

医学微生物学

第一篇 细菌学

第一章 细菌的形态与结构

Morphology and Structure of Bacteria

目 录

引言	2
一、细菌的基本形态	3
二、细菌的基本结构	4
三、细菌的特殊结构	9
四、归纳总结	12
五、参考资料	14

设计目录，
便于教学内
容查找。

引言

各位领导、老师、同学，大家上午好！我是来自基础医学院病原中心教师杨继文。今天为大家讲授的内容是医学微生物学第一章，课程题目我已经写在了黑板上，大家能看清吗？可能远处的同学看不太清对吧？所以我也写在了幻灯片上。在这儿（指示），大家能看清吗？小了点，那放大点再看。能看清吗？透明的不好看？那就染上颜色再看。现在看清楚了吧，今天课程的题目是：细菌的形态与结构（Morphology and Structure of Bacteria）。



今天课程我们将依次讲解细菌的基本形态、基本结构以及特殊结构，最后进行归纳总结。

在学习基本形态之前，首先来了解一下观察细菌的方法。有几个问题需要大家快速思考一下。

Q1：细菌在哪呢？ 周边环境以及人体内外，到处都有细菌。

Q2：那为什么看不见呢？ 那是因为细菌非常非常小，而且是无色半透明的。到底小到什么程度呢？通常细菌只有数个微米大。微米是什么概念呢？1 微米等于 1/1000 毫米。一般来说，小于 200 微米的物体，人眼就基本看不清了。数个微米的细菌，人眼是无法直接看见的。

Q3：那我们要怎么观察细菌呢？ 刚刚我们的课程题目不也是又小又透明么，是怎么看清的呢？那就是答案！细菌不是非常非常小吗？那我们就把它放大以后进行观察。不是无色半透明吗？我们就给它染上颜色。放大和染色是我们观察细菌的原则。



我们常用的放大工具主要是光学显微镜和电子显微镜。光学显微镜最多能将细菌放大 1000 倍，电子显微镜则可放大数十万倍。显然，电子显微镜是观察细菌的最佳工具。但由于造价太高，难以普及，因此目前常规使用的还是光学显微镜。

常用的染色方法主要有以下几种，其中革兰染色法适用于绝大多数细菌，是首选的方法。此外还有适用于特定细菌或特定结构的其他染色方法。

此处“适当结合**黑板**板书”，满足评分标准。

通过设计一个小而透明的课程题目，引导出观察细菌的方法：放大+染色，为后续讲解埋下**伏笔**。

通过 3 个问题，逐步**启发**学生思考观察细菌的方法。

通过介绍常用放大工具与常用染色方法，了解目前观察细菌的最常用方法。

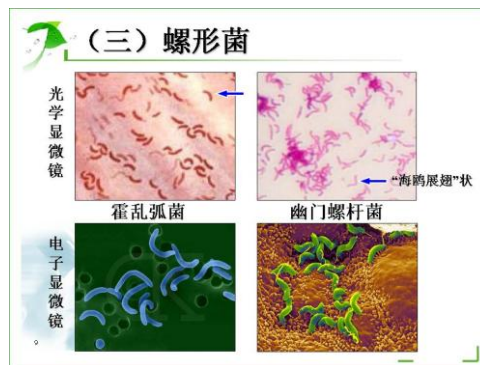
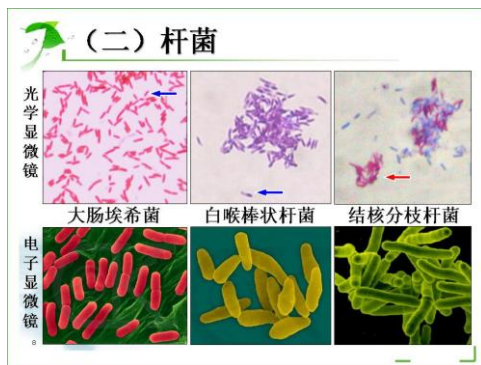
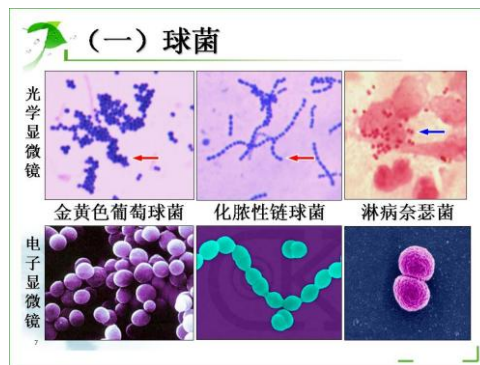
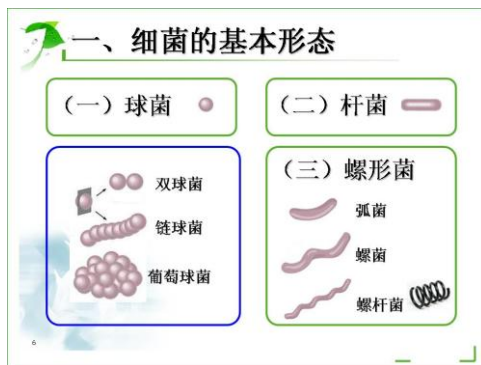
川北医学院讲稿

结合刚才讲的放大法与染色法，大家能不能推导出目前观察细菌最常用的方法是什么呢？很明显，答案是：**革兰染色后光镜镜检**。

一、细菌的基本形态

知道了方法，我们就可以观察细菌了。

通过染色镜检，我们发现细菌的形态是多样的，我们将它们大致分为3类：球形或近似球形的**球菌**；杆状或近似杆状的**杆菌**；菌体有明显弯曲的**螺形菌**。螺形菌如果只有一个弯曲，称为**弧菌**；有数个弯曲称为**螺菌**；弯曲呈弹簧一样的螺旋形的，称为**螺杆菌**。大部分的细菌都是散在的，但少部分细菌由于分裂后菌体相互黏附，而形成一些典型的排列方式，常见于球菌。如两个在一起的双球菌，一个接一个呈链状的链球菌，以及堆积在一起呈葡萄状的葡萄球菌。



通过光学显微镜下**实物图片**及电子显微镜下的**模拟图片**，学习细菌的基本形态。

(一) 球菌

这是在染色后在光学显微镜下看到的球菌。球菌很小，一般直径约1个微米，即使光学显微镜下放大1000倍以后还是非常小。图中这些一个一个的小点就是球菌。左边的图是呈葡萄状排列的球菌，中间的是呈链状排列的球菌，右边的是呈双排列的球菌。在电子显微镜下我们可以更清楚的观察到葡萄球菌、链球菌及双球菌的形态。电子显微镜下的细菌都是没有颜色的，不过我们可以通过电脑处理一下，加上颜色。

(二) 杆菌

这是染色后在光学显微镜下看到的杆菌，长度约数个微米。左边的图是比较标准的直杆状的杆菌，中间的是一端膨大呈棒状的杆菌，右边的是呈分枝状生长的杆菌。在电子显微镜下我们可以更清楚的观察到这些标准杆菌、棒状杆菌及分枝杆菌的形态。

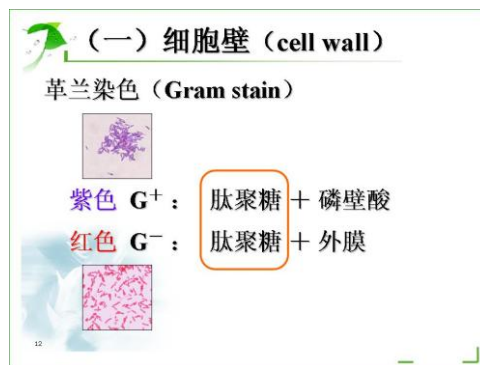
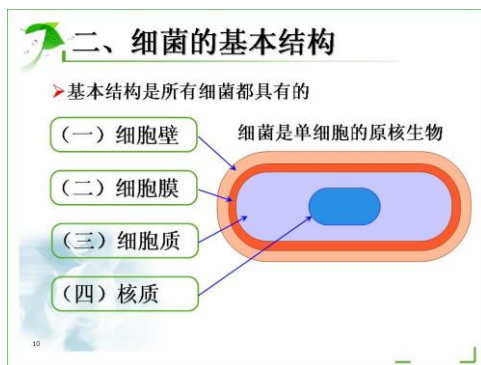
（三）螺形菌

这是常见的螺形菌，光镜下我们可以看到有一个弯曲的弧菌，弯曲呈螺旋状的螺杆菌。正是由于菌体呈螺旋状弯曲，所以我们可以看这种“海鸥展翅状”的典型形态。电子显微镜下菌体的弯曲和螺旋扭曲更加明显。

二、细菌的基本结构

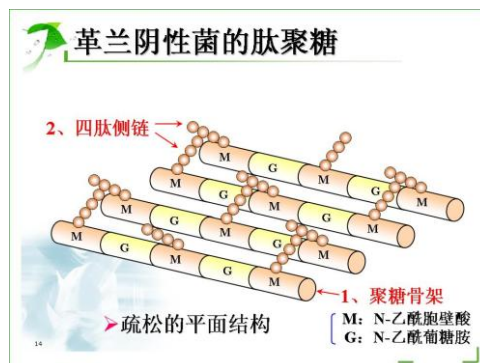
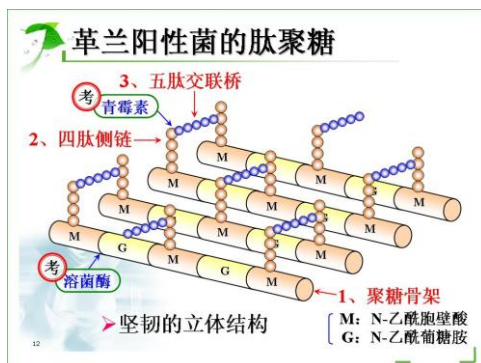
学习了形态，接下来我们学习细菌的结构。细菌的结构包括基本结构与特殊结构，基本结构是所有细菌都具有的。

细菌是单细胞的**原核生物**，一个细菌就是一个原核细胞，其基本结构与我们生物课上学过的真核细胞非常相似，主要包括四部分，由外而内分别是**细胞壁**、**细胞膜**、**细胞质**以及**核质**。这里需要强调一下，原核生物具有的是核质而不是细胞核，真核生物才具有细胞核，核质与细胞核的区别我们等会儿会具体讲解。由于基本结构都很小，我们需要从分子水平进行学习，因此，我们通常是以一个杆菌为模型，通过模式图而不是实物图的形式来学习。



（一）细胞壁（重点难点）

首先来学习细菌的第一个基本结构**细胞壁**（cell wall）。通过**革兰染色**（gram stain），我们可以把细菌分成两类。被染成紫色的，称为革兰阳性菌，用 G^+ 表示；被染成红色的，称为革兰阴性菌，用 G^- 表示。G 代表的就是 gram stain。 G^+ 菌与 G^- 菌细胞壁的组成是不一样的，**肽聚糖** 是两类细菌的共有成分，而且两者的肽聚糖也具有一定的区别。



先看看革兰阳性菌的肽聚糖。它是由**聚糖骨架**、**四肽侧链**和**五肽交联桥**三部分组成。我们以动画的形式来学习一下肽聚糖的构成。聚糖骨

通过多媒体课件**动画**显示，掌握 G^+ 菌与 G^- 菌肽聚糖组成，及青霉素、溶菌酶作用位点。

架是由 N-乙酰胞壁酸和 N-乙酰葡萄糖胺交替间隔排列构成，在图中分别以 M 和 G 表示。每条聚糖骨架的 N-乙酰胞壁酸（也就是 M 的部位）发出具有四个肽的结构，称为四肽侧链。再由具有五个肽的结构（即五肽交联桥）把相邻聚糖骨架的四肽侧链连接起来，构成坚韧的具有立体结构的肽聚糖层。

在这种结构中我们重点要强调两个位点。一个是青霉素的作用位点，青霉素可以抑制五肽交联桥和四肽侧链的连接，从而破坏肽聚糖层。另一个是溶菌酶的作用位点，溶菌酶可以切断聚糖骨架的连接，导致肽聚糖层的破坏，最终起到杀菌的作用。青霉素和溶菌酶的作用位点是需要大家重点掌握的，也是考试的时候重点考察的知识点。

试题解析-1：2011 年临床执业药师资格考试就考了这样一道题。考查的就是青霉素的作用机制，很明显答案是 D。如果将青霉素换成溶菌酶，又该选什么呢？对了，就选 C 了。

青霉素作用于革兰阳性菌的机制是

- A、损伤细胞膜
- B、损伤DNA
- C、切断聚糖骨架
- D、抑制五肽交联桥与四肽侧链连接**
- E、抑制菌体蛋白质合成

【2011年临床执业药师资格考试】

两类细菌肽聚糖比较

G⁺菌的肽聚糖

聚糖骨架
四肽侧链
五肽交联桥

青霉素 ✓
溶菌酶 ✓

三维立体结构

G⁻菌的肽聚糖

聚糖骨架
四肽侧链

青霉素 ✗
溶菌酶 ?

二维平面结构

革兰阴性菌的肽聚糖仅由聚糖骨架和四肽侧链两部分组成，没有五肽交联桥。聚糖骨架发出的四肽侧链第 4 位与相邻聚糖骨架四肽侧链的第 3 位直接相连，形成单层平面网络的疏松结构。

比较一下，革兰阳性菌的肽聚糖有五肽交联桥，是坚韧立体结构，革兰阴性菌的肽聚糖没有五肽交联桥，是疏松平面结构。

此外，我们还可以看出，革兰阴性菌由于缺少五肽交联桥，青霉素就没有了作用的位点，因此青霉素无法破坏革兰阴性菌的肽聚糖。这也是临床上革兰阴性菌对青霉素不敏感的原因。

刚才我们讲了，溶菌酶可以破坏革兰阳性菌的聚糖骨架，那它是否可以破坏革兰阴性菌的聚糖骨架呢？从能力上说，是可以的，但实际情况呢？等会儿为大家揭晓。

革兰阳性菌的细胞壁

壁磷壁酸
细胞壁
细胞膜
膜磷壁酸
聚糖骨架
肽聚糖
15~50层
厚厚的肽聚糖层中穿插着磷壁酸

革兰阴性菌的细胞壁

溶菌酶
细胞壁
细胞膜
外膜
脂多糖
脂蛋白
聚糖骨架
肽聚糖
1~2层
薄弱的肽聚糖层外覆盖着厚厚的外膜

了解了两类细菌不同的肽聚糖，我们继续学习两类细菌不同的细胞壁。除了肽聚糖，革兰阳性菌和革兰阴性菌还具有各自特有的成分：**磷**

强调青霉素与溶菌酶的作用位点。
重点+考点

在教学过程中穿插**试题解析**，帮助学生理解重点考察的知识点。

用理论知识解释临床实际现象，体现**理论联系实际**。

溶菌酶留下**疑点**，鼓励同学思考。

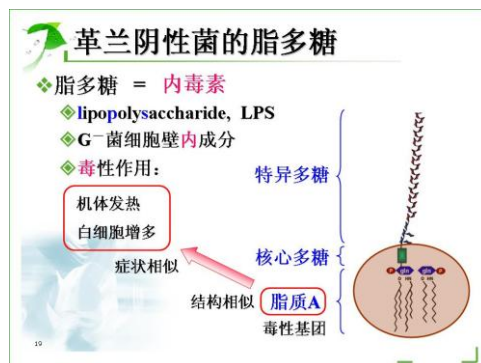
通过多媒体课件动画显示及模式图**对比**学习，掌握 G⁺菌与 G⁻菌细胞壁结构特点。

壁酸以及外膜。

先看看革兰阳性菌的细胞壁。这是一张立体模式图，最左下角的是一个杆菌。我们截取了细菌的一部分进行放大后，可以看到革兰阳性菌的细胞壁是由 15 到 50 层肽聚糖和穿插其中的磷壁酸组成。磷壁酸分两种，结合在细胞膜上的称**膜磷壁酸**，结合在细胞壁肽聚糖上的称**壁磷壁酸**。一句话概括其特点，就是厚厚的肽聚糖层中间穿插着磷壁酸。大家注意一下，革兰阳性菌的肽聚糖层是直接暴露在最外面的，溶菌酶可以很方便的切断聚糖骨架，从而破坏细胞壁。

革兰阴性菌的细胞壁是由 1 到 2 层肽聚糖和外膜组成，外膜由内而外分别是**脂蛋白**、**脂质双层**和**脂多糖**。含有大量脂是外膜的特点。一句话概括为薄薄的肽聚糖层外覆盖了厚厚的外膜。正是受到外膜的阻挡，不同于革兰阳性菌，溶菌酶是很难作用于革兰阴性菌的肽聚糖的。这也就回答了我们刚才的疑问。换个说法就是，溶菌酶虽有能力，但没条件。这里还需要强调一下外膜上的一个重要结构：最外层的脂多糖。

脂多糖，英文叫做 lipopolysaccharide，简称 LPS，是革兰阴性菌细胞壁特有的成分。细菌入侵机体后，当细菌死亡后随着菌体的裂解而释放，对人体具有毒性作用，能引起机体的发热及白细胞增多等症状，因此也称为**内毒素**。**脂质 A** 是内毒素的毒性基团，而且不同细菌脂质 A 结构相似，也使得不同细菌的内毒素中毒症状均相似。



强调脂多糖的毒性作用及毒性基团脂质 A。

接下来我们列表比较一下革兰阳性菌与革兰阴性菌的细胞壁结构。表中可以看出，革兰阳性菌肽聚糖特有五肽交联桥，且层数多，导致整个细胞壁厚而坚韧；革兰阴性菌肽聚糖没有五肽交联桥，且层数少，使得整个细胞壁薄而疏松；阳性菌特有磷壁酸，总体上是糖多脂少；阴性菌特有外膜，正是由于外膜含有大量脂质，使其总体上脂多糖少。两者结构的比较是要求重点掌握的内容，也是考试时经常考察的知识点。

G⁺菌与G⁻菌细胞壁结构比较

比较项	革兰阳性菌	革兰阴性菌
肽聚糖成分	有五肽交联桥	无五肽交联桥
肽聚糖层数	多，可达50层	少，1-2层
厚度强度	厚而坚韧	薄而疏松
特有成分	磷壁酸（穿插）	外膜（覆盖）
成分特点	糖多脂少	脂多糖少

G⁻菌细胞壁特有成分是

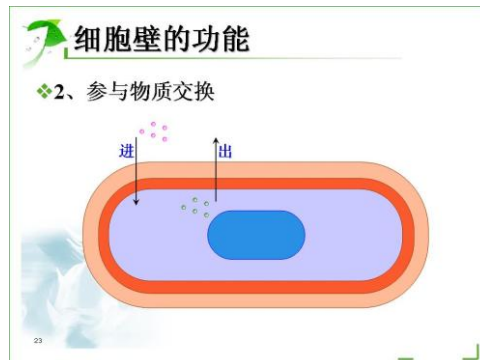
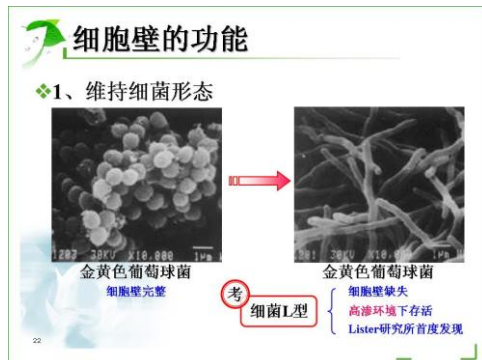
- A、肽聚糖
- B、四肽侧链
- C、五肽交联桥
- D、磷壁酸
- E、脂多糖**

【2011年医学微生物学期末考试】

列表对比方式，巩固 G⁺菌与 G⁻菌细胞壁差异。

试题解析-2：2011 年本校医学微生物学期末考试考了这样一道题。

考察的就是革兰阳性菌与革兰阴性菌的细胞壁结构的区别。很明显，正确答案是 E。



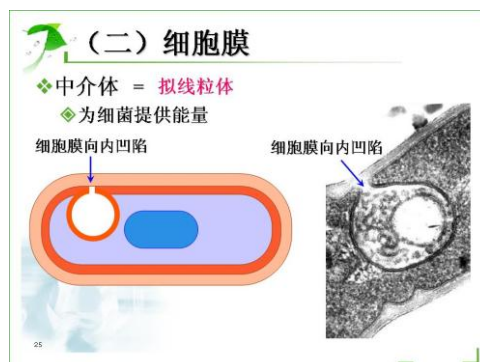
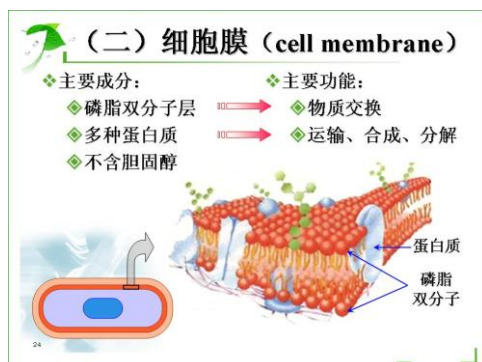
通过多媒体课件图片比较，熟悉细胞壁功能，并引导出细菌 L 型的概念。

细胞壁有一个重要功能就是维持菌体形态。在电子显微镜下，细胞壁完整的金黄色葡萄球菌呈典型的球状；当其细胞壁缺失后，无法维持球形，而呈现为不规则的多形性。正常情况下，细胞壁缺失后细菌就会死亡，但 Lister 研究所的研究人员发现，这种细胞壁缺失的细菌在高渗环境下能够存活，而且还将其命名为“**细菌 L 型**”，L 代表的就是 Lister 研究所。细菌 L 型这个概念也是要求大家掌握的，其关键点就是细胞壁的缺失。

细胞壁还参与物质交换。细胞壁并不是完全密封的，而是具有通透性，使得细胞外的物质能进入细胞，而细胞内的物质也能排出细胞。

(二) 细胞膜

细胞膜 (cell membrane) 由**磷脂双分子层**以及镶嵌其中的多种蛋白质共同构成。不含胆固醇是其与真核细胞细胞膜的区别。磷脂双分子层也具有通透性，参与菌体内外物质的交换。蛋白质分子则具有多种功能。有的蛋白质能够作为载体，参与物质的跨膜运输；有的蛋白质具有合成能力，能合成多种细胞结构，包括细胞壁中的肽聚糖成分；有的蛋白质具有分解能力，能分解物质产生能量。



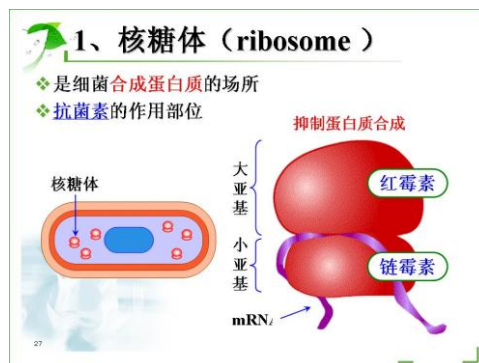
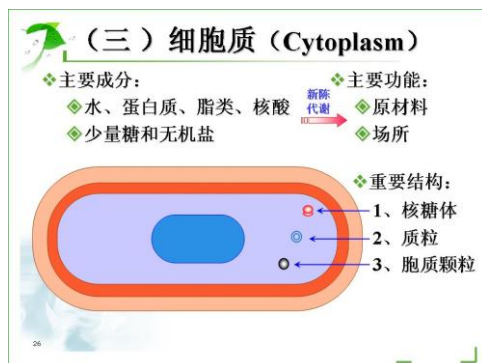
通过多媒体课件**动画**，了解中介体形成。

说到供能，就不得不提细胞膜上的一种结构。有时部分细胞膜向细胞质内凹陷，形成一种囊状结构，称为**中介体**，能为细菌提供能量。因其功能与真核细胞的线粒体相似，因此也被称为**拟线粒体**。中介体在电子显微镜下能观察到。大家可以看到，这种细胞膜向内凹陷形成的囊状结构就是中介体。

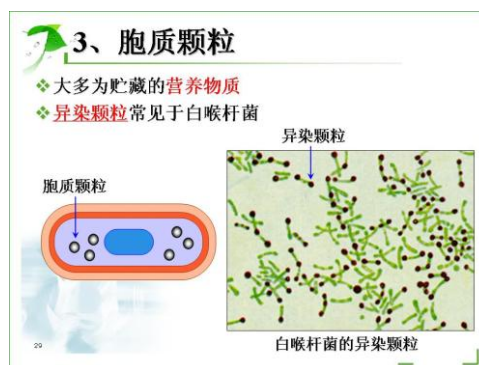
(三) 细胞质

细胞质 (cytoplasm) 含有多种成分，为细菌的新陈代谢提供了原材

料和场所。其中还含有一些非常重要的结构，包括：**核糖体**、**质粒**及**胞质颗粒**。



重点强调核糖体功能，及红霉素与链霉素作用位点。



核糖体 (ribosome) 是细菌合成蛋白质的场所，对细菌非常重要，因此也常常成为抗菌素的作用部位。核糖体由一个大亚基和一个小亚基组成，**红霉素**可以结合于大亚基，**链霉素**可以结合于小亚基，使核糖体合成蛋白质的功能受到抑制，从而导致细菌死亡。

质粒 (plasmid) 是细菌的遗传物质，由闭合环状双股 DNA 构成，参与细菌的遗传变异，在科研领域应用非常的广泛，我们将在第五章进行具体学习。

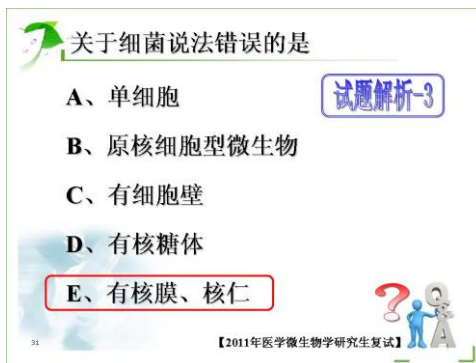
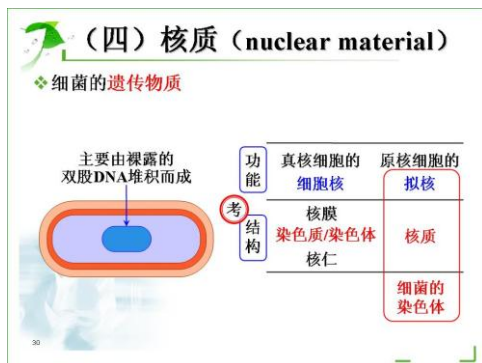
胞质颗粒，指的是细胞质内的颗粒物质，有很多种，大多为贮藏的营养物质。其中有一种在碱性染料染色时着色比较深，因此被叫做“**异染颗粒**”。异染颗粒常见于白喉杆菌，这一特性有助于对白喉杆菌的鉴定。异染颗粒在光镜下可以被观察到。图中那些绿色的杆状物是白喉杆菌，那些黑色的点就是白喉杆菌菌体内的异染颗粒。

(四) 核质

核质 (nuclear material) 是细菌的遗传物质，主要由裸露的双股 DNA 堆积而成。功能相当于真核细胞的细胞核，因此也称为**拟核**。我们生物课已经学习过真核细胞的细胞核结构，知道其由外而内分别是核膜、染色质、核仁，染色质浓缩后可形成染色体。核质的结构相当于真核细胞的染色体，因此也称为“**细菌的染色体**”。拟核、核质和细菌的染色体实质上是指的同一种物质。核质与细胞核结构上的差异是原核细胞与真核细胞最重要的区别，也是考试经常考查的知识点。

试题解析-3:2011 年本校医学微生物专业研究生复试考了这样一道题。考察的就是核质的结构特点，很明显，正确答案是 E。细菌作为原核生物，是没有核膜与核仁的。

通过**功能比较**，引出“拟核”概念。通过**结构比较**，引出原核细胞与真核细胞的关键区别。

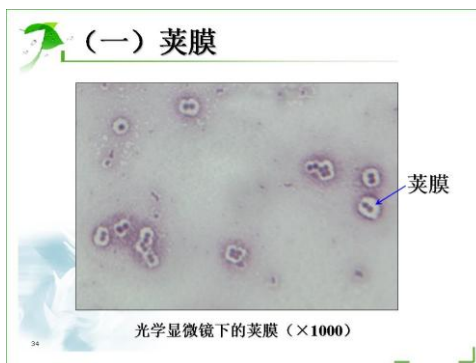
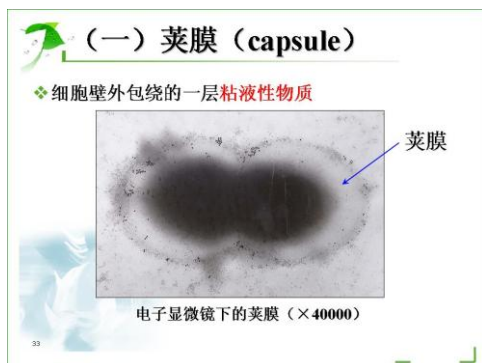


三、细菌的特殊结构 (重点)

特殊结构是某些细菌才具有的。主要包括以下四种：**荚膜**、**鞭毛**、**菌毛**与**芽胞**。我们将从其形态与功能两方面进行学习，功能是重点。

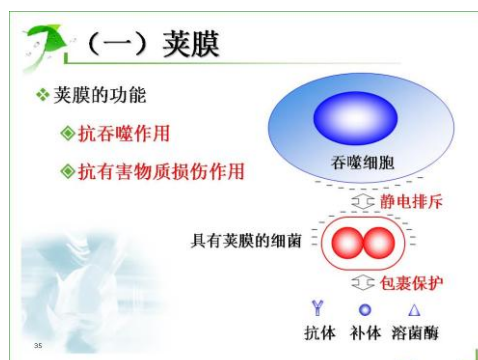
(一) 荚膜

荚膜 (capsule) 是细胞外包绕的一层粘液性物质。这张图是在电子显微镜下观察到的荚膜，大家可以看到，图中黑色的是成对排列的两个球菌，菌体周围就是包绕的荚膜。在光学显微镜下也能观察到荚膜。荚膜在染色时不易着色，当我们把菌体和周围背景都染上颜色后，荚膜就显得非常明显了。图中这些菌体周围没有被染上颜色的区域就是荚膜。



通过电镜图片与光镜图片，掌握荚膜形态。

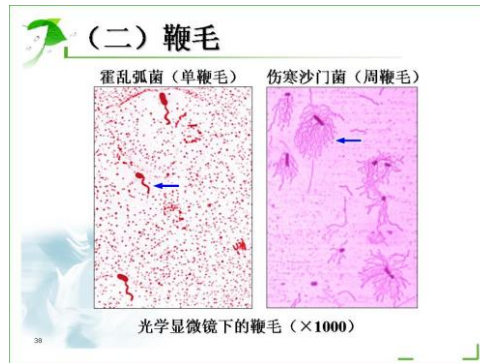
荚膜的功能主要表现在以下两方面。荚膜带有负电荷，吞噬细胞的细胞膜上也带有负电荷，能够通过静电排斥的作用抵抗吞噬细胞的吞噬；由于荚膜的包裹和保护，使抗体、补体、溶菌酶等杀菌物质无法直接作用于菌体，从而抵抗有害物质的损伤。



通过多媒体示意图，帮助掌握荚膜功能。

(二) 鞭毛

鞭毛 (flagellum) 是菌体上细长的呈波浪弯曲的丝状物。在电镜下我们可以看到霍乱弧菌菌体一端具有的单鞭毛，以及伤寒沙门菌菌体周边都具有的周鞭毛。鞭毛在光镜下不易观察到，我们常用特殊的方法将鞭毛增粗后再染色观察。图中单鞭毛和周鞭毛都非常的明显。



通过电镜图片与光镜图片，掌握鞭毛形态。

鞭毛是细菌的运动器官，功能就像船桨，通过鞭毛的摆动，细菌能够在液体中快速移动，有利于其扩散，及逃离有害物质。

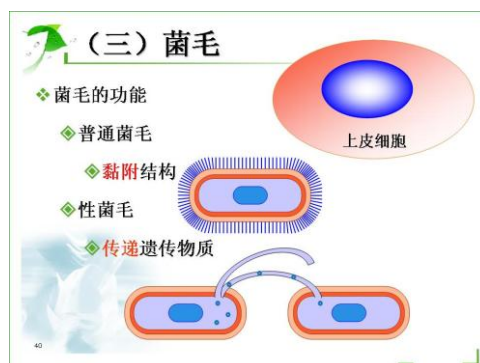
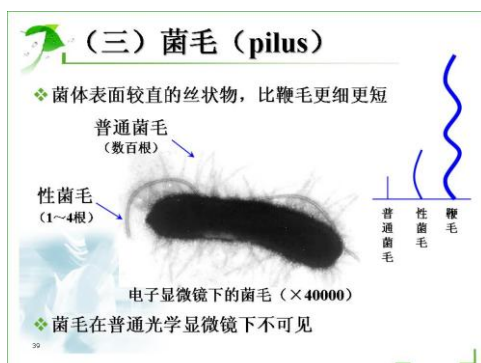
此外，不同细菌鞭毛的数量和位置是有区别的，可以帮助我们对细菌进行鉴定和分类。菌体一端有一根鞭毛的，称为**单毛菌**；菌体一端有数根鞭毛的，称为**丛毛菌**；菌体两端各有一根鞭毛的，称为**双毛菌**；菌体周身都有鞭毛的，称为**周毛菌**。



掌握鞭毛的功能。

(三) 菌毛

菌毛 (pilus) 是菌体表面较直的丝状物，比鞭毛更细更短，没有波浪状的弯曲。电镜下可以看到，菌毛分两种：**普通菌毛**较细较短，遍布菌体表面；**性菌毛**较粗较长，数量较少，仅有 1~4 根。由于菌毛太细，无法在光学显微镜下观察到，只能用电子显微镜观察。



通过电镜图片，掌握菌毛形态。强调其在光镜下不可见。

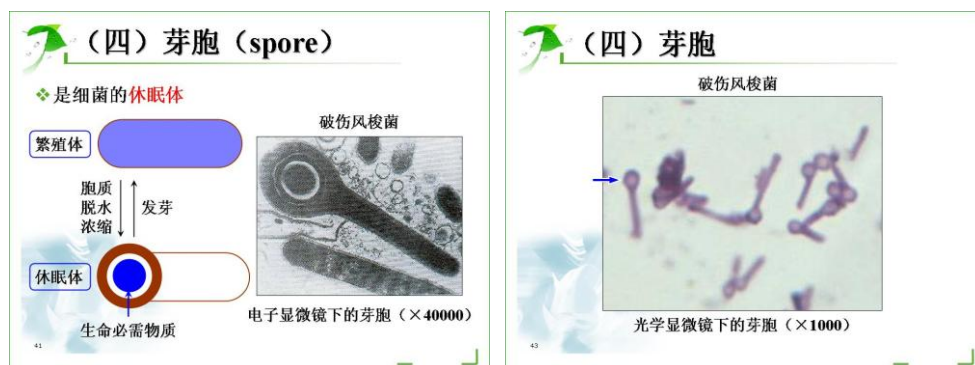
通过多媒体动画，掌握两种菌毛的功能。

普通菌毛是细菌的黏附结构，在细菌入侵时帮助菌体黏附于靶细胞，有助于细菌定植；性菌毛是一种中空的管状结构，细菌的遗传物质（如质粒）可以通过性菌毛从一个细菌传递给另一个细菌，在遗传与变异中发挥重要作用。

（四）芽胞

芽胞（spore）是细菌的**休眠体**。当外界条件不利于细菌生长繁殖时，有的细菌能够通过胞质脱水浓缩，形成休眠体，当外界条件适宜后，休眠体又能发芽，变回繁殖体。与繁殖体相比，休眠体不能生长繁殖，新陈代谢也非常缓慢，但是对外界不利条件具有强大的抵抗力。

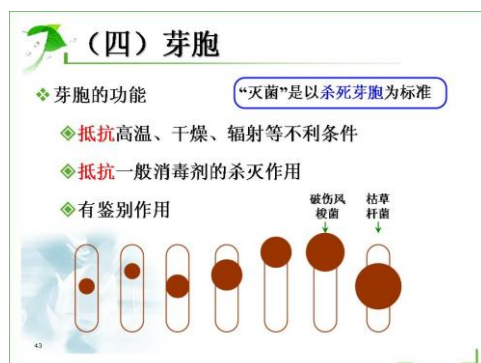
在电镜下我们可以看到破伤风梭菌的芽胞，芽胞内保存了细菌的全部生命必须物质。在光学显微镜下也能观察到芽胞。芽胞不易着色，图中破伤风梭菌的芽胞位于菌体一端，直径大于菌体，呈现出典型的“鼓槌状”，或者叫做“火柴棒状”。



通过电镜图片与光镜图片，掌握芽胞形态。

芽胞能抵抗高温、干燥、辐射等不利的理化因素，能抵抗一般消毒剂的杀灭作用，使细菌在不利条件下长时间存活。正是由于芽胞不易被杀灭，因此，杀灭芽胞也是“灭菌”的标准。

芽胞可以位于菌体中间，可以位于菌体某一端，其直径可以小于菌体，等于菌体，也可以大于菌体。芽胞的位置和大小的特性能够帮助我们对细菌进行鉴别。比如破伤风梭菌的芽胞是这种形态（指示），而枯草杆菌的芽胞则是这种形态（指示）。



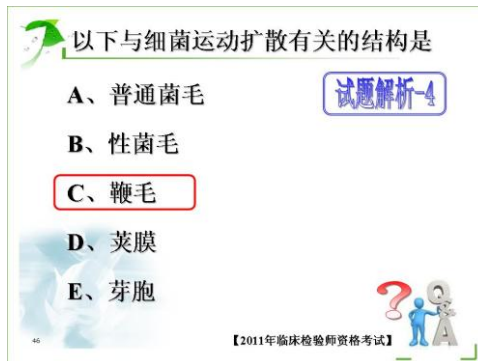
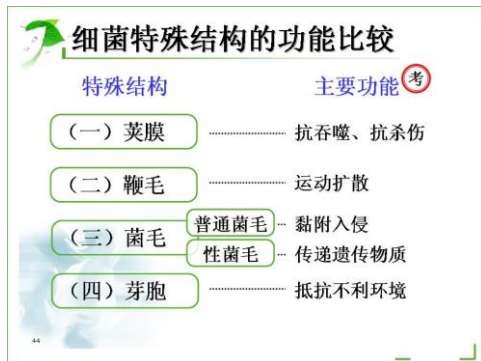
通过多媒体示意图，帮助掌握芽胞功能。

接下来我们对细菌四种特殊结构的功能作一个简单的概括与比较：荚膜的主要功能是抗吞噬、抗杀伤；鞭毛与运动扩散有关；菌毛分两种，普通菌毛参与黏附入侵，性菌毛传递遗传物质；芽胞则能抵抗不利环境。特殊结构的功能是要求重点掌握的，是考试重点考察的知识点。

试题解析-4：2011 年临床检验师资格考试就考了这样一道题。考察

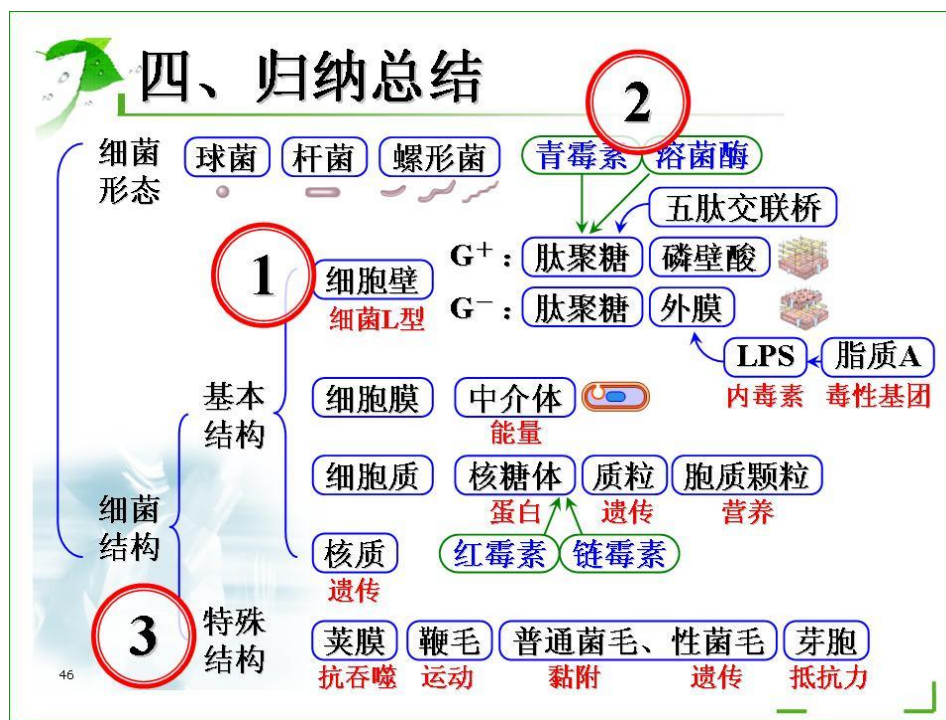
川北医学院讲稿

的就是细菌特殊结构的功能比较，很明显，正确答案是 C。



概括比较特殊结构的功能，加深印象。

四、归纳总结



以动画**板书**的形式总结归纳本次课程学习的内容，强调教学重点与**难点**。

接下来我们以多媒体板书的形式一起归纳总结一下我们都学了哪些知识。本堂课我们主要学习了两方面内容：细菌形态与细菌结构。

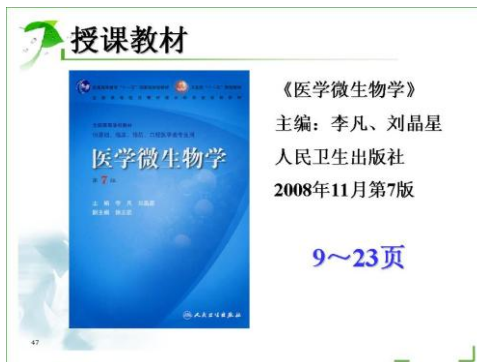
通过学习，我们知道了从形态上可以将细菌分为三类：球菌、杆菌和螺形菌。

细菌的结构包括所有细菌都有的基本结构和某些细菌才具有的特殊结构。基本结构包括细胞壁、细胞膜、细胞质与核质。在讲解细胞壁的时候，通过革兰染色法将细菌分为两类，而且两类细菌的细胞壁结构是不一样的。革兰阳性菌的细胞壁由肽聚糖和磷壁酸组成，革兰阴性菌的细胞壁则由肽聚糖和外膜组成。革兰阳性菌肽聚糖特有五肽交联桥，强调了青霉素和溶菌酶的作用位点，一个作用于肽，一个作用于聚糖。革兰阴性菌外膜里我们强调了一种结构脂多糖（LPS），也称为内毒素，其毒性基团是脂质 A。细胞壁缺失后形成细菌 L 型。细胞膜里有一种结构叫中介体，能为细菌提供能量。细胞质中强调了 3 种重要结构：核糖

川北医学院讲稿

体、质粒和胞质颗粒。核糖体是合成蛋白的场所，也是红霉素和链霉素的作用位点；质粒与遗传有关；胞质颗粒多为营养物质。核质是遗传物质，核质与细胞核的区别也是原核细胞和真核细胞的最主要区别。细菌的特殊结构包括荚膜、鞭毛、菌毛与芽胞，具有各自的功能。

本次课程需要大家**重点**掌握的知识点主要有 3 个：细胞壁的结构特点、抗菌药物的作用位点、特殊结构的功能。细胞壁结构较为复杂，也是我们教学的**难点**。



指出课堂未讲授内容需课后自学，向学生介绍**学习方法**。

本次课我们从教材的第 9 页一直学到了第 23 页，其中有些内容在课堂上并没有进行讲解，需要大家课后自学。

说到自学当然要说一下方法。我们在课堂上使用了很多方法，比如提问、举例、对比、理论联系临床、归纳总结、做题等等，这些方法同样也适用于自学。关于学习方法，时间关系我就不多讲，有兴趣的同学可以下课以后与我探讨交流。



向学生推荐**参考文献**，开阔眼界，拓展知识。

接下来给大家推荐几本参考文献。这是由 Brooks 主编的 Jawetz 系列的 Medical Microbiology《医学微生物学》英文版，这是世界范围内，特别是欧美发达国家医科院校的推荐教材，非常权威，目前广泛使用的是第 25、24 及 23 版。

如果大家觉得英文原版阅读难度较高，那么给大家推荐这本由汪世平等主编的《医学微生物学与寄生虫学》双语版教材，这是国内已开展双语教学的医科院校的推荐教材。其中医学微生物学部分主要参考自 23 版的英文原版《医学微生物学》，同时这本 23 版的英文原版也是目前我们所用人卫第 7 版教材的主要参考书目之一。

课程最后给大家留一道**思考题**：革兰染色后，为什么 G+ 菌被染成紫色，而 G- 菌被染成红色？要解答这道题，需要用到今天我们学习的细胞壁结构的相关知识，以及革兰染色的相关知识。革兰染色的知识在课堂上也没有讲解，是需要大家自己去查阅相关资料获取的。

川北医学院讲稿



布置课后**思考题**，培养学生查阅资料解决问题的能力。

今天的课程就结束了，如果还有什么不明白的地方，大家下课后可以来问我。谢谢大家，下课。

五、参考资料

- 1、李凡、刘晶星，《医学微生物学》第7版[M]，北京：人民卫生出版社，2008：9-23
- 2、汪世平、叶嗣颖，《医学微生物学与寄生虫学》双语版第1版[M]，北京：科学出版社，2006：45-56
- 3、Brooks GF, Carroll KC, Butel JS, et al. Jawetz, Melnick & Adelberg's Medical Microbiology 25th Edition[M], MgH, 2010：3-14
- 4、2011年临床执业药师资格考试试题。
- 5、2011年川北医学院医学微生物学期末考试试题。
- 6、2011年川北医学院医学微生物专业研究生复试试题。
- 7、2011年临床检验师资格考试试题。
- 8、<http://www.baidu.com/>
- 9、<http://www.google.com.hk/>
- 10、<http://www.dxy.cn/>