

第一章 细菌的形态与结构

细菌(bacterium)是属原核生物界(prokaryotae)的一种单细胞微生物。

- 第一节 细菌的大小与形态
 - 第二节 细菌的结构
 - 第三节 细菌形态与结构检查法
-

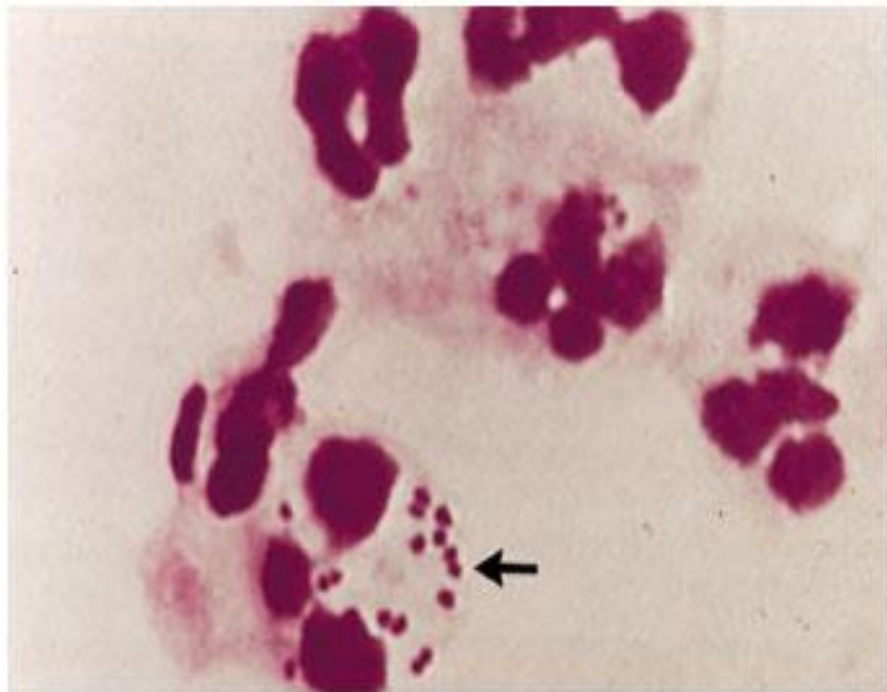
第一节 细菌的大小与形态

□ 观察细菌常用光学显微镜，其大小用测微尺在显微镜下进行测量，以微米(μm)为单位。不同种类的细菌大小不一，同一种细菌也因菌龄和环境因素的影响而有差异。

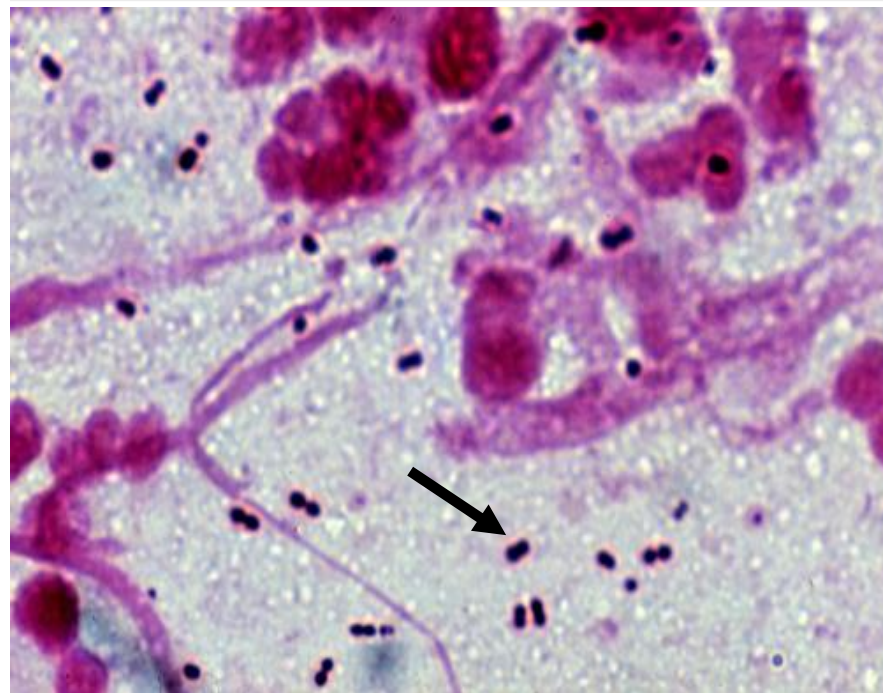
□ 细菌按其外形，主要有 { 球菌
杆菌
螺形菌

球菌(coccus)

双球菌(diplococcus)



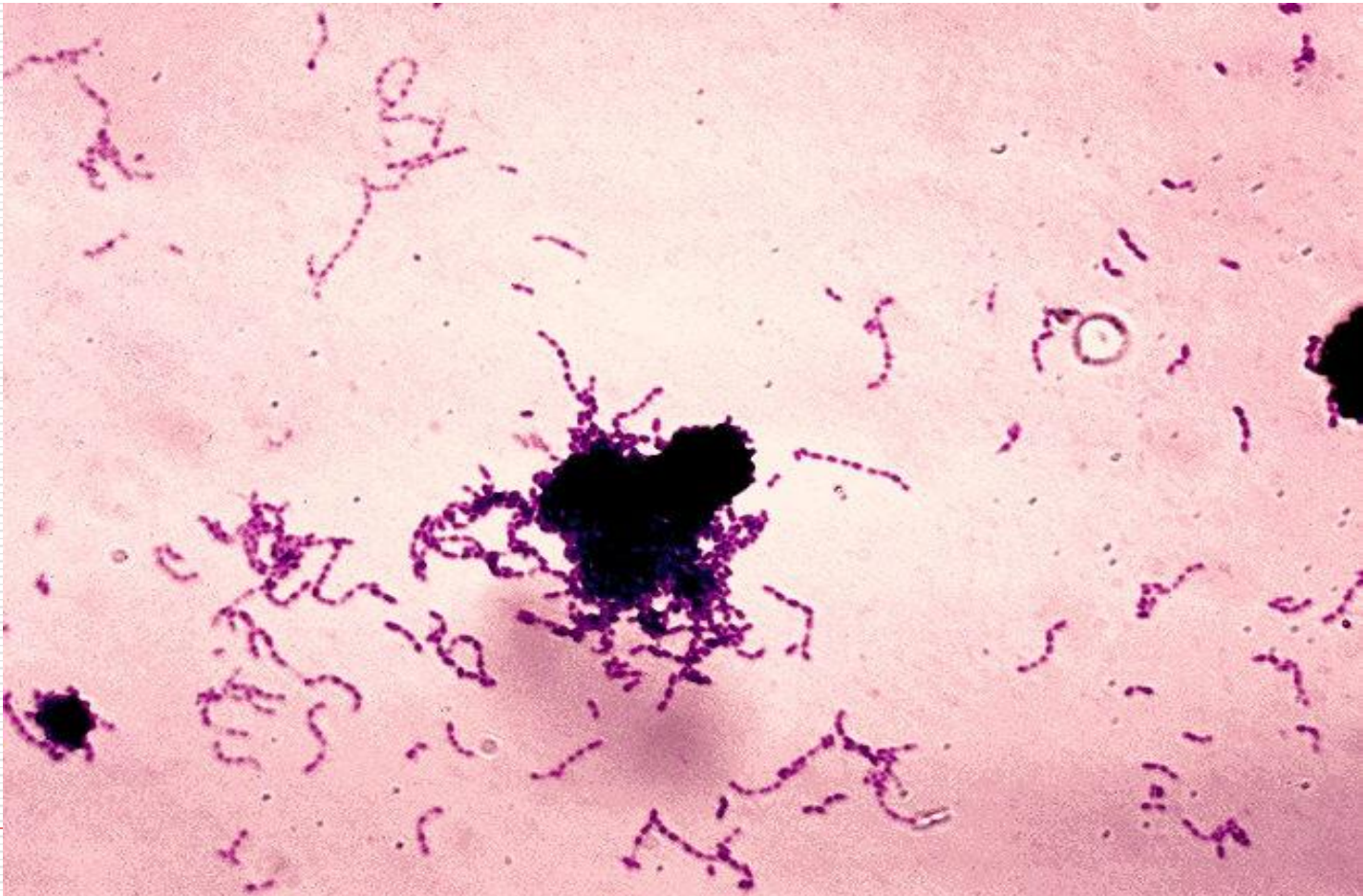
脑膜炎奈瑟菌



肺炎链球菌

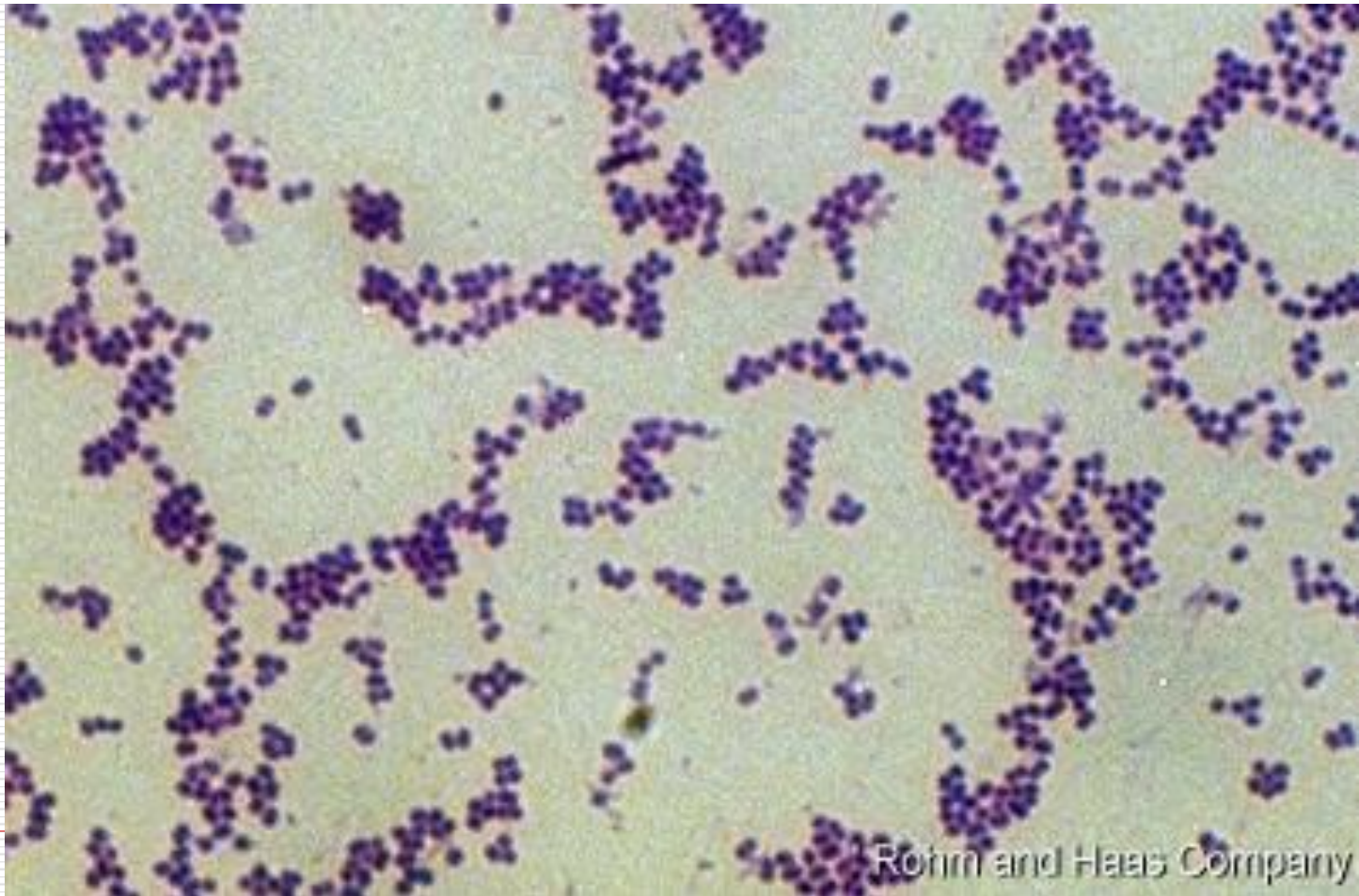
球菌(coccus)

链球菌(streptococcus)



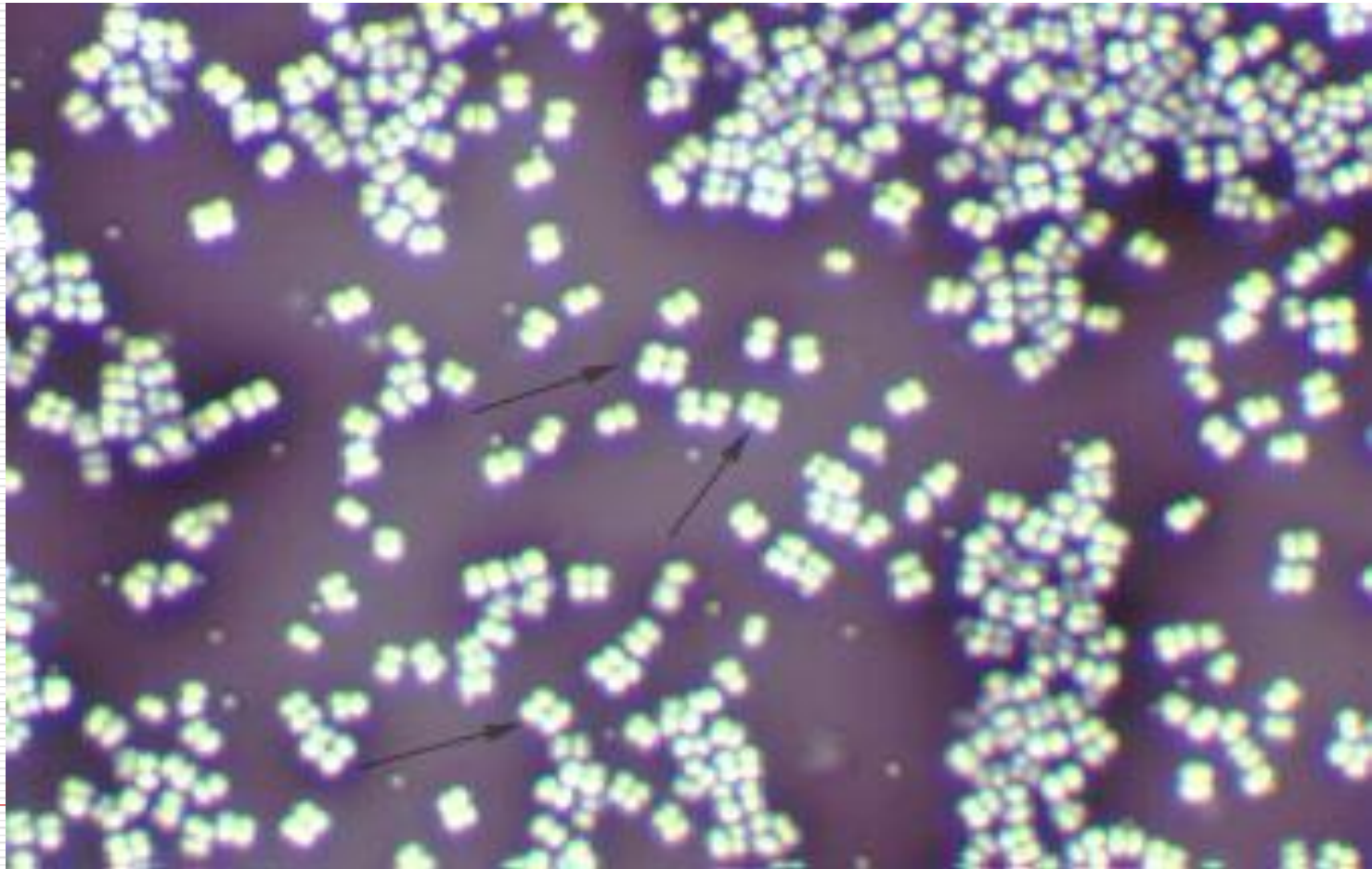
球菌(coccus)

葡萄球菌(streptococcus)



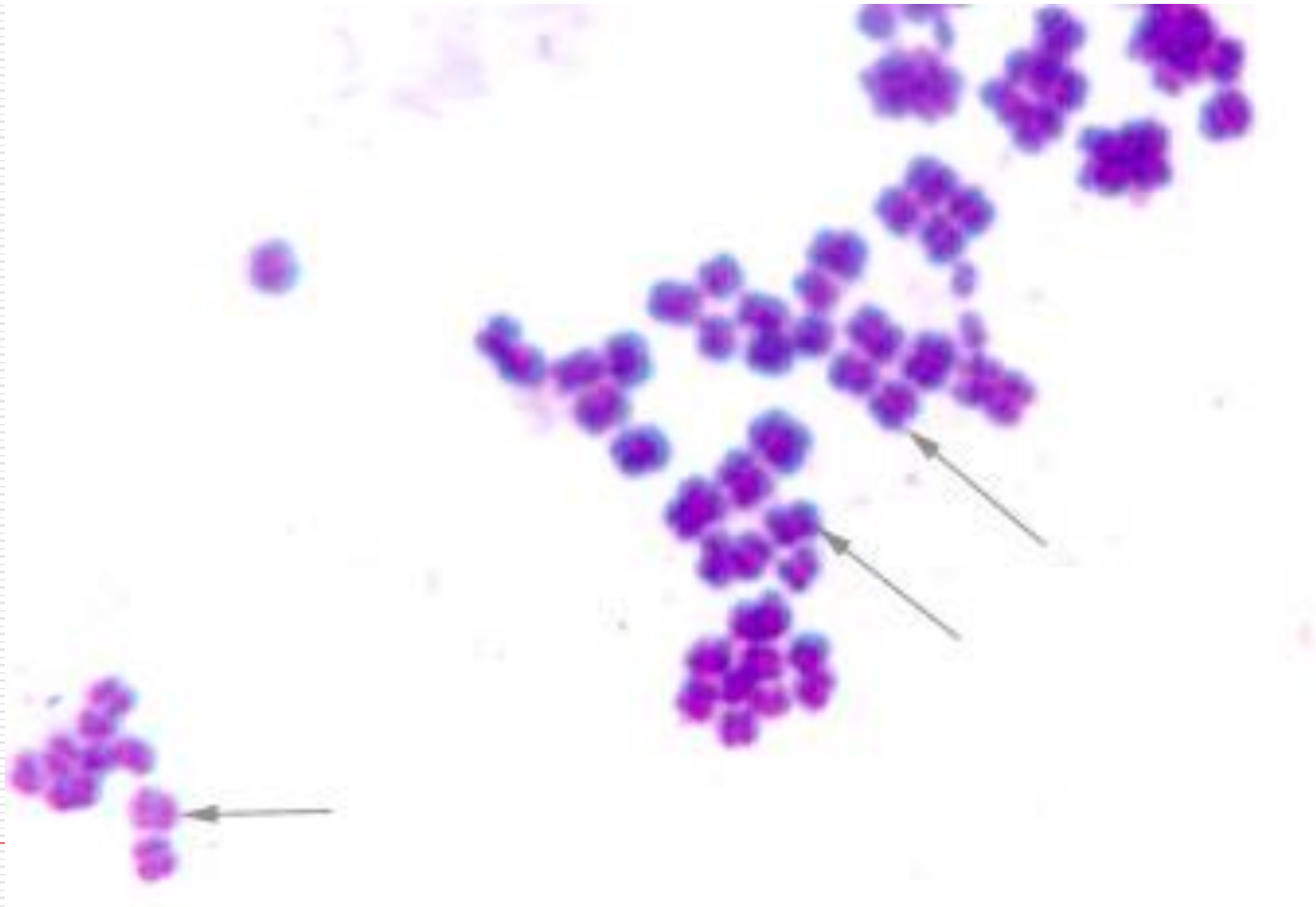
球菌(coccus)

四联球菌(tetrad)



球菌(coccus)

八叠球菌(sarcina)



杆菌(bacillus)

~~不同杆菌的大小、长短、粗细很不一致。~~

大

中

小



炭疽芽胞杆菌 3-10 μm

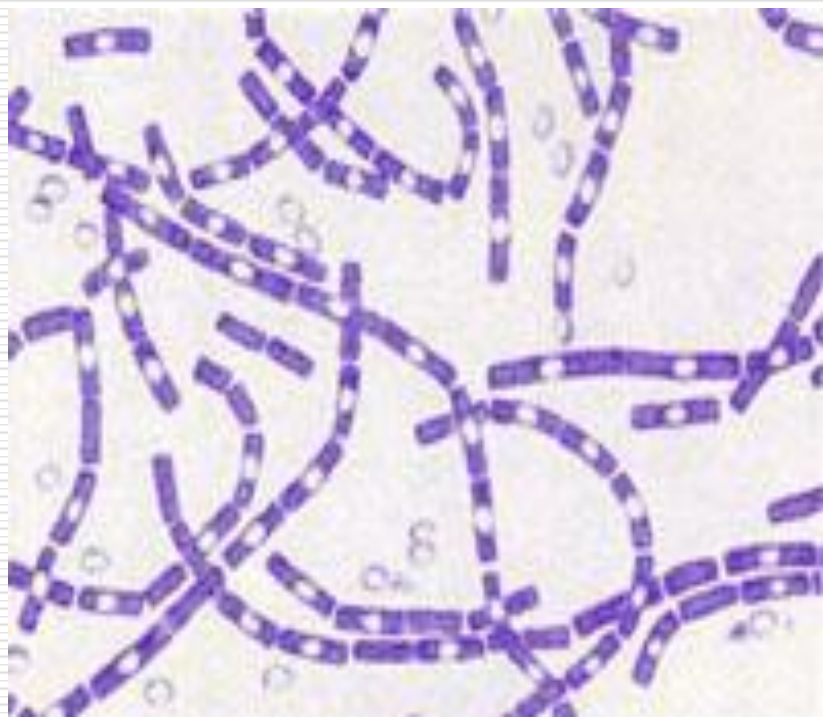
大肠埃希菌 2-3 μm

布鲁菌 0.6-1.5 μm

杆菌(bacillus)

杆菌的形态多样

两端齐平



炭疽芽胞杆菌

两端尖细

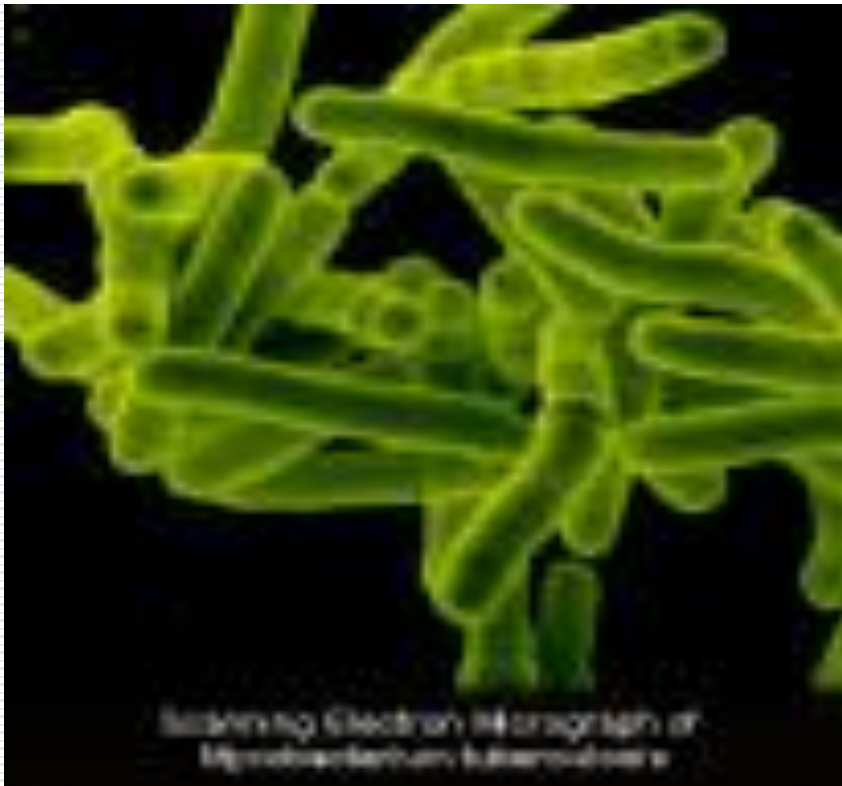


白喉棒状杆菌

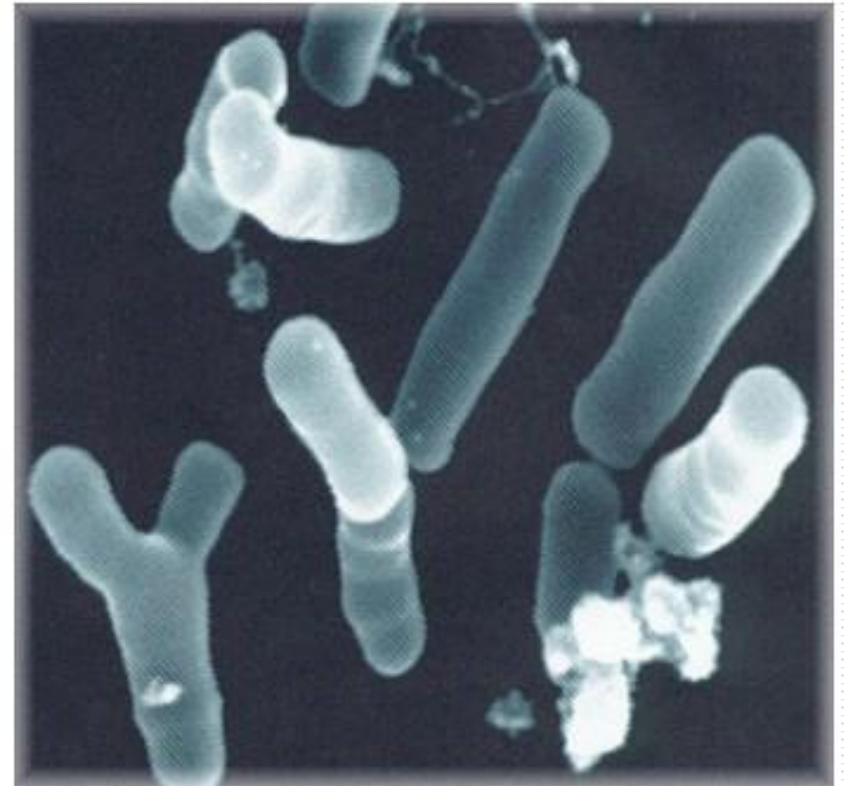
杆菌(bacillus)

杆菌的形态多样

分枝杆菌

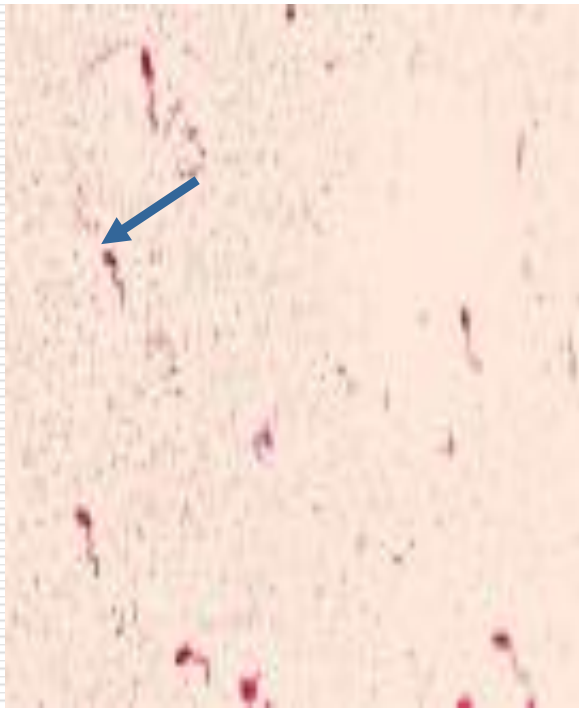


双歧杆菌

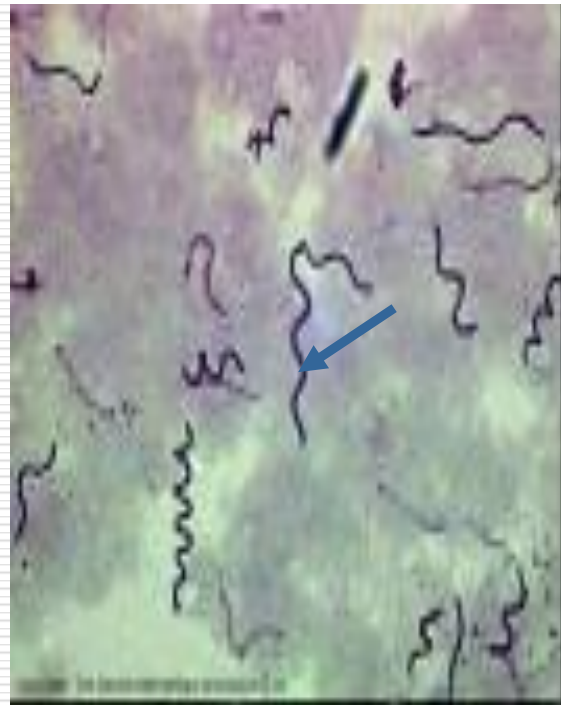


螺形菌(spiral bacterium)

弧菌



螺菌



螺杆菌



第二节 细菌的结构

基本
结构

—— 细胞壁、细胞膜、细胞质、核质

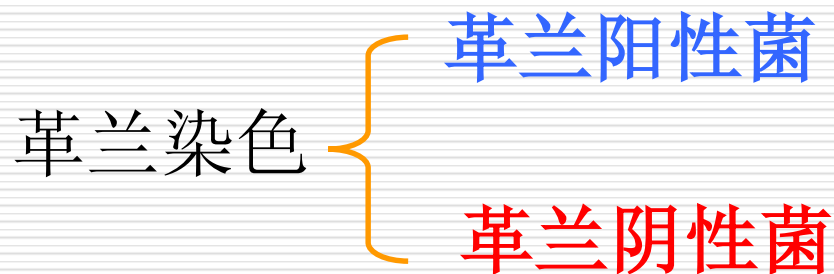
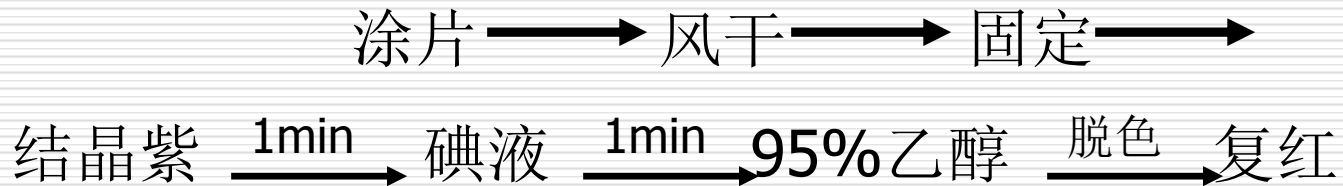
特殊
结构

—— 荚膜、鞭毛、菌毛、芽胞

一. 基本结构

(一) 细胞壁(cell wall)

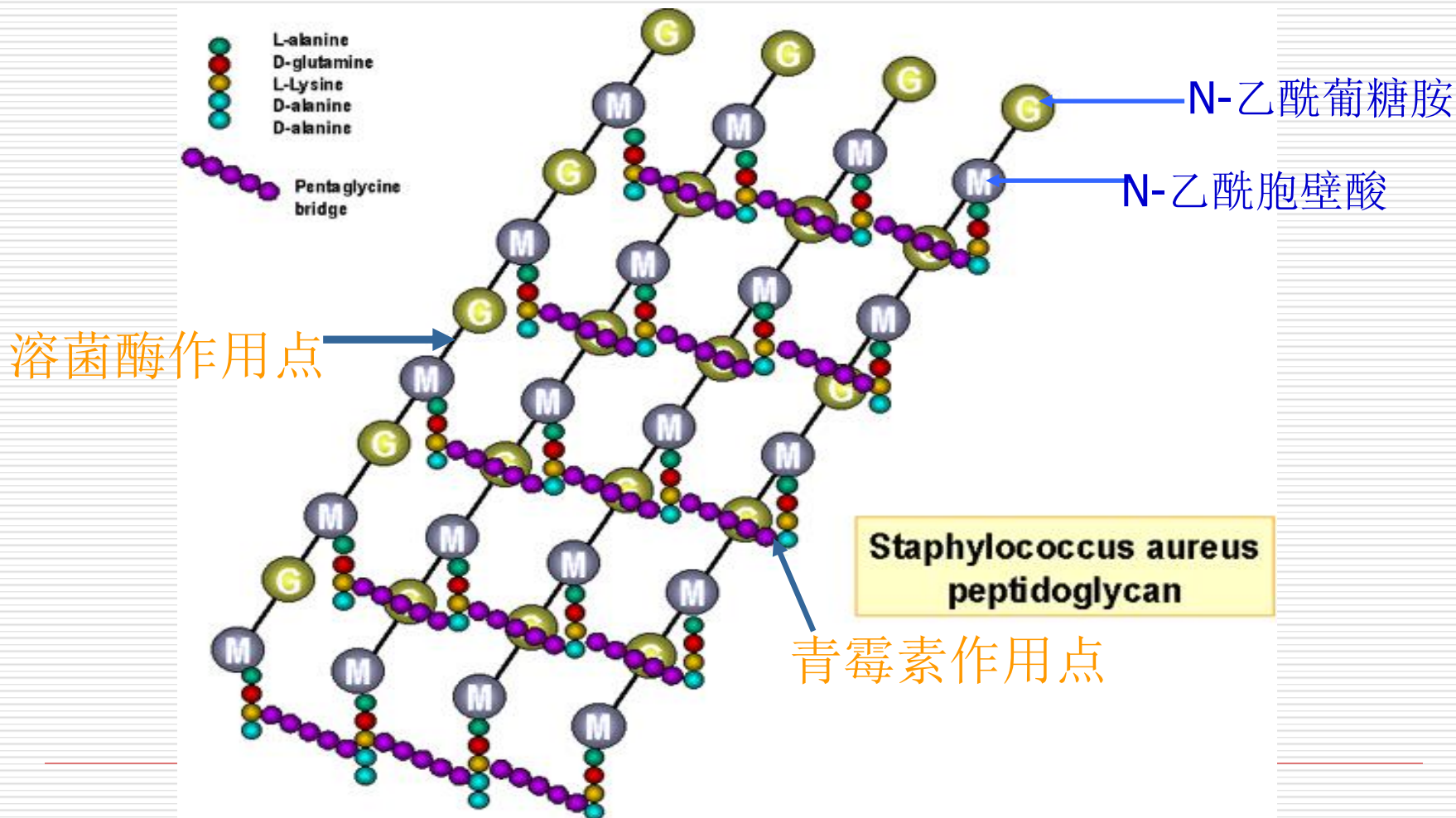
革兰染色法:



两类细菌细胞壁的共同组分为肽聚糖，但各有其特殊组分。

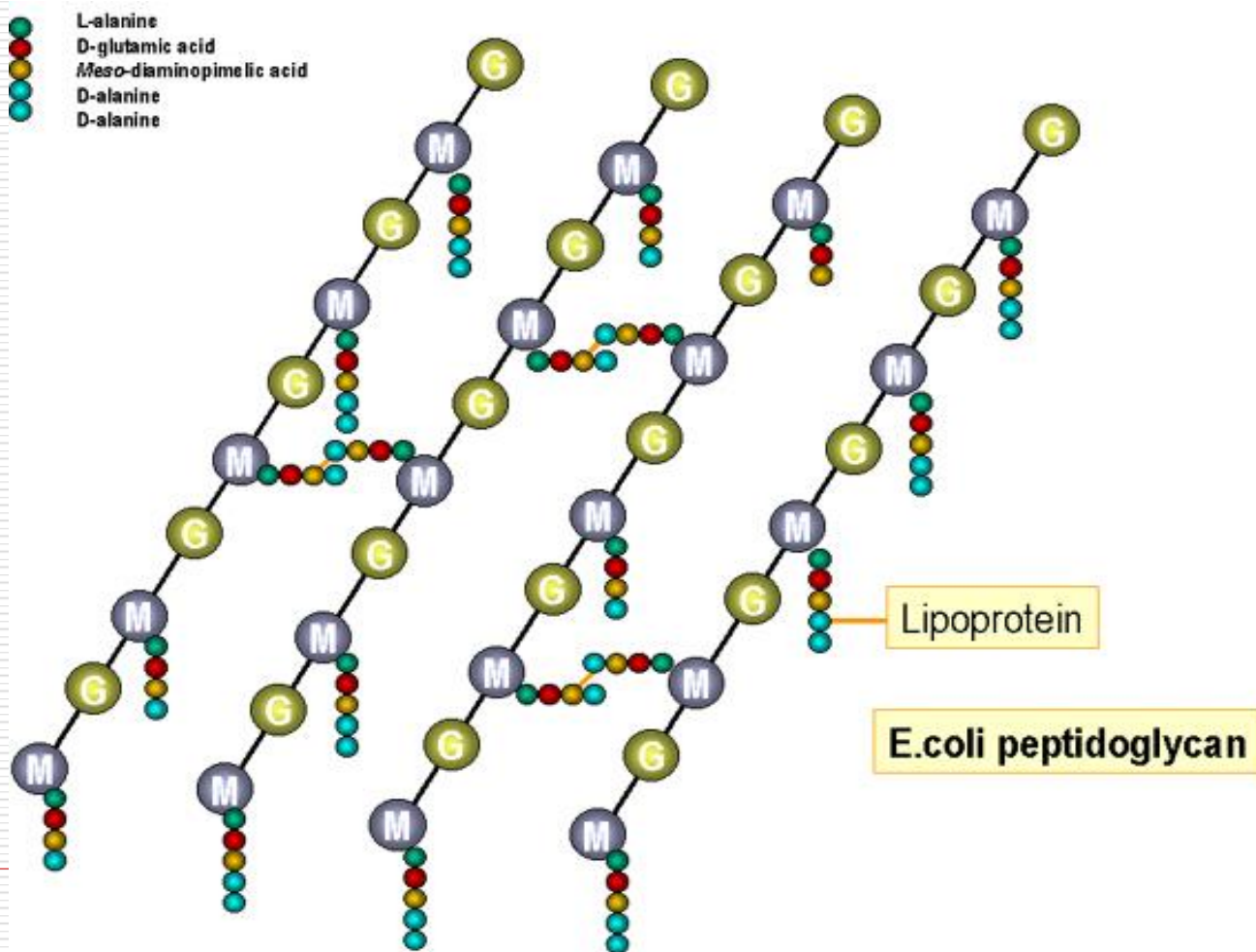
1. 肽聚糖(peptidoglycan)

革兰阳性菌肽聚糖—聚糖骨架、四肽侧链、五肽交联桥

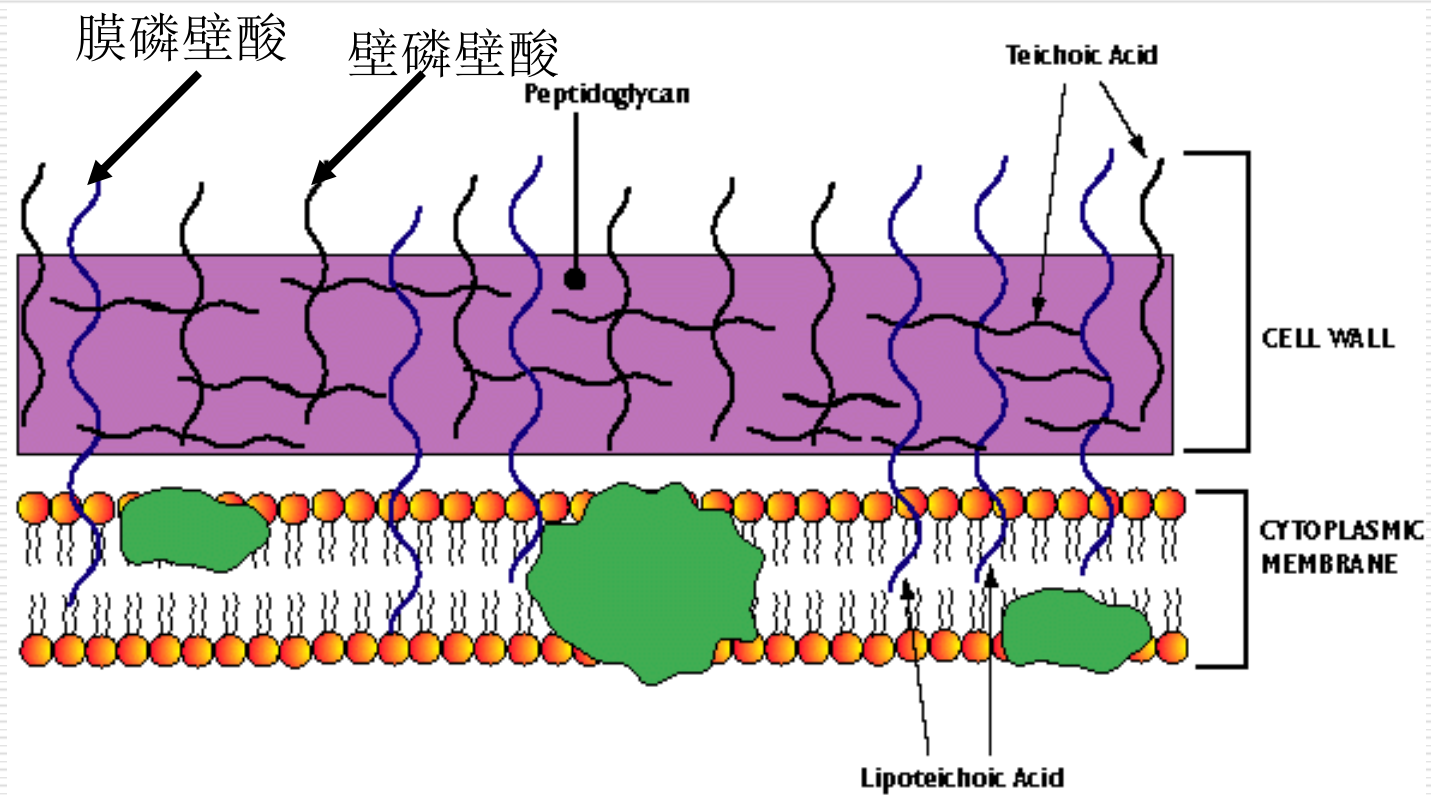


1. 肽聚糖(peptidoglycan)

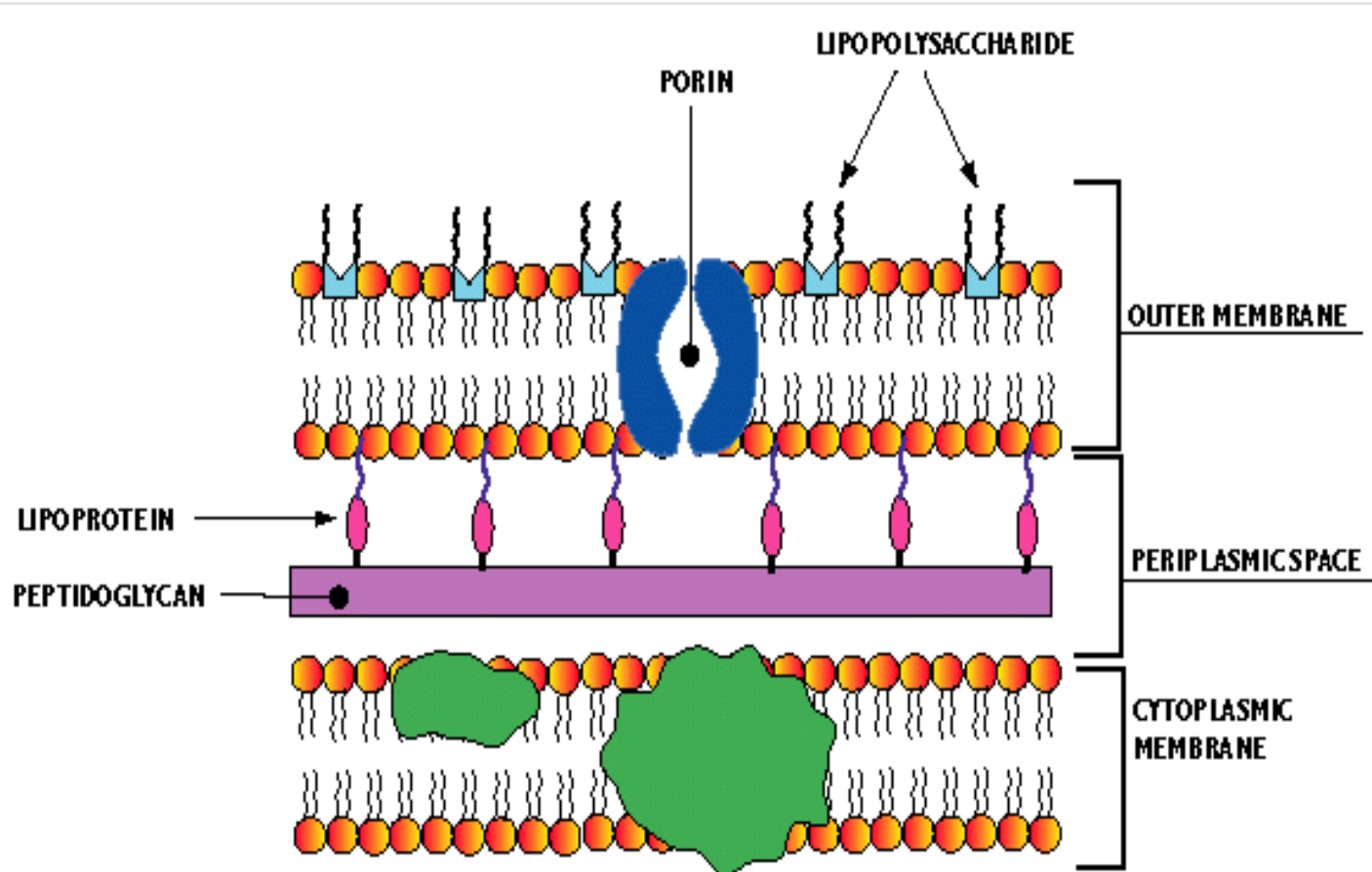
革兰阴性菌肽聚糖—聚糖骨架、四肽侧链



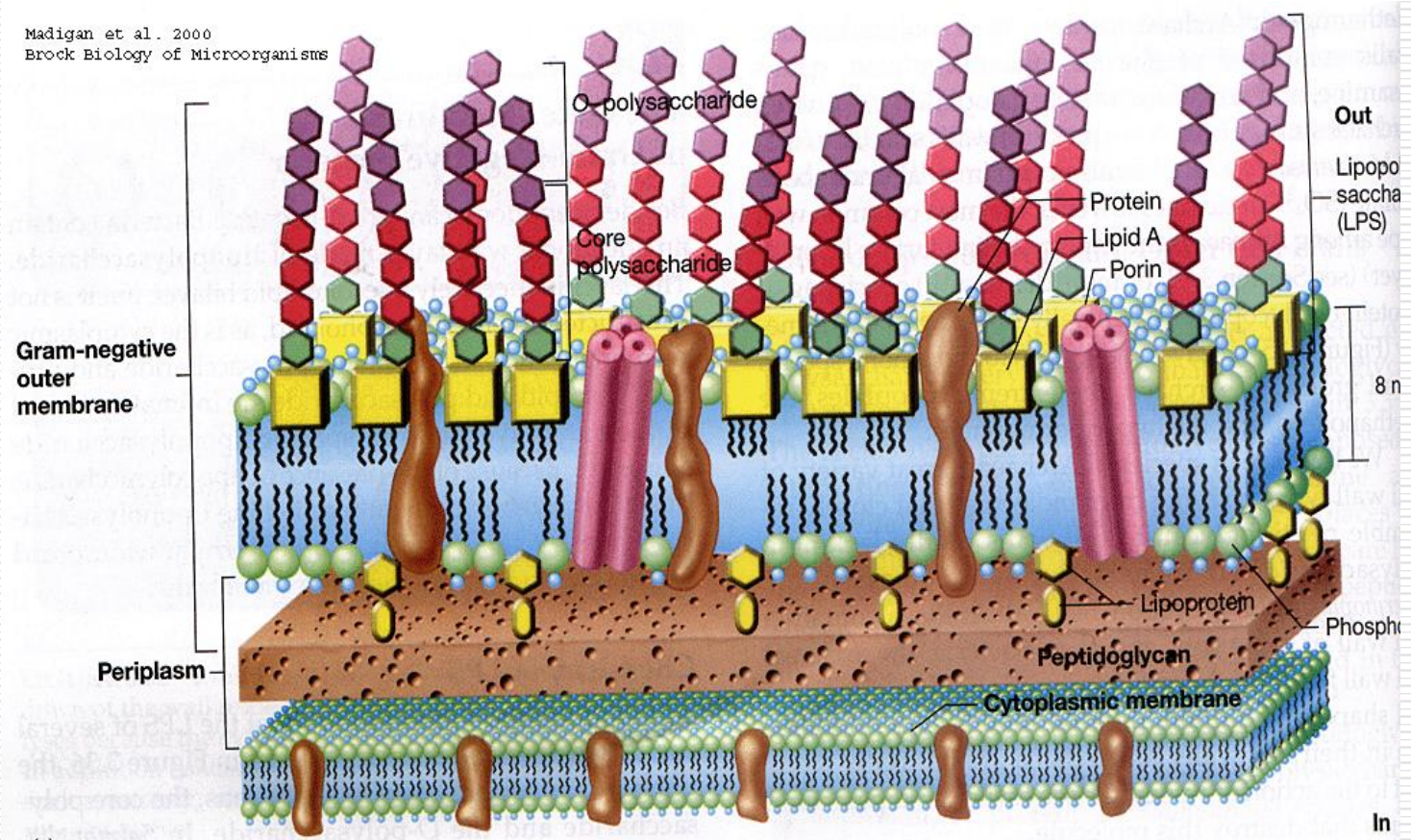
2. 革兰阳性菌细胞壁特殊组分



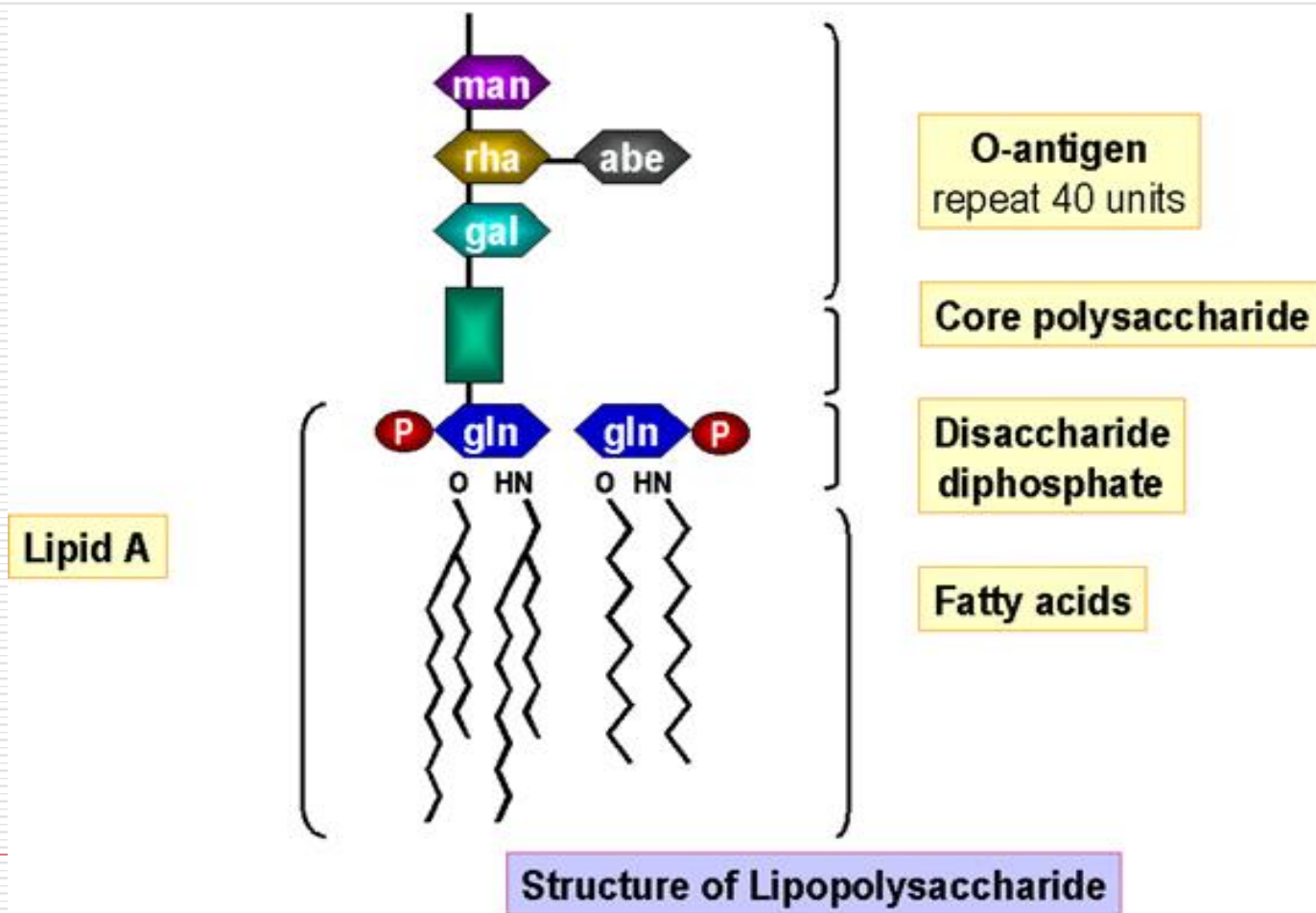
3. 革兰阴性菌细胞壁特殊组分



3. 革兰阴性菌细胞壁特殊组分



脂多糖(lipopolysaccharid,LPS)



革兰阳性菌与阴性菌细胞壁结构比较

细胞壁	革兰阳性菌	革兰阴性菌
强度	较坚韧	较疏松
厚度	20-80nm	10-15nm
肽聚糖层数	可多达50层	1-2层
肽聚糖含量	占细胞壁干重50%-80%	占细胞壁干重5%-20%
磷壁酸	+	—
外膜	—	+
脂蛋白	—	+
脂多糖	—	+

4. 细胞壁的功能

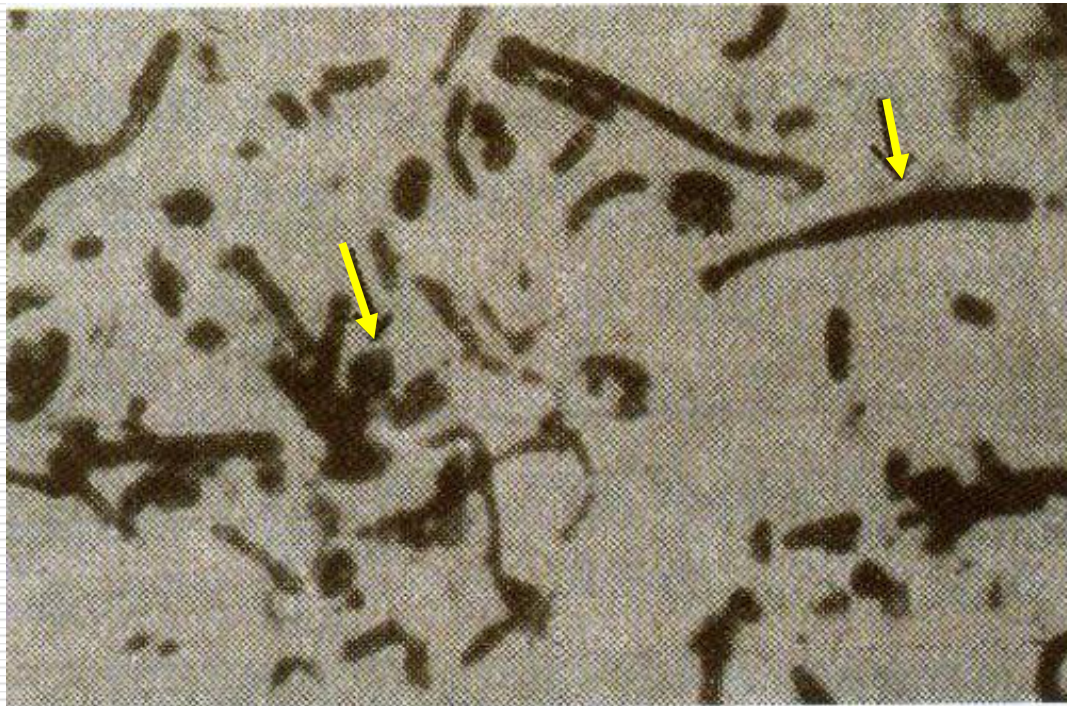
- 维持菌体固有的形态
 - 保护细菌抵抗低渗环境
 - 参与菌体内外的物质交换
 - 菌体表面带有多种抗原分子，可诱发机体的免疫应答。
-

5. 细菌细胞壁缺陷型（细菌L型）

- **细菌细胞壁缺陷型或L型(bacterial L form):**
细胞壁受损后仍能生长和分裂的细菌。在一般环境中不能耐受菌体内的高渗透压而将会涨破死亡。在高渗环境下，仍可存活。
 - 革兰阳性菌细胞壁缺失后，原生质仅被一层细胞膜包住——**原生质体(protoplast)**。
 - 革兰阴性菌肽聚糖层受损后尚有外膜保护——**原生质球(spheroplast)**。
 - 某些L型仍有一定的致病力，通常引起慢性感染。
-

(1) 细菌L型的形态和染色性

细菌L型呈高度多形性，大小不一。着色不匀，无论其原为革兰阳性或阴性菌，形成L型大多染成革兰阴性。



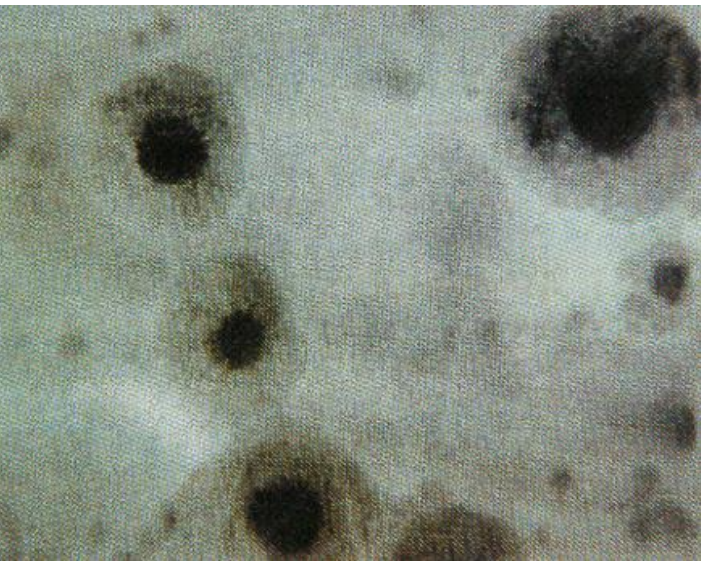
蜡样芽胞杆菌L型的镜下形态（多形性）

细菌L型的培养特性和菌落形态

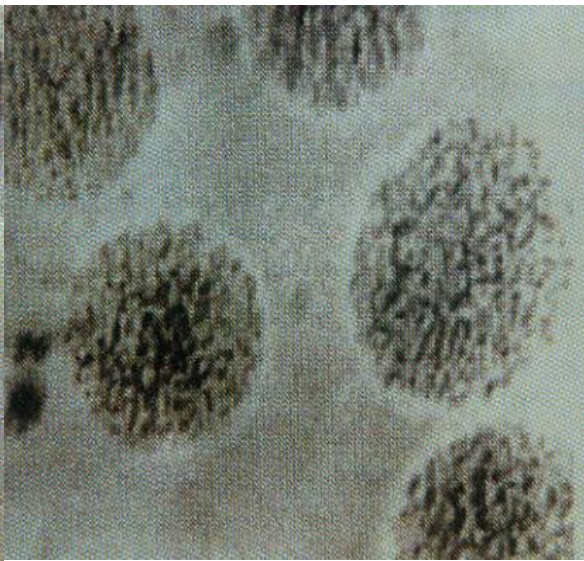


图 6-5 表皮葡萄球菌在血琼脂平板上的菌落特征
(18-24h)

- 细菌L型生长缓慢，营养要求高，对渗透压敏感，普通培养基上不能生长，培养时必须用高渗的含血清的培养基。
- 细菌L型在高渗的含血清的培养基上生长后形成三种类型的菌落。



油煎蛋样菌落
(典型L型菌落)



颗粒型菌落



丝状菌落

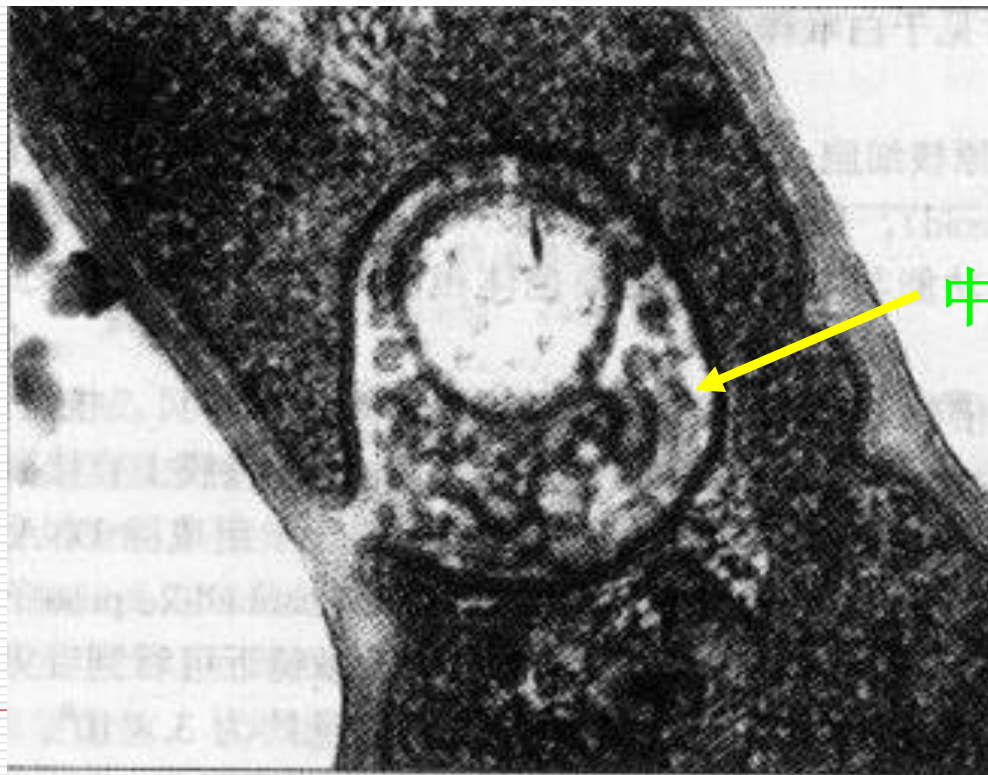
一. 基本结构

(二) 细胞膜 (cell membrane)

- 细菌细胞膜的结构与真核细胞者基本相同，由磷脂和多种蛋白质组成，但不含胆固醇。
 - 细菌细胞膜的功能与真核细胞者类似，主要有物质转运、生物合成、分泌和呼吸等作用。
 - 细菌细胞膜可形成一种特有的结构，称为中介体。
-

中介体(mesosome)

中介体：是部分细胞膜内陷、折叠、卷曲形成的囊状物，多见于革兰阳性菌。其功能类似于真核细胞的线粒体，故亦称为线粒体(chondroid)。

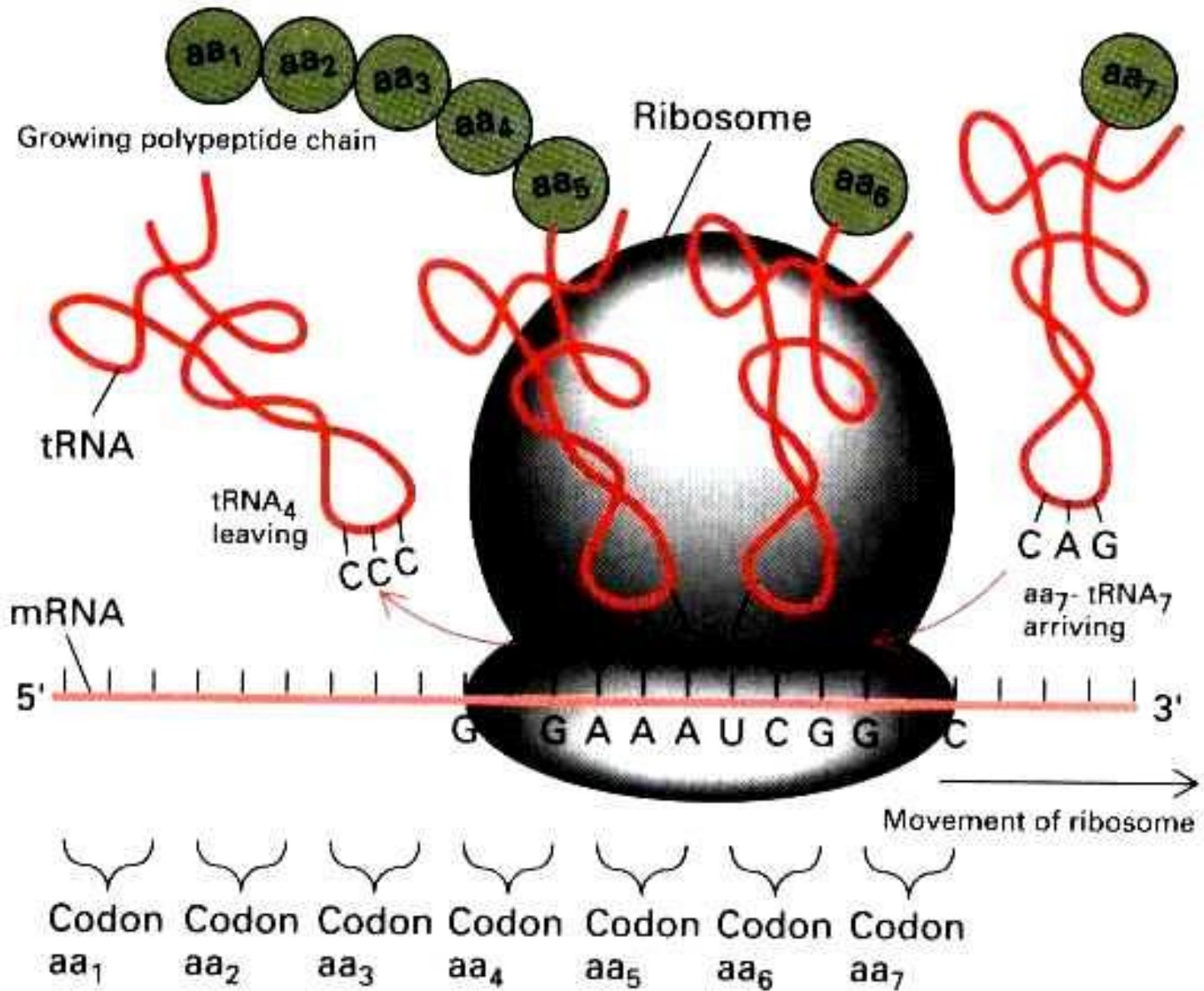


中介体

一. 基本结构

(三) 细胞质 (cytoplasm)

- **核糖体(ribosome)**: 细菌合成蛋白质的场所，游离存在于蛋白质中。
 - **质粒(plasmid)**: 染色体外的遗传物质，存在于细胞质中。为闭合环状的双链DNA，控制细菌某些特定的遗传特性。
 - 细菌细胞质中含有多种颗粒，大多为贮藏的营养物质。其中有一种主要成分是RNA和多偏磷酸盐的颗粒，其嗜碱性强，用亚甲蓝染色时着色较深呈紫色，称为**异染颗粒(metachromatic granule)**。常见于白喉棒状杆菌，位于菌体两端，故又称极体(polar body)，有助于鉴定。
-



一. 基本结构

(四) 核质 (nuclear material)

细菌是原核细胞，不具有成形的核。细菌的遗传物质称为核质或拟核，无核膜、核仁和有丝分裂器。功能与真核细胞的染色体相似。

核质由单一密闭环状DNA分子反复回旋卷曲盘绕组成松散网状结构。

二. 特殊结构

(一) 荚膜 (capsule)

荚膜：某些细菌在其细胞壁外包绕一层黏液性物质，为疏水性多糖或蛋白质的多聚体，用理化方法去除后并不影响细胞的生命活动。



肺炎链球菌荚膜

1. 荚膜的化学组成

- 大多数细菌的荚膜是多糖，炭疽芽胞杆菌、鼠疫耶氏菌等少数菌的荚膜为多肽。
 - 多糖分子组成和构成的多样化使其结构极为复杂，成为血清学分型的基础。
 - 荚膜的形成需要能量，与环境条件有密切关系。有荚膜的细菌形成**粘液(M)或光滑(S)菌落**，失去荚膜后其菌落边为**粗糙型 (R) 型**。
-

2. 荚膜的功能

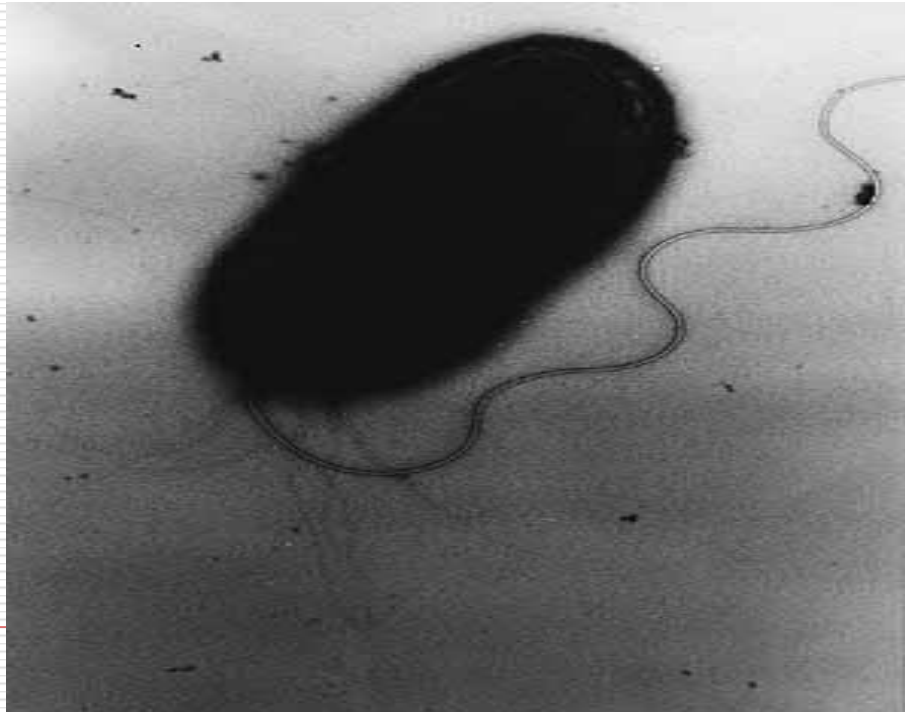
- **抗吞噬作用：**荚膜具有抵抗宿主吞噬细胞的作用，因而荚膜是病原菌的重要毒力因子。
 - **粘附作用：**荚膜多糖可使细菌彼此之间粘连，也可粘附于组织细胞或无生命物体表面，形成生物膜，是引起感染的重要因素。
 - **抗有害物质的损伤作用：**荚膜处于细胞的最外层，有保护菌体避免和减少受有害物质的损伤作用。
-

二. 特殊结构

(一) 鞭毛 (flagellum)

许多细菌在菌体上附有细长并呈波状弯曲的丝状物，称为**鞭毛**，是细菌的运动器官。

鞭毛需用电子显微镜观察，或经特殊染色法使鞭毛增粗后才能在光镜下看到。



鞭毛菌分类



单毛菌

丛毛菌

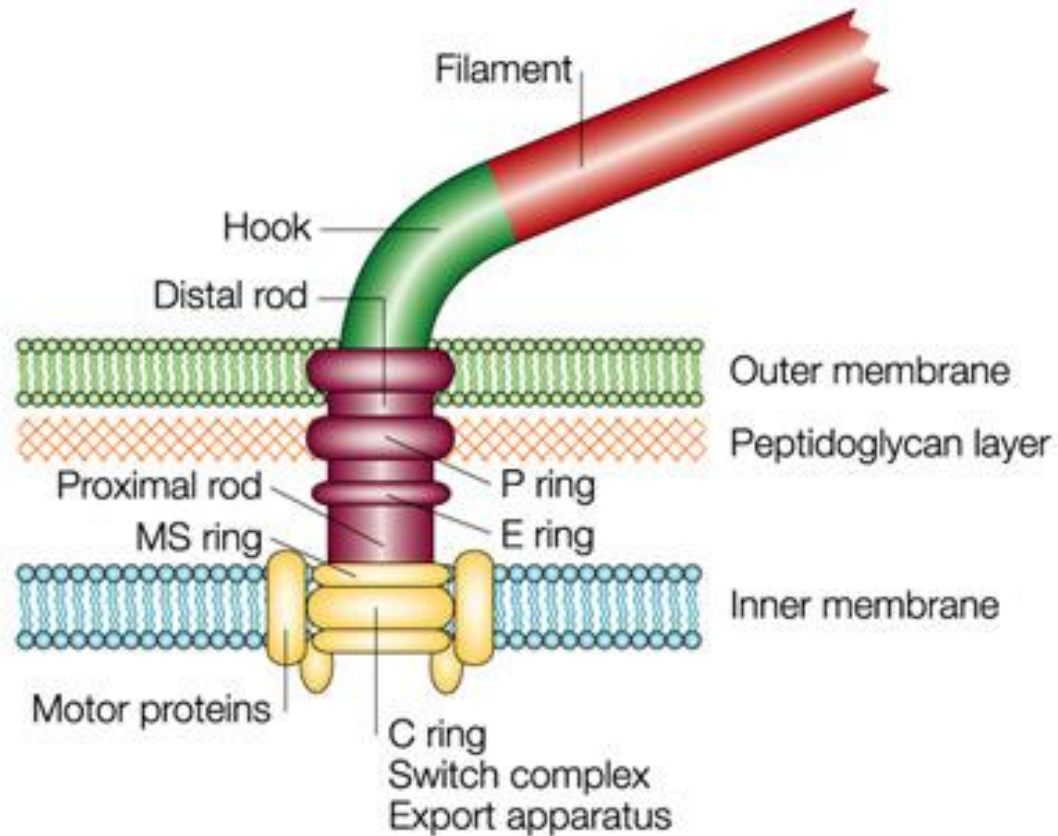


双毛菌



周毛菌

1. 鞭毛的结构



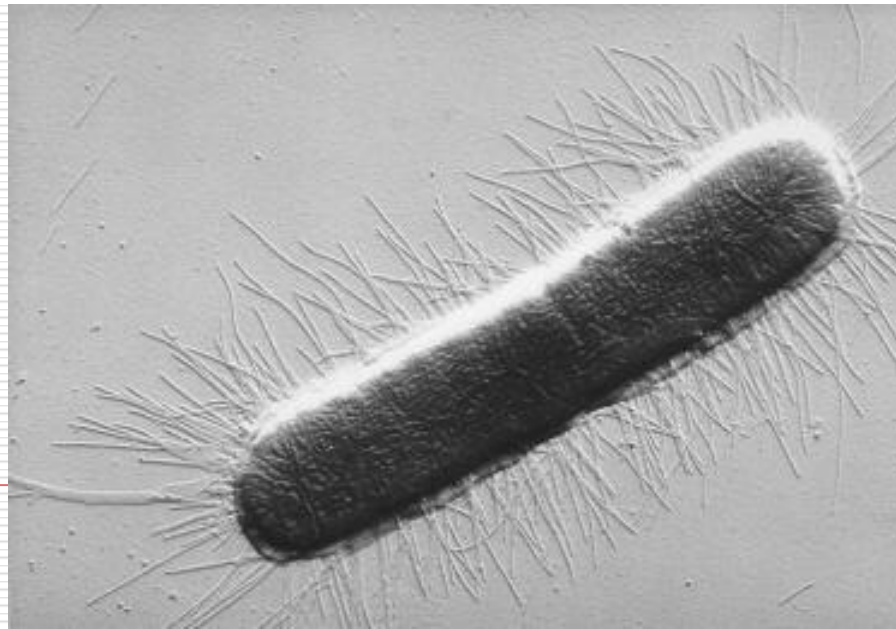
2. 鞭毛的功能

- 鞭毛是运动器官。
 - 鞭毛有抗原性。
-

二. 特殊结构

(二) 菌毛 (filus/fimbriae)

- **菌毛**：许多革兰阴性菌和少数革兰阳性菌菌体表面存在着一种比鞭毛更细、更短而直硬的丝状物，与细菌的运动无关。
- 菌毛蛋白具有抗原性。
- 根据功能不同，菌毛可分为普通菌毛和性菌毛两类。
- 菌毛在普通光学显微镜下看不到，必须用电子显微镜观察。

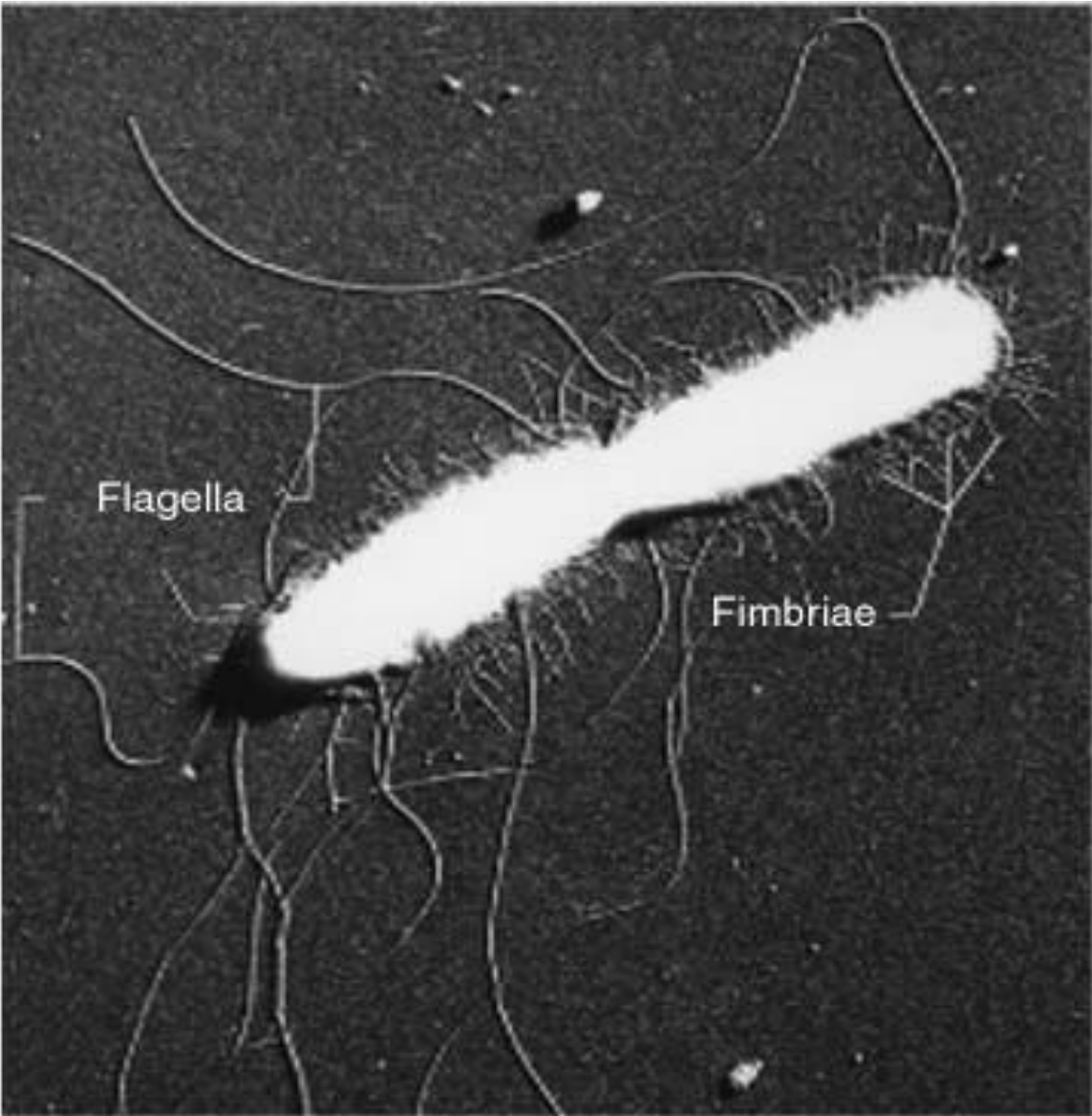


1. 普通菌毛(ordinary pilus)

- 普通菌毛遍布菌细胞表面，每菌可达数百根。
 - 这类菌毛是细菌的粘附结构，能与宿主细胞表面的特异性受体结合，是细菌感染的第一部。因此，菌毛和细菌的致病性密切相关。
 - 菌毛的受体常为糖蛋白或糖脂，与菌毛结合的特异性决定的宿主的易感部位。
 - 如果红细胞表面具有菌毛受体的相似成分，不同的菌毛引起不同类型的红细胞凝集——血凝（hemagglutination,HA)
-

2. 性菌毛(sex pilus)

- 仅见于少数革兰阴性菌。
 - 数量少，1-4根。
 - 比普通菌毛长而粗，中空呈管状。
 - 性菌毛由致育因子（F）编码，故又称F菌毛。
 - 带有性菌毛的F⁺菌与无性菌毛的F⁻菌相遇时，性菌毛与其相应受体结合，F⁺菌内的质粒或DNA可通过性菌毛进入F⁻菌体内，此过程——接合(conjugation)。
 - 性菌毛是某些噬菌体吸附于菌细胞的受体。
-

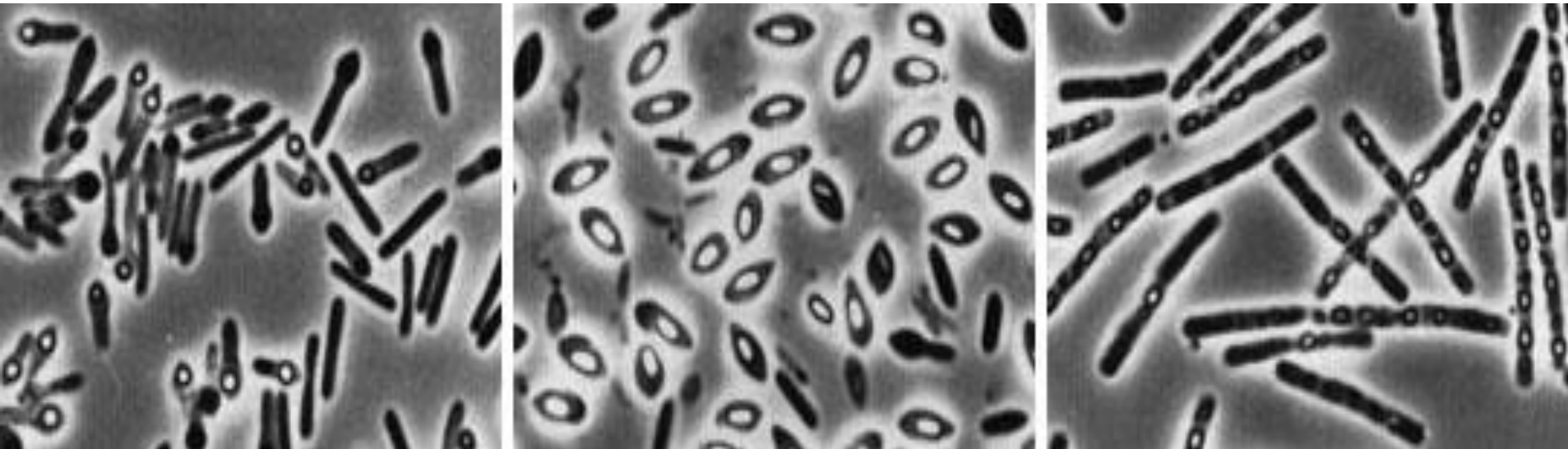


J. P. Duguid and J. F. Wilkinson

二. 特殊结构

(三) 芽胞 (spore)

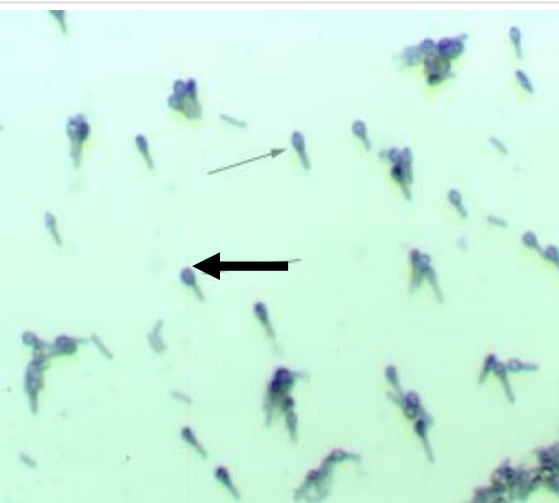
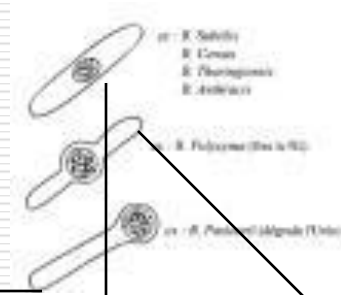
- **芽胞：**某些细菌在一定的环境条件下，能在菌体内部形成一个圆形或卵圆形小体，是细菌的休眠形式。芽胞形成后细菌即失去繁殖能力。
- 产生芽胞的都是革兰阳性菌。



1. 芽胞的形成与发芽

- 细菌形成芽胞的能力是由菌体内的芽胞基因决定的。芽胞一般只在动物体外才能形成，其形成条件因菌种而异。
 - 一个细菌只形成一个芽胞，一个芽胞发芽也只生成一个菌体，细菌数量并未增加，因而芽胞不是细菌的繁殖方式。与芽胞相比，未形成芽胞而具有繁殖能力的菌体可称为**繁殖体(vegetative form)**。
-

芽胞的大小、形状、位置等随菌种而异，有重要的鉴别意义。

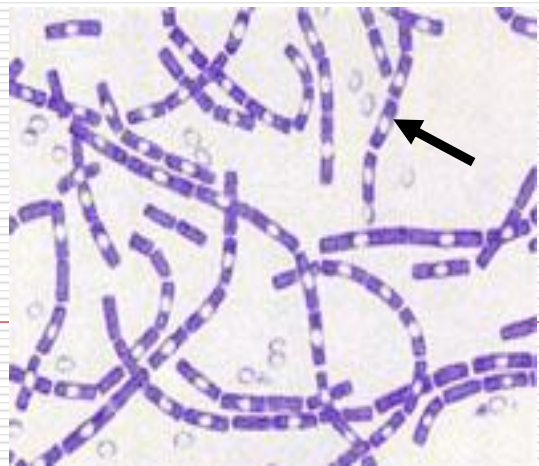


破伤风梭菌

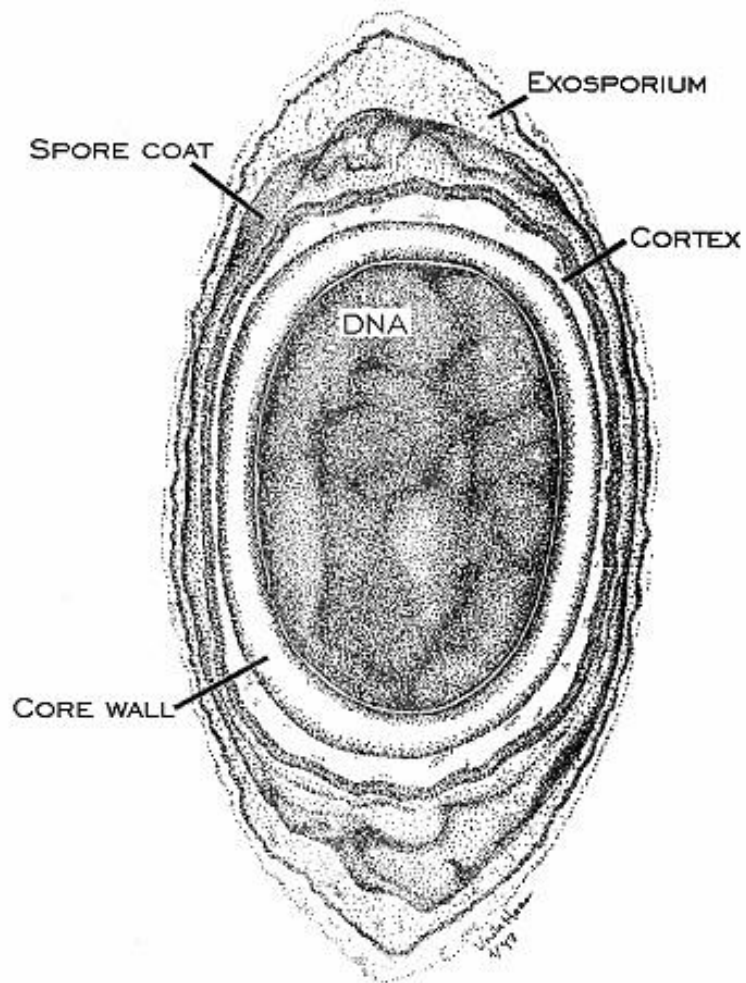
炭疽芽胞杆菌



肉毒梭菌



芽胞的结构



2. 芽胞的功能

- 芽胞的抵抗力强，可在自然界中存在多年，是重要的传染源。但芽胞并不直接引起疾病，只有发芽成为繁殖体后，才能迅速大量繁殖而致病。
 - 芽胞抵抗力强，故应以杀灭芽胞作为可靠的灭菌指标。
 - 芽胞抵抗力强的原因：(1)芽胞含水量少，蛋白质受热后不易变性。(2)芽胞具有多层致密的厚膜，理化因素不易透入。(3)含有的DAP与钙结合的盐能提高芽胞中各种酶的稳定性。
-

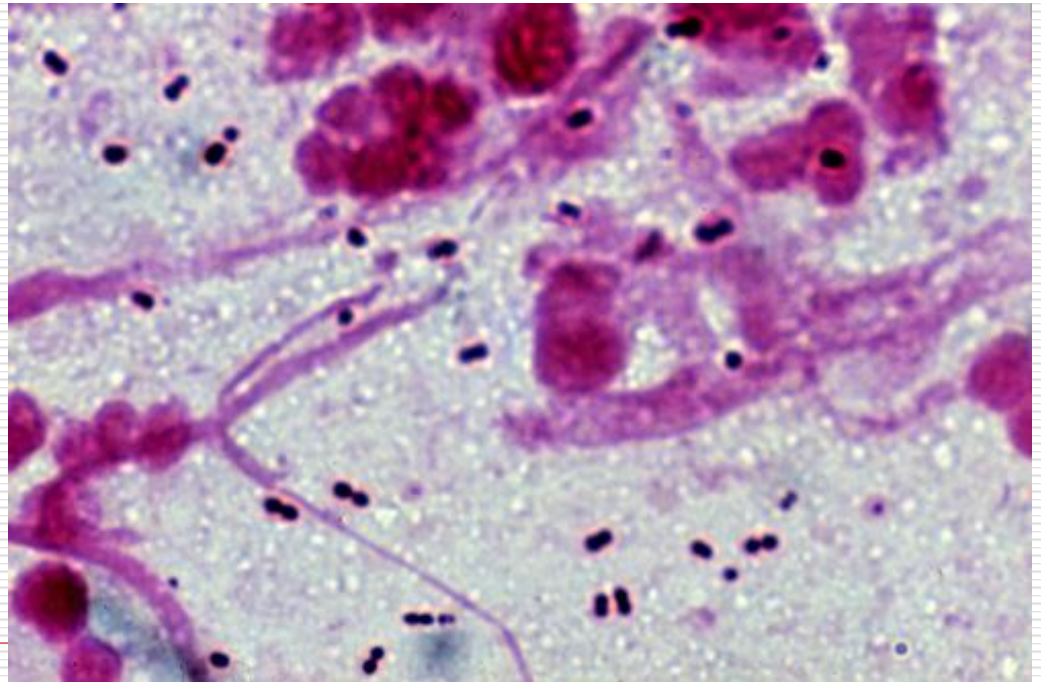
第三节 细菌形态与结构检查法

- **显微镜放大法**——细菌形体微小，肉眼不能直接看到，必须借助显微镜（普通光学显微镜、电子显微镜）放大后才能观察。
 - **染色法**——细菌体小半透明，经染色后才能观察较清楚。
-

显微镜放大法

普通光学显微镜(light microscope)

普通光学显微镜的分辨率为 $0.25\mu\text{m}$ 。一般细菌都大于 $0.25\mu\text{m}$ ，故可用普通光学显微镜观察。



显微镜放大法

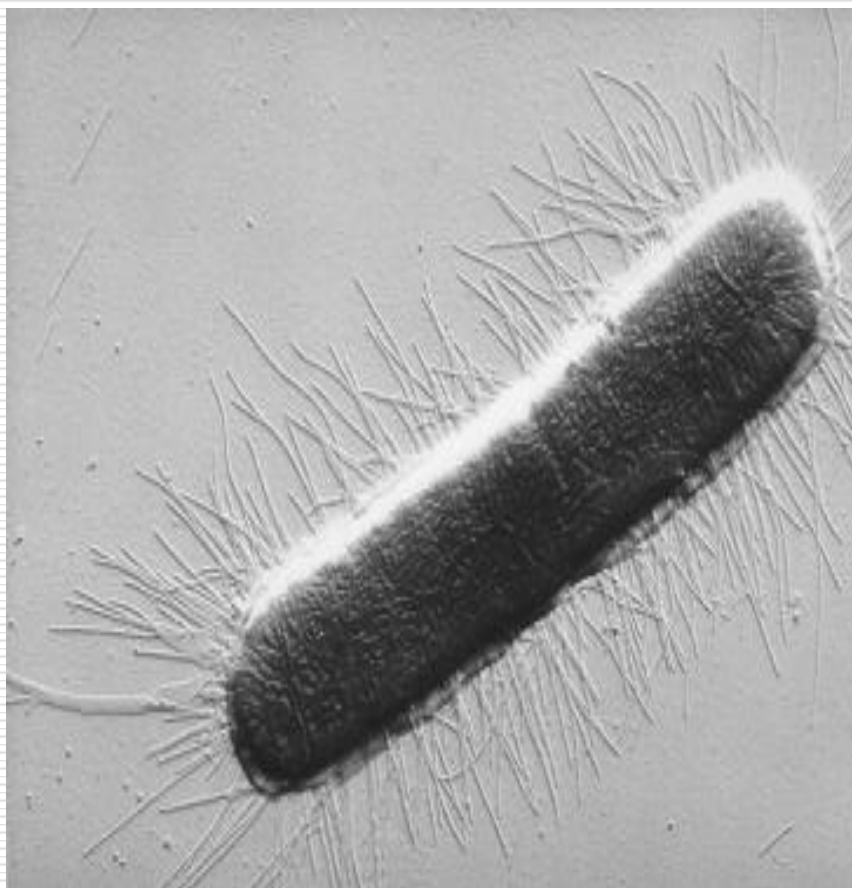
电子显微镜(electron microscope)

电子显微镜的分辨率为1nm。不仅能看清细菌的外形，内部超微结构可一览无余。



肺炎链球菌荚膜

透射电镜



扫描电镜



染色法

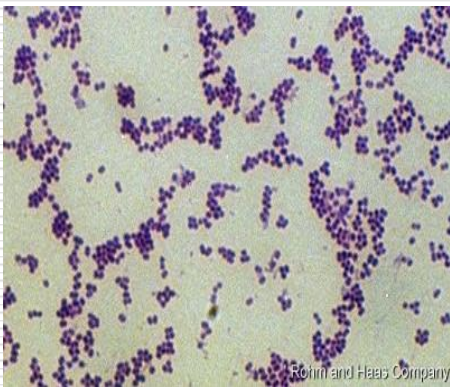
革兰染色法:

结晶紫 1min → 碘液 1min → 95%乙醇 脱色 → 复红 1min →

抗酸染色:

石炭酸复红 5min → 3%盐酸酒精 脱色 → 美兰

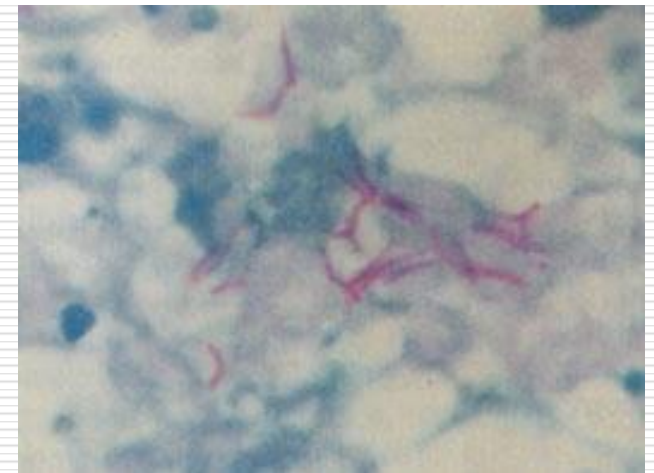
其它特殊染色



革兰阳性



革兰阴性



抗酸染色