

# 第 1 章

## 细菌的形态与结构

**细菌 (bacterium) :** 是属原核生物界的一种单细胞微生物.

**广义细菌:**

包括细菌、放线菌、支原体、衣原体、立克次体、螺旋体

**狭义细菌:**

专指其中数量最大、种类最多、具有典型代表性的细菌

# 第一节 细菌的大小与形态

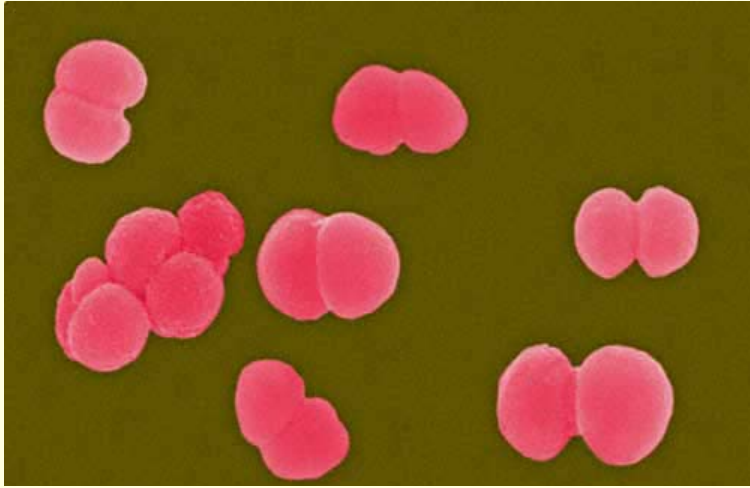
细菌的大小 — 观察仪器：光学显微镜  
测量单位：微米 ( $\mu\text{m}$ )

细菌的形态：

\*球菌 (coccus)

\*杆菌 (bacillus)

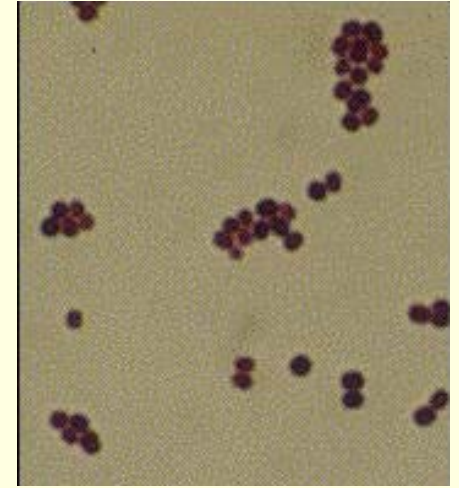
\*螺形菌 (spiral bacterium)：分弧菌和螺菌



双球菌



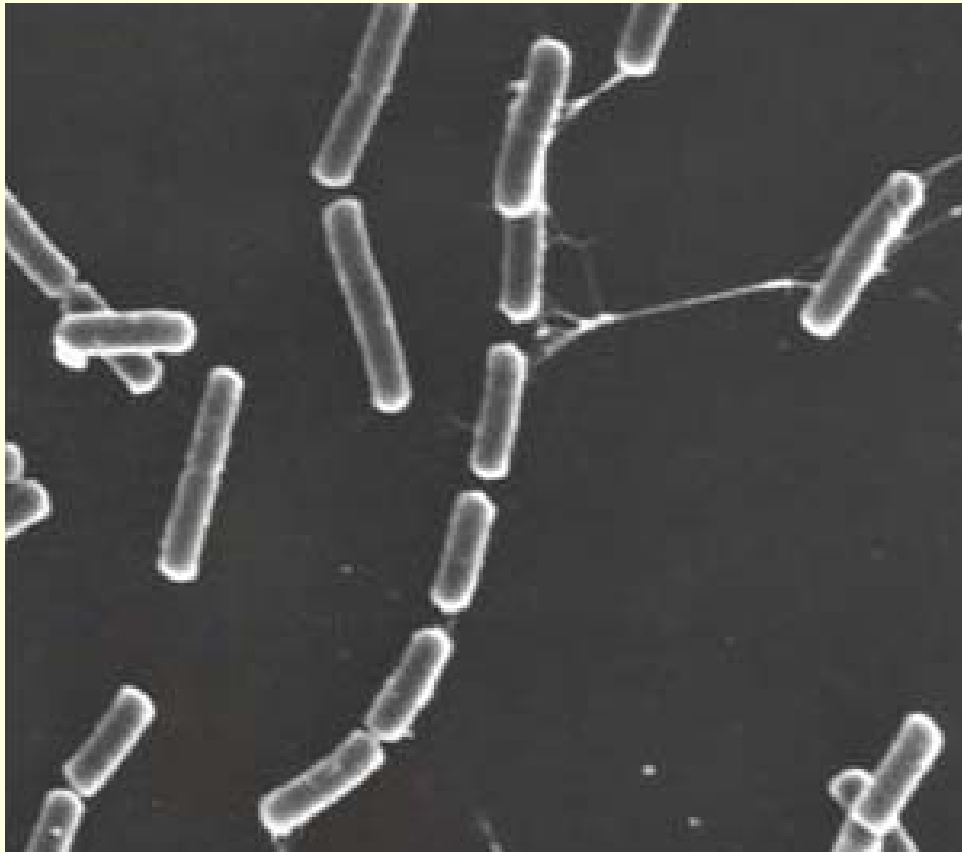
链球菌



葡萄球菌

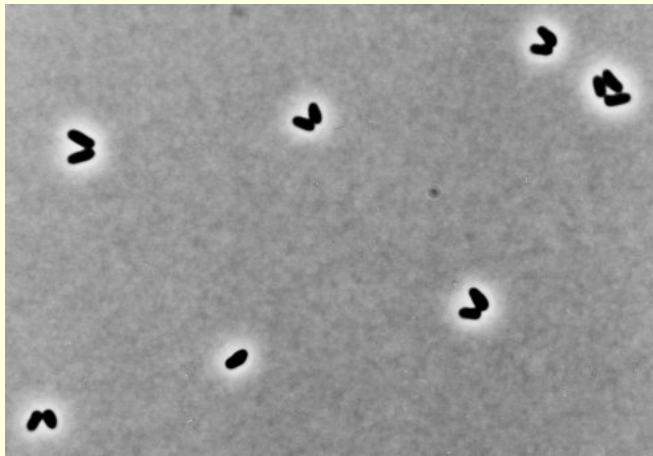
球菌 (coccus)

# 杆菌 (bacillus)

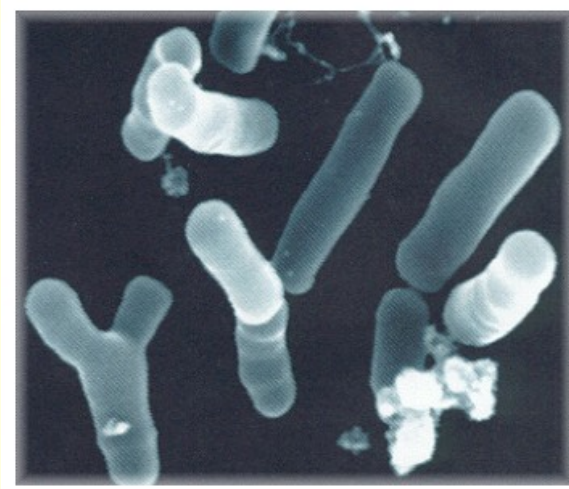


杆菌形态多数呈直杆状

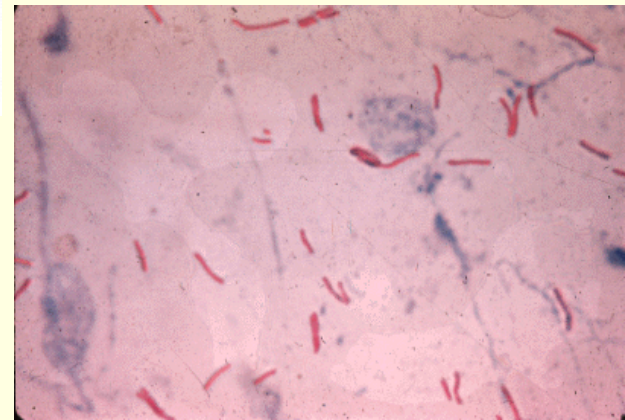
# 多种形态的杆菌



棒状杆菌



双歧杆菌

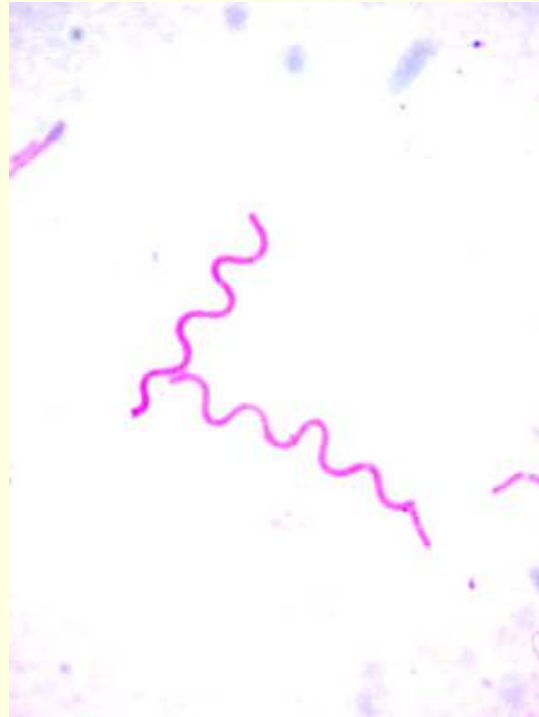


分枝杆菌

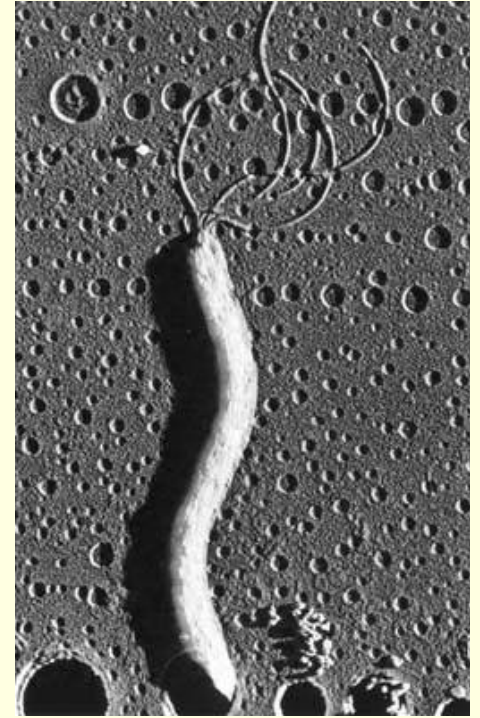
# 螺形菌 (spiral bacterium)



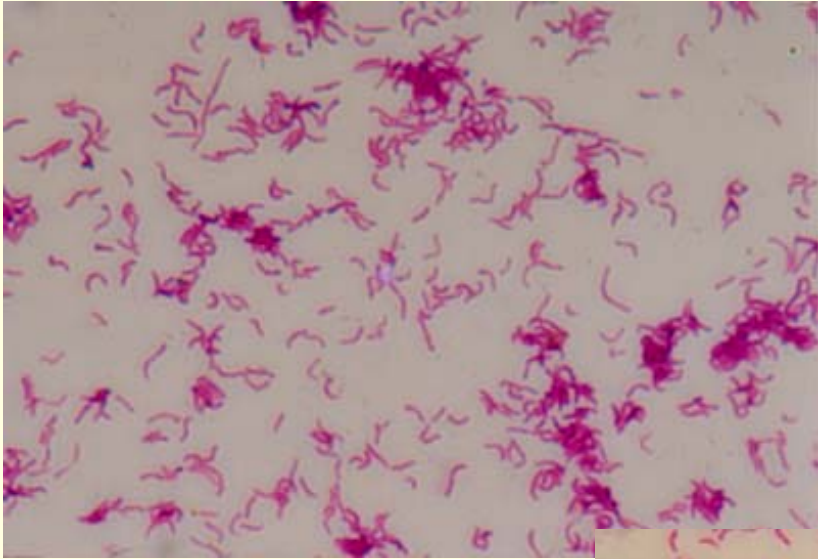
弧菌



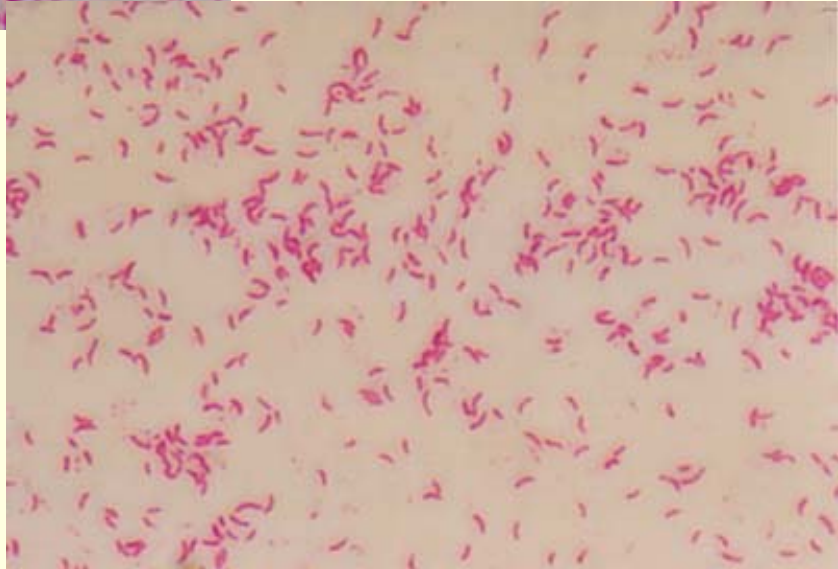
螺菌



螺杆菌



幽门螺杆菌



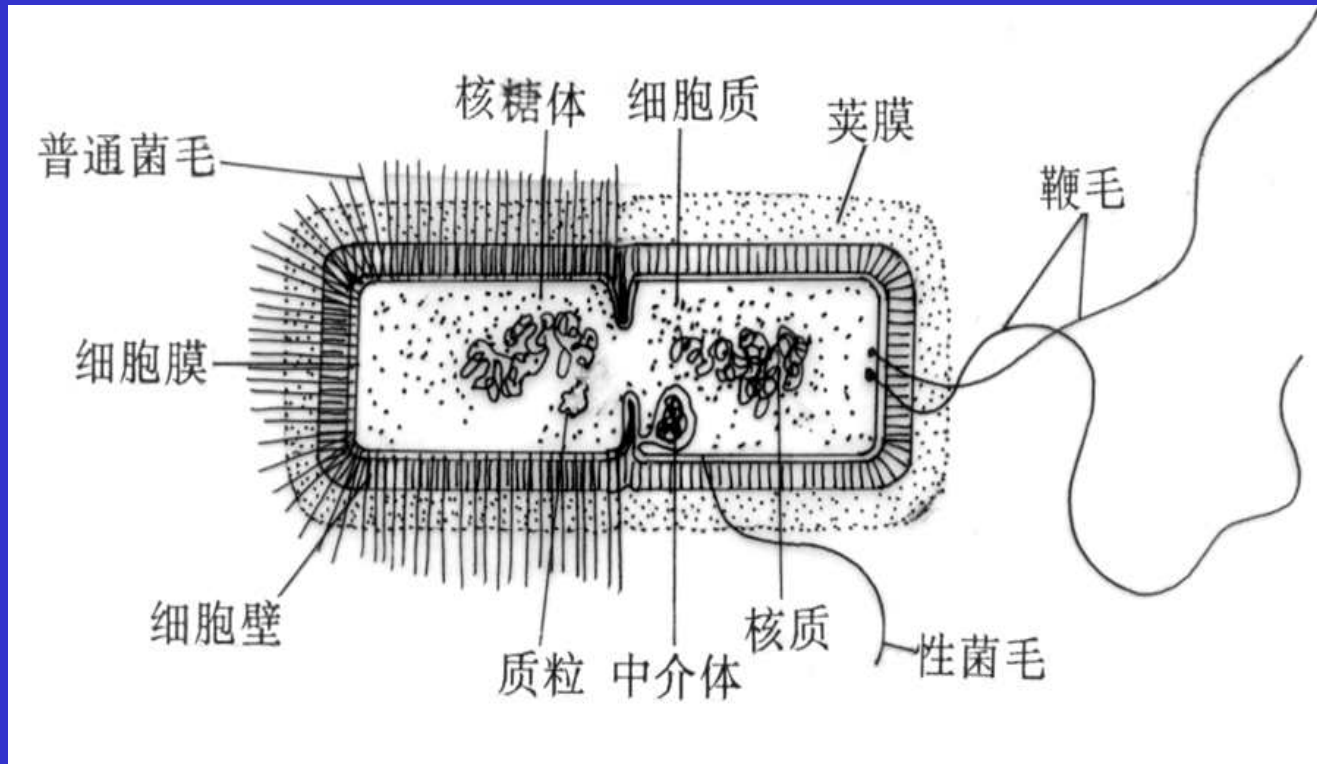
霍乱弧菌



## 第二节 细菌的结构

# 细菌的结构

## 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、细菌的基本结构

## (一) 细胞壁 (cell wall)

位于细菌细胞的最外层，包绕在细胞膜的周围，组成较复杂，并随不同细菌而异。

# 1. 肽聚糖 (peptidoglycan)

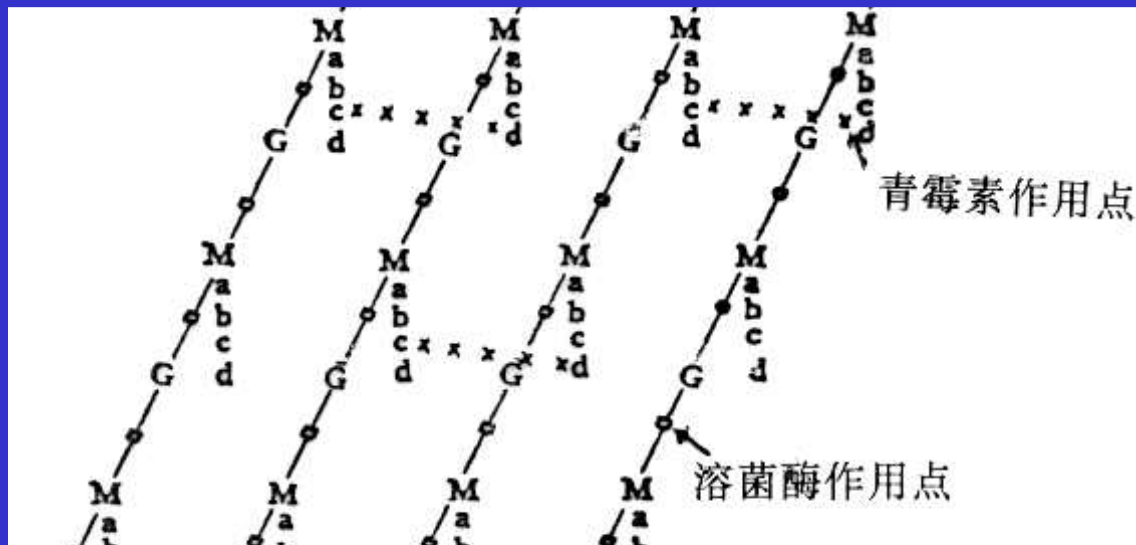
- 是G<sup>+</sup> 菌和G<sup>-</sup>菌的共有组分;
- 细菌细胞壁中的主要成分, 为原核细胞所特有。

# 1) G+ 菌肽聚糖

## 细胞壁

主要成分 肽聚糖

G+ 菌肽聚糖结构:



五肽交联桥 五个甘氨酸

四肽侧链 L-丙、D-谷、L-赖、D-丙

聚糖骨架 G: N-乙酰葡萄糖胺 M: N-乙酰胞壁酸

形态与结构

## 2) G- 菌肽聚糖结构

### G- 菌肽聚糖结构:

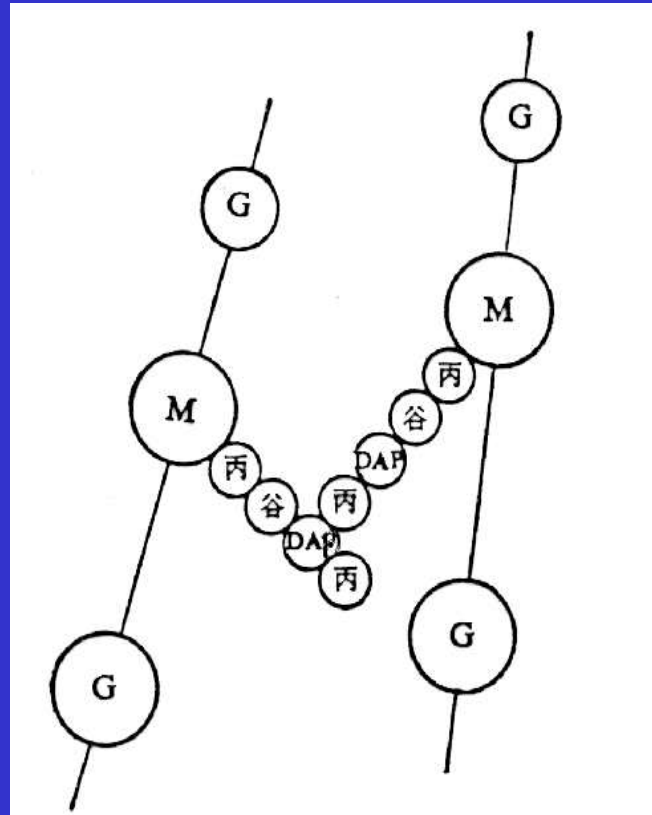
聚糖骨架:

同G+ 菌

四肽侧链:

L-丙、D-谷

DAP、D-丙



### 3)青霉素、溶菌酶的杀菌机制

- **青霉素**：能干扰甘氨酸交联桥与四肽侧链上的D-丙氨酸之间的连接，使细菌不能合成完整的细胞壁，导致细菌死亡。
- **溶菌酶**：能切断N-乙酰葡萄糖胺和N-乙酰胞壁酸之间的 $\beta$ -1, 4键的分子连接，破坏聚糖骨架，引起细菌裂解。

## 2. G<sup>+</sup> 菌细胞壁的特殊组分

- 磷壁酸 (teichoic acid) — 由核糖醇或甘油残基经磷酸二酯键互相连接而成的多聚物；多个磷壁酸分子组成链穿插于肽聚糖层中。菌体的表面组分，粘附素。
  - \*壁磷壁酸——通过磷脂与肽聚糖上的胞壁酸共价结合。
  - \*膜磷壁酸——与细胞膜外层上的糖脂共价结合。
- 蛋白质： 某些革兰氏阳性菌表面尚有一些特殊的表面蛋白质：
  - 如：金黄色葡萄球菌——A蛋白 (SPA) ；  
A组链球菌——M蛋白

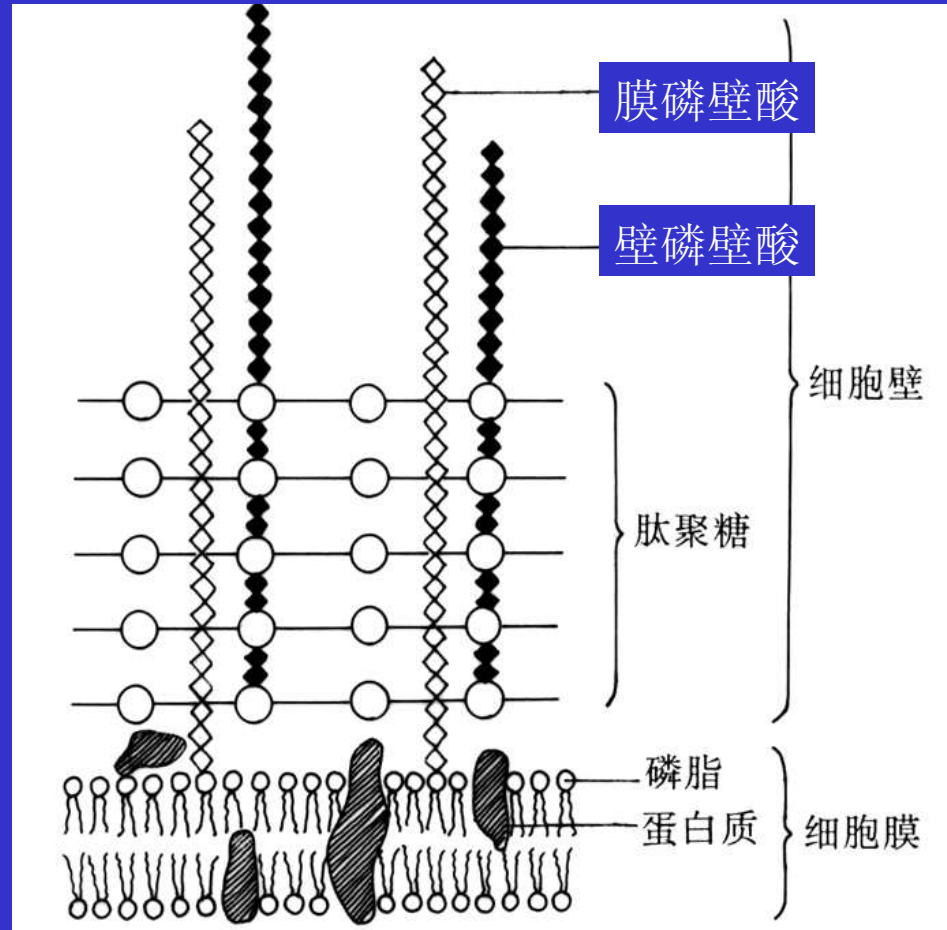


# 细胞壁

## 特殊组分： 磷壁酸

壁磷壁酸  
膜磷壁酸

G+菌特有成分



形态与结构

# 3. G- 菌细胞壁的特殊组分

## ■ 外膜:

①脂蛋白

②脂质双层——磷脂双层

③脂多糖 (LPS)——即G- 细菌的内毒素，由三部分组成:

\***脂质A** (Lipid A) : 糖磷脂。是内毒素的毒性部分和主要组分，无种属特异性。

\***核心多糖** (core polysaccharide) : 位于脂质A的外层，有属特异性。

\***寡糖重复单位** : 由若干个重复的寡糖单位构成，即G- 菌的菌体抗原 (O抗原) 。具有种属特异性。

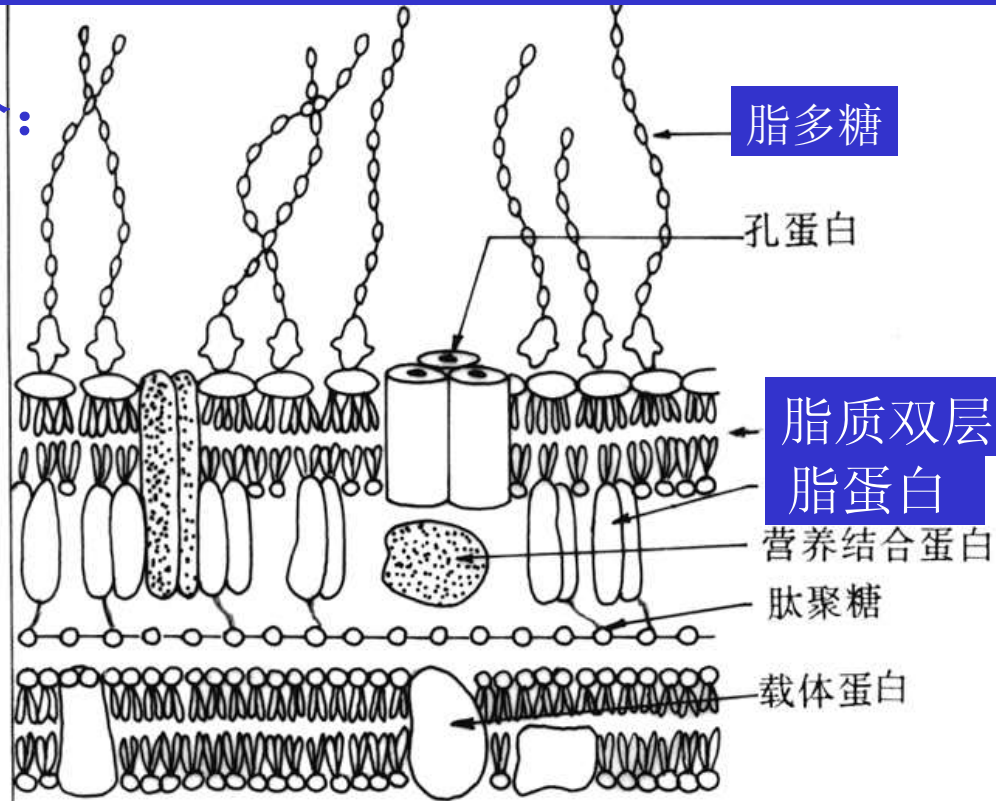
# 细胞壁

特殊组分:

外膜

周浆间隙

细胞膜



脂多糖

孔蛋白

脂质双层  
脂蛋白

营养结合蛋白

肽聚糖

载体蛋白

形态与结构

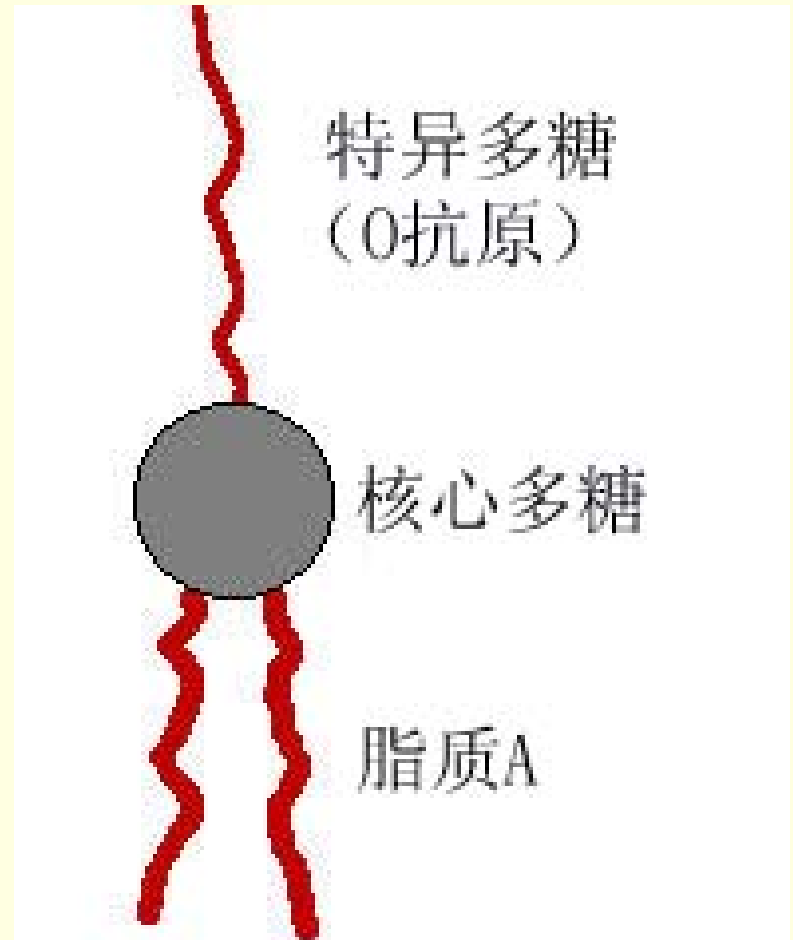
# 脂多糖 (LPS)

**LPS**是G<sup>-</sup>菌的内毒素组成:

脂质A: 毒性部分

核心多糖

特异多糖: 菌体O抗原



## 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%
糖类含量	约 45%	15%~20%
脂类含量	1%~4%	11%~22%
磷壁酸	+	—
外膜	—	+

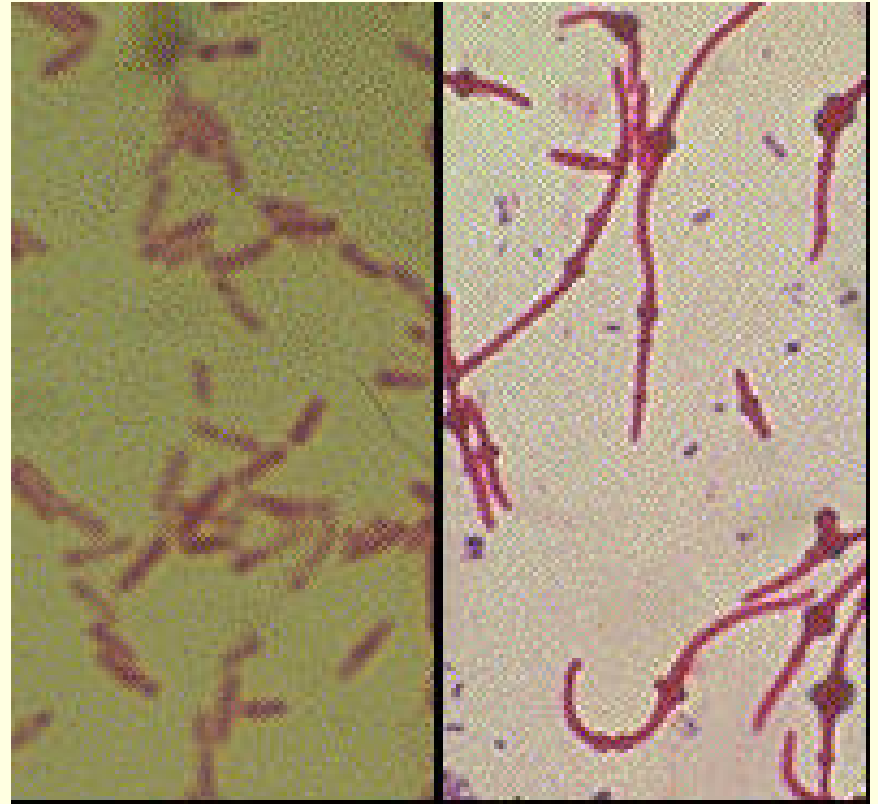
## 4. 细胞壁功能

- ❖ 维持细菌形态，承受细胞内高渗透压
- ❖ 参与菌体内外的物质交换
- ❖ 带有多种抗原表位，可以诱发机体的免疫应答
- ❖ 细胞壁的某些成分与细菌致病性有关

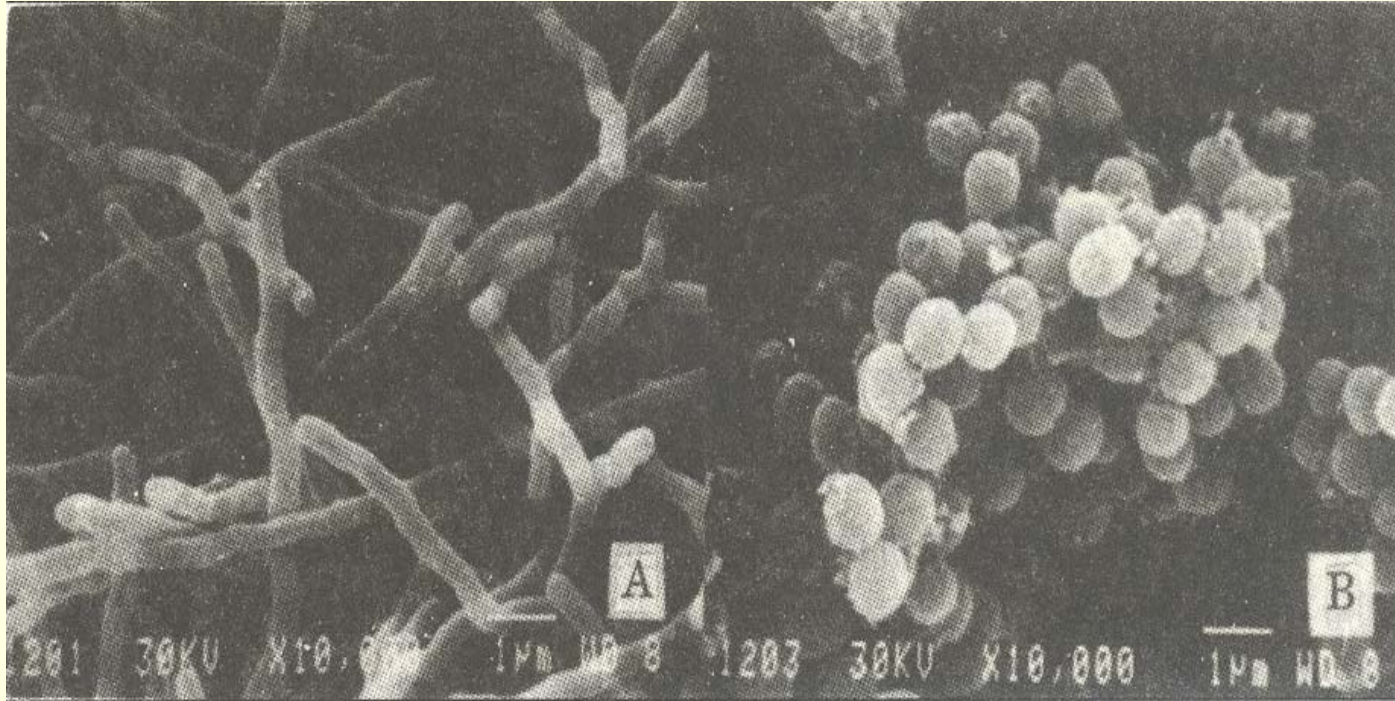
## 5. 细胞壁缺陷菌 (细菌L型 **bacterial L form** )

细菌细胞壁的肽聚糖结构受到理化或生物因素的直接破坏或合成被抑制，这种细胞壁受损的细菌在高渗环境下仍可存活者称为细菌细胞壁缺陷型。

- 细菌L型的成因：溶菌酶，溶葡萄球菌素，青霉素，胆汁，抗体，补体等。
- 形态大小不一，高度多形性。 **G<sup>-</sup>**。
- 细菌L型的培养：高渗、低琼脂、10%-20%血清、3%-5%NaCl、10%-20%蔗糖；生长缓慢；油煎蛋样菌落；
- 临床意义：
  - 慢性和反复感染
  - 常规细菌检查阴性

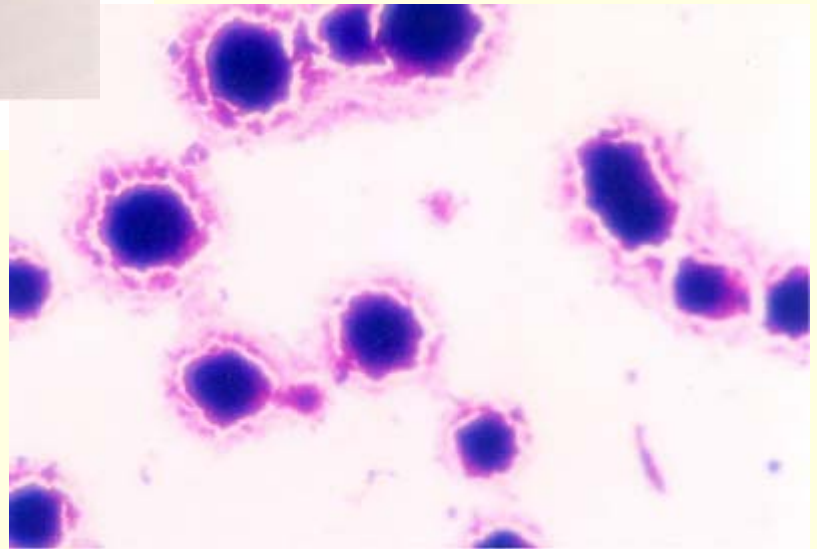
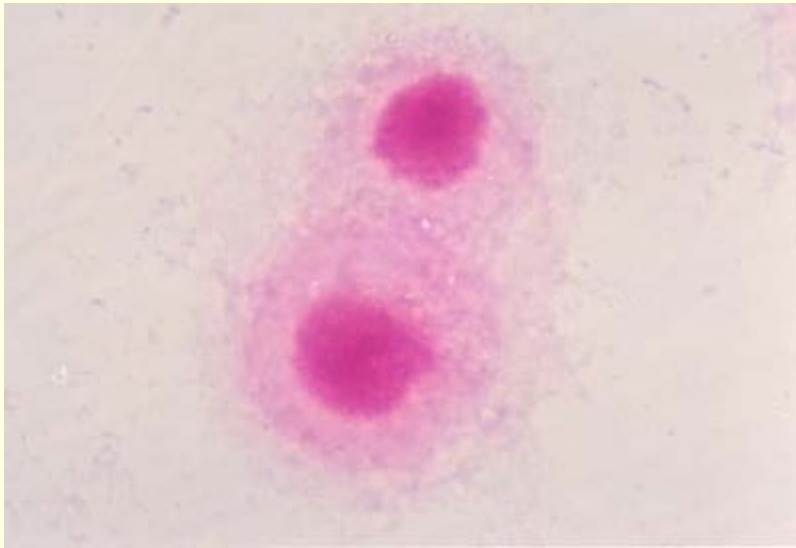






葡萄球菌 L 型

- A. 临床标本分出的丝状 L 型菌落 (扫描电镜  $\times 10\ 000$ )
- B. 丝状 L 型菌落回复后 (扫描电镜  $\times 10\ 000$ )



## (二) 细胞膜

组成：脂质双层，蛋白质（无胆固醇）

功能：

物质转运

呼吸作用

合成作用

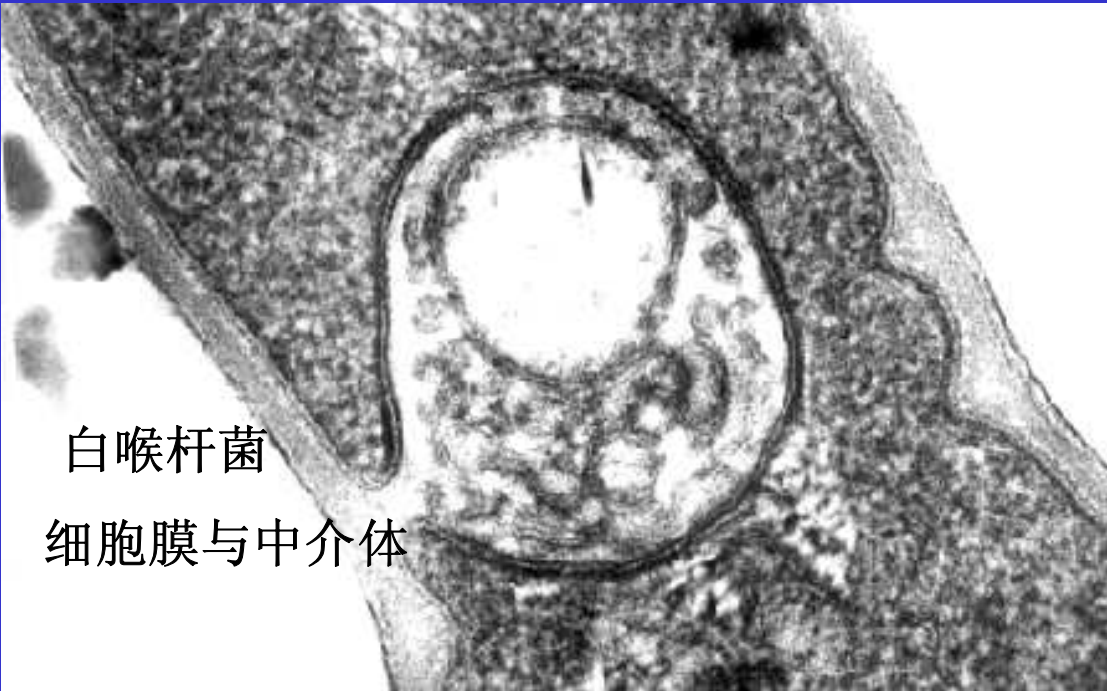
参与细菌分裂

# 中介体 (mesosome)

部分细胞膜内陷、折叠、卷曲形成的囊状物。功能：扩大细胞膜面积；增加酶的含量和能量的产生。

# 中介体 Mesosome

部分细胞膜折叠形成的向内陷入细胞质中的囊状物



白喉杆菌  
细胞膜与中介体

**功能**

类似真核细胞  
线粒体，为细菌提  
供大量能量。

## (三) 细胞质

### 成分:

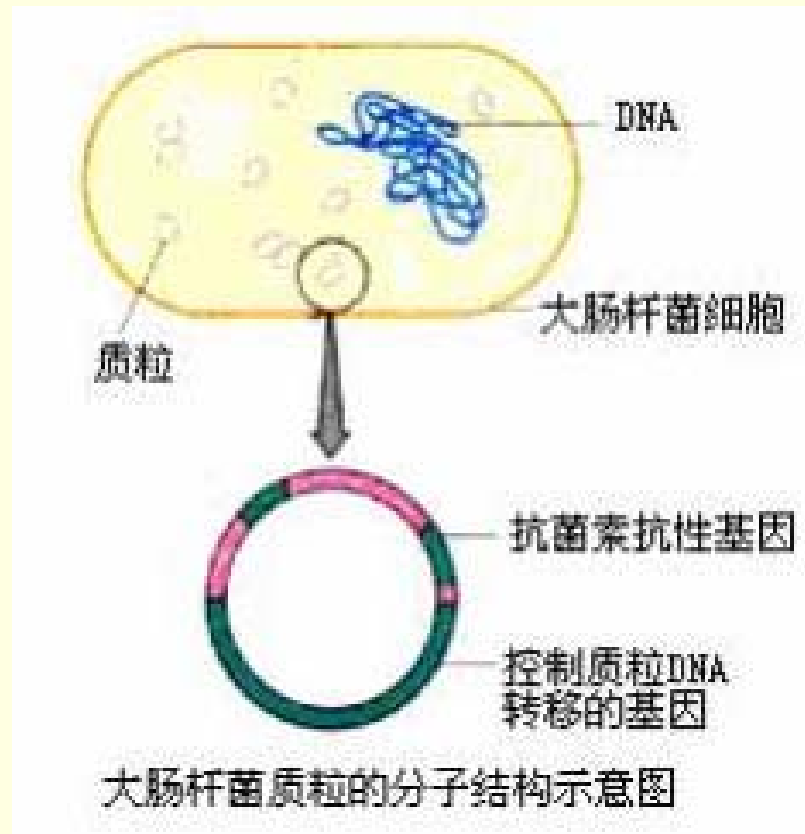
无色透明胶状物，由水、蛋白质、脂类、核酸及少量无机盐组成

### 功能:

细菌新陈代谢的场所

# 1. 质粒 (plasmid)

细菌染色体外的双链环状DNA，带有遗传信息，能自我复制；控制细菌某些特定的遗传性状，但不是细菌生长所必需。



## 2. 胞质颗粒

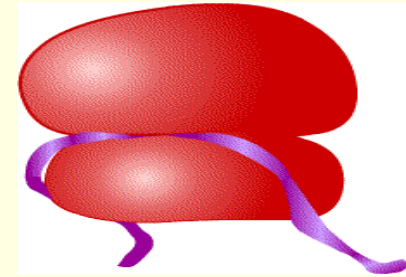
**功能：**细菌储存营养物质。如：白喉杆菌的异染颗粒。



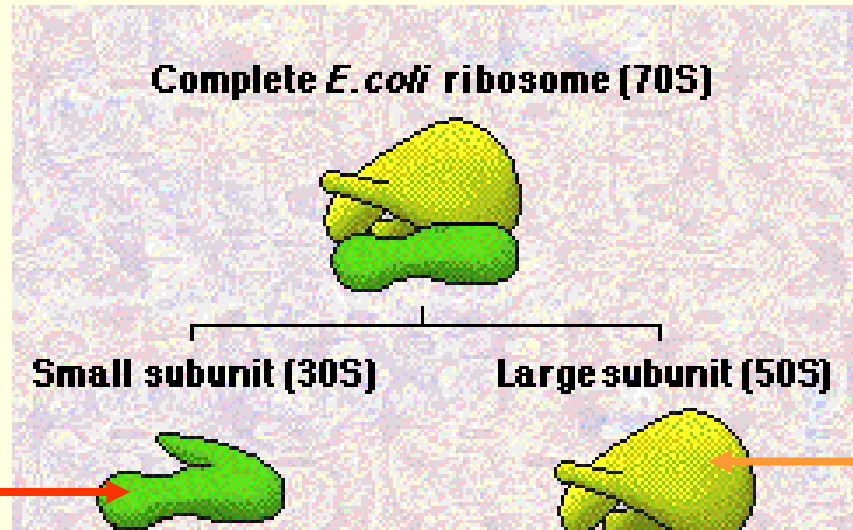


# 3. 核糖体 (ribosome)

- 沉降系数：  
细菌为 70s 50s+30s  
(真核为 80s 60s+40s)



- 蛋白质合成场所；
- 某些抗生素作用部位；



链霉素

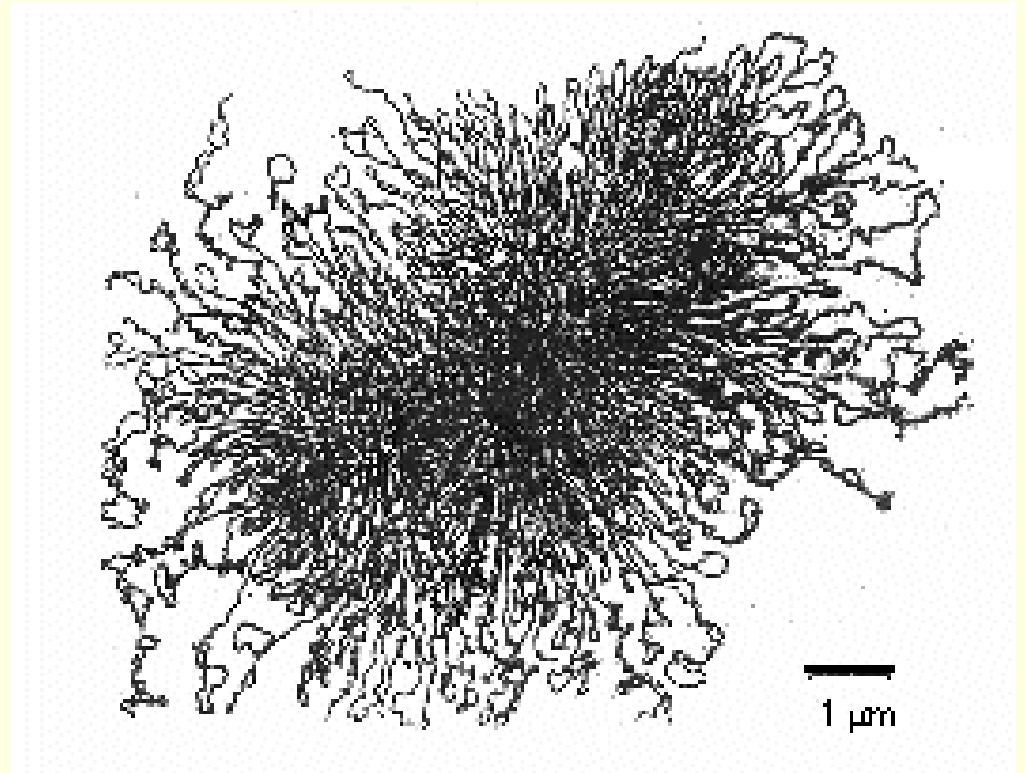


红霉素



# 核质 (nuclear material)

细菌的遗传物质称为核质或拟核，集中于细胞质的某一区域，多在菌体中央，无核膜、核仁。



## 二、细菌的特殊结构

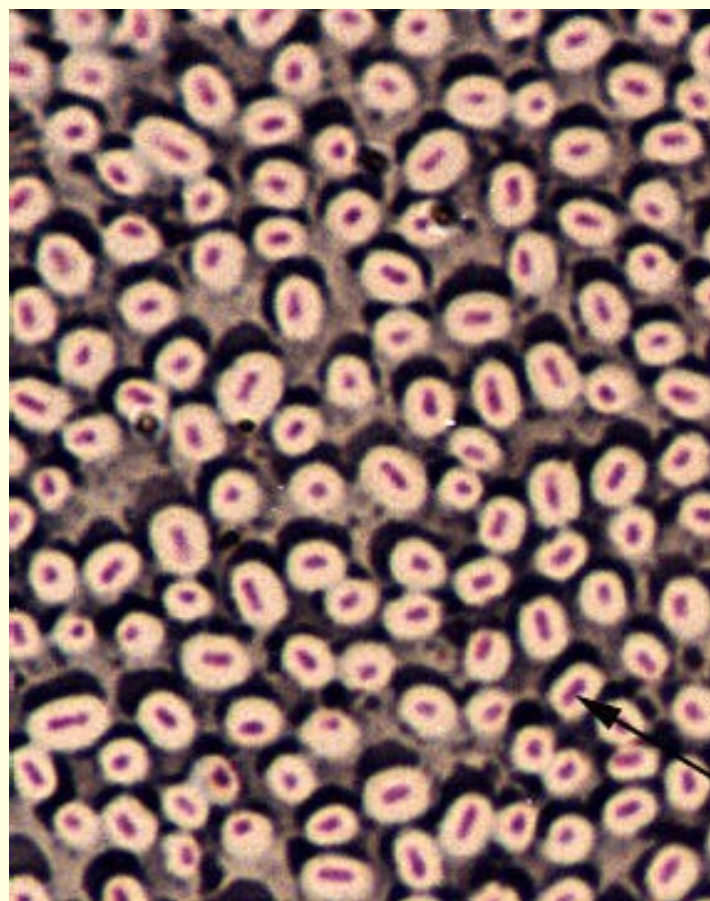
### 1. 荚膜 (capsule)

某些细菌细胞壁外包绕一层粘液样物质；普通染色不易着色，光镜下可见透明环。

化学组成：

多数细菌：多糖

少数细菌：多肽（炭疽杆菌）、透明质酸（链球菌）



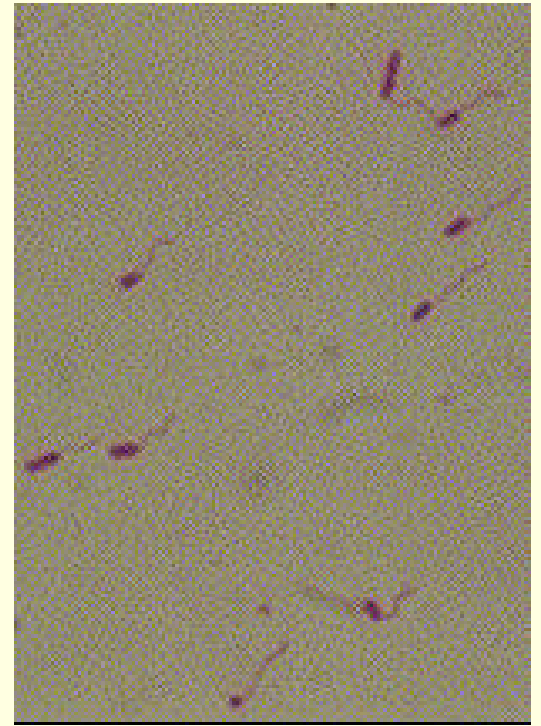
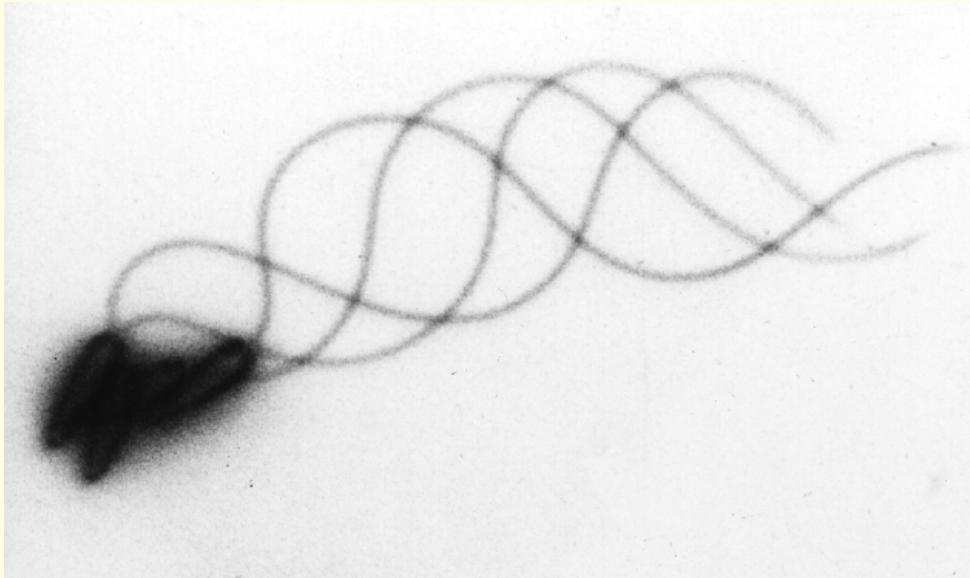
## 荚膜的功能：

- ❖ 抗吞噬作用：是病原菌的重要毒力因子
- ❖ 抗杀菌物质损伤：如溶酶体、补体
- ❖ 粘附作用：与细菌致病性有关；形成生物膜

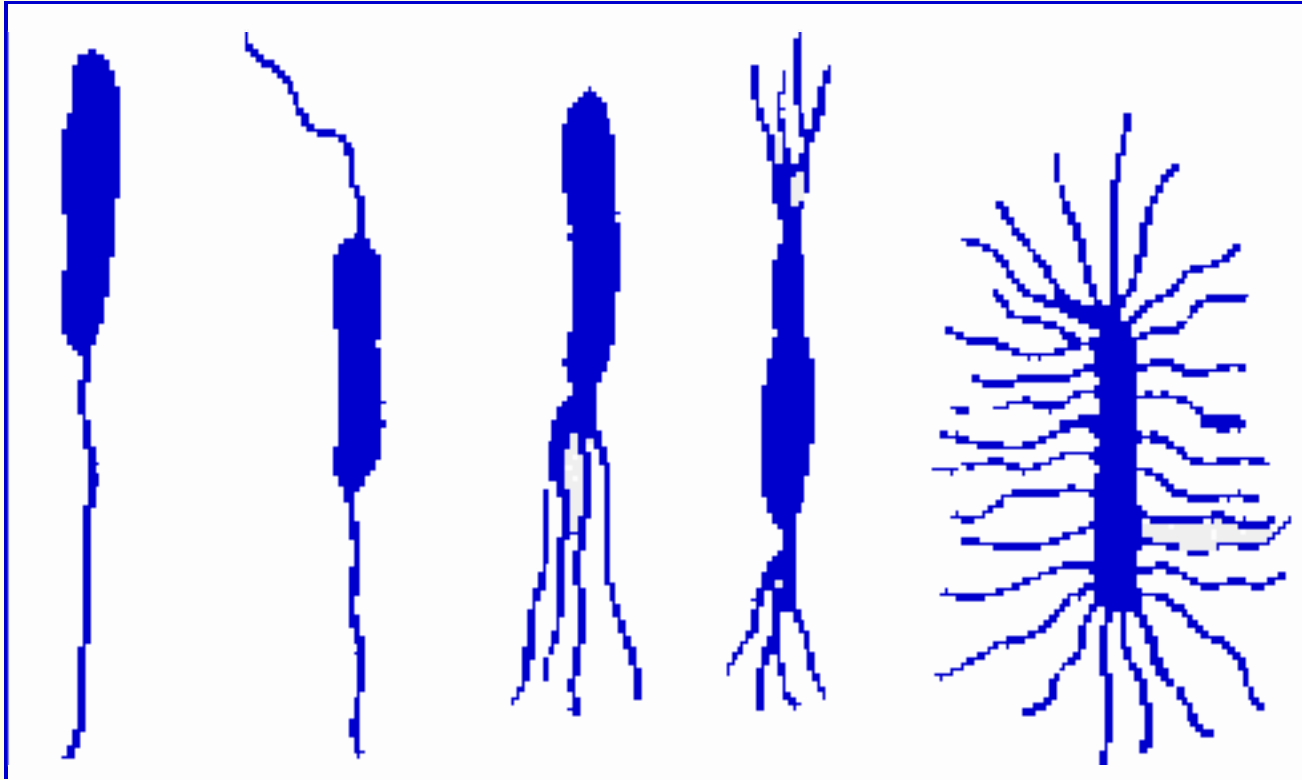
## 2. 鞭毛 (flagellum)

伸出菌体外的细长而弯曲的丝状物。

染色特性：鞭毛染色法



# 鞭毛的种类



单毛菌

双毛菌

丛毛菌

周毛菌

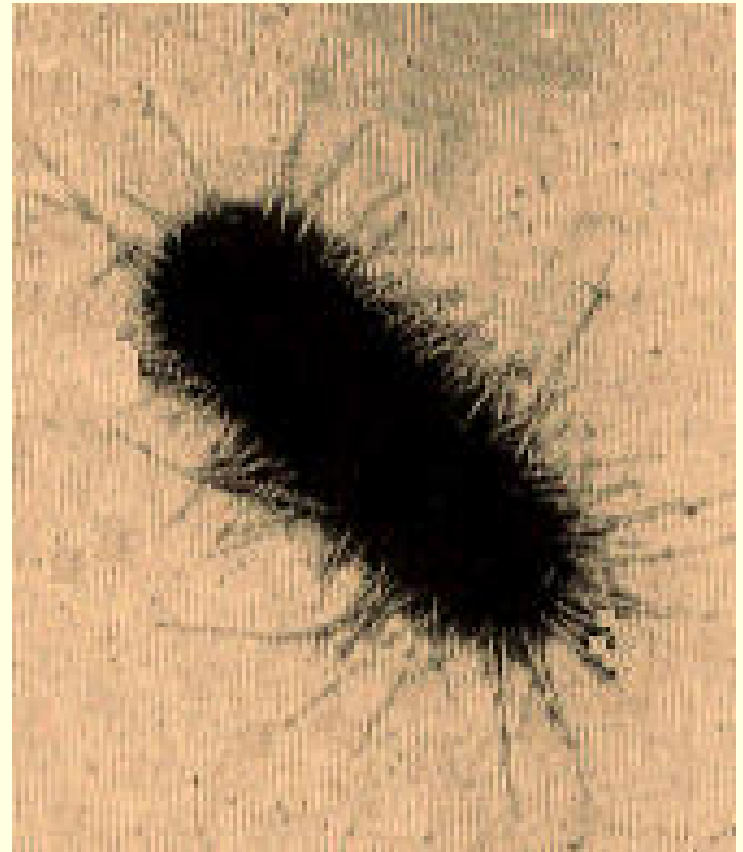
# 鞭毛的功能

- ❖ 细菌的运动器官
- ❖ 某些细菌鞭毛与致病有关
- ❖ 鞭毛蛋白有抗原性：H抗原

### 3. 菌毛 (pilus)

许多G<sup>-</sup>菌和少数G<sup>+</sup>菌菌体表面存在着一种直的比鞭毛更细、更短的丝状物  
(必须用电镜观察)。

化学组成: 菌毛蛋白  
与运动无关





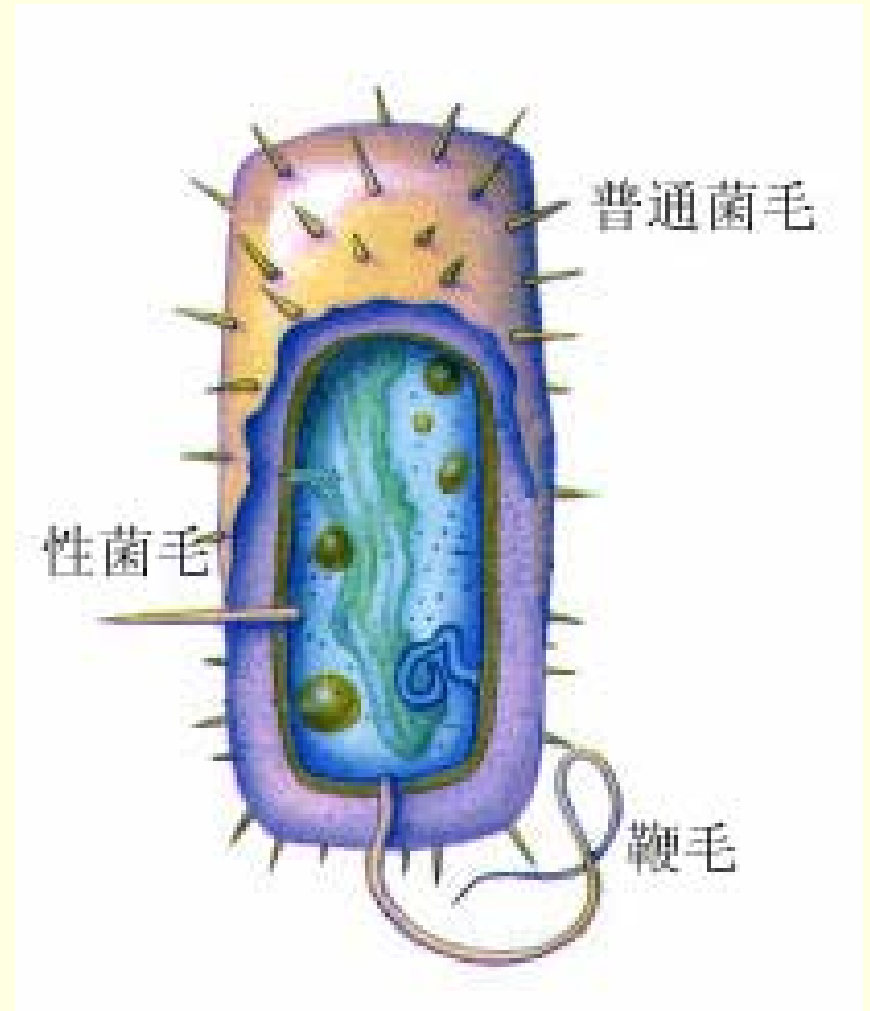
# 菌毛的种类和功能

## 普通菌毛

遍布细胞表面，每菌可达数百根，短而直。是细菌的粘附结构。

## 性菌毛

每菌1~4根，长而粗、中空。传递质粒。

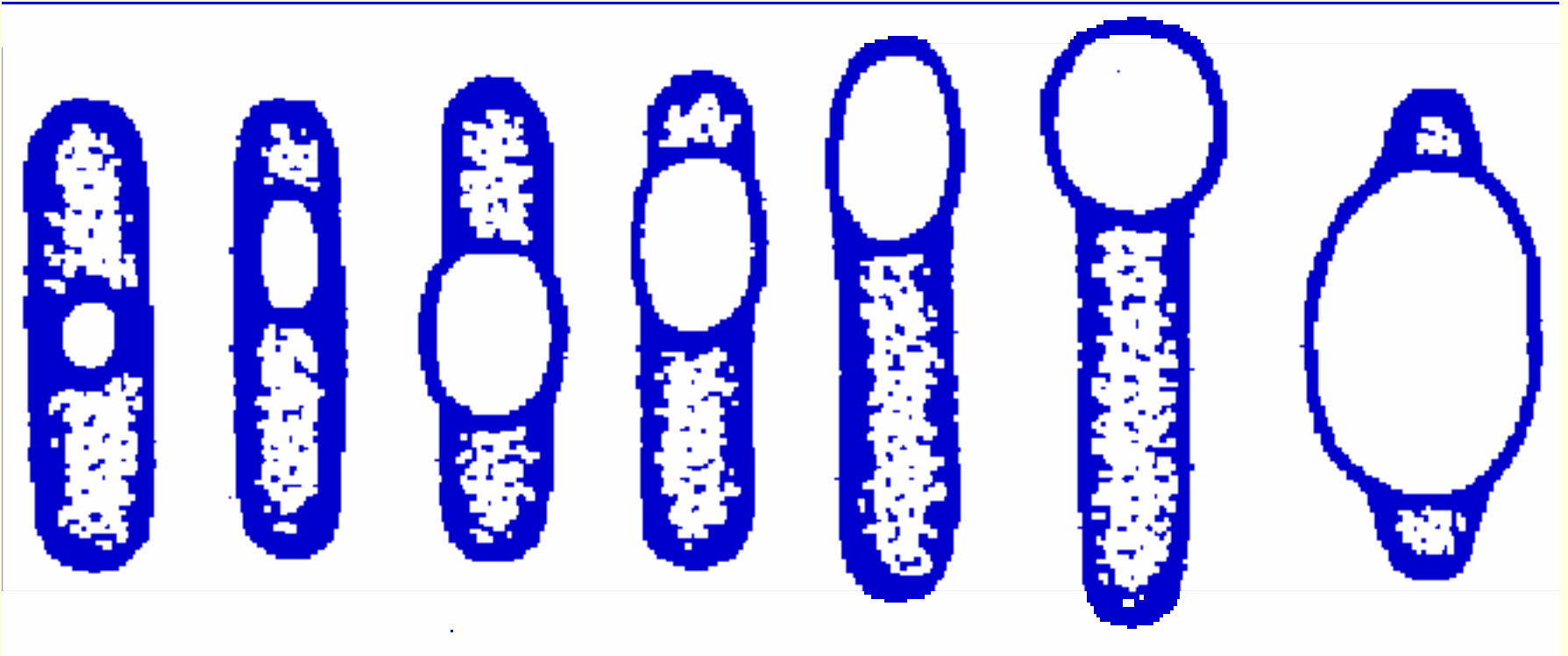


## 4. 芽胞 (spore)

某些细菌在一定环境条件下，胞质脱水浓缩，在菌体内部形成一个圆形或卵圆形的小体，是细菌的休眠形式，称为芽胞。



# 芽胞的形态



芽胞的大小、形状、位置等随菌种而异，有重要的鉴别价值

# 芽胞的特点

- ❖ 是细菌的休眠状态，保存有细菌全部生命活性。
- ❖ 芽胞可发芽，形成新的菌体：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，芽胞不是细菌的繁殖方式。
- 抵抗力强大，具有很强的抗高温、抗干燥、抗化学消毒剂和抗射线能力。
- ❖ 杀灭芽胞是灭菌指标。