

第一章 原核生物的形态、构造和功能

原核生物：指一大类细胞核无核膜包裹，只存在称作核区的裸露DNA的原始单细胞生物。

原核生物类型：细菌（真细菌、古生菌）、放线菌、蓝细菌、支原体、立克次氏体、衣原体

第一节 细菌

细菌：是一类细胞细短、结构简单、胞壁坚韧、多以二分裂方式繁殖和水生性较强的原核生物。

一、细菌的形态、构造与功能

(一)、形态、染色

1、形态

球菌：球形、近似球形的细菌

单球菌、双球菌、四联球菌、八叠球菌、链球菌、葡萄球菌

杆菌：杆状、近似杆状的细菌

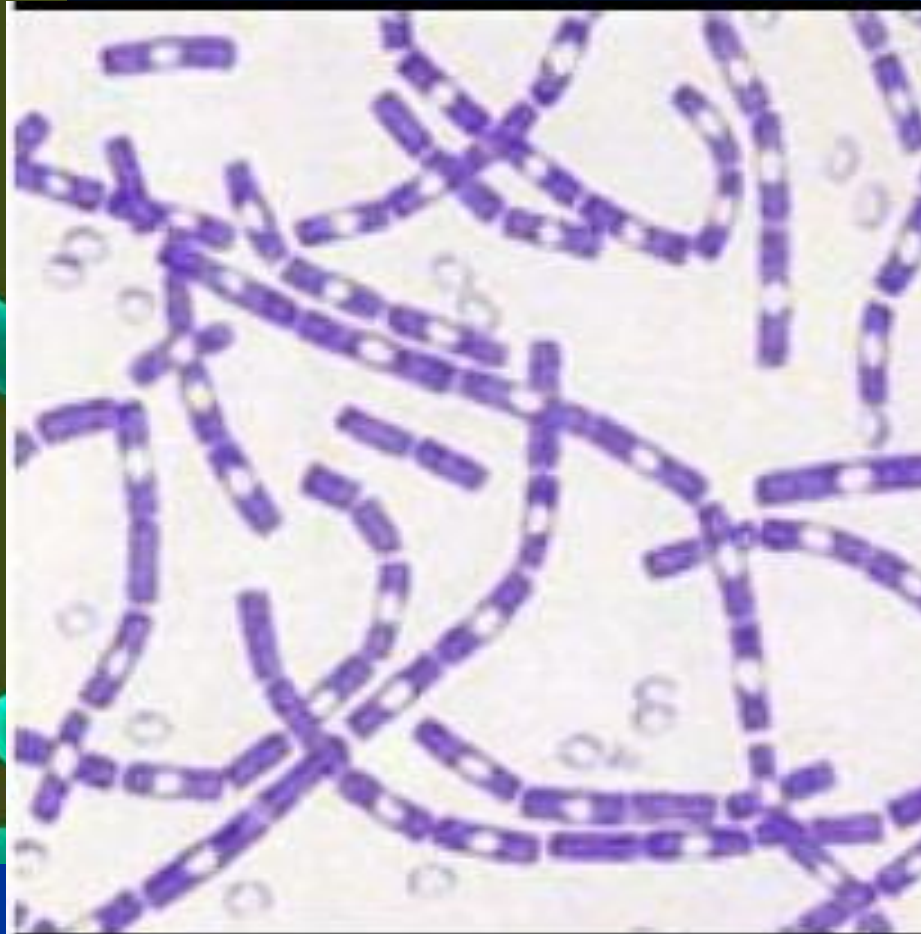
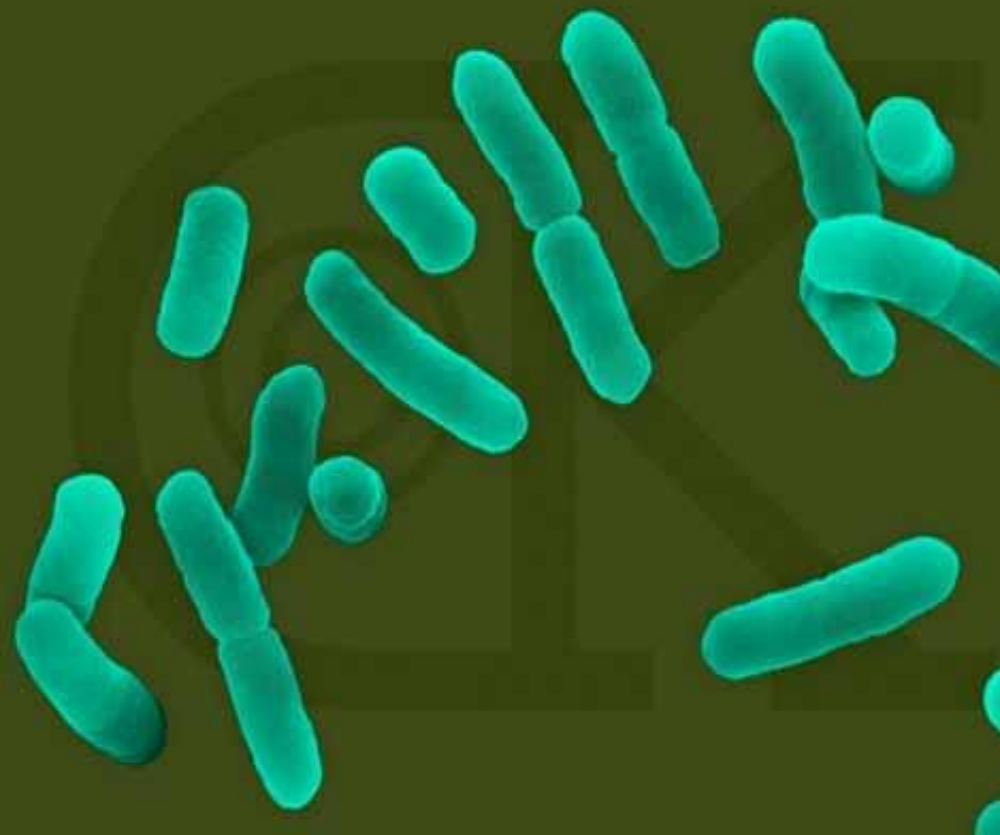
短杆菌、棒杆菌、梭菌、分枝杆菌

螺旋菌：弯曲状

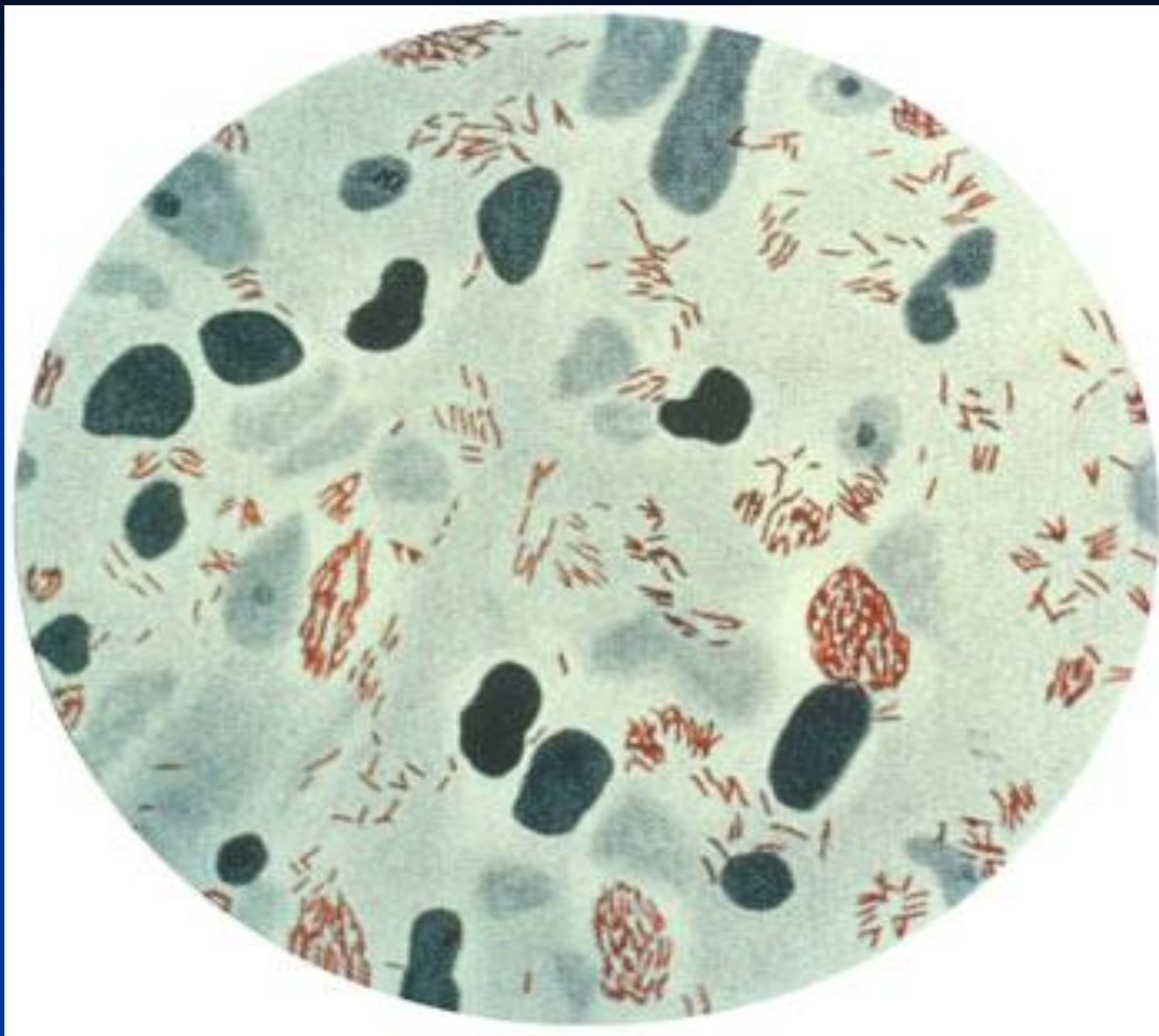
弧菌（螺旋不足一环）

螺菌（螺旋2—6环）

螺旋体（螺旋多于6环）



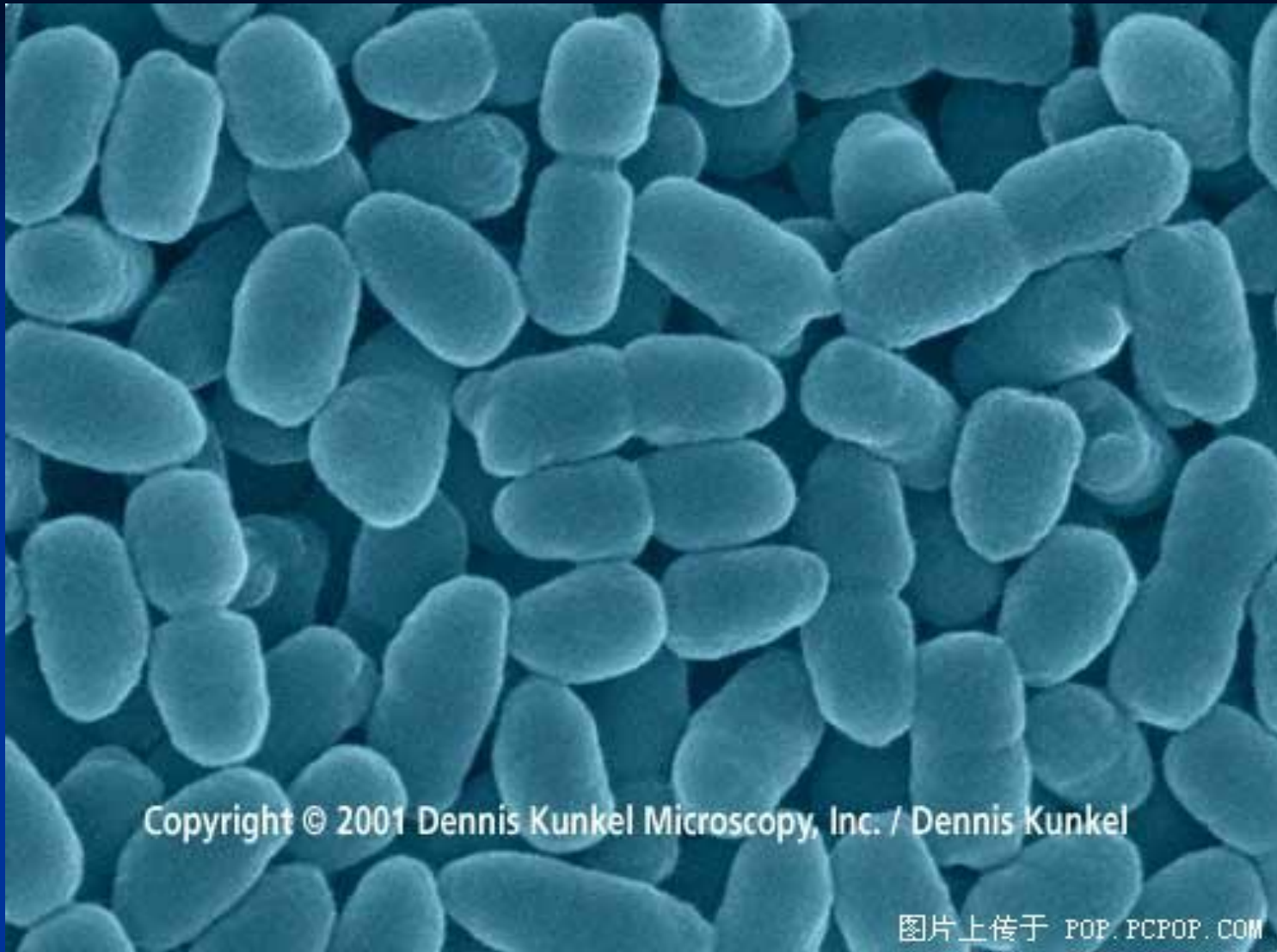
炭疽芽胞杆菌 3-



分枝杆菌



谷氨酸棒状杆菌 



Copyright © 2001 Dennis Kunkel Microscopy, Inc. / Dennis Kunkel

图片上传于 POP.PCPOP.COM

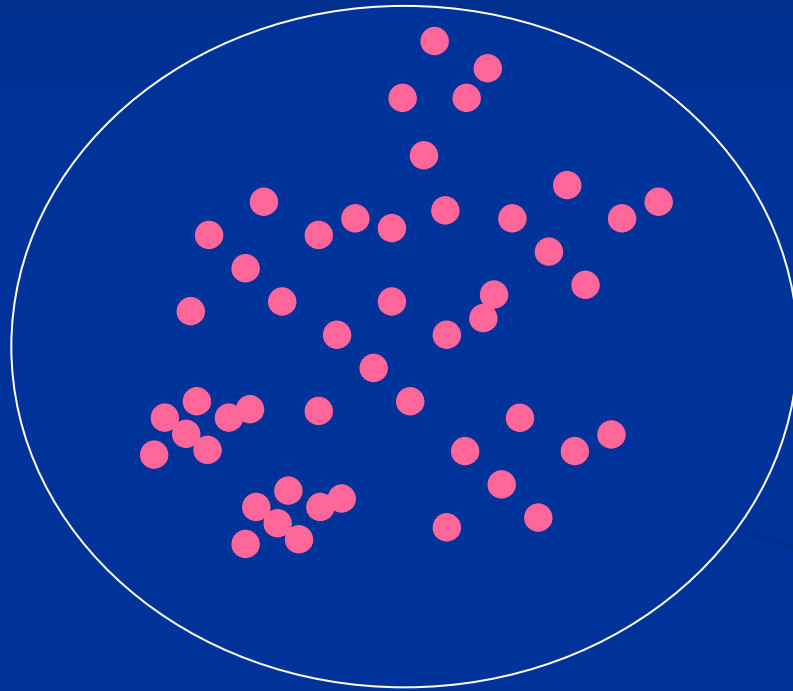
球杆菌





破伤风芽孢杆菌

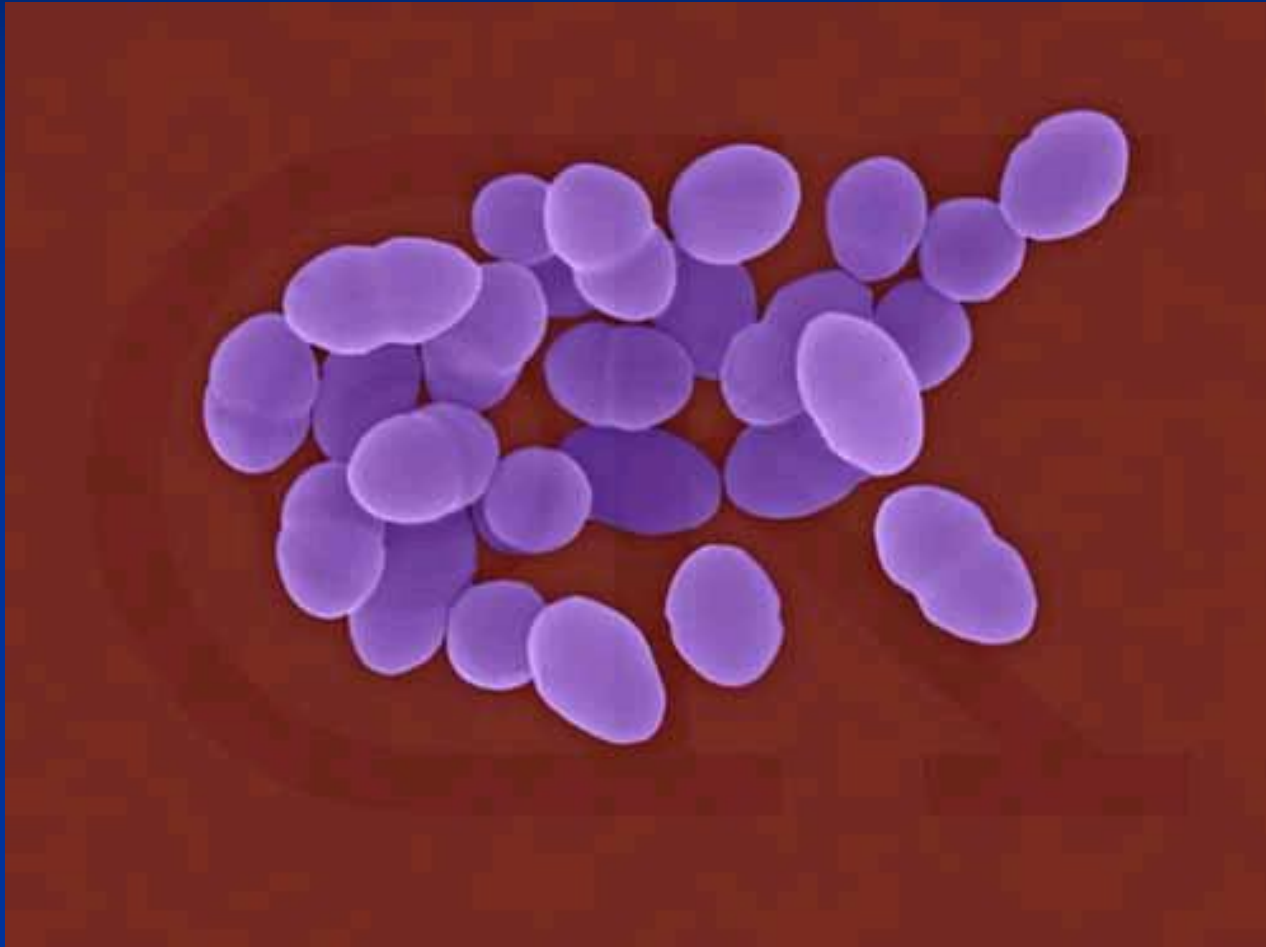
单球菌 (single coccus)



单球菌 (显微镜下示意图)

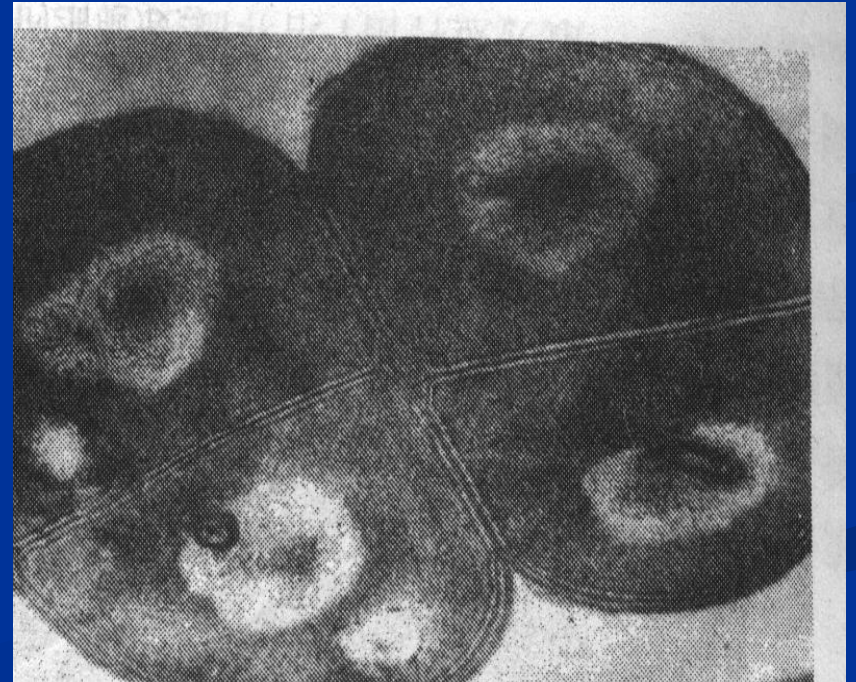
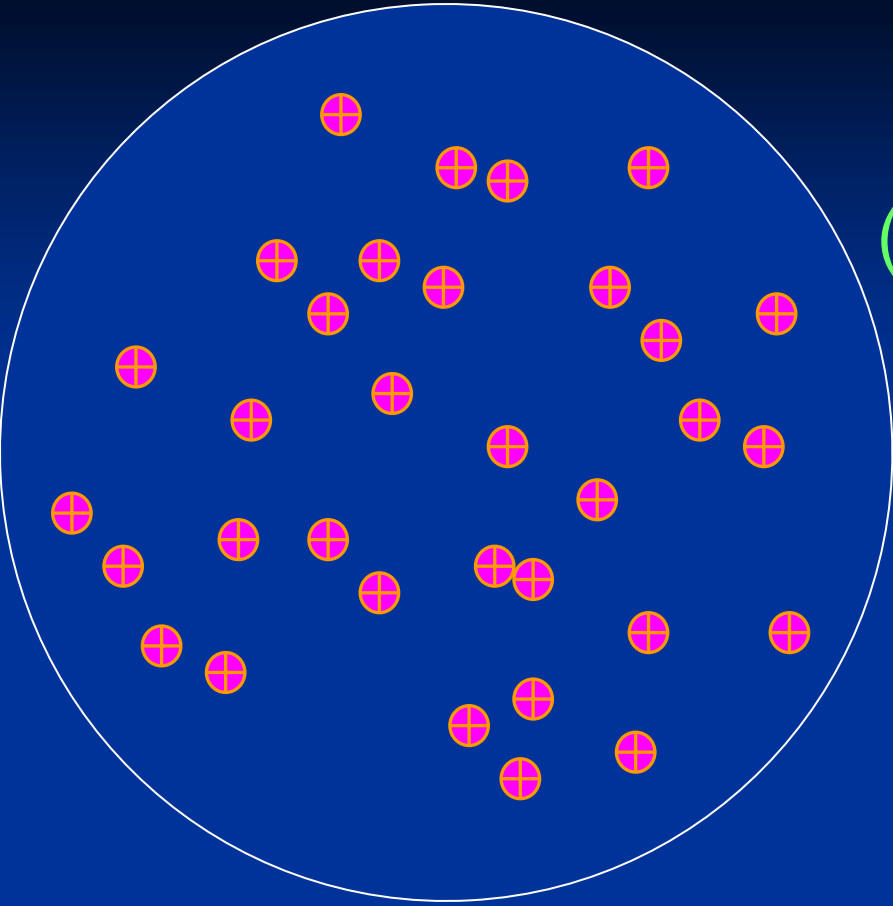


双球菌 (double coccus)

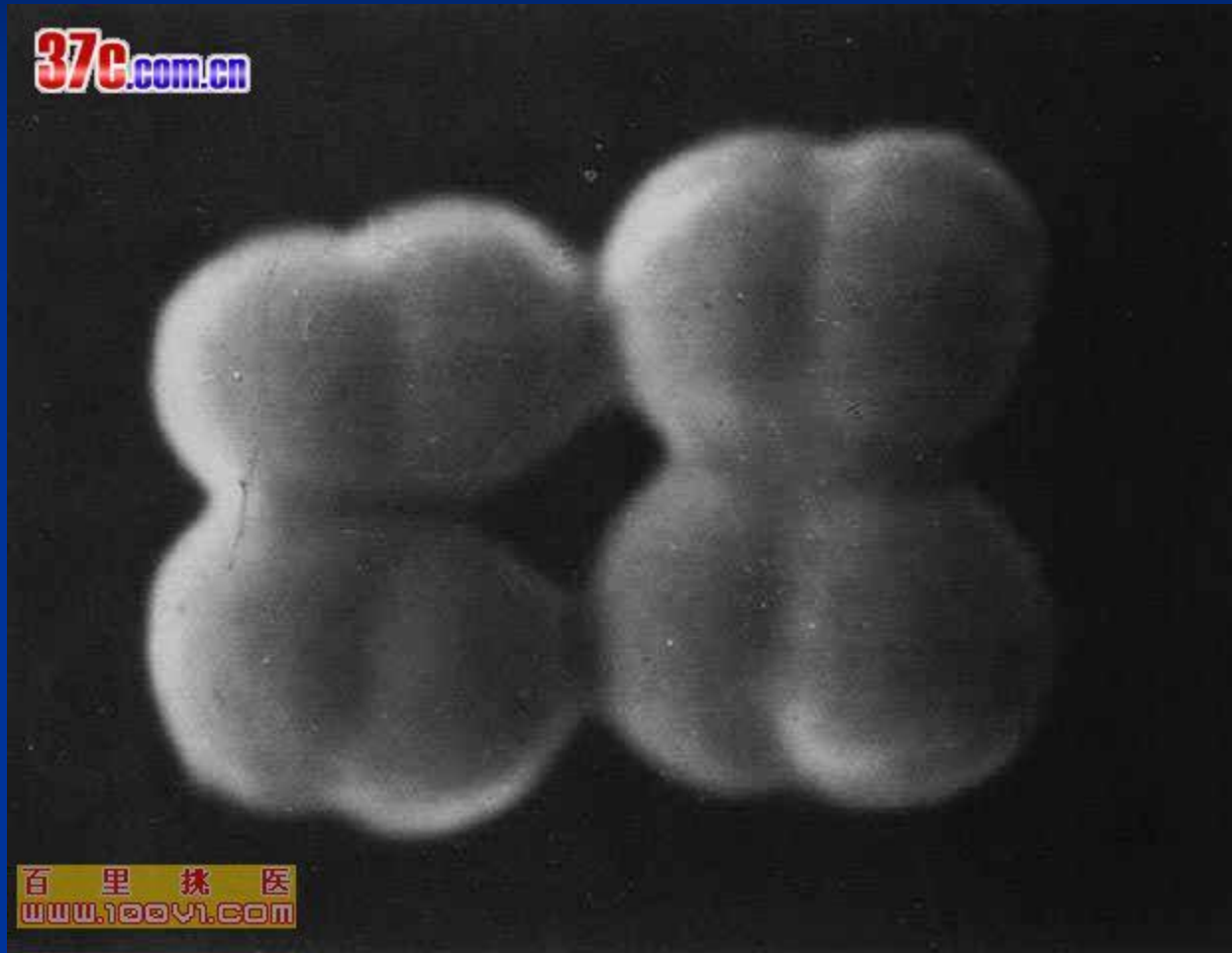


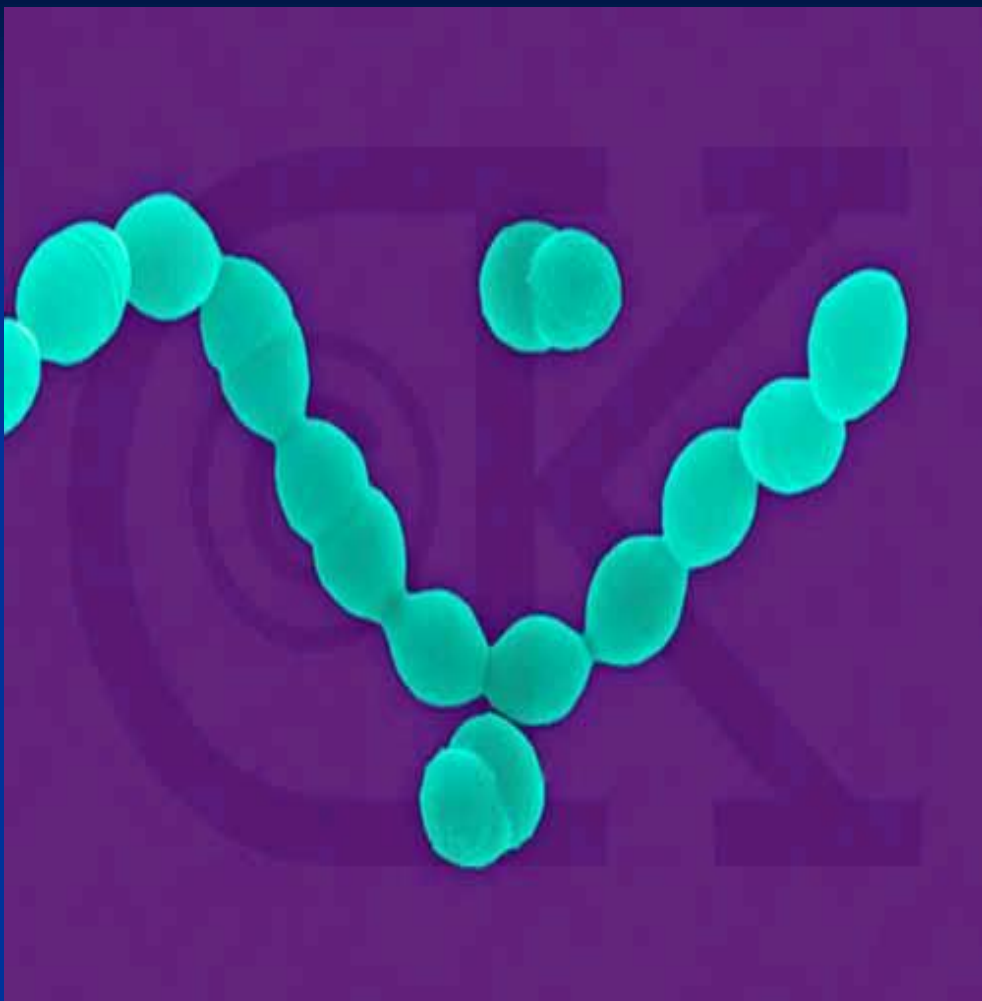
四联球菌

(*Micrococcus lactis*)



八叠球菌 (Sarcina ureae)

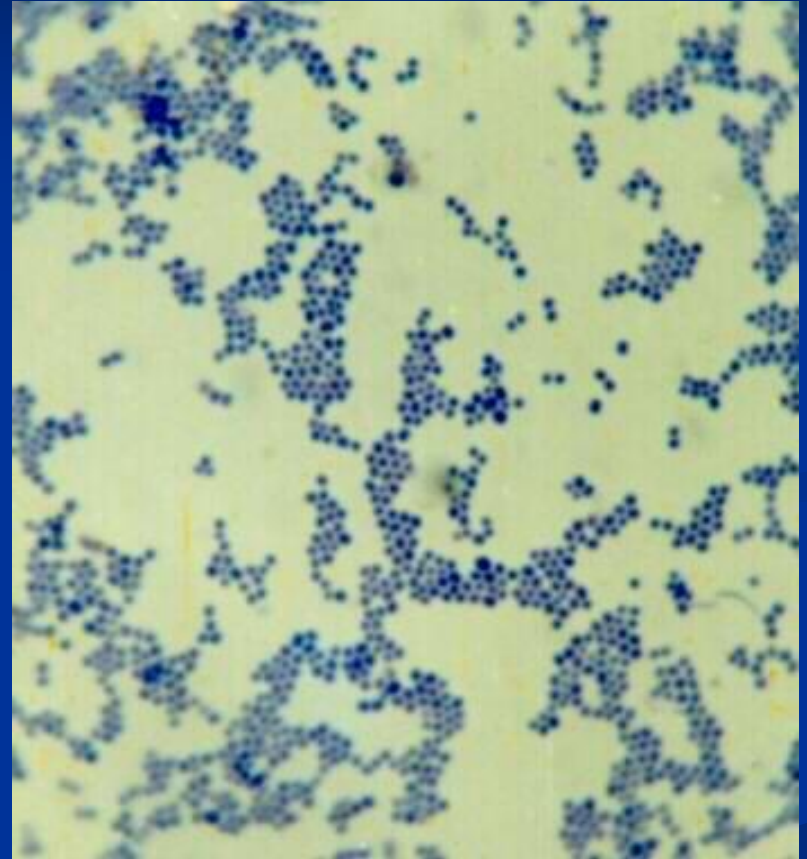
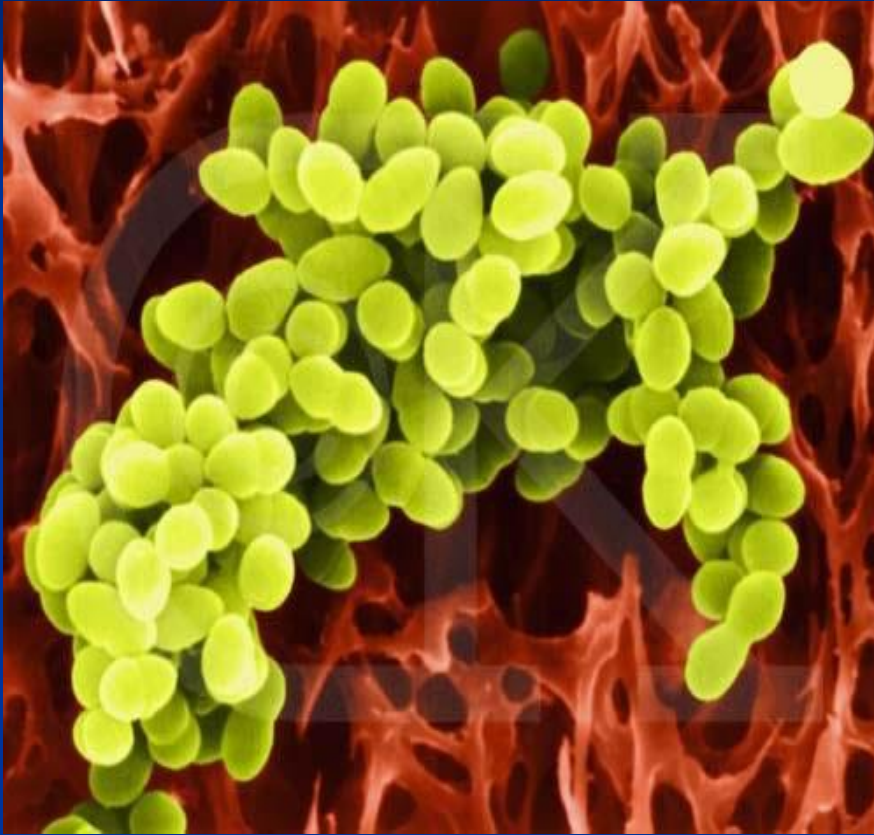




链球菌

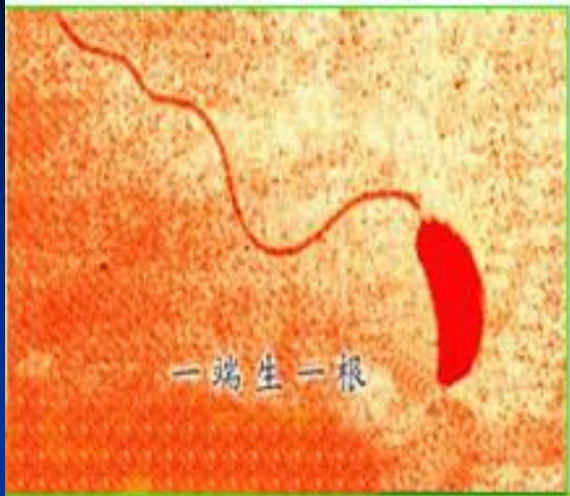


葡萄球菌 (Staphylococcus aureus)



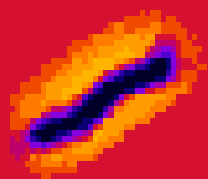
左：电镜照片

右：显微镜下的金黄色葡萄球菌

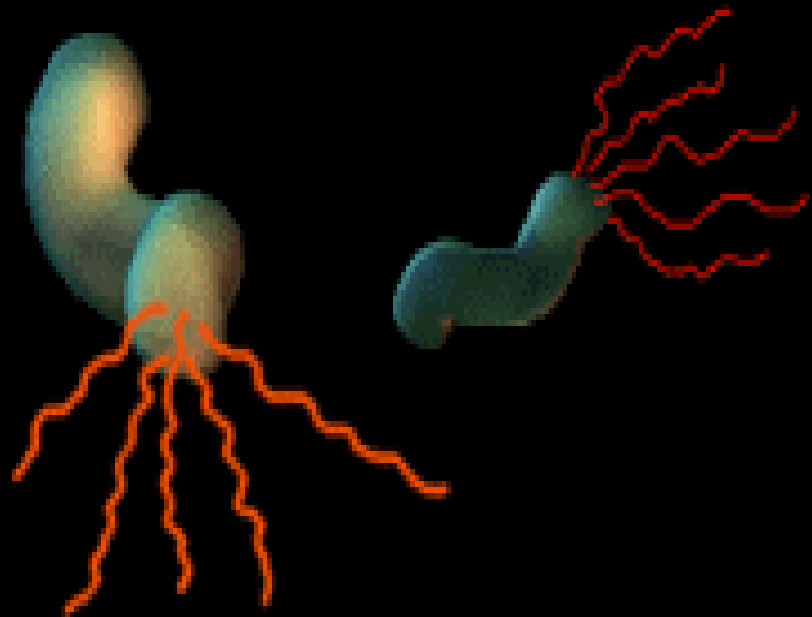


弧菌

d. 幽门螺杆菌



©James A. Sullivan



www.cellsalive.com

左：显微数码摄像

右：结构示意图



显微镜下的螺旋体



2、大小

球菌 ($d=0.5 \mu\text{m}$) 杆菌 ($2-3 \times 0.5 \mu\text{m}$)

最大细菌：纳米比亚嗜硫珠菌 ($d=0.32-1.0\text{mm}$)

最小细菌：纳米细菌 ($d=50\text{nm}$)

3、染色：细菌是半透明的，需染色才能看清




(二)、构造：

1、细菌细胞的一般构造

(1)、细胞壁：是位于细胞最外一层厚实、坚韧的外被。

功能

- 固定细胞外形。
- 为细胞生长、分裂、鞭毛运动所必需。
- 阻止大分子有害物质进入细胞。
- 赋予细菌特定的抗原性以及对抗生素、噬菌体的敏感性。

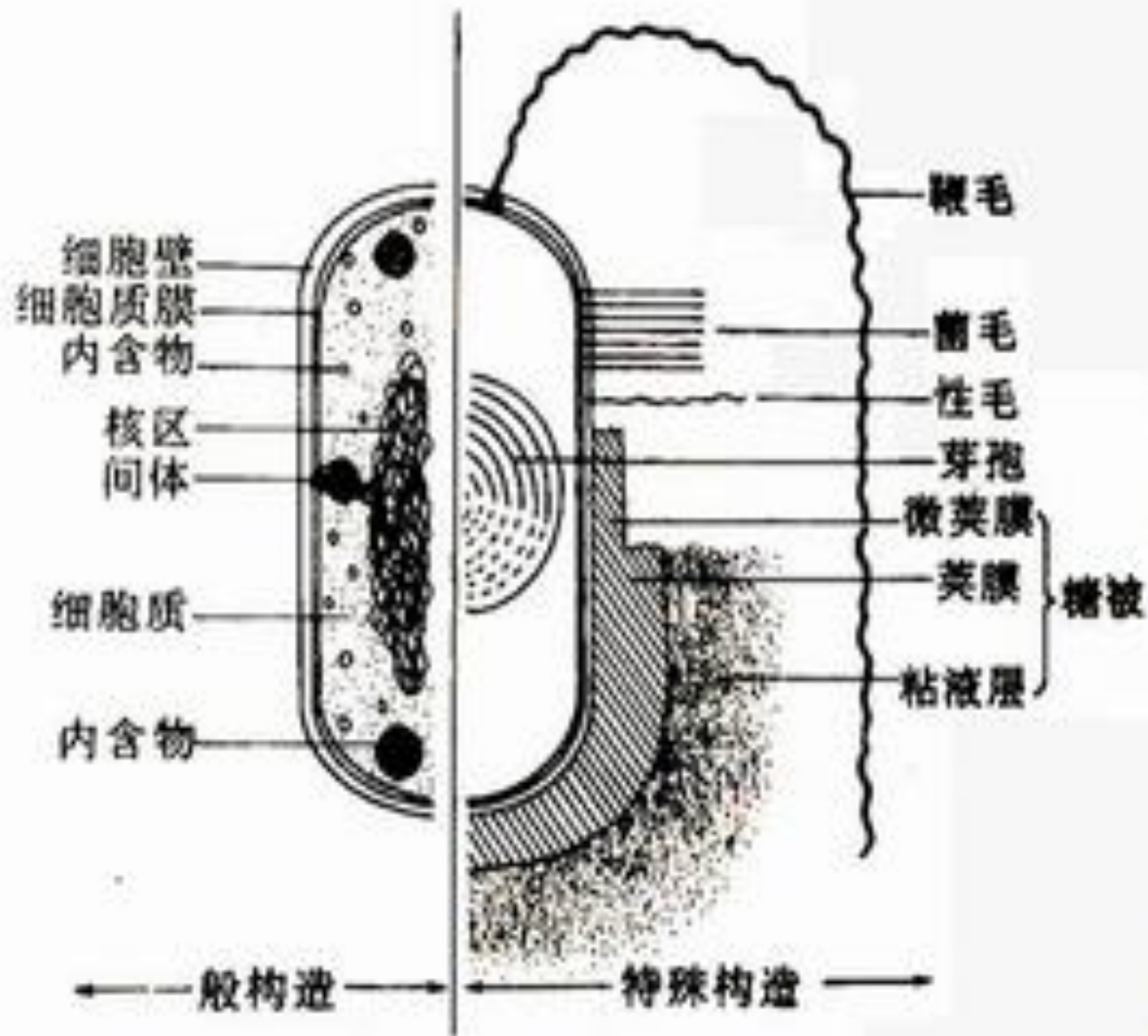
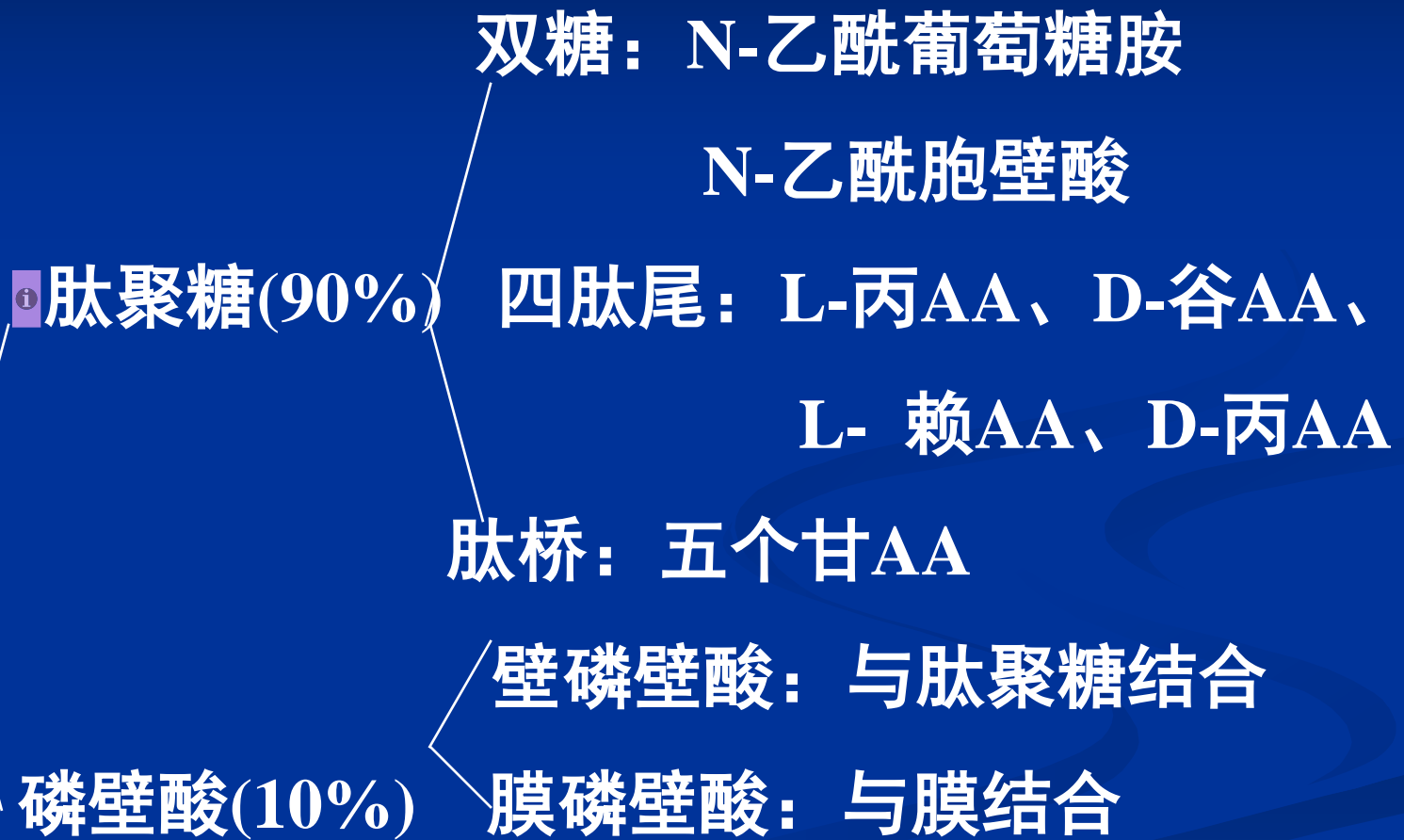


图 3-1 细菌细胞构造模式图

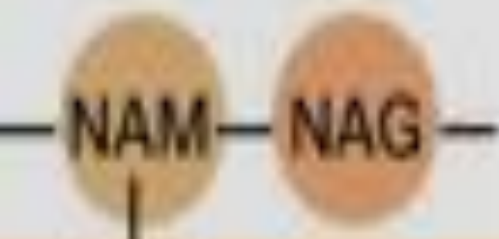
化学组成

1)、G⁺菌(厚、成分简单)



(以金黄色葡萄球菌为例)



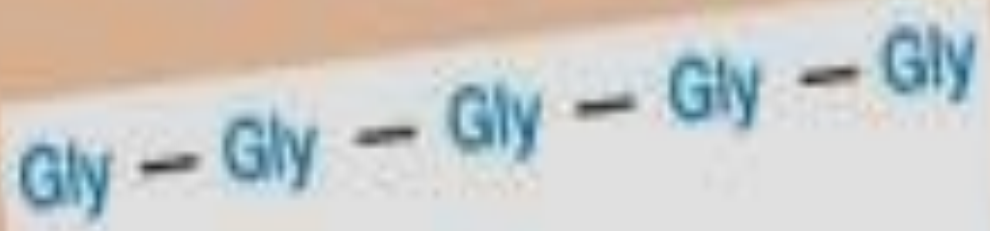


L-Ala

D-GluNH₂

L-Lys

D-Ala

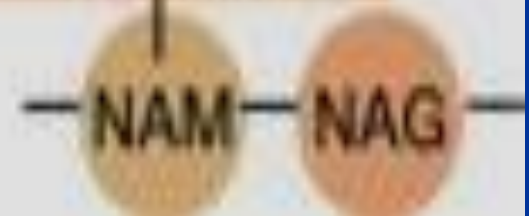


D-Ala

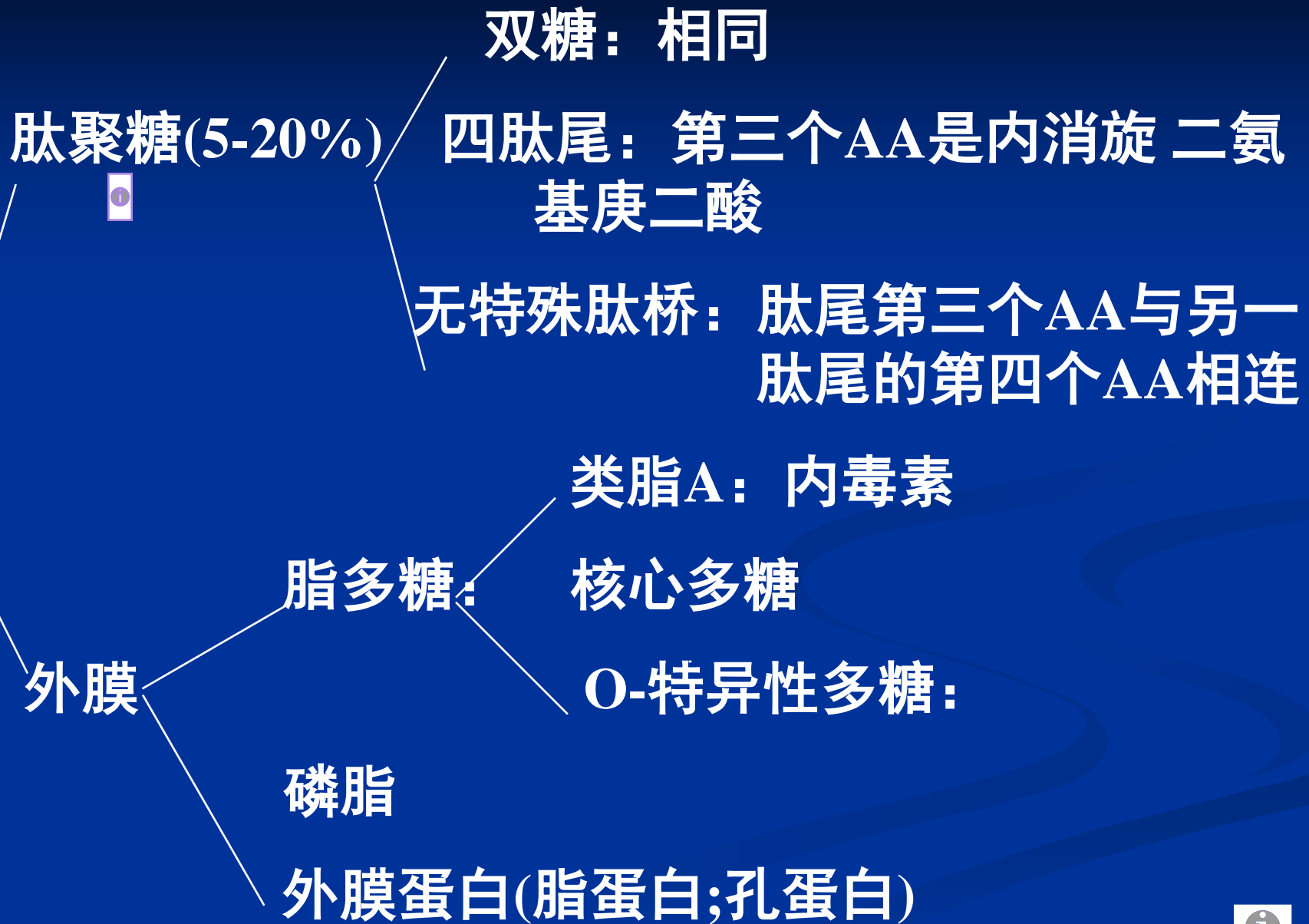
L-Lys

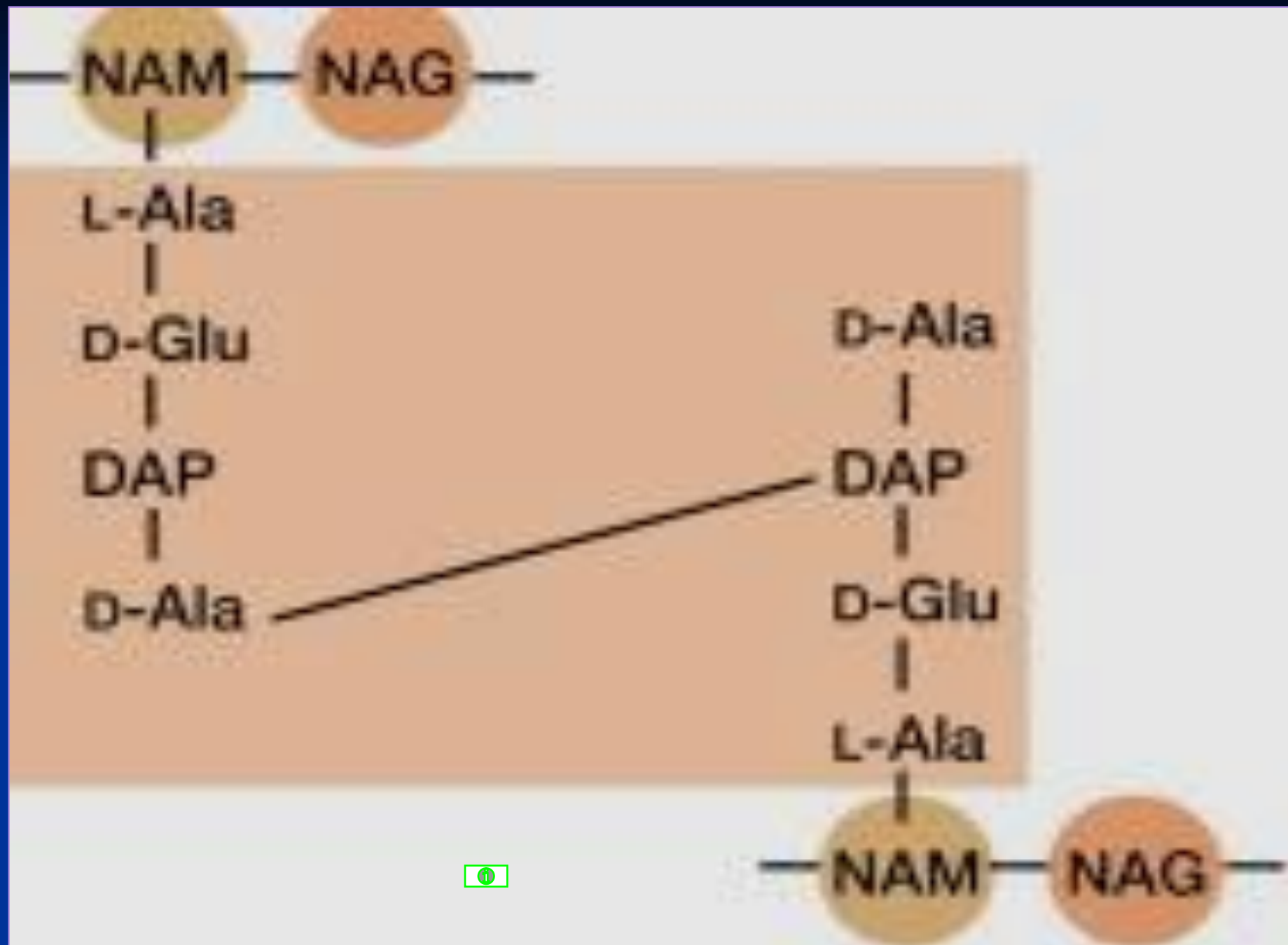
D-GluNH₂

L-Ala



2)、G-菌(薄、成分复杂) (以*E.coli*为例)





***溶菌酶：**使肽聚糖中的糖苷键断裂，即切断NAG与NAM间的 β -1,4糖苷键，破坏了肽聚糖的骨架，引起细菌裂解。

***青霉素：**干扰短肽间的肽键形成，即干扰甘氨酸肽桥与短肽的D-Ala的联结，使细菌不能合成完整的细胞壁而导致死亡。 

溶菌酶、青霉素杀伤G⁺菌能力强，还是杀伤G⁻菌能力强？为什么？

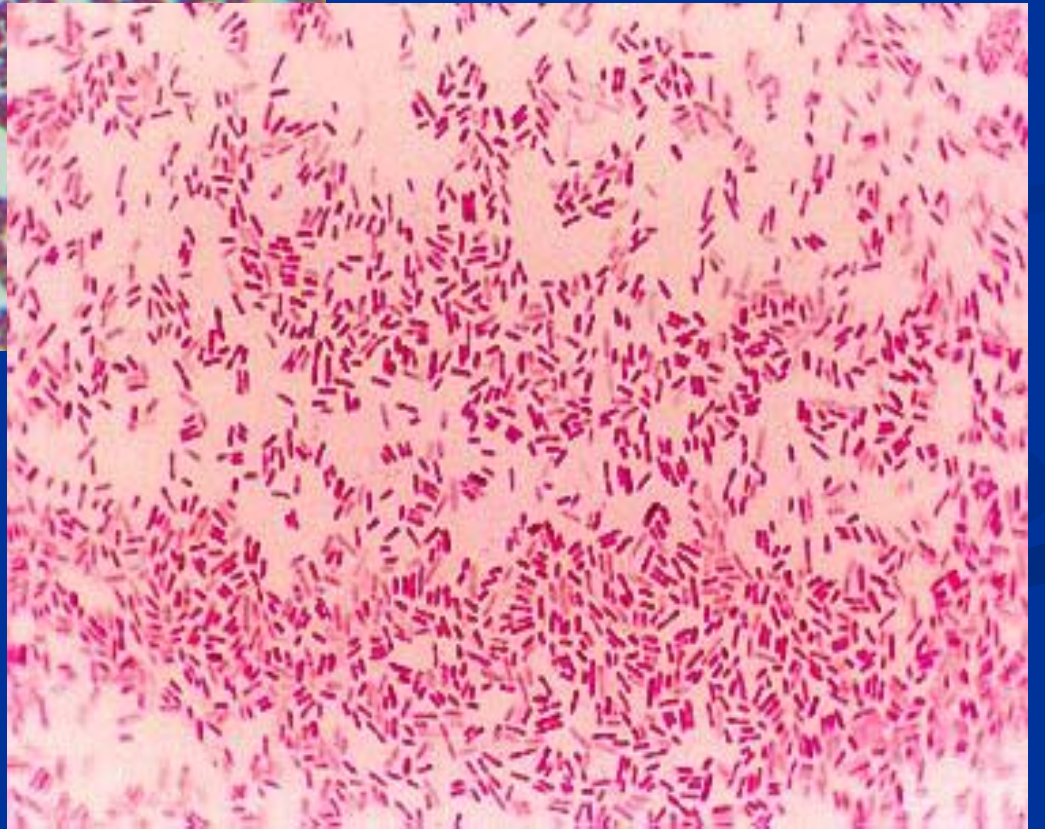
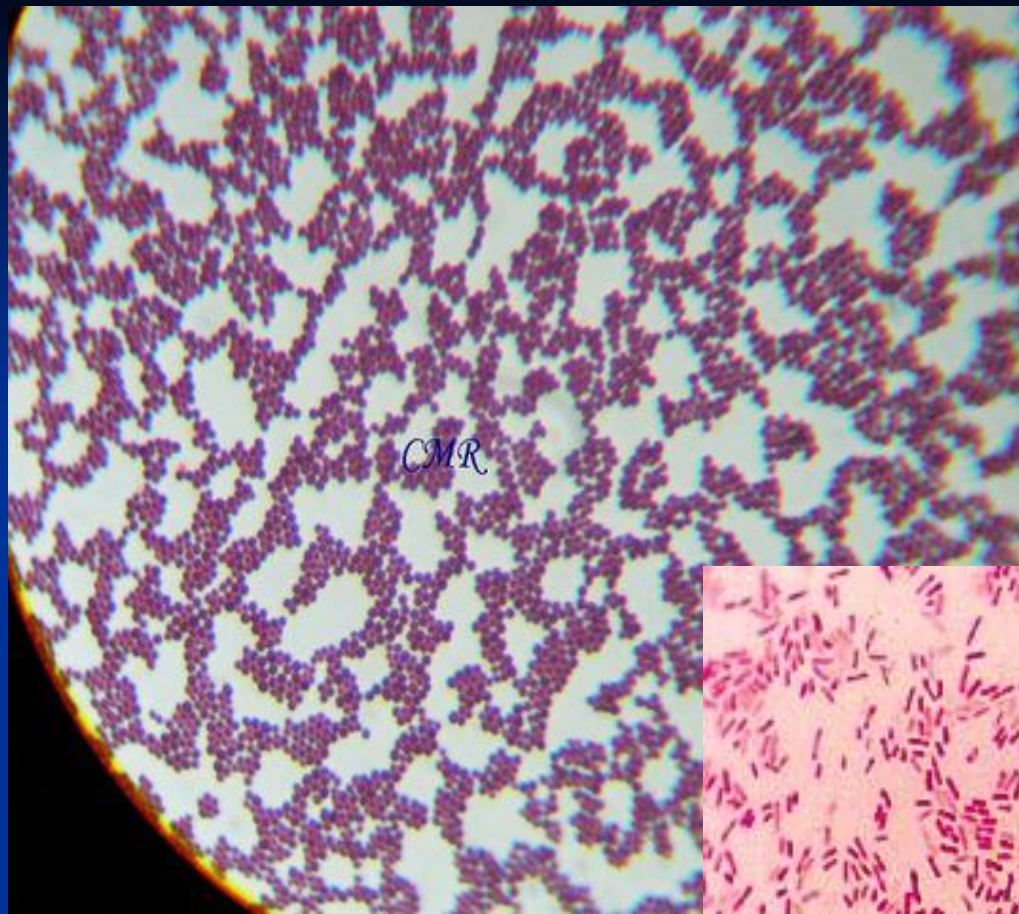
5)、革兰染色的机制:

步骤: 涂片 → 干燥 → 固定 → 结晶紫
(紫色)

初染 → 碘液 → **媒染** → 乙醇 → **脱色** → 沙黄
(红色)

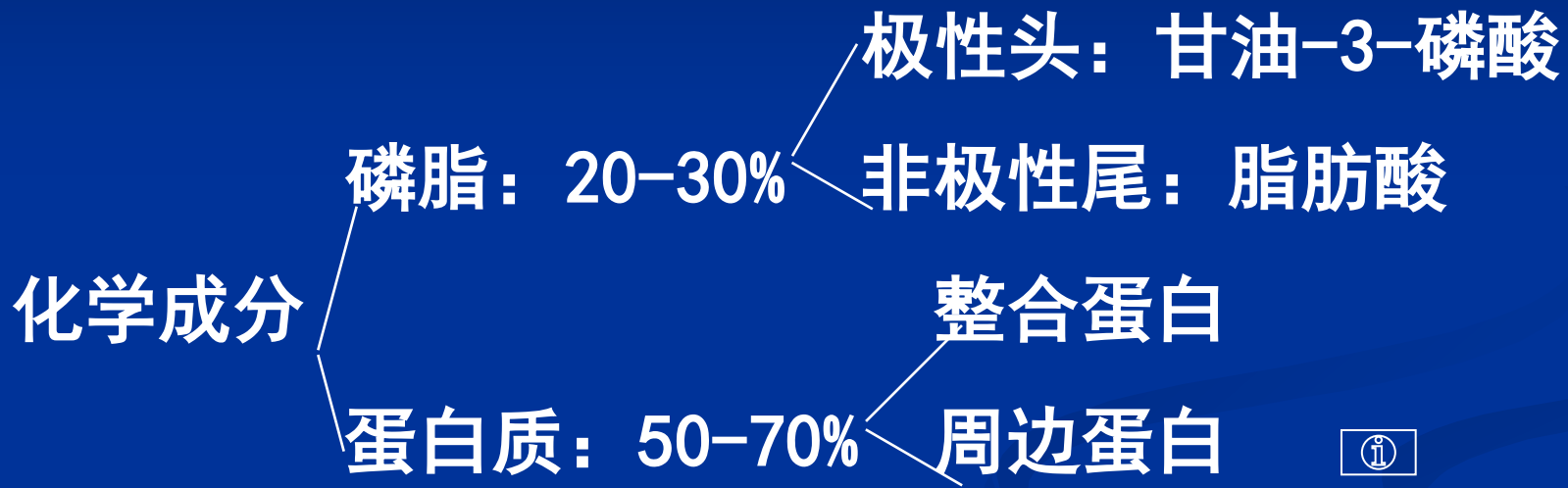
复染 → 镜检

- G⁺菌: 紫色
- G⁻菌: 红色

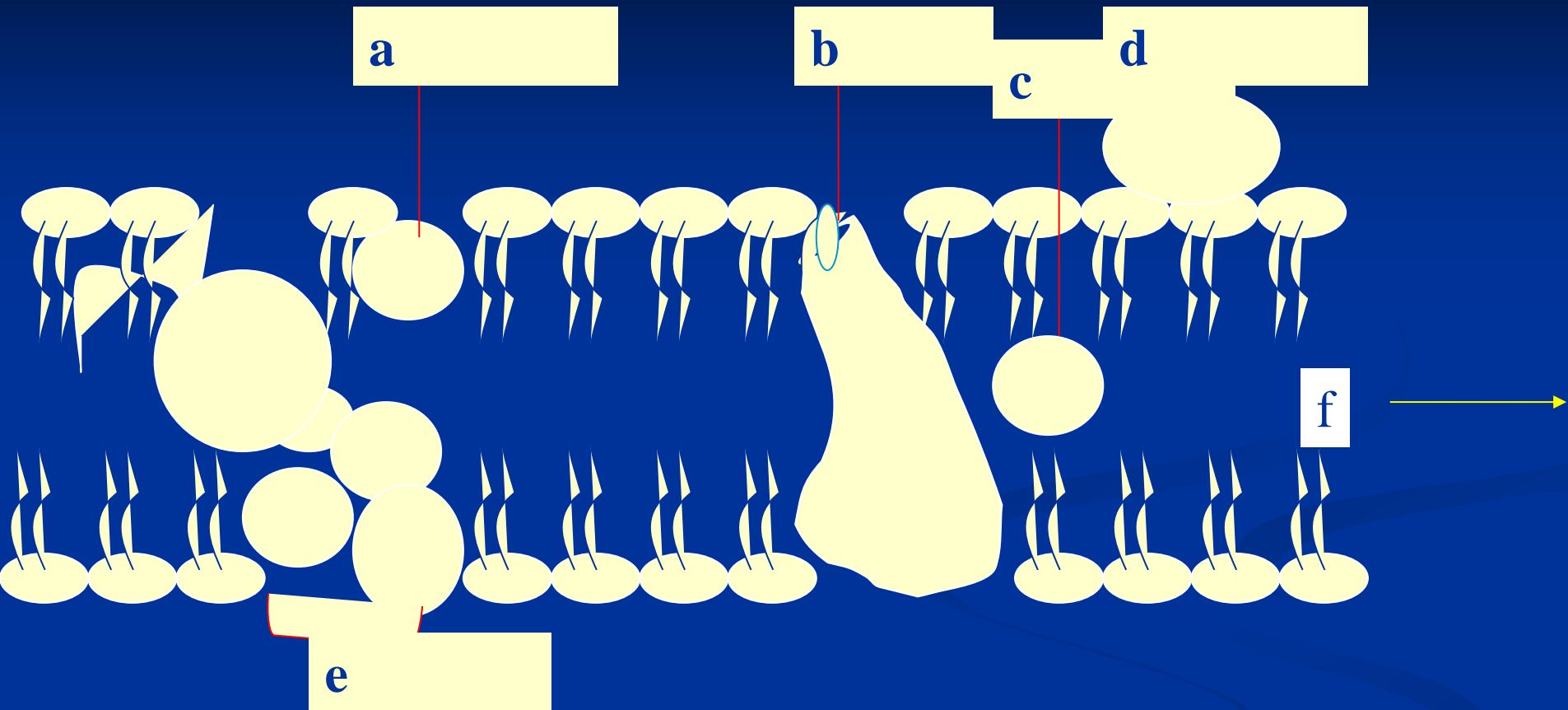


机制：由于G⁺菌和G⁻细胞壁化学成分的差异，引起了两者对染料(结晶紫与碘的复合物)物理阻留能力的不同。G⁺菌细胞壁肽聚糖网层厚，乙醇脱色后，网孔缩小，而且不含类脂，乙醇处理后不会出现缝隙，因此能把结晶紫与碘的复合物留在壁内，使其呈紫色；G⁻菌细胞壁网层少，交联差，而且含类脂多，乙醇处理后，细胞壁出现缝隙，结晶紫与碘的复合物溶出，呈无色，复染后被沙黄染成红色。

(2)、细胞膜：是一层紧贴在细胞壁内侧，包围着细胞质的柔软、脆弱、富有弹性的半透膜。



1. 细胞膜



a: 内嵌蛋白; b、c: 内嵌蛋白或整合蛋白

d: 外周蛋白; e: 多酶复合体; f: 脂双分子层

生理功能：

- 1)、能选择地控制细胞内、外的营养物质和代谢产物的运送。
- 2)、维持细胞内正常渗透压。
- 3)、合成细胞壁、糖被的场所。
- 4)、含有与能量代谢有关的酶，是产能基地。
- 5)、是鞭毛基体的着生部位，并为其旋转提供能量。

间体：由细胞膜向内凹陷而形成的囊状构造

功能：产生某些酶（青霉素酶）

与DNA复制、分配、细胞分裂有关

**新的观点：制作标本时细胞膜脱水出现的臆
像**

(3)、细胞质、内含物

细胞质：被细胞膜包围的除核区以外的一切半透明、胶体状、颗粒状物质的总称。

主要成分：核糖体、贮藏物、酶类、中间代谢产物、质粒、各种营养物质、大分子单体

细胞内含物：细胞质内一些形状较大的颗粒状构造。

(1)、贮藏物：由不同化学成分累积而成的不溶性颗粒。

种类：

聚 β -羟丁酸 (PHB)

无毒、可塑、易降解

聚羟链烷酸 (PHA)



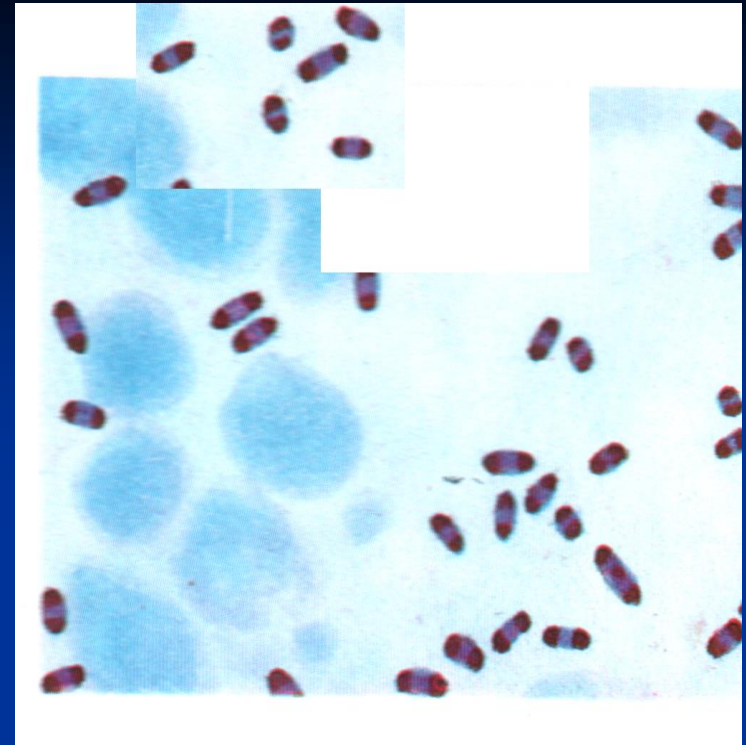
聚β-羟基
基丁酸

异染颗粒

化学成分： 多聚偏磷酸；

作用： 鉴定细菌

贮藏P元素和能量
降低细胞渗透压

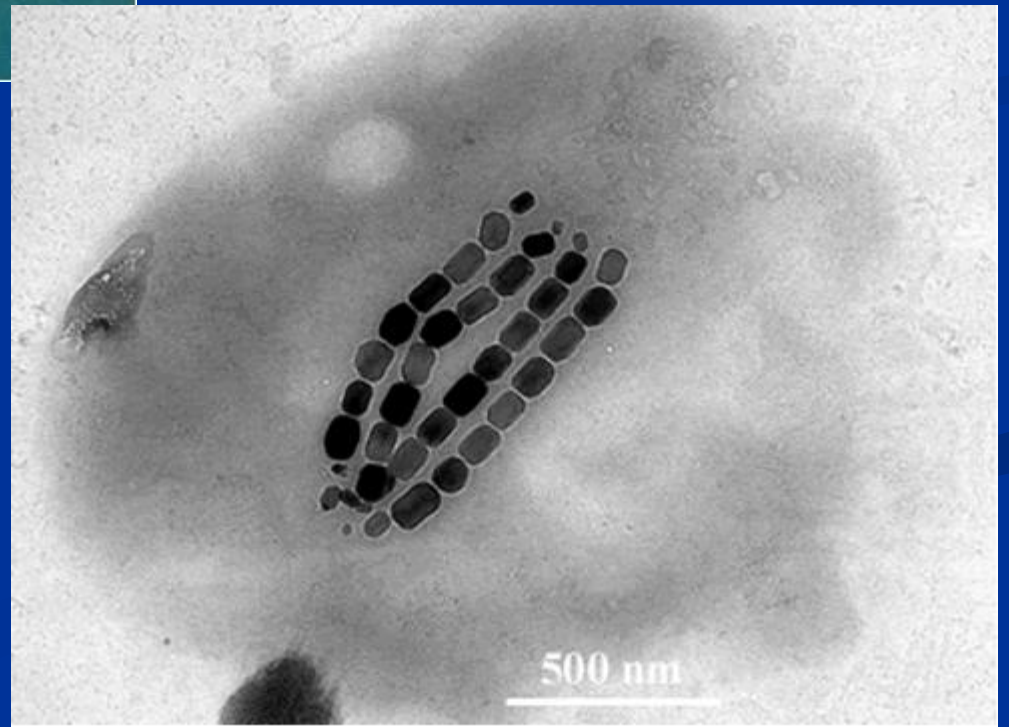
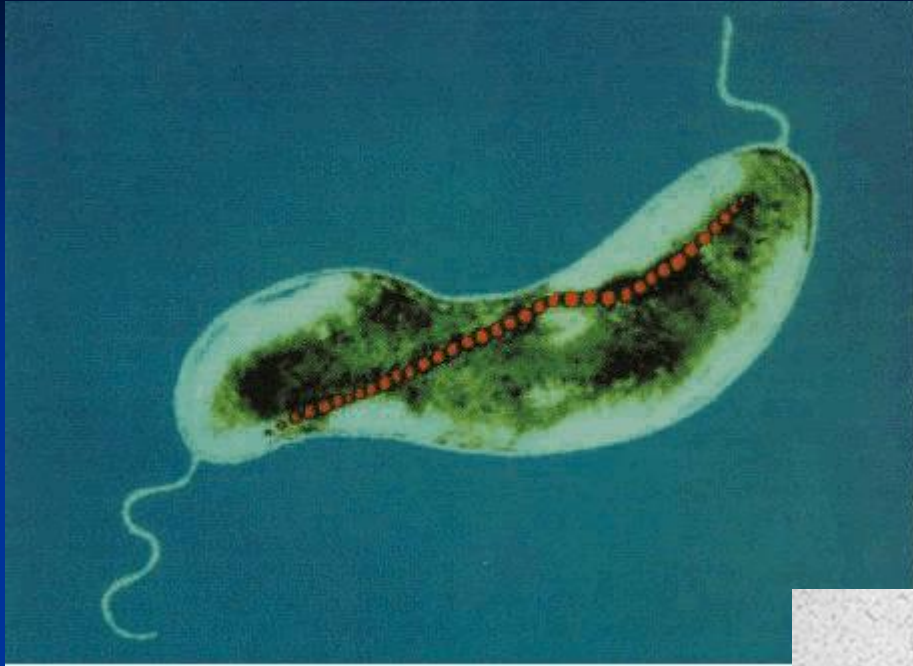


(2)、磁小体： 存在趋磁细菌中

化学成分--- Fe_3O_4

导向功能

实际应用---磁性定向药物、抗体
生物传感器



(3)、羧酶体：存在自养细菌中。❶

含1、5-二磷酸核酮糖羧化酶



(4)、气泡：存在光能营养、无鞭毛、水生细菌中
调节细胞比重，使其漂浮在最适水中。❶

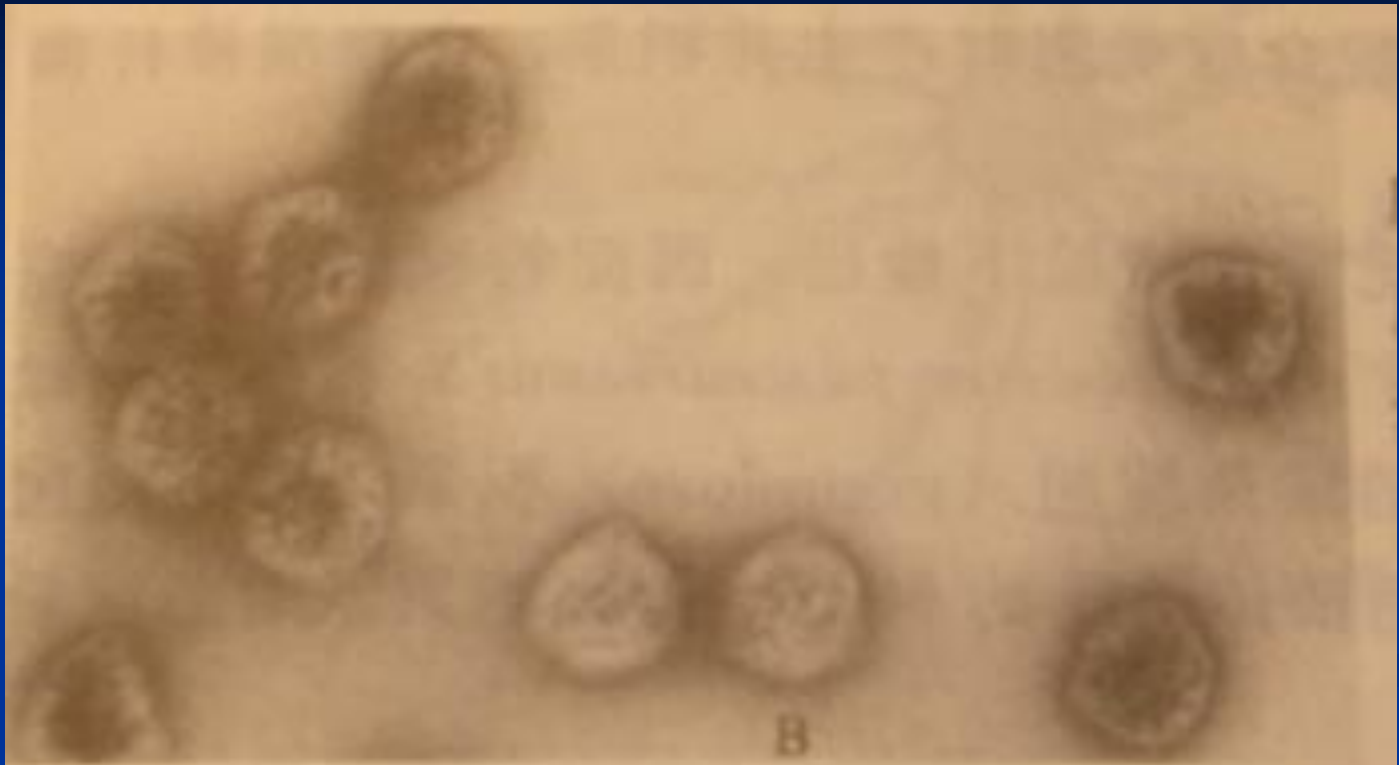


图 2-16 那不勒斯硫杆菌

羧酶体





水生微环菌的气泡

(5)、质粒：是一种独立于染色体外，能进行自主复制的细胞质遗传因子。

作用：1、控制细菌特殊性状。

如：接合作用

耐药性

产毒素

固氮

降解有毒物质

2、基因工程中重要的载体。

(4)、核区：指原核生物所特有的无核膜包裹、无固定形态的原始细胞核。

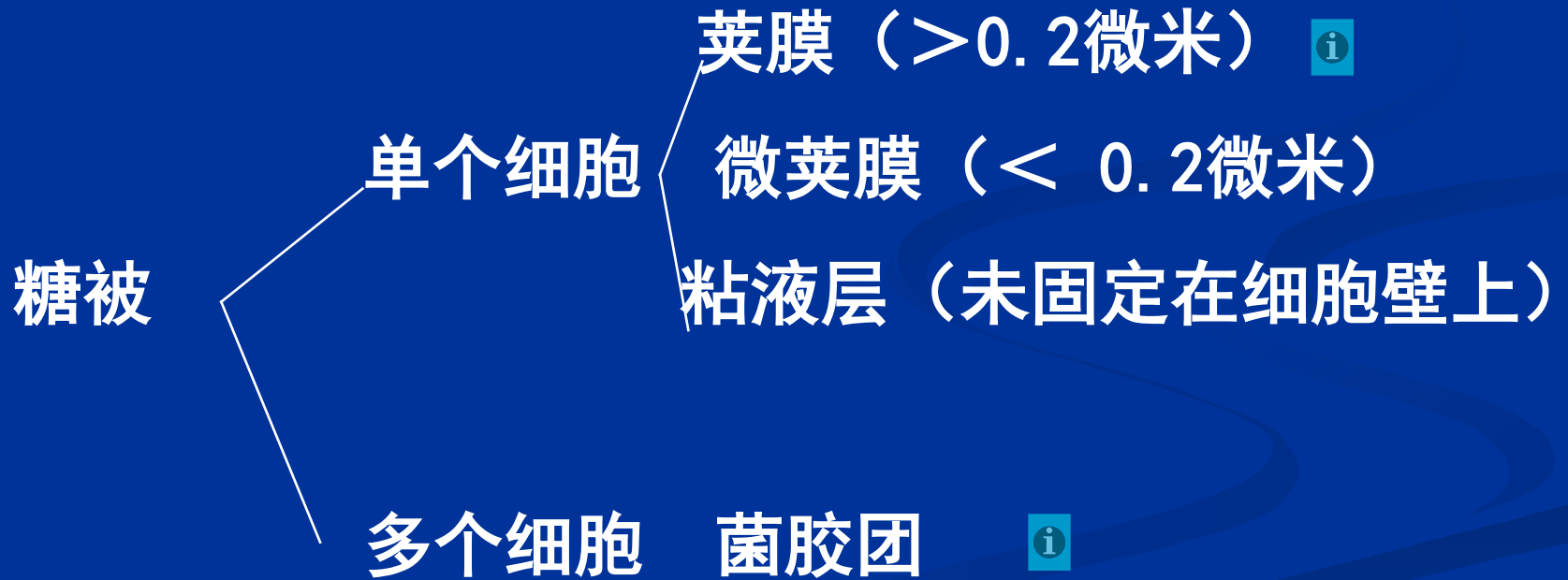
化学成分：DNA（环状双链）

（*E.coli*：1.1—1.4mm 4.64Mb 4300个基因）

功能：控制细菌的生长、繁殖、遗传、变异

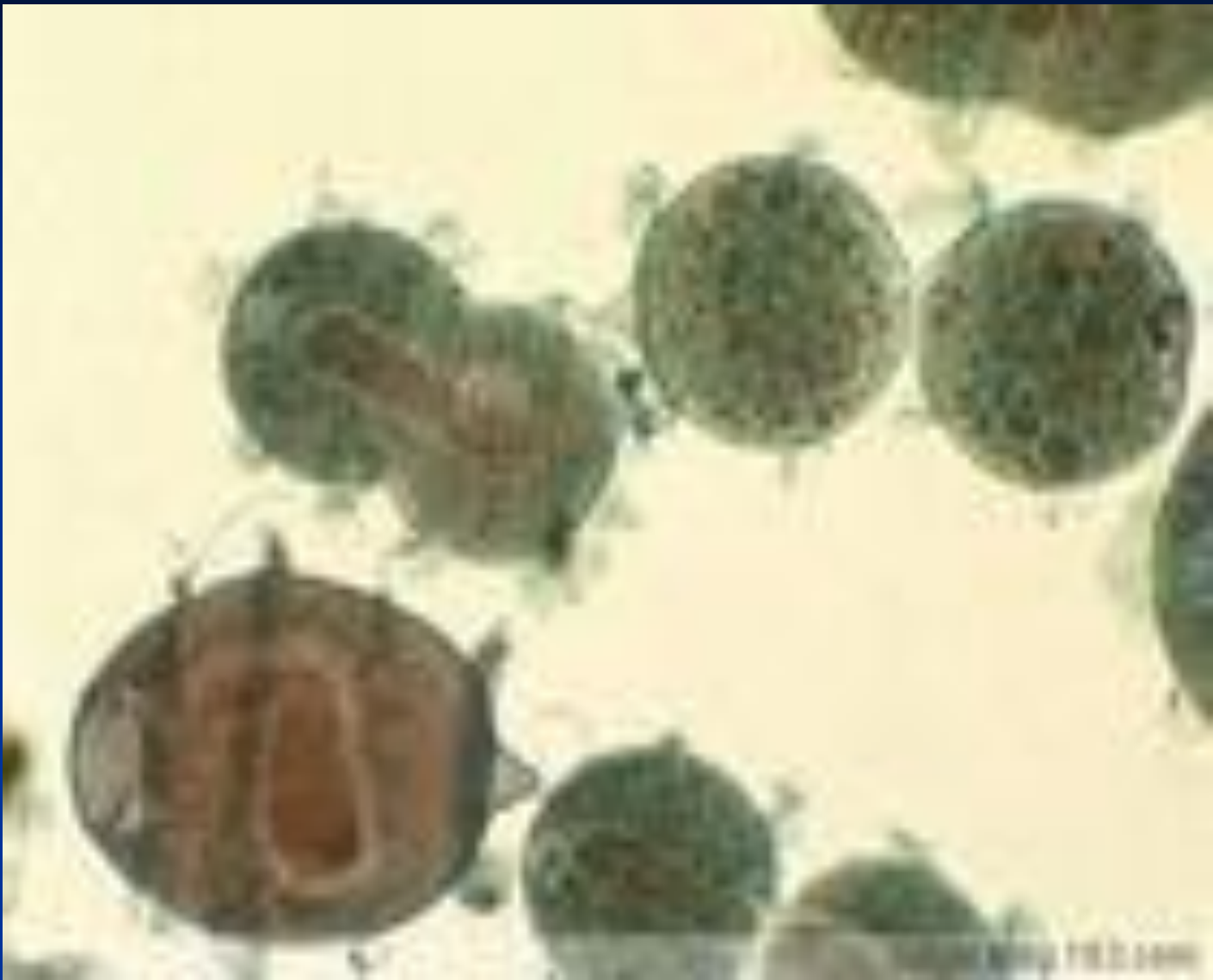
2、细菌细胞的特殊构造

(1)、糖被：包被于某些细菌细胞壁外一层厚度不定的透明胶状物质。



荚膜：包被于细菌细胞壁外且与细胞壁紧密结合，厚度大于 $0.2\ \mu\text{m}$ ，有固定层次的透明胶状物质。





化学成分：多糖、多肽、多肽和多糖、蛋白质

功能：1）、保护细菌：带有极性基团，结合水分子，免受干旱。

**阻止噬菌体的吸附、裂解
抗吞噬细胞的吞噬**

2）、贮藏养料

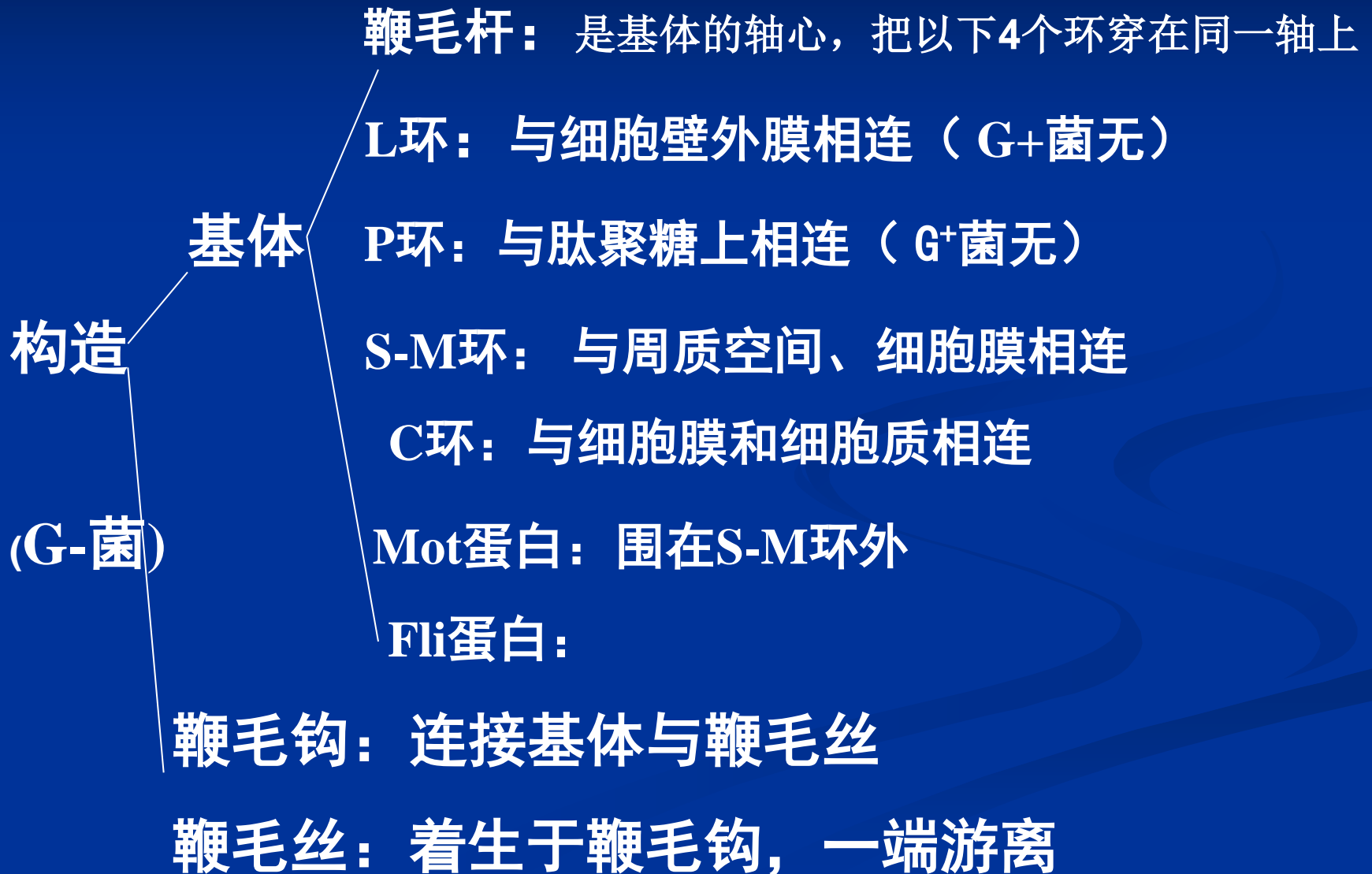
3）、作为透性屏障，离子交换系统

4）、附着作用（口腔内的链球菌导致龋齿）

5）、细菌间的信息识别作用

6）、堆积代谢产物

(2)、鞭毛：生长在某些细菌表面的长丝状、波曲的蛋白质附属物。





功能：

- 1) 推动细菌运动（旋转论、挥鞭论）
- 2) 鉴定细菌（依据有无、着生方式）
 - （端生—单端鞭毛菌、两端鞭毛菌）
 - （周生—周毛菌）
 - （侧生—侧生鞭毛菌）

(3)、菌毛：是一种长在细菌体表的纤细、中空、短直且数量较多的蛋白质附属物。

特点： 无基体（着生在细胞膜上）

细、多

多见于G-致病菌中

功能：粘附作用

(4)、性毛：比菌毛长、少的丝状物。

功能：与传递遗传物质有关

是RNA噬菌体的特异性受体

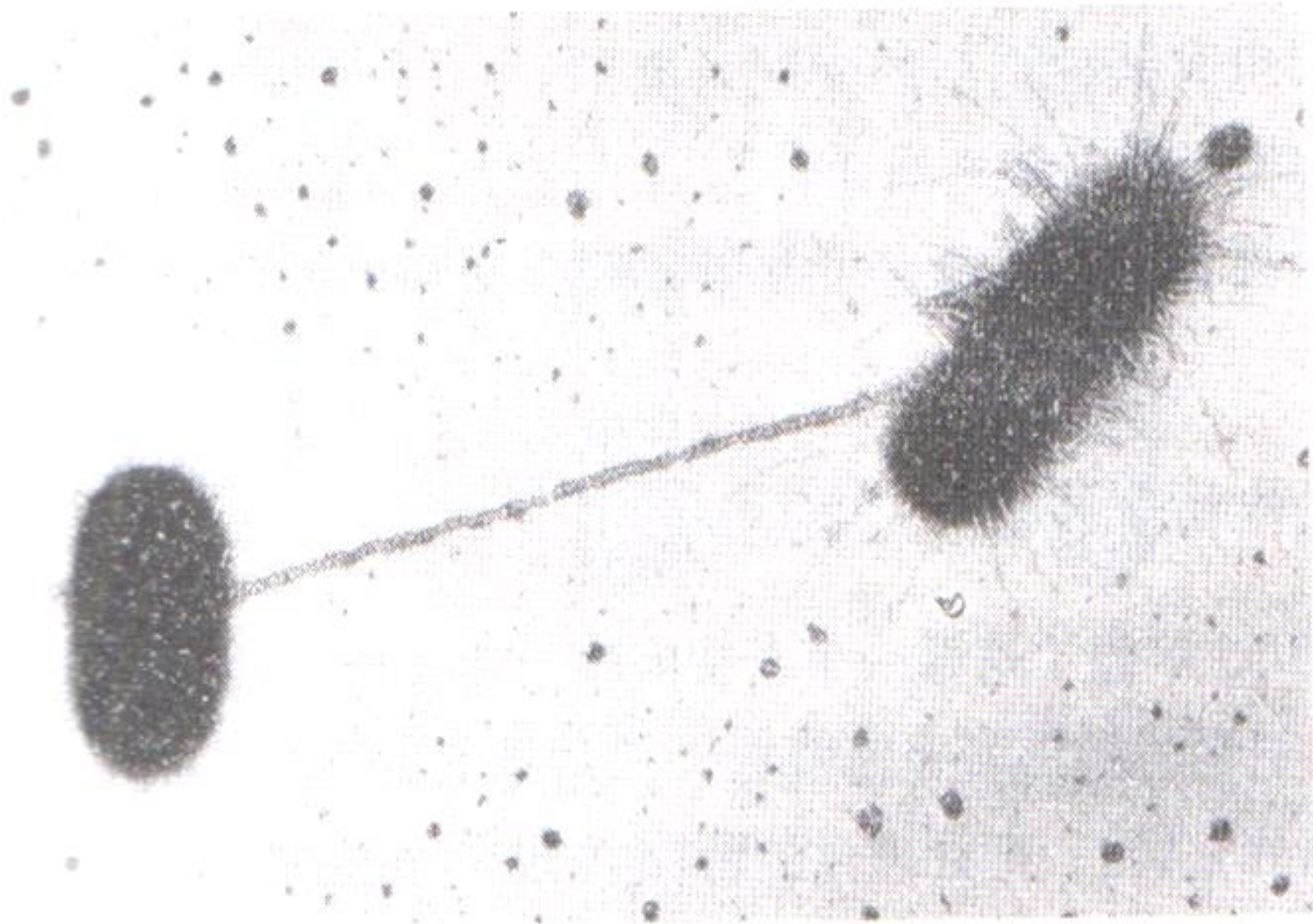


图 4-28 大肠杆菌 F^+ (右) 和 F^- (左) 接合的电镜观察

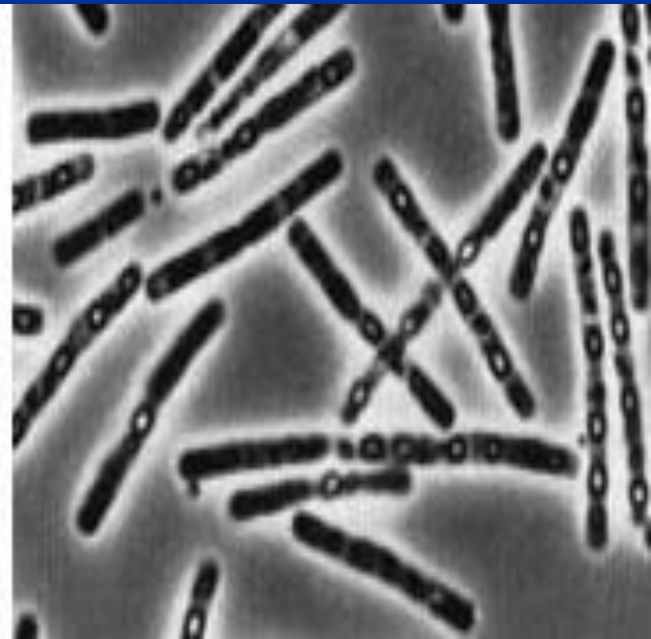
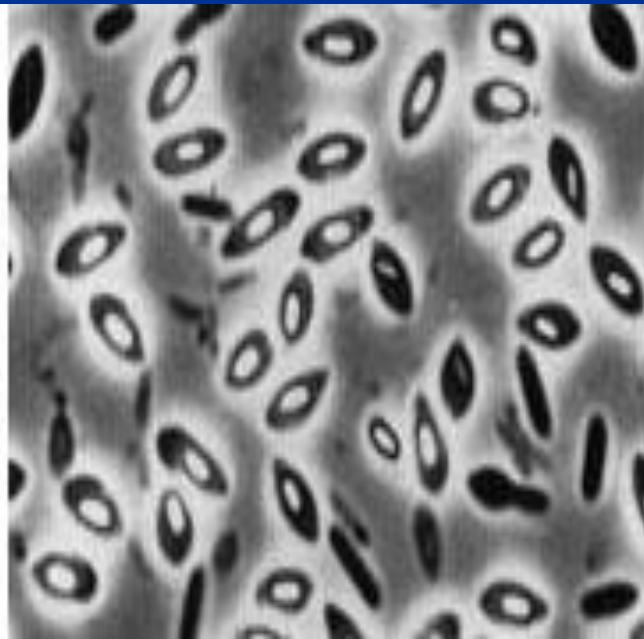
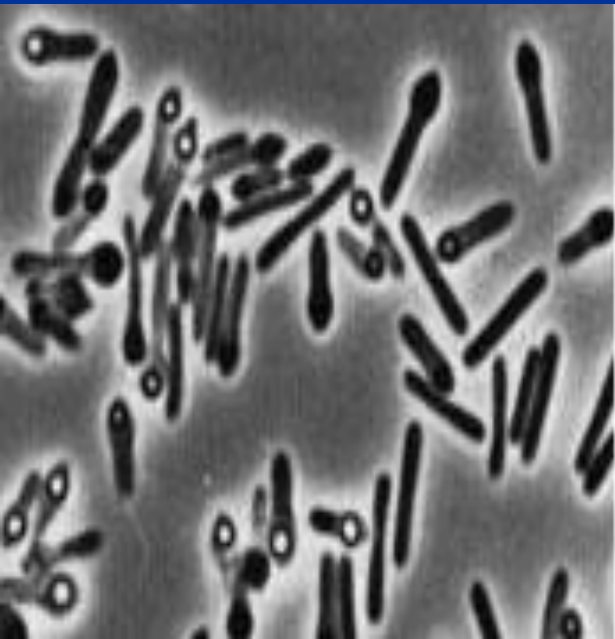
(5)、芽孢：某些细菌在其生长发育后期，在细胞内形成的一个圆形或椭圆形、厚壁、含水量低、抗逆性强的休眠构造。

特性：抗热 （肉毒杆菌芽孢煮沸5—9.5小时）

抗化学物质

抗辐射

休眠能力强



一个营养细胞 \longleftrightarrow 一个芽孢（生存方式）

功能：鉴定细菌

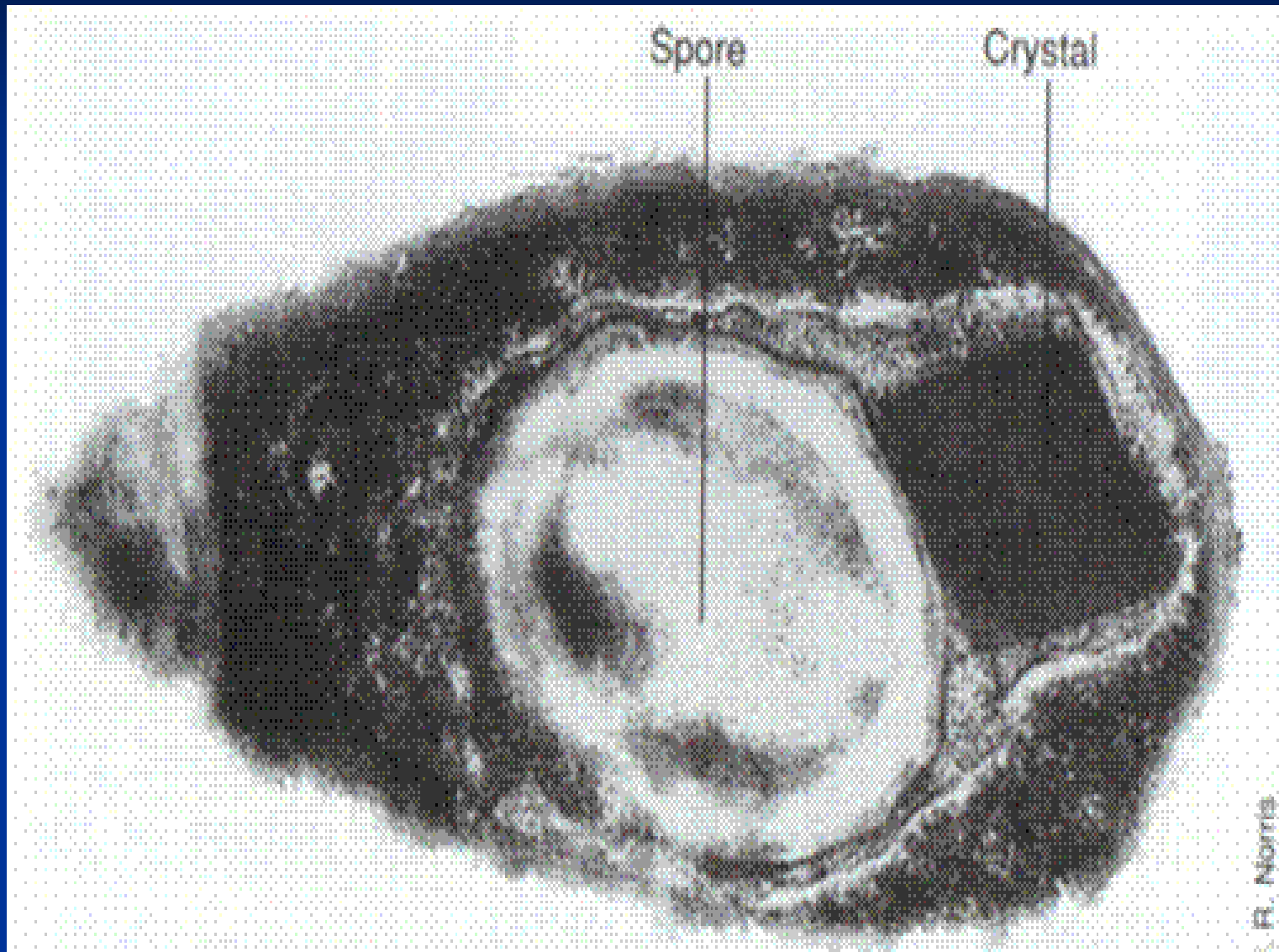
提高菌种筛选率

利于菌种长期保存

消毒、灭菌的指标

(6)、伴孢晶体：少数芽孢杆菌在形成芽孢的同时，会在芽孢旁形成一颗菱形、方形或不规则形的碱溶性蛋白质晶体。

杀虫原理：伴孢晶体→害虫肠内→毒素→肠上皮细胞死亡→菌体、芽孢→血液→败血症



R. Norris

(三)、细菌的繁殖

1、裂殖：指一个细胞通过分裂而形成子细胞的过程。

1)、二分裂： 对称二分裂（多数细菌）

不等二分裂（柄细菌）

2)、三分裂：（暗网菌属）

3)、复分裂（255）

2、芽殖：是指在母细胞表面先形成一个小突起，待其长大到与母细胞相仿后再相互分离并独立生活的一种繁殖方式。

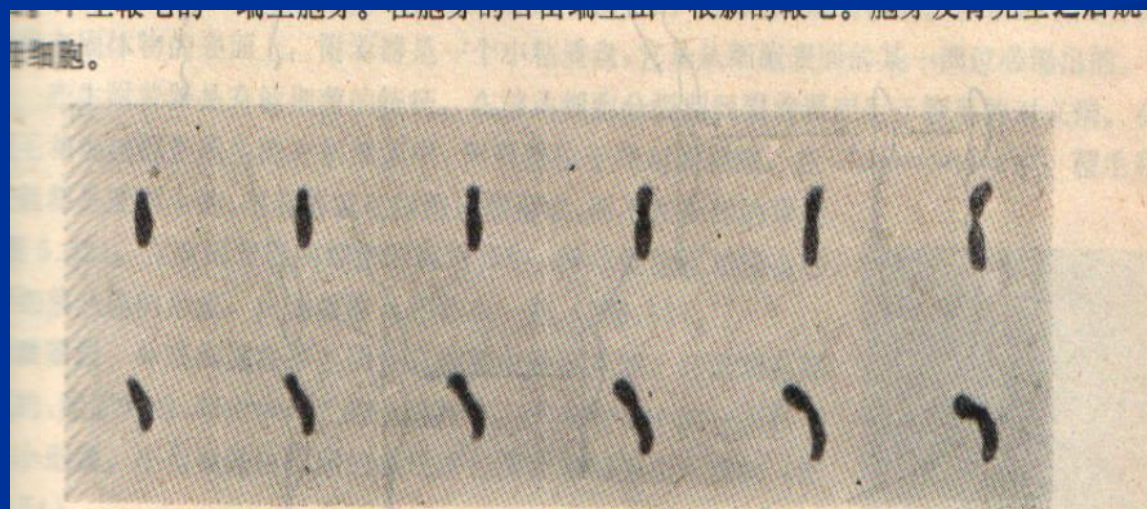
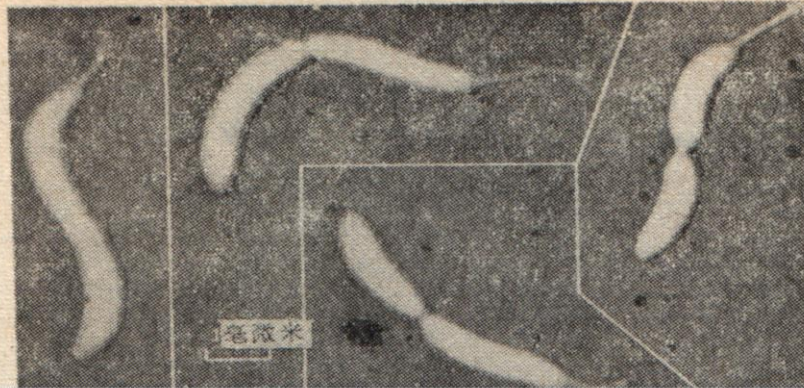


图5.47 *Rhodospseudomonas acidophila* 的载片培养中两个细胞芽殖生长的显微摄影，隔30分钟照一次，显示在杆状细胞末端生出胞芽（×1500）。自 Norbert Pfennig 和 Heather Johnston, 1969

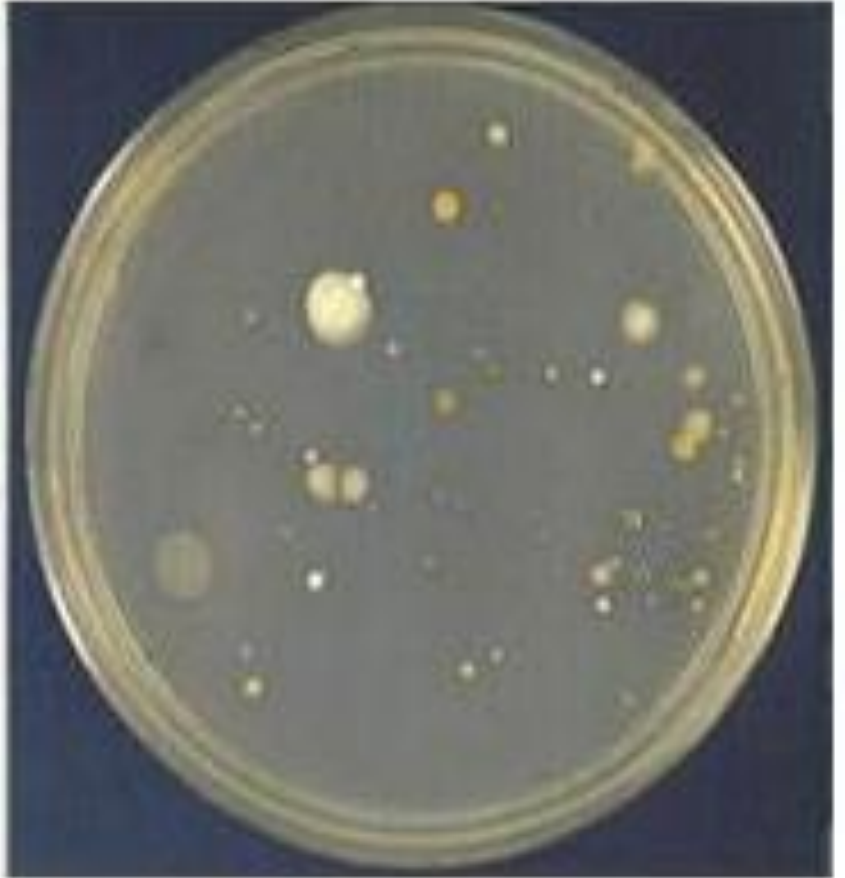
在生突起的有柄细菌中，细胞以分裂繁殖，但产生的两个子细胞不相同，有柄细菌的繁

二、细菌的群体形态

(一)、在固体培养基上的群体形态

菌落 (colony) : 在固体培养基上 (内) 以母细胞为中心的一堆肉眼可见的、有一定形态、构造等特征的子细胞集团。

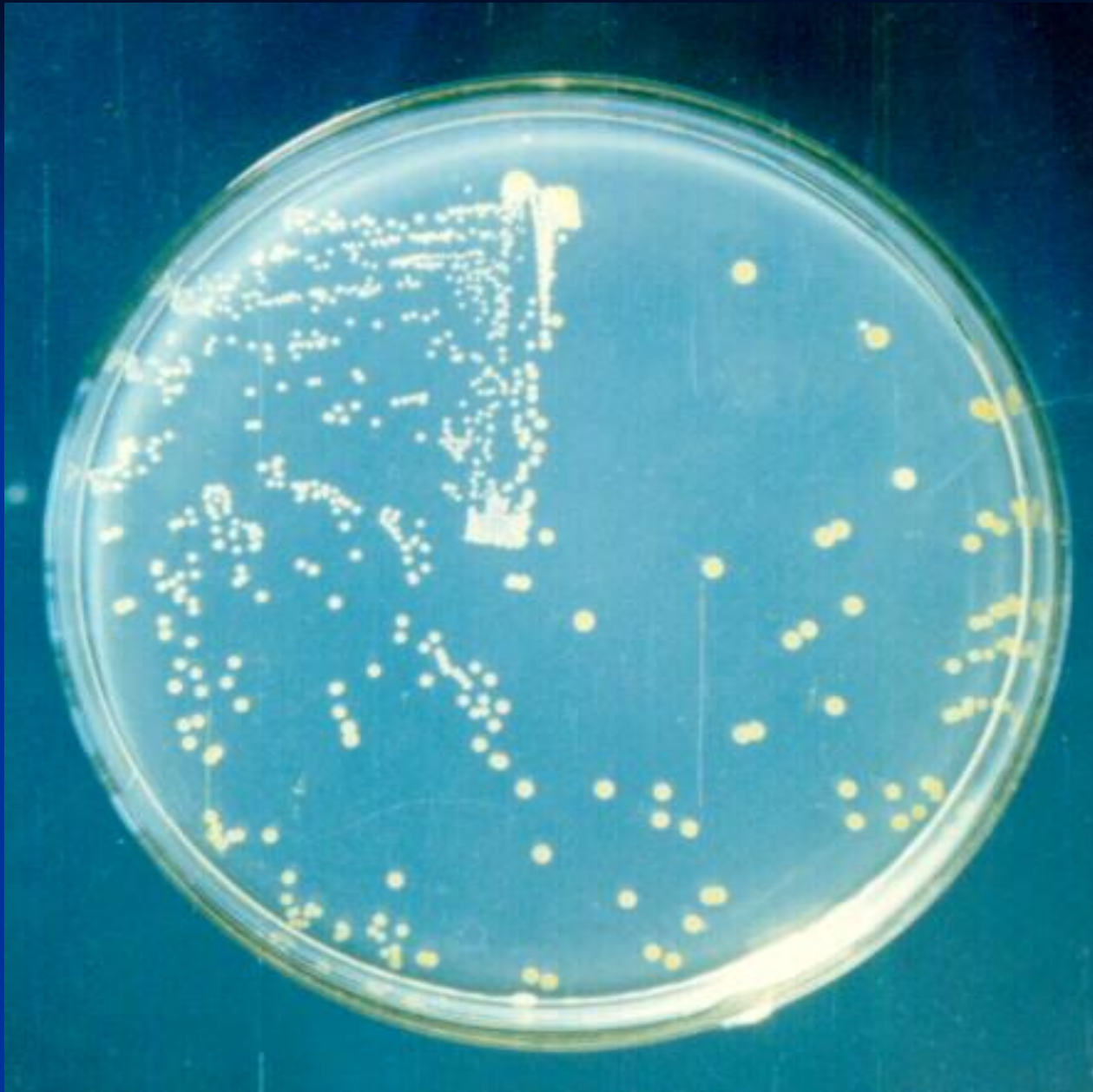
细菌菌落特征: 湿润、较光滑、较透明、较粘稠、易挑取、质地均匀、正反面或边缘与中心颜色一致。





个体形态与群体形态的相关性：

- ❶ 无鞭毛、不运动的细菌：较小、厚、边缘整齐的半球状菌落。
- ❷ 有鞭毛、运动强的菌：大、扁平、边缘多缺刻、不规则菌落。
- ❸ 有糖被的菌：大、透明、蛋清状菌落。
- ❹ 有芽孢的菌：粗糙、不透明、多褶的菌落。









（二）、在半固体培养基上的群体形态

明胶半固体培养基：液化现象（有蛋白酶）

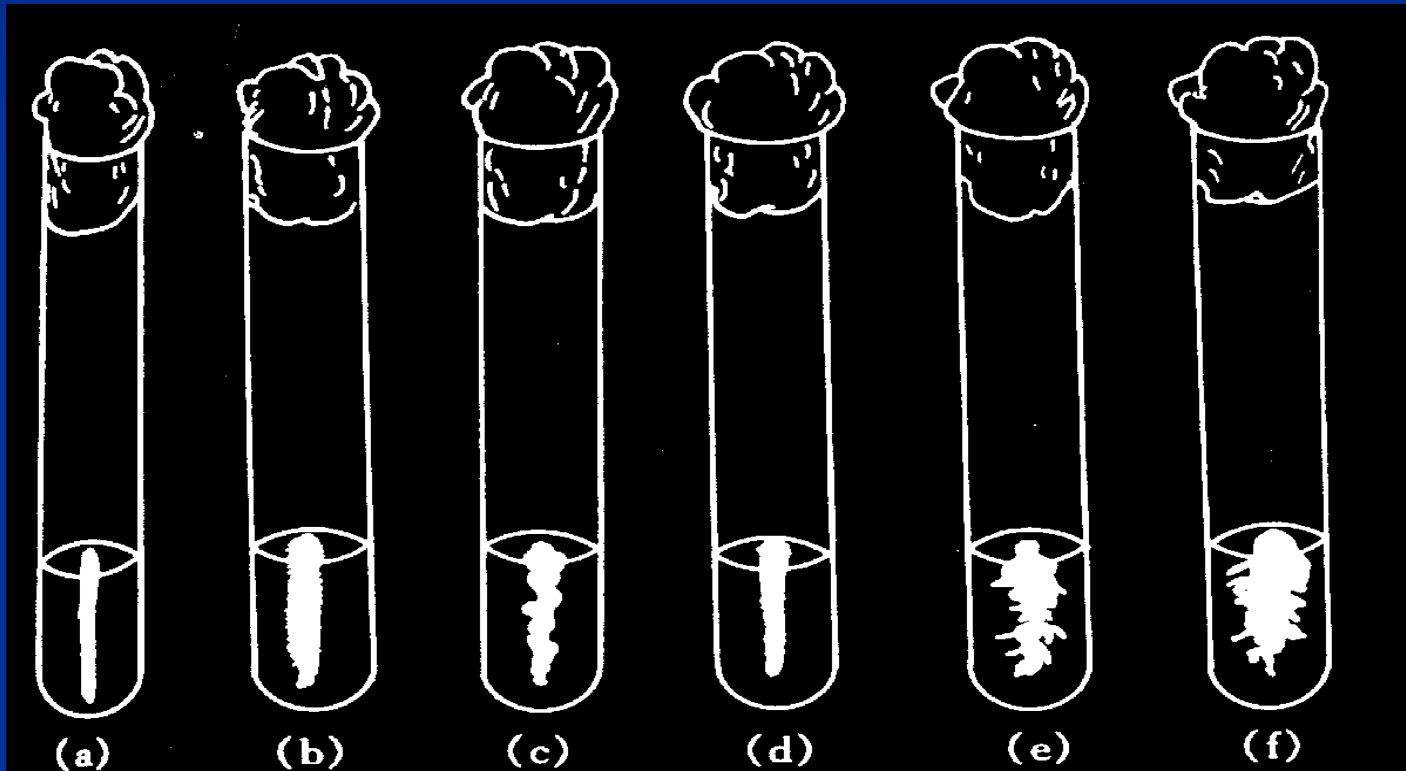
琼脂半固体培养基：扩散现象（有鞭毛）

（三）、在液体培养基上的群体形态

混浊、沉淀、菌醭、菌膜



细菌在半固体培养上的培养特征



细菌在琼脂培养基中穿刺培养的生长特征



第二节 放线菌

放线菌：是一类主要呈菌丝状生长和以孢子繁殖的陆生性较强的原核生物。 

分布：含水量低、有机物质丰富、呈微碱性的土壤。

与人类的关系

有益：产生抗生素（70%）

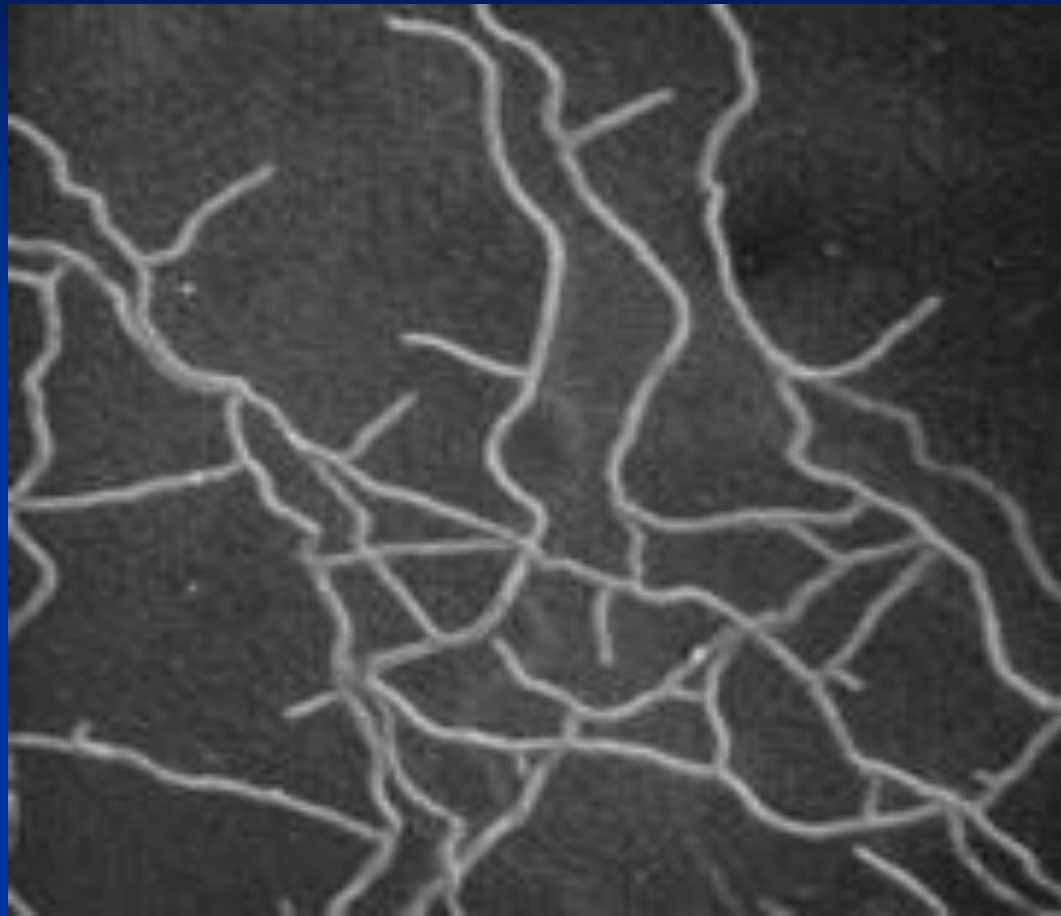
产生生化药物

固氮作用（弗兰克氏菌属）

环境保护

物质循环

有害：致病 



一、放线菌的形态构造

(一)、典型放线菌—链霉菌的形态

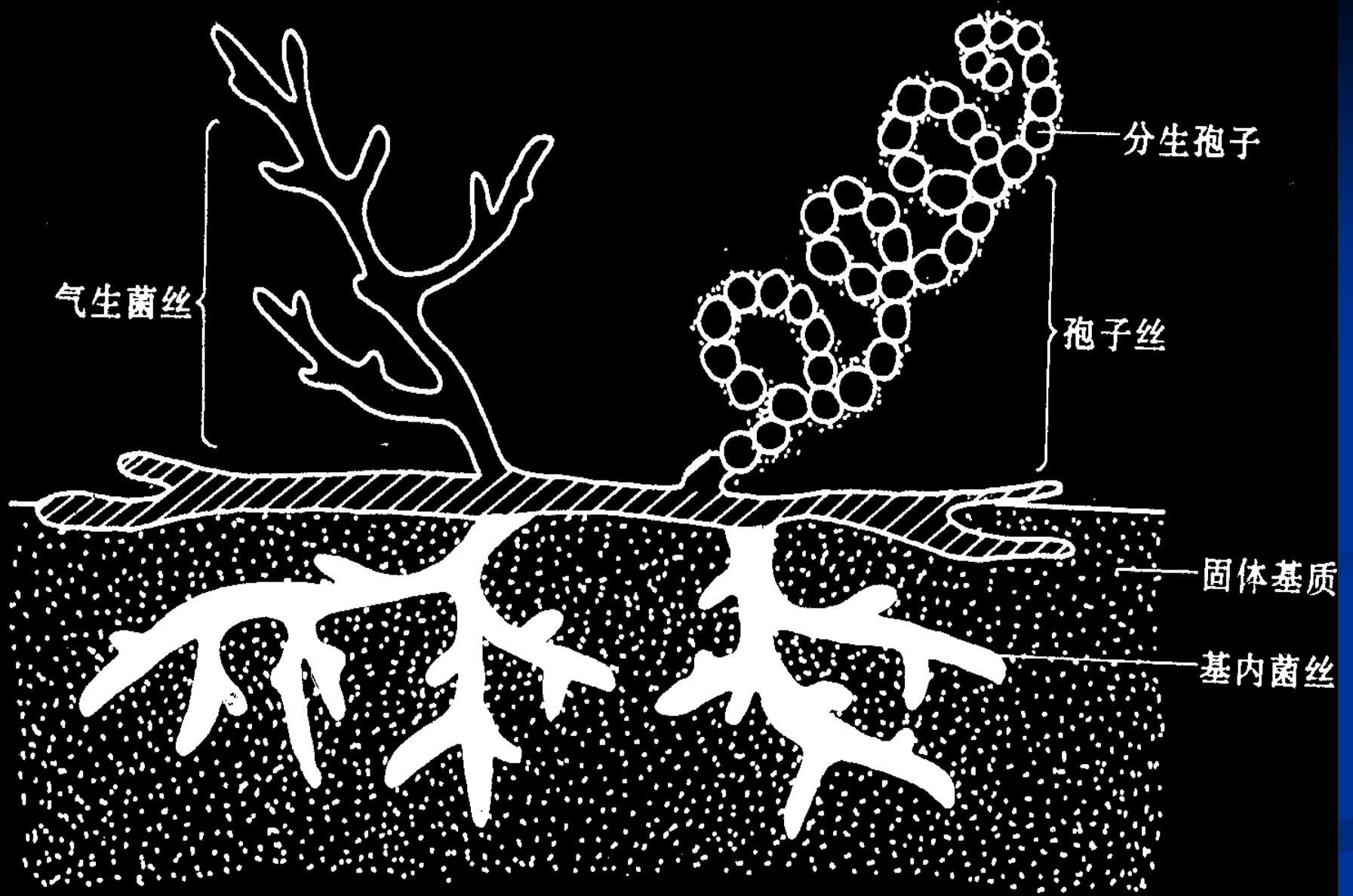
链霉菌 { 基内菌丝：浅、细
气生菌丝：深、粗
孢子丝：直、钩状、螺旋、轮生

孢子丝 → 分生孢子 ⓘ

分生孢子：球、椭圆、杆、圆柱、瓜子、
梭形、半月

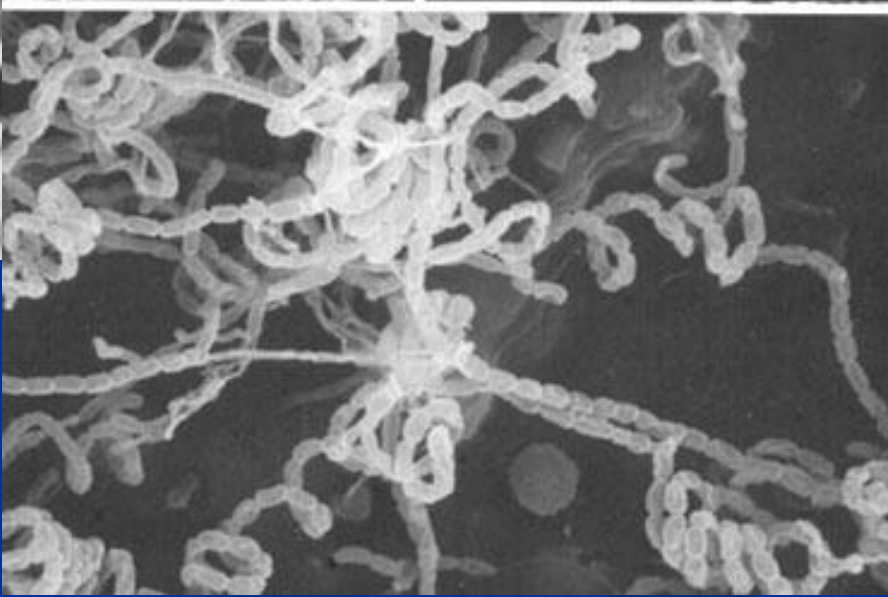
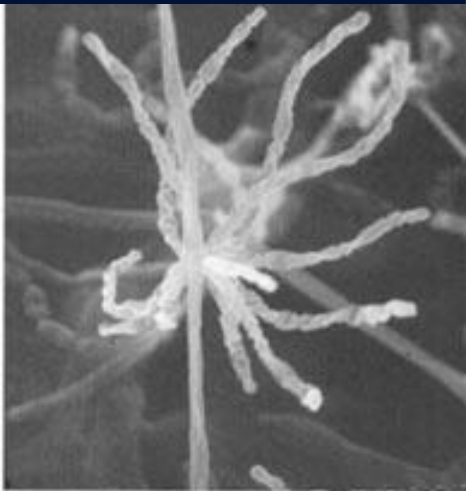
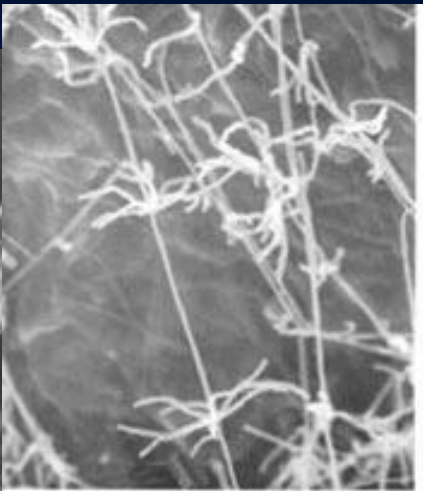
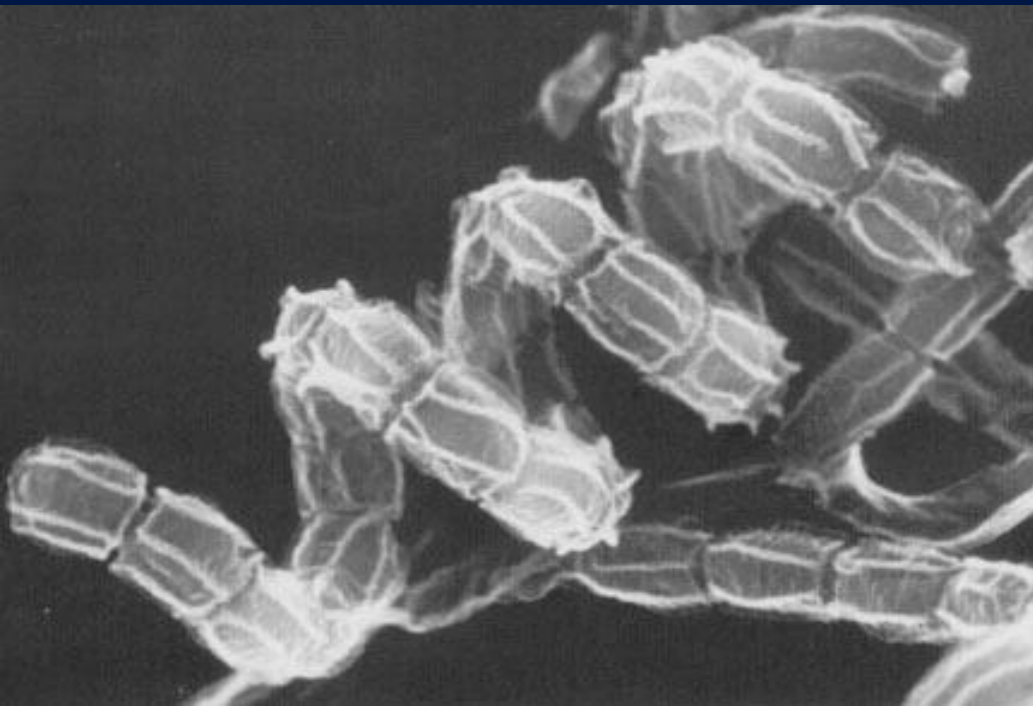
灰、兰、黄、绿、紫红

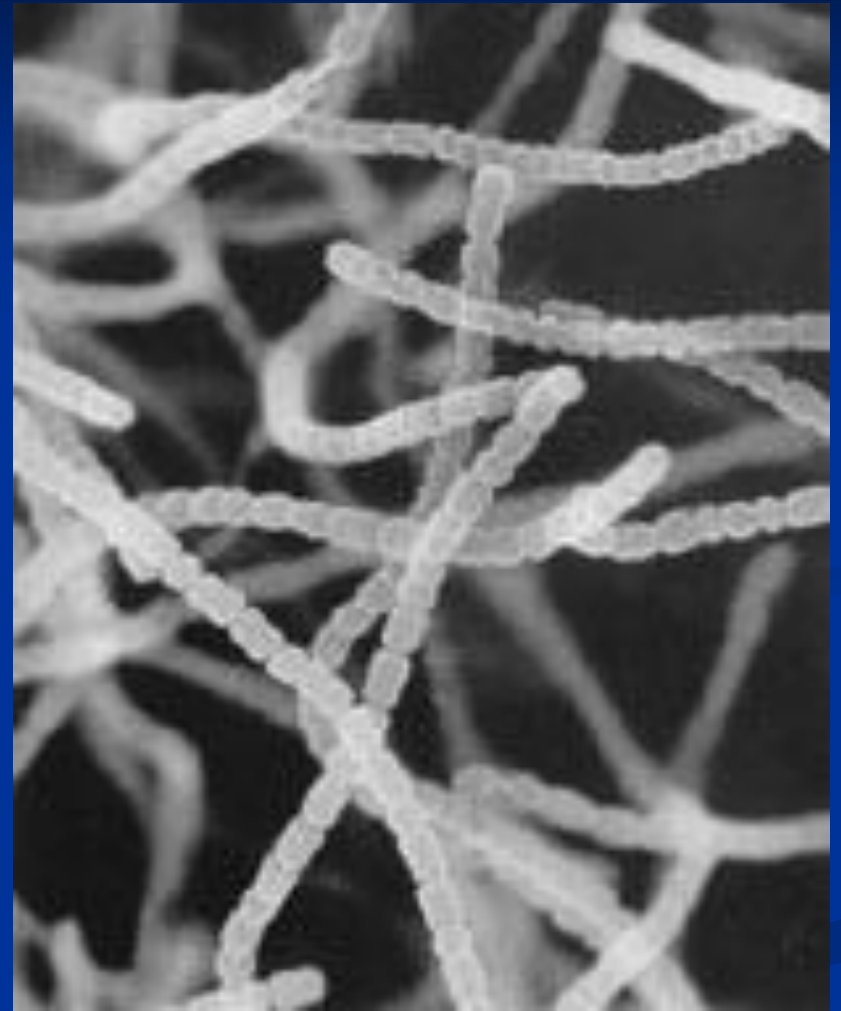
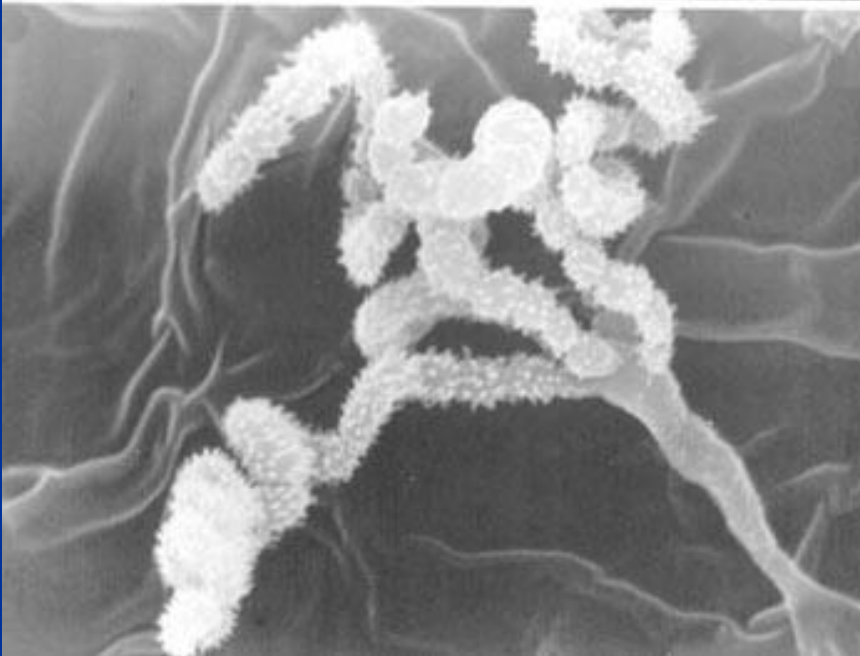
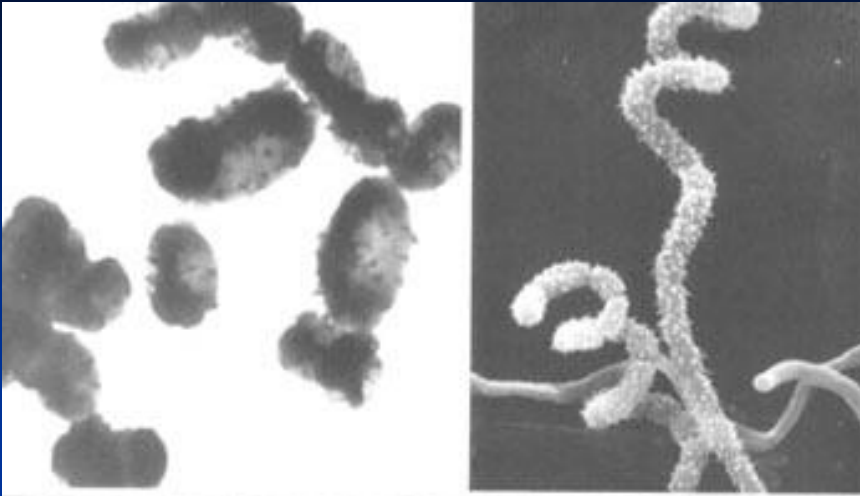
光滑、褶皱、疣、刺、鳞片 ⓘ



放线菌的形态结构（模式图）



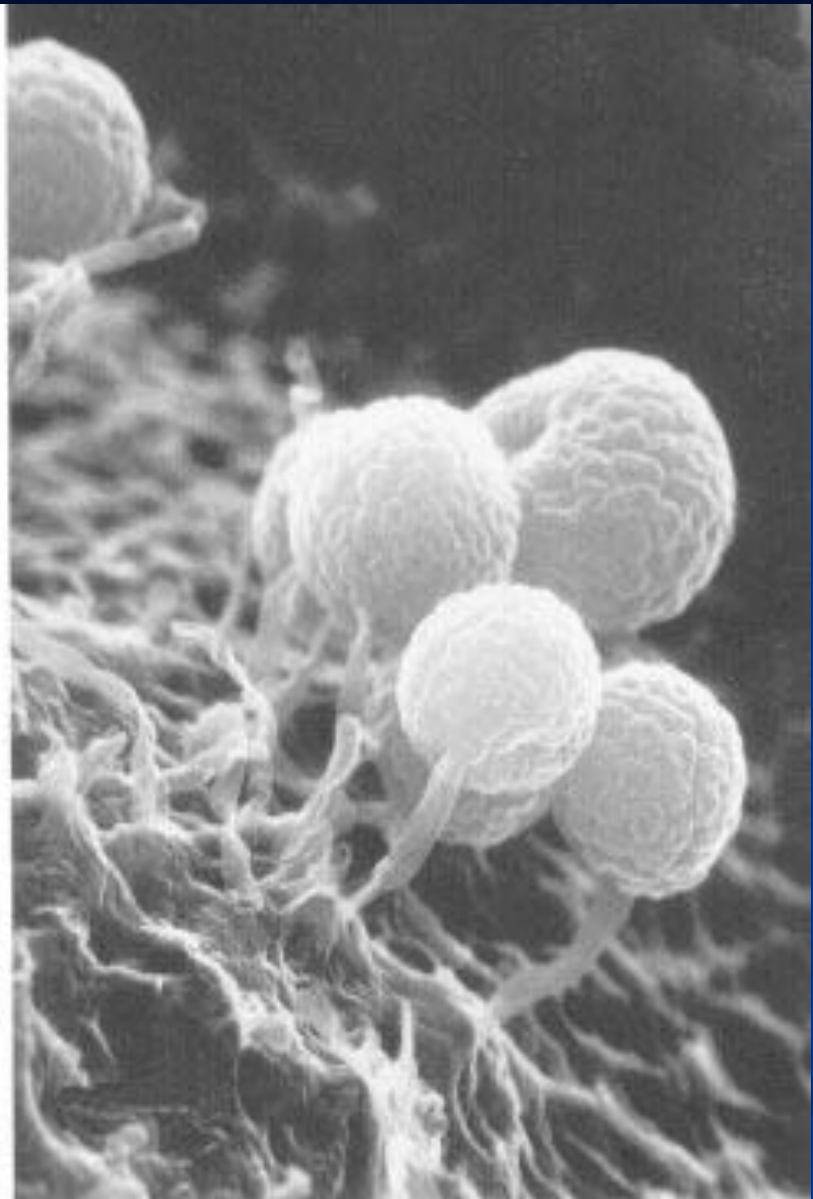
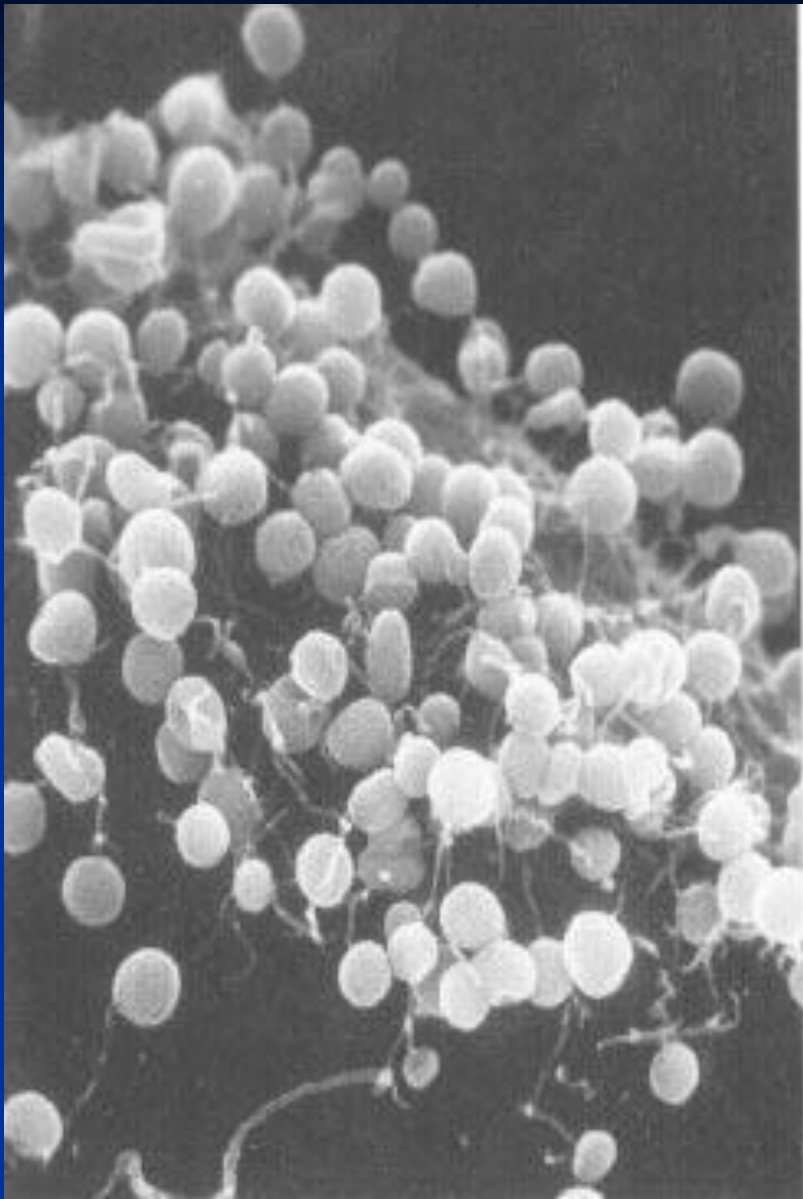




二、放线菌的繁殖方式：

孢子：分生孢子、孢囊孢子 ⓘ

菌丝断裂：基内菌丝、所有菌丝 ⓘ

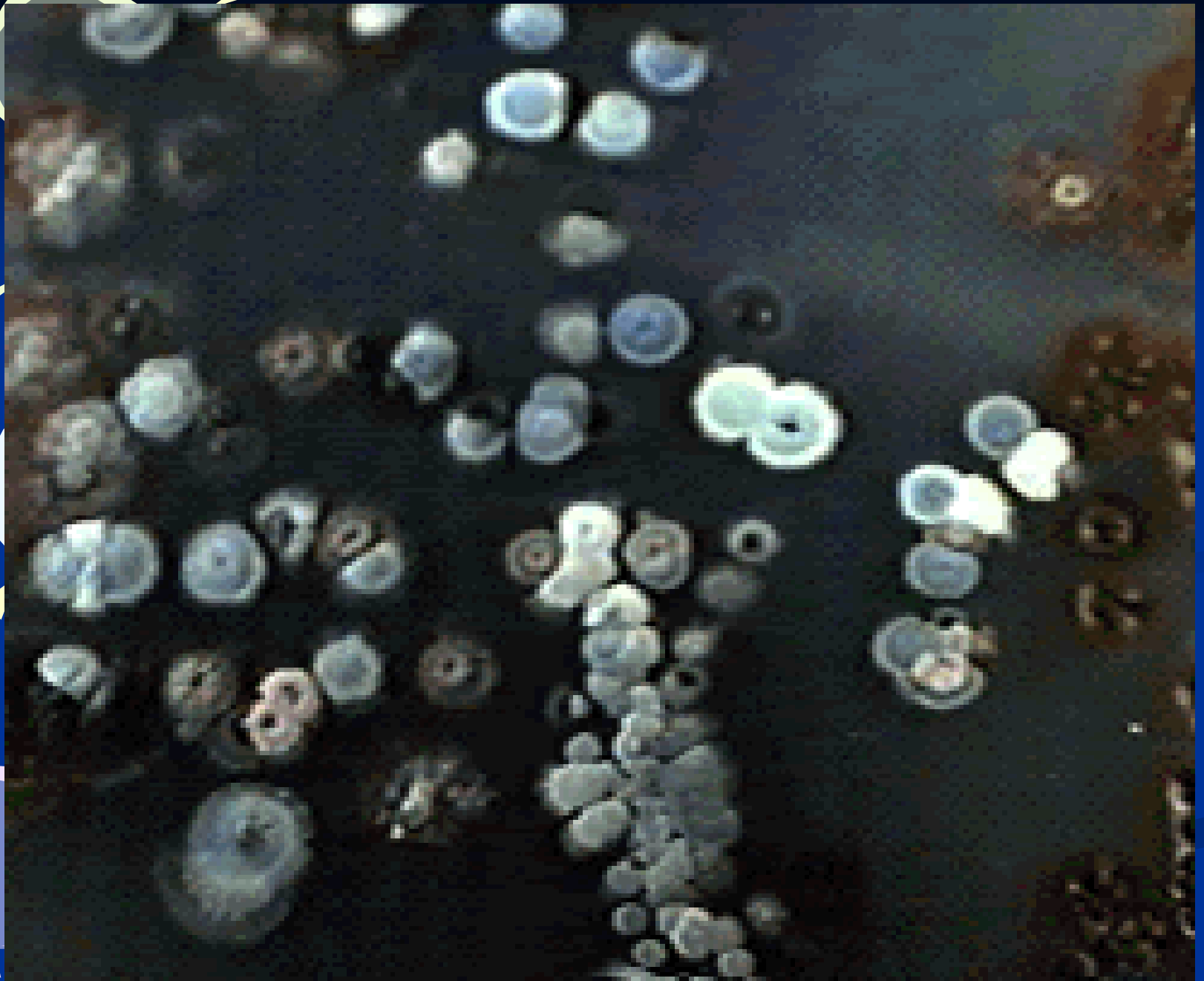


三、放线菌的群体特征

在固体培养基上：

菌落：干燥、不透明、表面致密、丝绒状、表面呈粉末、难以挑取、正反面颜色不同。





第三节 蓝细菌

蓝细菌：是一类进化历史悠久、革兰染色阴性、无鞭毛、含叶绿素a、能进行产氧性光合作用的大型原核生物。

形态：单细胞一杆、圆、卵圆

菌丝—不分枝、分枝 

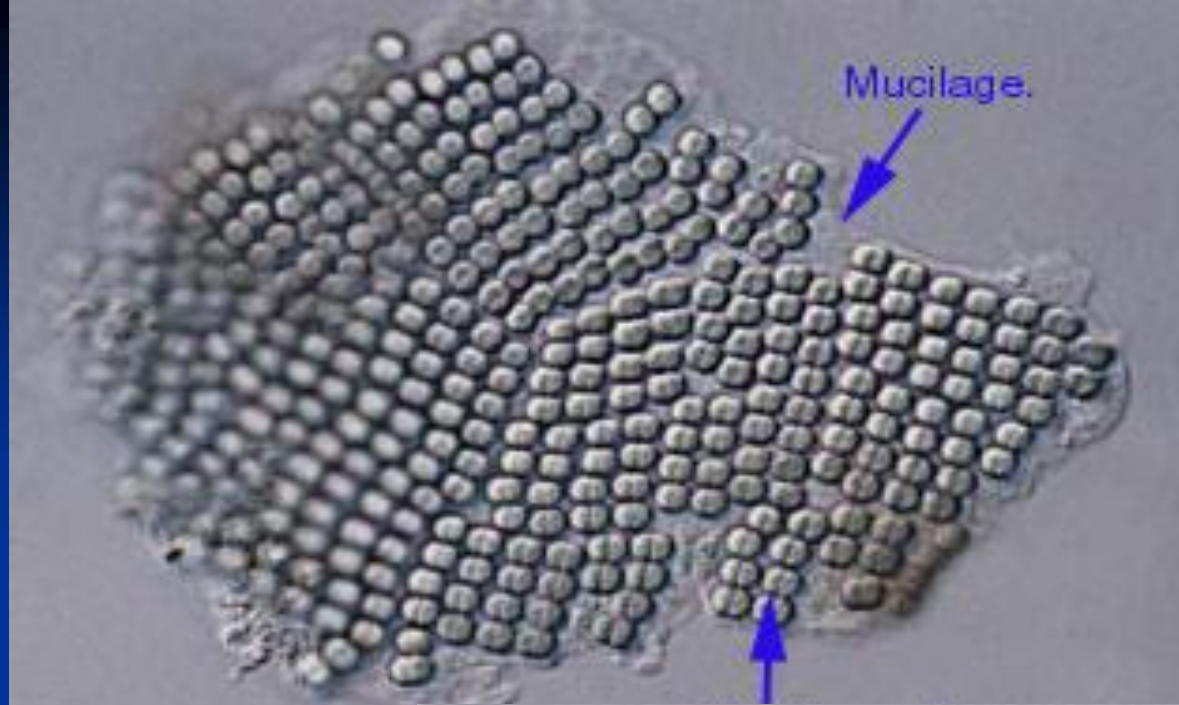
大小： $d=3-10\mu\text{m}$ （ $60\mu\text{m}$ 发菜念珠蓝细菌）

繁殖方式：二分裂、复分裂、产生内孢子、产生链丝段

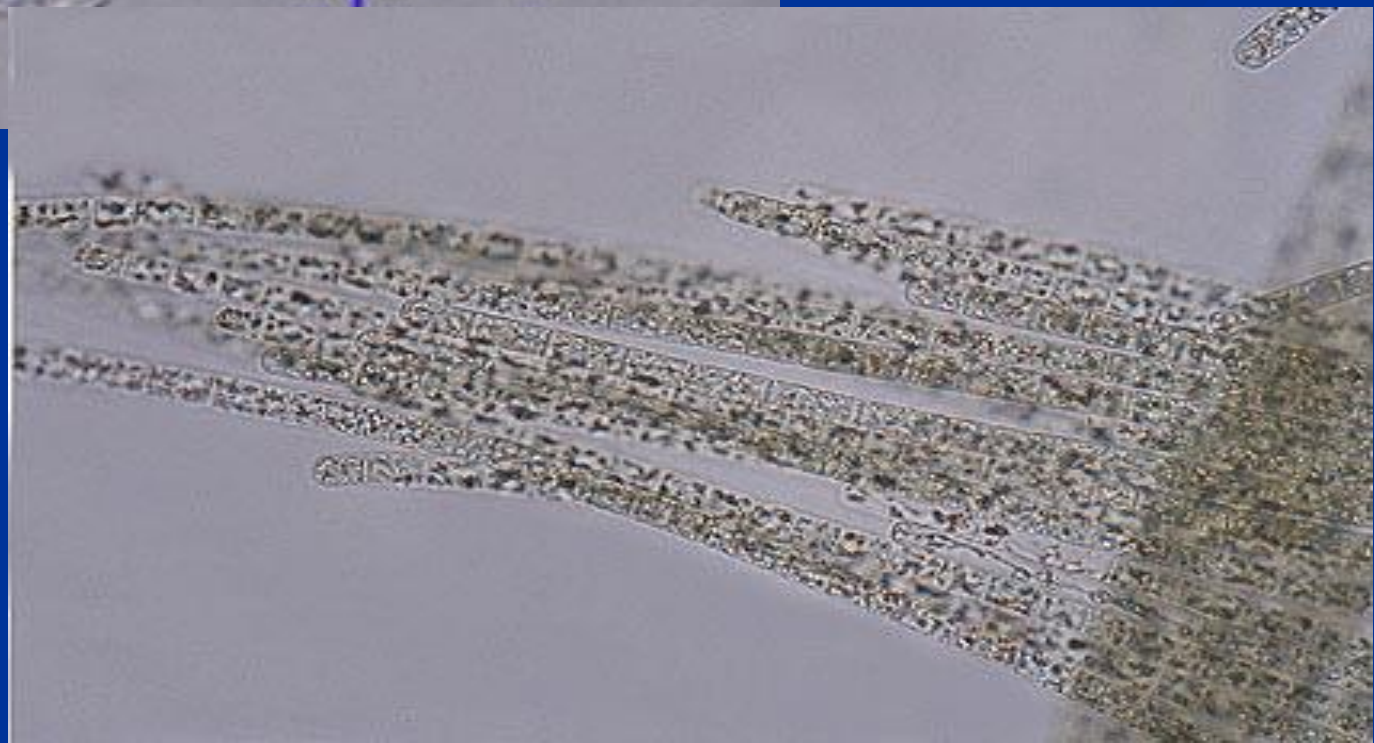
构造：细胞壁与G-菌相似（有些种类壁外有糖被或鞘）

有类囊体

有内含物：羧酶体、气泡、贮藏物 



Nomarski. X400.



细胞特化形式：

异形胞：是存在于丝状生长种类中的形大、壁厚、专司固氮功能的细胞。

静息孢子：是一种长在细胞链中间或末端的形大、壁厚、色深的休眠细胞。 

链丝段：是由长细胞链断裂而成的短链段，具有繁殖能力

内孢子：能在细胞内形成许多球形或三角形的子代，待成熟后释放，具有繁殖能力。

作用：有益—使地球由无氧变成有氧

经济价值：食用（发菜、地耳、螺旋藻）

有害—赤潮、水华

肝癌 



异形胞：细胞较大，外层有较厚外膜，阻止氧气进入。缺乏产氧光合系统II，细胞还原能力强。超氧化物歧化酶活性高，解除氧毒害。呼吸强度高（是其它细胞的2倍）





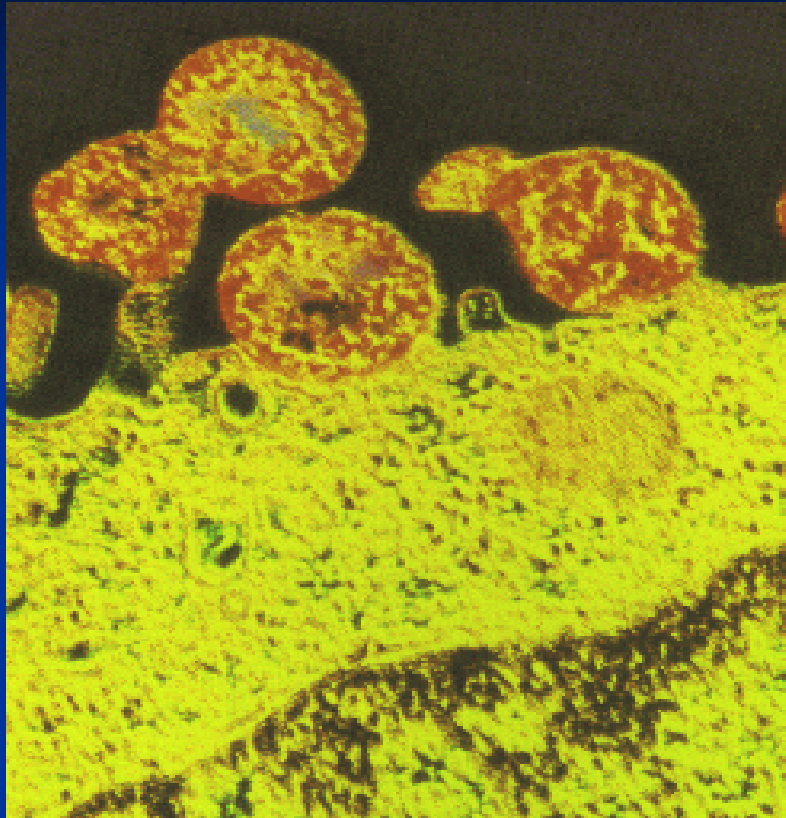
第四节 支原体 立克次氏体 衣原体

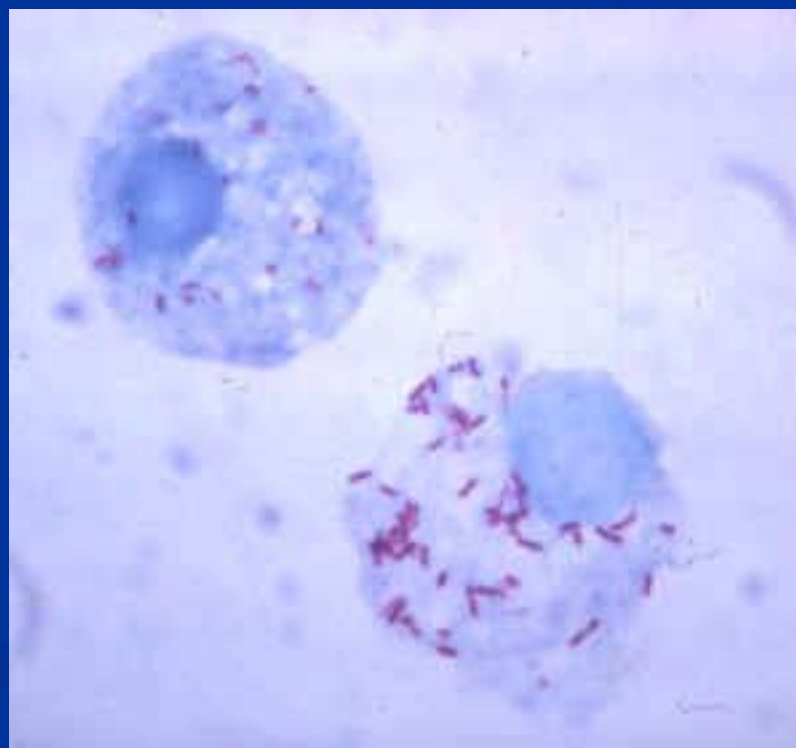
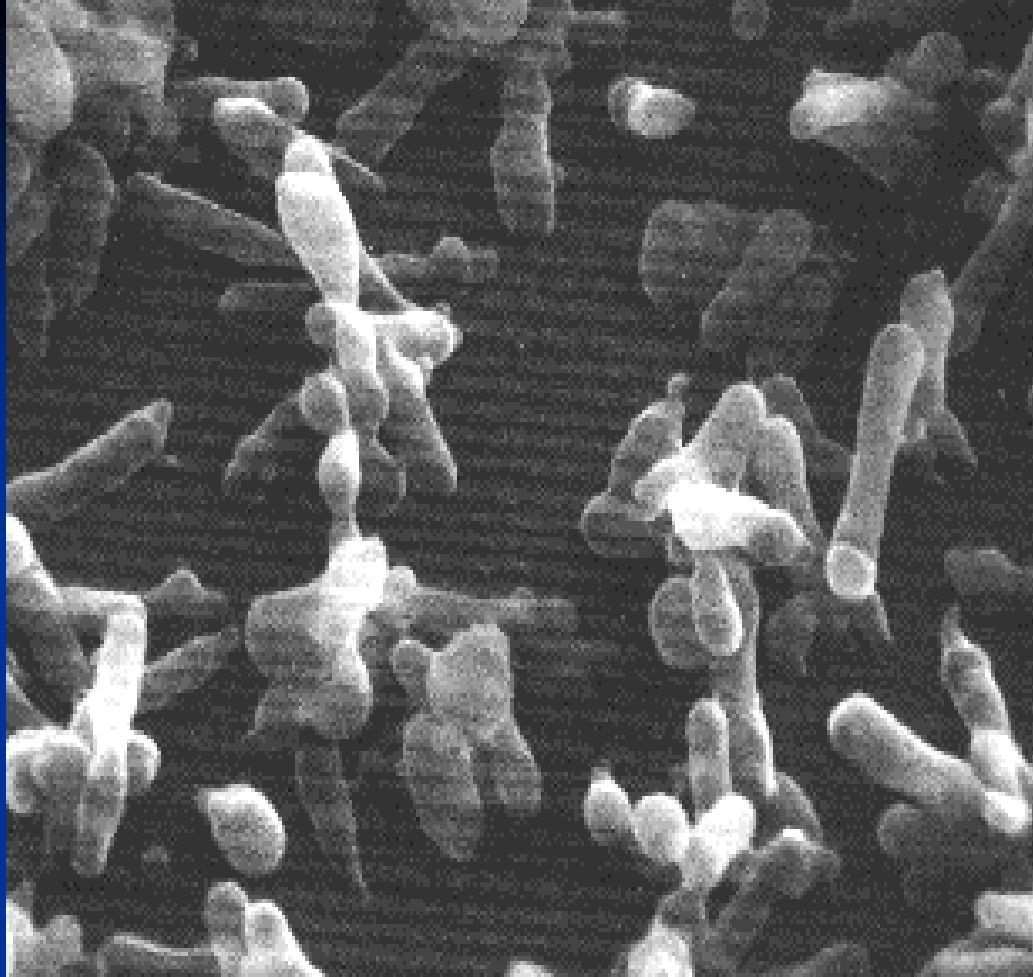
支原体：是一类无细胞壁、能离开活细胞独立生长繁殖的最小的原核生物。

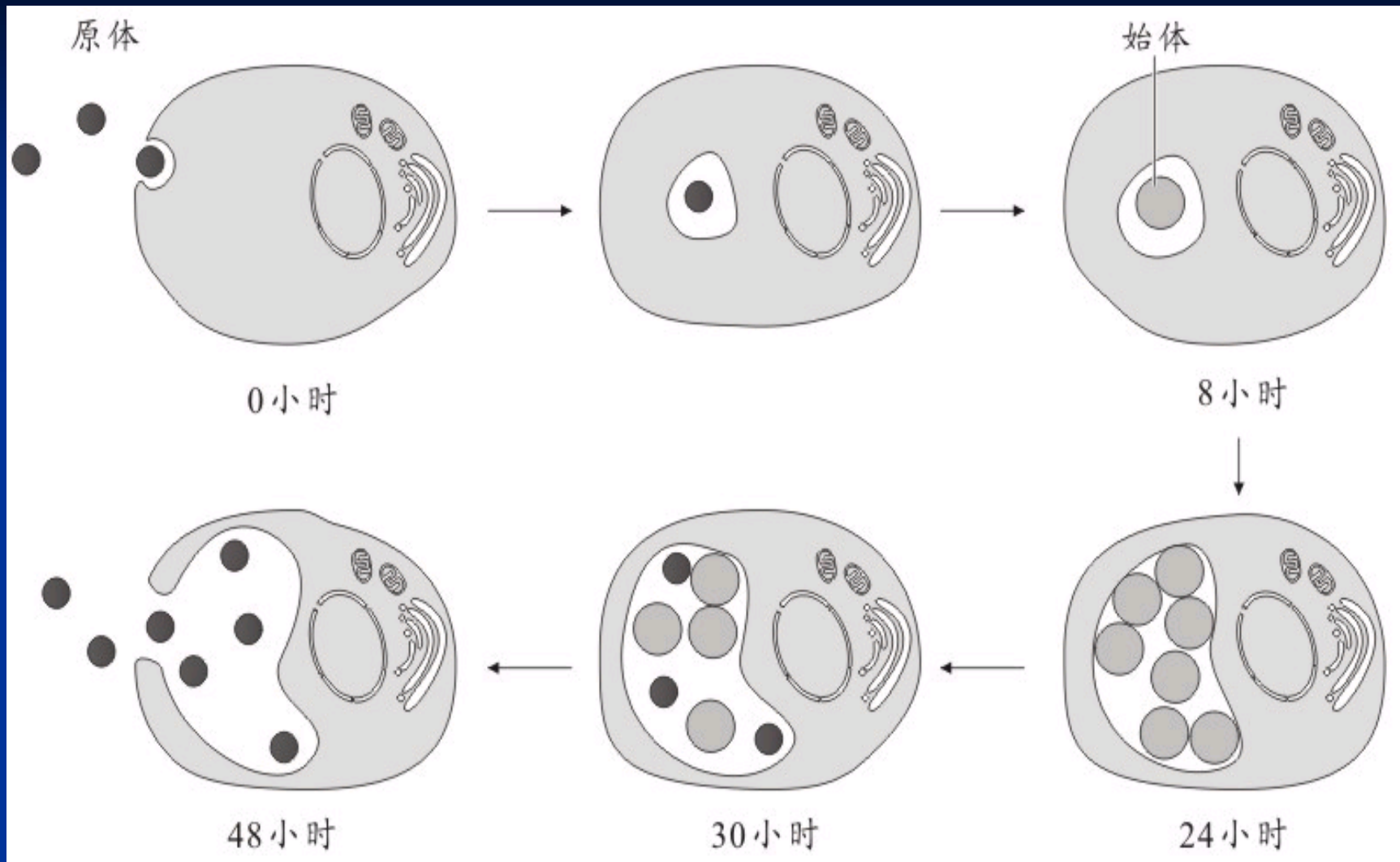
立克次氏体：是一类专性寄生于真核细胞内的G⁻原核生物。

衣原体：是一类在真核细胞内营专性能量寄生的小型G⁻原核生物

| | 支原体  | 立克次氏体  | 衣原体 |
|-----------|--|--|------------------------|
| 形态 | 易变 | 球、杆、丝 | 球 |
| 大小 | d=250nm | d=0.3-0.6*0.8-2.0μm | d=0.4μm d=1.0-1.5μm |
| 细胞壁 | 无 | 有 | 有 |
| 革兰氏染色 | G ⁻ | G ⁻ | G ⁻ |
| 繁殖方式 | 二分裂、出芽 | 二分裂 | 二分裂 |
| 人工培养基培养 | 可以 | 不能 | 不能 |
| 大分子合成能力 | 有 | 有 | 有限 |
| 产ATP系统 | 有 | 有 | 无 |
| 对抑制细菌的抗生素 | 敏感 | 敏感 | 敏感 |







- 1、概念：细菌；原核生物；芽孢；伴孢晶体；荚膜；
- 2、革兰氏染色的原理
- 3、什么叫菌落？分析细菌的个体细胞形态与菌落形态间的相关性。
- 4、细菌及放线菌的菌落特征
- 5、典型放线菌的个体形态
- 6、简要说明G⁻菌和G⁺菌肽聚糖单体构造的差别？