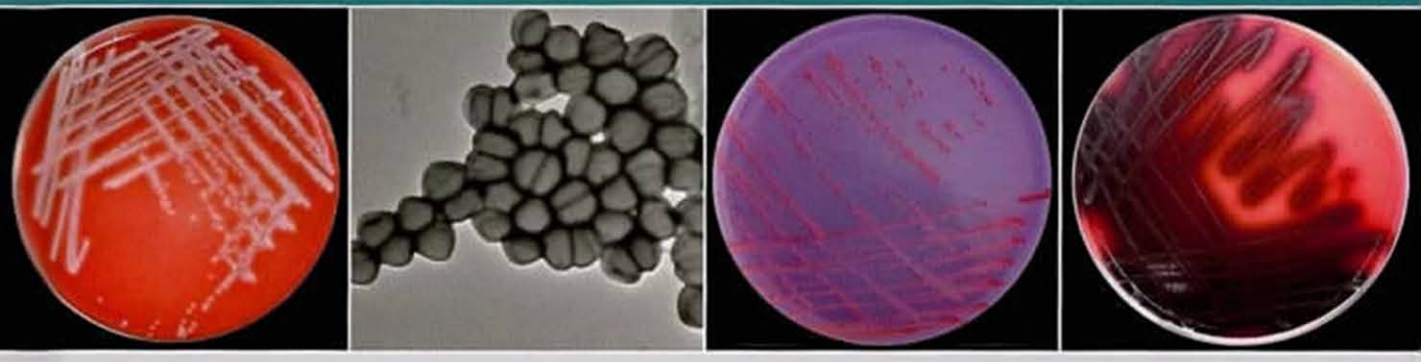
主编
刘佩红 张维谊 王 建

副主编
王晓旭 沈莉萍 徐 锋 赵洪进

兽医常见细菌检验图解



DIAGNOSTIC ATLAS OF
VETERINARY BACTERIOLOGY

上海科学技术出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

兽医常见细菌

检验图解

刘佩红　张维谊　王　建　主　编

王晓旭　沈莉萍　徐　锋　赵洪进　副主编

上海科学技术出版社

图书在版编目（CIP）数据

兽医常见细菌检验图解 / 刘佩红，张维谊，王建主编. -- 上海 : 上海科学技术出版社，2022.10
ISBN 978-7-5478-5814-1

Ⅰ. ①兽… Ⅱ. ①刘… ②张… ③王… Ⅲ. ①细菌－兽医卫生检验－图解 Ⅳ. ①S851.4-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2022)第153518号

兽医常见细菌检验图解

刘佩红　张维谊　王　建　主　编

王晓旭　沈莉萍　徐　锋　赵洪进　副主编

上海世纪出版（集团）有限公司
上 海 科 学 技 术 出 版 社　出版、发行
（上海市闵行区号景路159弄A座9F-10F）
邮政编码 201101　　www.sstp.cn
上海雅昌艺术印刷有限公司印刷
开本 787×1092　1/16　印张 14.5
字数 300 千字
2022 年 10 月第 1 版　2022 年 10 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-5478-5814-1/S・238
定价：150.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题，请向工厂联系调换

内容提要

《兽医常见细菌检验图解》以图文并茂的形式系统介绍了兽医临床常见细菌检验的知识和技术。全书共分 12 章。第一章为细菌基础知识，阐述了细菌的基本形态和结构；第二章为细菌基本检验技术，阐述了临床样本采集、分离培养、药敏试验以及菌种保存等技术要点；第三章至第十一章为临床常见细菌的分离培养和鉴定，阐述了 30 种常见菌属的形态、培养特性、生化反应、分离鉴定流程等技术要点；第十二章为微生物检验自动化技术，阐述了目前自动化样品处理及培养和鉴定的技术应用情况。全书彩图 300 余幅、示意图 80 余幅，形象、直观，文字精炼，指导性强。

本书可作为兽医临床微生物实验室检验人员和临床兽医的工具书和参考书。

编写人员

主　编

刘佩红　张维谊　王　建

副主编

王晓旭　沈莉萍　徐　锋　赵洪进

编写人员

（按姓氏笔画排序）

王　建　王晓旭　邓　波　卢　军　宁　昆　朱九超

刘　健　刘佩红　齐新永　杨显超　杨德全　张玉杰

张维谊　沈莉萍　周锦萍　赵洪进　徐　锋　唐聪圣

需要全本请访问 www.ertongbook.com

前　言

细菌（bacterium）是原核生物界（Prokaryotae）中的一大类单细胞微生物，它们的个体微小，形态与结构简单。广义的细菌，还包括立克次体（*Rickettsia*）、衣原体（*Chlamydia*）、支原体（*Mycoplasma*）、螺旋体（*Spirochetes*）及放线菌（*Actinomyces*）等。作为细菌学一个分支的兽医细菌学，与医学细菌学的关系最为密切，但范围更广、层次更复杂。兽医细菌学是在细菌学一般理论基础上研究细菌与动物疾病的关系，并利用细菌学与免疫学的知识和技能来诊断、防治动物疾病和人兽共患疾病，保障人类的食品安全与卫生，保障畜牧业生产，保障动物的健康及生态环境免于破坏。其研究领域不仅限于传统的家畜、家禽，还涉及伴侣动物、实验动物、水生动物、野生动物等。21 世纪以来，兽医临床细菌学检验技术发展日新月异，各种自动化设备，比如标本自动接种仪、微生物自动鉴定仪及用于快速鉴定的质谱仪等陆续投入使用，大大提高了细菌学检验的准确性与及时性。但是，细菌分离鉴定离不开传统的手工鉴定方法，形态学检验仍然是细菌学检验的主要手段之一。形态学检验经验要靠大量的临床实践和长期的经验总结才能慢慢培养出来，这也是年轻的细菌学技术人员最需要磨炼的技能。

本书的编著者从事临床兽医学检验工作多年，对兽医细菌的形态学检验有丰富的经验。书中细菌形态、菌落特征、生化特性等大量照片大多

是编著者在科研和日常检测工作中拍摄，少部分引用国内外资料（均已注明来源，并在此向引用照片的作者表示感谢）。本书采用图文对照的形式，理论与实践并重，直观、形象地展示了兽医常见细菌分离鉴定等检验技术要点，可供兽医实验室检验人员、兽医临床工作者、兽医学及相关专业大中专院校学生参考。

由于水平所限，书中难免有不足之处，恳请广大读者指正。

编著者

2022 年 8 月

目　录

第一章　细菌基础知识…… 1

第一节　细菌的大小与形态 …… 1
第二节　细菌的结构 …… 4
第三节　细菌的菌落特性 …… 7
第四节　细菌的生化特性 …… 9

第二章　细菌检验基本技术……25

第一节　样本采集和处理 ……25
第二节　细菌的培养 ……33
第三节　细菌的鉴定 ……39
第四节　抗菌药物敏感性试验 ……51
第五节　菌种保存与复苏技术 ……54

第三章　革兰阳性球菌……63

第一节　链球菌属（*Streptococcus*）……63
第二节　葡萄球菌属（*Staphylococcus*）……72
第三节　肠球菌属（*Enterococcus*）……76

第四章　革兰阳性杆菌……81

第一节　李斯特菌属（*Listeria*）……81

第二节　丹毒丝菌属（*Erysipelothrix*）……86
第三节　芽孢杆菌属（*Bacillus*）……92
第四节　梭菌属（*Clostridium*）……94

第五章　肠杆菌科……99

第一节　埃希菌属（*Escherichia*）……100
第二节　沙门菌属（*Salmonella*）……105
第三节　其他肠杆菌科细菌……114

第六章　巴氏杆菌科及黄杆菌科……119

第一节　巴氏杆菌属（*Pasteurella*）……119
第二节　放线杆菌属（*Actinobacillus*）……124
第三节　嗜血杆菌属（*Haemophilus*）……128
第四节　禽杆菌属（*Avibacterium*）……131
第五节　里氏杆菌属（*Riemerella*）……134

第七章　弧菌科及气单胞菌科……137

第一节　弧菌属（*Vibrio*）……137
第二节　气单胞菌属（*Aeromonas*）……143

第八章　革兰阴性需氧杆菌……149

第一节　布鲁菌属（*Brucella*）……149
第二节　波氏菌属（*Bordetella*）……153
第三节　伯氏菌属（*Burkholderia*）……155

第九章　革兰阴性微需氧菌和厌氧菌……159

第一节　弯曲菌属（*Campylobacter*）……159

第二节 劳森菌属（*Lawsonia*）…… 163

第十章 分枝杆菌属及相似菌属…… 165

第一节 分枝杆菌属（*Mycobacterium*）…… 165
第二节 放线菌属（*Actinomyces*）…… 167
第三节 诺卡菌属（*Nocardia*）…… 170

第十一章 支原体、衣原体、立克次体和螺旋体…… 173

第一节 支原体（*Mycoplasma*）…… 173
第二节 衣原体（*Chlamydia*）…… 181
第三节 立克次体（*Rickettsia*）…… 185
第四节 螺旋体（*Spirochaete*）…… 187

第十二章 兽医微生物检验的自动化…… 193

第一节 细菌培养的自动化 …… 193
第二节 微生物鉴定的自动化 …… 197
第三节 微生物样本前处理的自动化 …… 208

参考文献…… 214

第一章

细菌基础知识

第一节　细菌的大小与形态

细菌（Bacterium）是一种个体微小、形态简单、有细胞壁、靠二分裂法繁殖的单细胞微生物。由于细菌比较小，只有染色后在光学显微镜下进行观察，才能了解细菌的大小和形态。细菌的染色方法有多种，其中最常用的是革兰染色法。通过革兰染色，可将细菌分为革兰阳性菌和革兰阴性菌两大类。每种细菌都有一定的大小、形态及排列方式，可以根据这些特点对细菌进行初步鉴定。

细菌的形态特征常是细菌分类鉴定的指标之一。细菌的形态常常受到环境因素的影响，比如培养时间、培养温度不同，以及培养基中物质的组成和浓度等因素发生改变，都可以引起细菌形态的改变。一般在适宜条件下培养的细菌，菌体形态比较正常、齐整；在不正常的培养条件下或在较老的培养物中，或培养基中有药物、抗生素存在时，细菌细胞常表现出不正常的形态，细胞膨大或出现梨形、丝状等不规则形态。形态不正常的细菌，在移植到新鲜的培养基内，并在适宜条件下培养，会重新恢复到正常的形态。

一、细菌的大小

细菌个体微小，常用微米（μm）表示。在一般情况下，细菌的大小相对比较稳定，是鉴定菌种的依据之一。细菌的大小与所用染色的方法有关。通过干燥固定的方法对菌体进行染色，其长度一般要比活菌体缩短 1/4 ~ 1/3；如果用负染色法对菌体染色，其菌体常大于普通染色法甚至比活菌体还大。细菌的大小和形态还会受环境条件的影响，如使用的培养基成分、浓度、培养温度和时间等。在适合细菌生长的条件下，幼龄细菌或对数生长期培养物的大小和形态一般较为稳定，因而适合进行形态特征的描述。在非正常条件下生长或衰老的细菌培养物，细菌常呈现膨大、分枝或丝状等畸形。

球菌大小常用直径来表示。杆菌和螺旋菌用长和宽表示，大杆菌长 3 ~ 8μm、宽 1 ~ 1.25μm，小杆菌长 0.7 ~ 1.5μm、宽 0.4 ~ 1.2μm；螺旋菌以其两端的直线距离作长度，一般长 2 ~ 20μm、宽 0.4 ~ 1.2μm。细菌的大小介于动物组织细胞与病毒粒子之间。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

二、细菌的基本形态与排列方式

细菌有球状、杆状和螺旋状三种基本形态（但也有其他形态），可根据细菌的形态特征对其进行初步鉴定。

细菌的排列方式有多种，与其分裂繁殖有关。不同种类的细菌在裂殖后，有的菌体呈单个存在，有的菌体彼此仍有原浆带相连而形成一定的排列方式。一般情况下，每种细菌的形态和排列方式是相对稳定而有特征性的，可作为细菌分类和鉴定的依据。

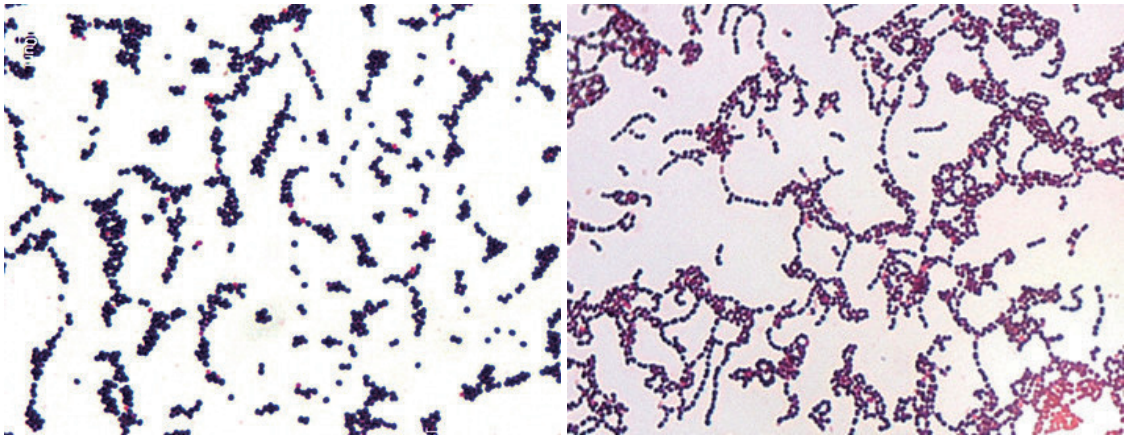
1. 球菌（Coccus）

菌体呈球形或近似球形。根据菌体分裂的方向及分裂后排列状态的不同，球菌可以分为以下 5 种。

（1）单球菌：分裂后的菌体呈单独存在的分散状态，如尿素小球菌。

（2）双球菌：在一个平面上分裂，分裂后的菌体成对排列，如肺炎双球菌。

（3）链球菌：沿一个平面分裂，分裂后 3 个以上的菌体相连，呈链状排列（图 1–1–1）。



（a）　　（b）

图 1–1–1　链球菌（革兰染色）

（a）短链球菌；（b）长链球菌

（4）四联球菌：菌体在 2 个互相垂直的平面分裂，分裂后每 4 个菌体呈“田”字形排列，如四联小球菌。

（5）葡萄球菌：菌体沿多个不规则的平面分裂，分裂后许多菌体无规则地堆积在一起呈葡萄串状，如金黄色葡萄球菌（图 1–1–2）。

2. 杆菌（Bacillus）

菌体一般呈杆状，两端多数为钝圆、少数呈平截状。杆菌是细菌中种类最多的一类。

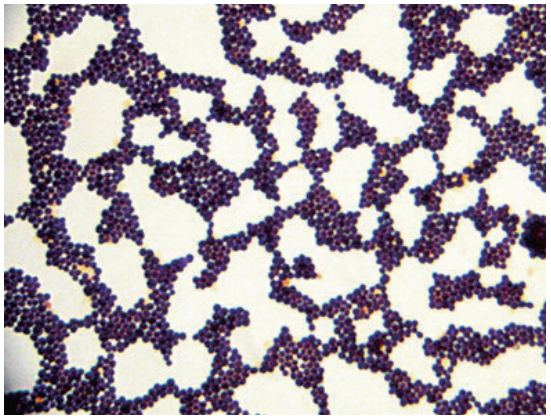
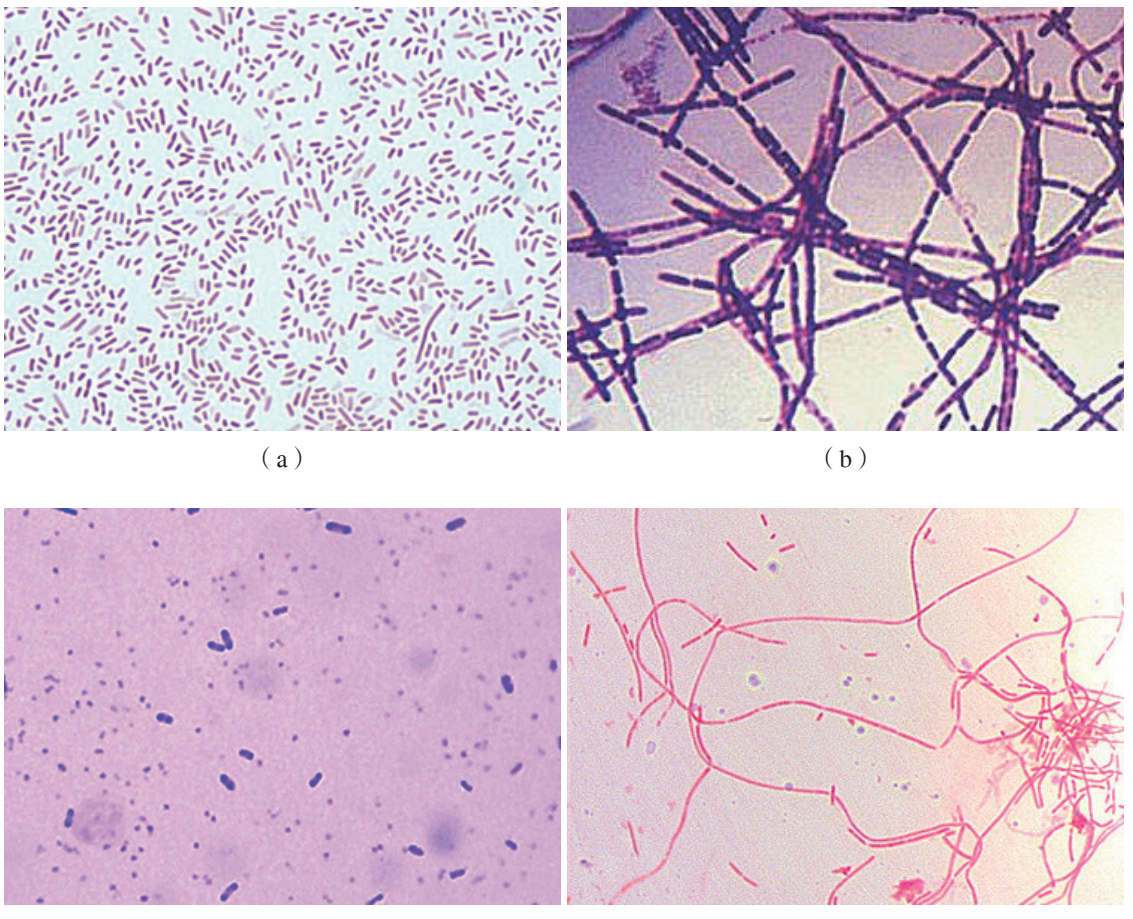


图 1–1–2　金黄色葡萄球菌（革兰染色）

因菌种不同，菌体的大小、长短、粗细等都有差异（图 1–1–3）。

杆菌可分为长杆菌、短杆菌、球杆菌等。根据菌体是否膨大，又可以分为棒状杆菌（菌体一端膨大）和梭状杆菌（菌体中间膨大）；根据菌体有无芽孢又可分为芽孢杆菌和无芽孢杆菌。有些杆菌的菌体短小，两端钝圆，近似球状，称为球杆菌；有些杆菌呈丝状；有些杆菌还会形成分枝或侧枝。



（a）　（b）

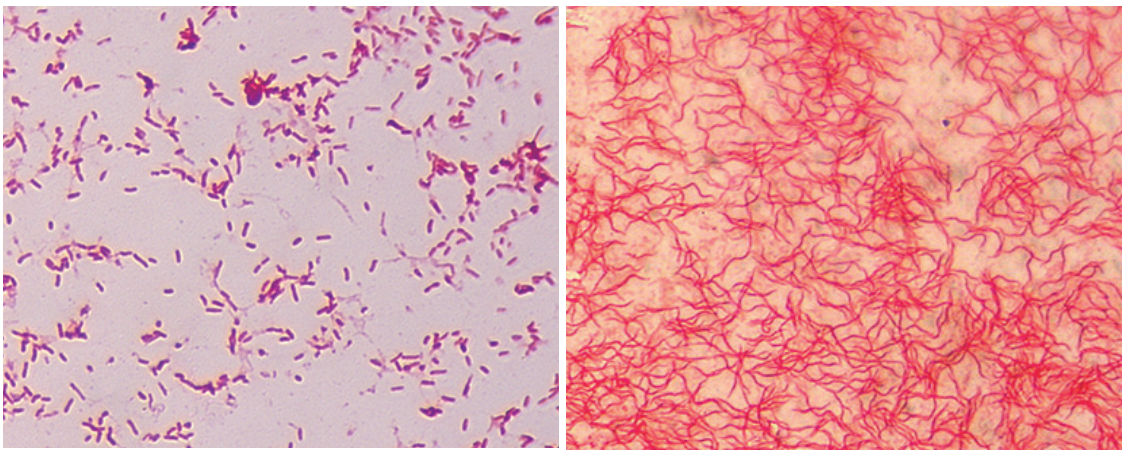
（c）　（d）

图 1–1–3　杆菌的形态（革兰染色）

（a）短杆菌；（b）长杆菌；（c）球杆菌；（d）丝状菌

3. 螺旋菌（Spirilla）

螺旋菌或称螺形菌，菌体呈弯曲状或螺旋状（图 1–1–4）。螺旋菌又可分为弧菌（Vibrio）螺菌（Spirllum）和螺旋体（Spirochaete）三种。弧菌菌体只有一个弯曲，呈弧形或逗点状，如副溶血弧菌；螺菌菌体较长，有两个以上的弯曲，形成螺旋状，如鼠咬热螺菌螺旋体菌体细长，柔软，弯曲，呈螺旋状如猪短螺旋体。



（a）　　（b）

图 1–1–4　螺旋菌（革兰染色）

（a）创伤弧菌；（b）大肠毛状螺旋体

第二节　细菌的结构

一、细菌的基本结构

细菌的基本结构包括细胞壁、细胞膜、细胞质及核质等（图 1–2–1）。

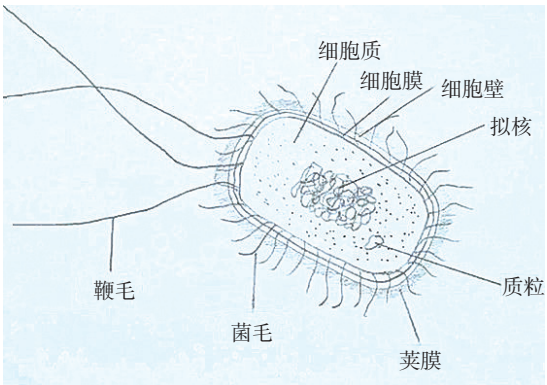


图 1–2–1　细菌结构示意（齐新永手绘）

1. 细胞壁（Cell wall）

细胞壁是一层坚韧而具有一定弹性的膜状结构，位于细菌的最外层，较厚（5 ~ 80nm），能抵抗细胞内强大的渗透压而不被破坏。

细胞壁的主要组成成分是肽聚糖（Pepti-

doglycan），又称黏肽（Mucopetide）。细胞壁的韧性与肽聚糖密切相关。革兰阳性菌细胞壁较厚，为 20 ~ 80nm，占细胞壁物质的 40% ~ 95%；革兰阴性菌细胞壁较薄，为 10 ~ 15nm，占细胞壁物质的 5% ~ 20%。细胞壁除了肽聚糖外，还含有磷壁酸、脂多糖、脂蛋白等，其中脂多糖为革兰阴性菌所特有。革兰阳性菌和革兰阴性菌的细胞壁组成成分和结构显著不同，导致这两类细菌在革兰染色以及对某些药物的敏感性等方面存在较大差异。

2. 细胞膜（Cell membrane）

细胞膜位于细胞壁内侧，紧包着细胞质，是一层富有弹性的半透性薄膜。细胞膜的主要成分是磷脂和蛋白质。膜上分布有多种酶，参与细胞的呼吸、能量代谢及生物合成等，参与细胞内外的物质转运、交换，维持细胞内正常的渗透压等。

3. 细胞质（Cytoplasm）

细胞质是指细菌细胞膜所包围的胶状物质，是一种无色透明、均质的黏稠胶体。基本成分是水、蛋白质、无机盐、核酸、脂类、多糖类等。细胞质是细菌进行物质代谢以及合成核酸和蛋白质的场所。细胞质内还含有几种重要的结构，如核糖体、质粒、间体及各种内含物等。

4. 核质（Nuclear material）

细菌没有完整的细胞核，其遗传物质无核膜包围，仅由裸露的双股 DNA 盘绕而成，称作核质。核质多分布于菌体中央，除了 DNA 分子外，还含有少量 RNA 多聚酶和组蛋白样蛋白。核质多呈球状、哑铃状、带状或网状等形态。细菌的核质含有细菌的遗传基因，其功能是控制细菌的遗传和变异。

二、细菌的特殊结构

细菌除了上述的基本结构外，有些细菌在一定条件下还能形成荚膜、鞭毛、菌毛、芽孢等特殊结构。

1. 荚膜（Capsule）

某些细菌在其生活过程中，细胞壁的外周包围一层界限分明、不易被洗脱的黏液性物质，其厚度≥ 0.2μm，称为荚膜（图 1–2–2）。荚膜对碱性染料不易着色，因此用普通方法染色后只能看到菌体周围有一层未着色的透明带。如果用荚膜染色法，可以清楚地看到荚膜。荚膜并非细菌生存所必需的结构，如荚膜丢失，细菌仍能存活。

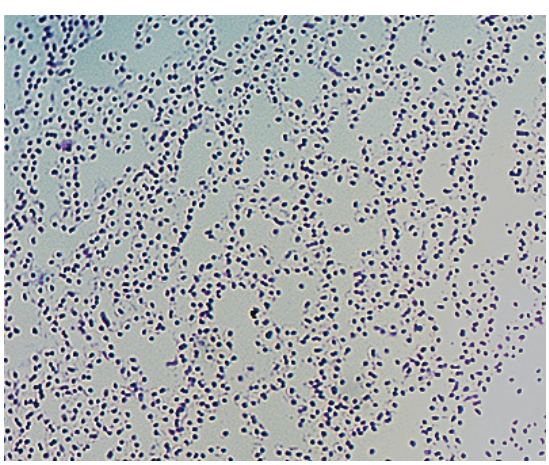


图 1–2–2　多杀性巴氏杆菌荚膜（瑞氏染色）

荚膜的功能是保护细菌免遭吞噬细胞的吞噬和消化，还能抵抗抗体的作用，因而与细菌的毒力有关，并且是某些致病菌的重要毒力因子。

2. 鞭毛（Flagellum）

大多数弧菌、螺菌、杆菌及极少数球菌的菌体表面附着有细长、弯曲的丝状物，一至数十根不等，称为鞭毛（图 1–2–3）。鞭毛的直径为 5 ~ 20nm，长度为 10 ~ 20nm。在电镜下能直接观察到细菌的鞭毛。鞭毛是细菌的运动器官，将细菌穿刺接种于含 0.3% ~ 0.4% 琼脂的半固体营养琼脂中培养后观察，如果在穿刺线周围出现扩散现象，表明该菌有鞭毛，具有运动性；反之，则表明该菌无鞭毛，不运动。



图 1–2–3　大肠埃希菌鞭毛（透射电镜）

鞭毛的成分是蛋白质，由鞭毛蛋白的亚单位组成，具有抗原性，称为鞭毛抗原或 H 抗原。不同细菌的 H 抗原具有型特异性，常作为血清学鉴定的依据之一。



图 1–2–4　肺炎克雷伯菌菌毛（透射电镜）

3. 菌毛（Pilum）

大多数革兰阴性菌的菌体表面生长一种比鞭毛更短、更细的丝状附属物，称为菌毛（图 1–2–4）。菌毛是一种空心的蛋白质管，具有良好的抗原性。按功能不同，可将菌毛分为普通菌毛和性菌毛。

普通菌毛数量较多，均匀分布于菌体表面，作为一种黏附结构，帮助细菌黏附于宿主细胞的受体上，构成细菌的一种侵袭力；性菌毛仅见于少数革兰阴性菌，比普通菌毛长而粗，但数量少，仅 1 ~ 4 根，并随机分布于菌体的两侧。带有性菌毛的细菌具有致育性，称为 F^+ 菌。当细菌间由性菌毛结合时，F^+ 菌可将毒力质粒、耐药质粒和核质等遗传物质通过管状的性菌毛输入 F^- 菌，从而使 F^- 菌获得 F^+ 菌的某些特征。此外，性菌毛也是某些噬菌体吸附于细菌表面的受体。

4. 芽孢（Spore）

在一定的环境条件下，某些细菌的细胞内形成一个圆形或椭圆形的休眠体构造，称为芽孢（图 1–2–5）。芽孢具有较厚的芽孢壁、多层芽孢膜，结构坚实，含水量少，折光性强。

芽孢的大小、形状、位置随不同细菌而异，具有一定的鉴别意义。不同的细菌，其芽孢所处的位置也不相同，有的在中部，有的在末端，有的在顶端。例如：肉毒梭菌的芽孢横径比菌体大，位于菌体末端；炭疽杆菌的芽孢比菌体横径小，位于菌体中央；破伤风梭菌的芽孢比菌体大，位于菌体末端，呈鼓槌状。

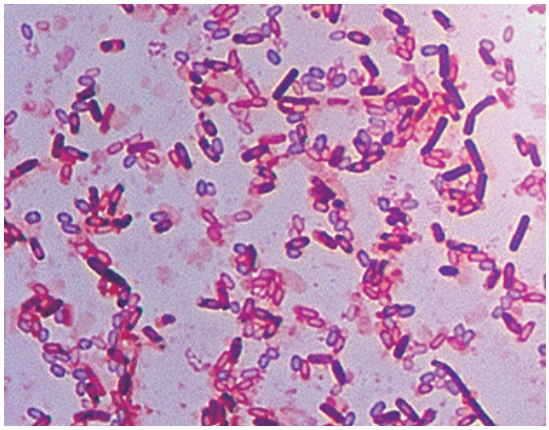


图 1–2–5　枯草杆菌芽孢（革兰染色）

细菌一般在动物体外才形成芽孢，不同细菌形成芽孢的条件也不相同。例如：炭疽杆菌在有氧环境中形成，破伤风梭菌在厌氧且营养不足时形成。芽孢不分裂繁殖，对外界不良环境有强大的抵抗力，是细菌保存生命的一种休眠结构。当环境适宜时，芽孢萌发成新的营养体，进行分裂繁殖。

第三节　细菌的菌落特性

菌落形态包括菌落的大小、颜色、边缘、形状、表面、高度、质地、光泽、气味和透明度等。每一种细菌在一定条件下形成固定的菌落特征。同种或不同种细菌在不同的培养条件下，菌落特征也可能不同，可作为鉴定细菌的依据。

（1）大小：直径用 mm 表示，一般分小菌落（＜ 2mm）、中等大小菌落（2 ~ 3mm）、大菌落（＞ 3mm）3 种。

（2）边缘：整齐、卷发状、树枝状、锯齿状等（图 1–3–1）。

（3）形状：点状、不规则形、圆形、卵圆形、卷发状、菌丝状等（图 1–3–1）。

（4）表面：干燥、湿润、皱褶、粗糙、光滑、同心圆、放射状、露滴状等（图 1–3–1）。

（5）颜色：无色、褐色、柠檬色、灰白色、乳白色、紫色、黄色、金黄色、红色、黑色、绿色等（图 1–3–2）。

（6）高度：扁平、凸起、隆起、脐形等。

（7）透明度：不透明、透明、半透明。

（8）质地：用接种环挑取，易碎、黏稠等。

（9）光泽：荧光、有光泽、无光泽等。

（10）气味：水果味、姜香味、恶臭味、甜味等。

需要全本请访问 www.ertongbook.com