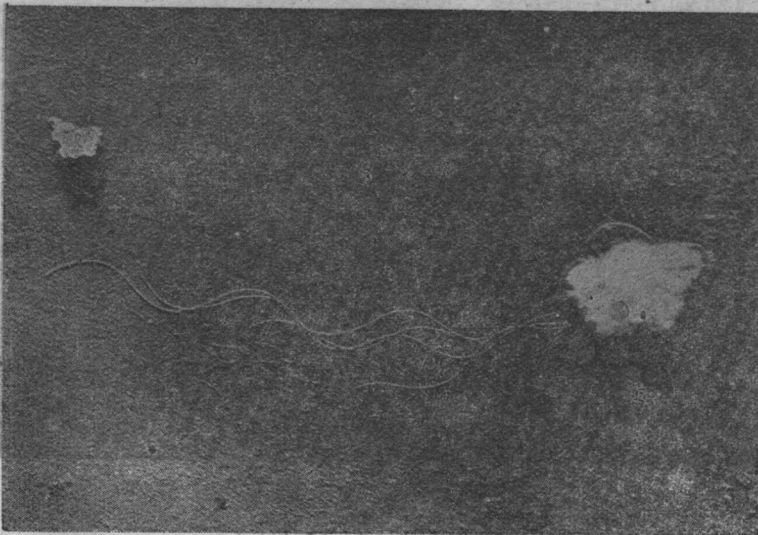


图 12 变形杆菌的鞭毛(电子显微镜)