

# 四川理工学院课程实施大纲

课程名称：普通生物学

---

授课班级：生物制药 2017 级

---

任课教师：张智 陈咏梅

---

工作部门：化学工程学院

---

联系方式：13558910780

---

四川理工学院 制

2018 年 9 月

# 《普通生物学》课程实施大纲

## 基本信息

课程代码：**16533001**

课程名称：普通生物学

学 分：2.5

总 学 时：40

学 期：2018-2019 第一学期

上课时间：8-18 周

上课地点：N-209、N-505

答疑时间和方式：当面答疑、电子邮件、QQ、电话

答疑地点：N-209、N-505

授课班级：生物制药 2017 级

任课教师：毛新芳

学 院：化学工程学院

邮 箱：chyongm@qq.com

联系电话：13558910780

# 目 录

<b>1. 教学理念</b> .....	<b>1</b>
<b>2. 课程介绍</b> .....	<b>3</b>
2.1 课程的性质	
2.2 课程在学科专业结构中的地位、作用	
2.3 课程的历史与传统文化	
2.4 课程的前沿及发展趋势	
2.5 课程与经济社会发展的关系	
2.6 课程内容可能涉及到的伦理与道德问题	
2.7 学习本课程的必要性	
<b>3. 教师简介</b> .....	<b>6</b>
3.1 教师的职称、学历	
3.2 教育背景	
3.3 研究兴趣（方向）	
<b>4. 先修课程</b> .....	<b>6</b>
<b>5. 课程目标</b> .....	<b>7</b>
<b>6. 课程内容</b> .....	<b>7</b>
6.1 课程的内容概要	
6.2 教学重点、难点	
6.3 学时安排	
<b>7.课程实施</b> .....	<b>9</b>

## 7.1 教学单元一

7.1.1 教学日期

7.1.2 教学目标

7.1.3 教学内容（含重点、难点）

7.1.4 教学过程

7.1.5 教学方法

7.1.6 作业安排及课后反思

7.1.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

7.1.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

## 7.2 教学单元二

7.2.1 教学日期

7.2.2 教学目标

7.2.3 教学内容（含重点、难点）

7.2.4 教学过程

7.2.5 教学方法

7.2.6 作业安排及课后反思

7.2.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

7.2.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

.....

## 8. 课程要求.....113

8.1 学生自学要求

8.2 课外阅读要求



8.3 课堂讨论要求	
8.4 课程实践要求	
<b>9. 课程考核.....</b>	<b>114</b>
9.1 出勤（迟到、早退等）、作业、报告等的要求	
9.2 成绩的构成与评分规则说明	
9.3 考试形式及说明	
<b>10. 学术诚信.....</b>	<b>115</b>
10.1 考试违规与作弊处理	
10.2 杜撰数据、信息处理等	
10.3 学术剽窃处理等	
<b>11. 课堂规范.....</b>	<b>115</b>
11.1 课堂纪律	
11.2 课堂礼仪	
<b>12. 课程资源.....</b>	<b>116</b>
12.1 教材与参考书	
12.2 专业学术著作	
12.3 专业刊物	
12.4 网络课程资源	
<b>13. 教学合约.....</b>	<b>117</b>
13.1 教师作出师德师风承诺	
13.2 阅读课程实施大纲，理解其内容	
13.3 同意遵守课程实施大纲中阐述的标准和期望	

14. 其他说明.....117

## 1. 教学理念

### 1.1 以学生为本

教学是教师的教和学生的学所组成的一种人类特有的人才培养活动。教师有目的、有计划、有组织地引导学生积极自觉地学习和加速掌握文化科学基础知识和基本技能，促进学生多方面素质全面提高。在教学这个过程中，虽是教师教，学生学，但真正的主体却始终是学生。因此，在课堂教学的过程中，始终关注学生的全面发展，把学生的素质提高作为教学的重中之重。对于生物制药专业的本科生，在经过四年的大学本科教育，多数将会从事制药相关的职业，学生的全面发展不仅与其自身的职业发展密切相关，也会对整个医药行业的发展有一定的影响。作为大学教师，需要给予学生的不仅仅是专业知识和技能，培养其综合分析能力，使其在毕业后能够在相关领域有所建树，成就个人的同时，更好地为社会服务。

### 1.2 注重教学效果

对于当代大学生，要具备“万众创新、大众创业”的能力，必须打下深厚的知识基础和加强创新能力培养，也就要求大学本科教育必须注重教学效果。

普通生物学是高等生物类专业教育的专业基础课、必修课，系统介绍生物科学的基本知识、基本规律，反映近代生物科学的成就和发展动向，不仅是生命科学各分支学科、生物工程技术的重要基础，而且也是医学、农林牧、食品、环境等科学的重要基础，学好普通生物学将为学习这些学科奠定基础，也为生物制药专业后续专业课的学习打下基础。学习普通生物学使学生比较全面、系统地了解生命科学的全貌，掌握生物学的基本知识、基本理论、基本规律、基本实验操作技能，培养学生的科学素质，为后续专业课的学习打下基础。

在课堂上，教师除了系统传授专业知识外，更重要的就是注重综合能力的培养，培

养学生分析及解决问题的能力。作为专业课的教师，除了在授课过程中向学生传授理论知识，对学生的综合能力产生潜移默化的影响外；还应有针对性地设计一些相应的教学环节，例如：增加当今生物学研究热点的介绍与分析；鼓励学生针对授课过程中感兴趣的知识点进行资料查阅并制作 *PPT* 进行汇报，扩充知识面；引导学生对感兴趣的生物学研究热点问题在资料查阅的基础上进行适当的归纳总结和概括，培养科学综述的写作能力，为学生在今后的研究和毕业论文的写作打下基础，使大学教育真正给予学生一种能力，而这种能力将使其在毕业后的生活和工作中受益匪浅。

### 1.3 教学方法的多样性

多种教学方法的综合运用对于教学效果的取得起着至关重要的作用。在《普通生物学》这门课程的讲授中，课堂教学以教师的讲授为主，在对重点和难点知识讲透彻的基础上，应尽可能结合国内外研究热点问题或生产实践相关问题，结合教师本人的科研实际，对于具体的应用可以多列举一些案例来加深学生的印象；同时采用启发式的教学，组织学生查阅相关的资料后进行分组讨论，激发学生的学习热情和兴趣，制作 *PPT* 进行课堂汇报，从而提高学生的课堂参与性；另外，有针对性地布置课外写作练习，训练学生对科学资料的综合整理能力，同时，定期行课堂检测，作为学生对课堂知识掌握程度的反馈，以便及时地调整授课的重点和学生对知识掌握的难点。

## 2. 课程介绍

### 2.1 课程的性质

普通生物学是生物制药专业二年级本科生的专业基础课程，也可以作为其他专业的公共选修课程。本课程系统介绍生物科学，包括生物分类及生物化学基础知识、细胞生物学、动物学、遗传学、微生物学、植物学、生物进化的基本理论与一般规律，帮助学生掌握生物学的基本概念、基本原理和基本方法，提高对生命基本现象、基本理论的理

解，以便学习后续的专业课程。

## 2.2 课程在学科专业结构中的地位、作用

四川理工学院开设的生物制药专业旨在培养具有扎实的生物技术和药学基础理论、基本知识；熟练掌握现代生物制药生产的原理、技术和方法，了解生物制药企业设备、生产、储存、销售和管理等环节的基本知识和技能；具有良好的开拓精神、创新意识和实践能力，能够胜任现代生物制药企业及其相关的科研院所岗位基本要求的德、智、体、美全面发展的应用型高级专业人才。而《普通生物学》作为基础性、通论性、和入门性的一门学科，在生物制药专业学生的整个发展中起着承前启后的关键作用。一方面，《普通生物学》作为理论性较强的学科与当今许多科学热点问题紧密相关，并且与人类生活息息相关，能够较好的开拓学生的知识视野，调动学生的学习积极性；另一方面，通过普通生物学课程的学习，要求学生掌握生物学领域的基础知识和基本规律和研究方法，按照小分子-大分子-细胞-组织-系统-个体-群体-生态系统的脉络构建系统的生物学体系，同时形成动态性、适应性、统一性和演化的生物学观念，为其今后的专业课程包括《生物化学》、《微生物学》、《细胞与分子生物学》的学习奠定良好基础。

## 2.3 课程的历史与文化传统

随着生命科学的发展，根据“大基础教育，宽口径培养，按需要选择，主辅修结合，强能力训练，重素质培养”的本科人才培养总体思路，将《植物学》和《动物学》整合为一门课程——《普通生物学》，让学生了解整个生物界和生命科学的概况，拓宽知识面，提高整体素质。以生物体的基本结构和生命活动的基本规律为重点，以生物的演化为主线贯穿始终，以期让学生了解整个生命世界的发生、发展及演化规律，了解生命科学对人类的重要贡献以及对未来社会发展的重要作用，同时树立辩证的、发展的和普遍联系的观点，提高学生独立思考问题、分析问题的能力。帮助学生树立环境意识和

生态观念以及自然界和人类社会可持续发展的思想，为全面提高学生的素质服务。在生命科学类专业（包括植物生产类专业和动物生产类专业）开设，其目标是夯实生物学基础；而在非生命科学类专业开设《生物学基础》，其目标是推进素质教育，注重文理渗透。

## 2.4 课程的前沿及发展趋势

普通生物学作为一门通识性的课程，内容不仅涵盖传统的动物、植物、细胞、遗传、生态以及生物演化；随着，生命科学在分子生物学、结构生物学、组学等领域的不断突破发展，将进一步揭示生命的演化规律以及生命体与环境之间的相互关系，帮助人类更加清晰地了解自身的起源与归宿。

## 2.5 课程与经济社会发展的关系

生物学科的发展对于工业、农业、医药以及海洋产业的发展都有着深远的影响。

## 2.6 课程内容可能涉及到的伦理与道德问题

课程内容中包括简单介绍基因治疗，胚胎干细胞移植、转基因生物等可能涉及伦理与道德问题争论的技术，尽管有着伦理和社会方面的忧虑，但生物技术的巨大进步使人类对未来的想象有了更广阔的空间。

## 2.7 学习本课程的必要性

普通生物学是从 20 世纪 90 年代初逐渐发展起来的是一门通识性课程，对于生物制药专业学生的整个课程学习起着承前启后的关键作用。《普通生物学》作为理论性较强的学科与当今许多科学热点以及人类生活息息相关，通过课程学习能够较好的开拓学生的知识视野，了解生命科学对人类的重要贡献以及对未来社会发展的重要作用，同时树立辩证的、发展的和普遍联系的观点，提高学生独立思考问题、分析问题的能力，并且调动学生的学习积极性；另一方面，通过普通生物学课程的学习，要求学生掌握生物学

领域的基础知识和基本规律和研究方法，按照小分子-大分子-细胞-组织-系统-个体-群体-生态系统的脉络构建系统的生物学体系，同时形成动态性、适应性、统一性和演化的生物学观念，为其今后的专业课程包括《生物化学》、《微生物学》、《细胞与分子生物学》的学习奠定良好基础。

### 3. 教师简介

#### 3.1 教师的职称、学历

张智 副教授 博士

陈咏梅 副教授 博士

#### 3.2 教育背景

陈咏梅，2010年本科毕业于中山大学生物技术专业，随后于中山大学生物化学与分子生物学专业直接攻读博士学位，博士期间主要从事进化基因组学及群体遗传学研究，2015年博士毕业后就职于四川理工学院。

#### 3.3 研究兴趣（方向）

生物制药、蛋白质的结构与功能研究、功能基因的资源挖掘

### 4. 先修课程

无

### 5. 课程目标

1. 掌握生物学的基础知识、基本理论和基本技能；
2. 了解本学科的前沿及科研情况，以开拓本科生的学术视野，为学生学习后续课程和专业课打下基础。
3. 激发和巩固学生对生命科学专业学习的兴趣、培养学生的生命科学研究素养、提高其创新型思维能力。

## 6. 课程内容

### 6.1 课程的内容概要

《普通生物学》是一门理论性较强的学科，以生命的基本特征为主线，系统讨论了生物学的基本原理，包括生命的化学构成、细胞生物学、动物学、遗传学以及生物进化和生物多样性保护的基本原理和基本规律。

### 6.2 教学重点、难点

教学重点：掌握生命的基本特征及分类；生物的化学组成；细胞的结构、物质运输及代谢、细胞分裂；动物的组织和系统组成及功能；遗传的基本规律和变异；生物进化和生物多样性保护等。

教学难点：按照小分子-大分子-细胞-组织-系统-个体-群体-生态系统的脉络构建系统的生物学知识体系；形成动态性、适应性、统一性和演化的生物学观念。

### 6.3 学时安排

周次及日期	讲课（教学大纲分章和题目的名称）	讲课学时
第 8 周 1 (10/22)	第一讲 绪论：生物界	2
第 8 周 2 (10/26)	第二讲 细胞与生物学(1)	2
第 9 周 1 (10/29)	第三讲 细胞与生物学（2）	2
第 9 周 2 (11/01)	第四讲 细胞与生物学（3）	2
第 10 周 1 (11/05)	第五讲 动物的形态与功能（1）	2
第 10 周 2 (11/08)	第六讲 动物的形态与功能（2）	2
第 11 周 1	第七讲 动物的形态与功能（3）	



(11/12)		
第 11 周 2	第八讲 植物的功能与形态 (1)	2
(11/15)		
第 12 周 1	第九讲 植物的功能与形态 (2)	2
(11/19)		
第 12 周 2	第十讲 植物的功能与形态 (3)	2
(11/22)		
第 13 周 1	第十一讲 遗传与变异 (1)	2
(11/26)		
第 13 周 2	第十二讲 遗传与变异 (2)	2
(11/29)		
第 14 周 1	第十三讲 遗传与变异 (3)	2
(12/03)		
第 14 周 2	第十四讲 生物进化 (1)	2
(12/06)		
第 15 周 1	第十五讲 生物进化 (2)	2
(12/10)		
第 15 周 2	第十六讲 生物进化 (3)	2
(12/13)		
第 16 周 1	第十七讲 生物多样性的进化	2
(12/17)		
第 16 周 2	第十八讲 生态学与动物行为	2
(12/20)		
第 17 周 1	第十九讲 习题练习和讲解	2
(12/24)		
第 17 周 2	第二十讲 习题练习和讲解	2
(12/27)		

## 7.课程实施

### 7.1 教学单元一 第一章 绪论 (2 学时)

#### 7.1.1 教学日期

## 第一周 第一讲

### 7.1.2 教学目标

介绍本课程的研究对象、内容；掌握生命的基本特征和生物界的多级分类系统；熟悉生物界巨大的多样性与适应性和高度的统一性；了解生命科学研究领域及其分支学科以及生命科学研究方法。

### 7.1.3 教学内容（含重点、难点）

重点：生命的基本特征、生物界的多级分类系统

难点：生物界巨大的多样性与适应性和高度的统一性、生命科学研究方法

主要知识点：生命的基本特征和生物界的多级分类系统、生态系统、生物多样性与适应性和高度统一性、生物学与现代社会生活的关系、科学研究法。

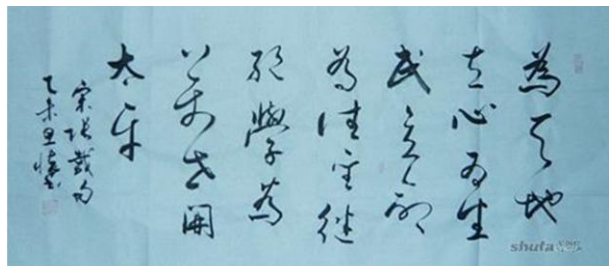
### 7.1.4 教学过程

#### 一、课程引入：



陈阅增先生与普通生物学的渊源介绍以及其他生

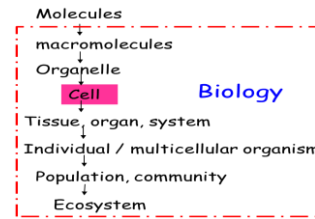
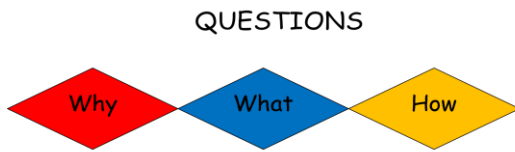
#### 物学家们的故事



为天地立心，为生民立命，为往圣继绝学，为万世开太平。

---- 张横渠（北宋）

生物学大师的情怀与教育/学习的目标



1. Why we should learn the general biology? **purpose**
2. What we will learn? **content**
3. How we should learn? **method**

引出本门

课

程学习的目标、内容和方法；布置期末大作业：结合课程学习阐明为什么要学习普通生物学。

**Biology is the study of living things—the science of life.**



What makes something "alive"?  
What characteristics do define life?

引起什么是生命的思考

## 二、生命的基本特征：

1. **特定的结构** *hierarchical organization*:
2. **新陈代谢** *metabolism*: 物质与能量的交换
3. **稳态和应激性** *homeostasis and sensitivity*: 稳态--*maintain relatively constant internal conditions* 维持内部条件的相对稳定, *different from their environment*; 应激性 --*Sensitivity-Respond to environment (pupil dilate)*
4. **生长和发育** *growth and development*: *Cell size, number and its differentiation / function / type (tissue- organ—system--individual)*
5. **生殖和遗传** *reproduction and inheritance*: *Reproduction-- 产生子代 offspring* 使物种得以延续; *Heredity—子代具有和亲代相似的性状; possess hereditary molecules that are*

passed to their offspring, ensuring that the offspring are of the same species.

6. **进化和适应** *evolution and adaptation: Descent with modification* “有修饰的传代”

---*Nature selection—adaptation*

**例外—病毒: Exception: Virus** 介于生物与非生物体之间 (*an important natural means of transferring genes between different species, which increases genetic diversity and drives evolution.*)

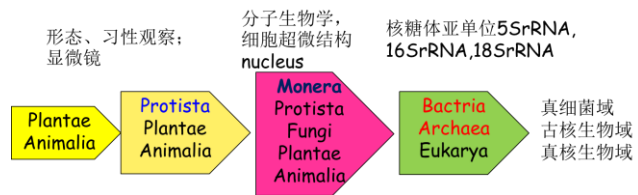
三、生物界的多级分类系统

1. 双名法 (*binomial nomenclature*): 属名+种名, *Homo sapiens, E. coli*

2. 分类阶元 *category*: 7 (*Kingdom, phylum, class, order, family, genus, species*) ;

9 (亚目, 超科) ; 10 (域 *domain*)

3. 分类系统: 五界系统, 三域论



四、生物和环境形成相互联结的网络 **Ecosystem**

一定空间中所有生物与其环境之间不断进行物质循环和能量流动而形成的统一整体; 由非生物因素和生物因素构成, 生物因素包括由食物链联结的生产者、消费者和分解者。

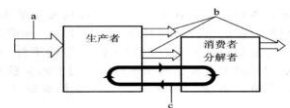
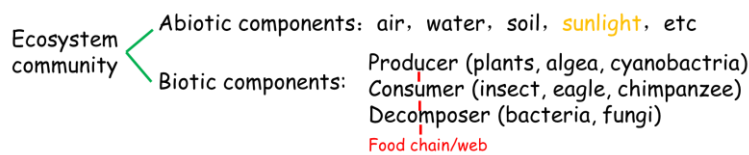


图 1.5 生态系统中的物质循环和能量流动 a. 生产者捕获、转换、利用并贮存来自太阳的能量。b. 能量在生物体之间转移, 并逐步转化为热返回到环境。c. 物质在生产者、消费者、分解者及环境之间循环。

五、生物界的高度统一性 **Diversity-unity**

生命体建立在中心法则基础之上的高度统一性, 与个体水平的多样性, 是对不同环境适应性的体现, 同时也是生物物种进化的基础。



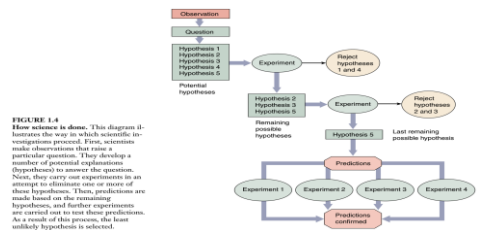
## 六、生物学与现代社会生活的关系 Relationship

农业中的应用（农作物及家畜育种 *breeding*、生物农药）；食品工业（酶工程（饮料、日用化工、制革、木材、造纸等）；发酵工程（酿酒制曲、味精、维生素等）；医药产业（生物技术药物（*insulin* 胰岛素，*IFN* 干扰素，*GH* 生长激素）；疫苗（狂犬病 *virus*，*HPV*，*Ebola virus*））

与环境的关系：环境污染 *pollution/overuse*（*harmonious coexistence/sustainable development*）；气候难民 *climate refugee*

## 七、科学研究方法

关键要素是相同的包括：观察、提出问题、假说、预测和实验检验。在以认识自然为目的的观察中发现事实，提出问题，并提出某种设想或假说，然后设计实验来验证；用推测和类推的方法，对可能发生的事件或结果做预测，并在进一步观察和实验中检验它；精髓在于坚持任何假说、理论都必须是可以检验的。



### 7.1.5 教学方法

主要采用课堂讲授的形式展开，为了提高同学们对普通生物学课程的兴趣，从生物学研究大师的故事引入教育和学习的终极目标，从与生活紧密相关的生物学方面入手；讲解生物学研究的重大事件；并进一步讲解当今生物学在各个领域的研究热点和难点，

以充分调动同学们的学习热情。

### 7.1.6 作业安排及课后反思

(1) 思考为什么要学习普通生物学这门课程；

(2) 了解生物学与社会生活的关系。

### 7.1.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.1.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第一章 绪论（p1-p13）

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 7.2 教学单元二 第二章 生命的物质基础（2学时）

### 7.2.1 教学日期

第一周 第二讲

### 7.2.2 教学目标

了解构成生命的基本元素；熟悉构成生物大分子的生物小分子；掌握生物大分子的基本结构单位和高级结构。

### 7.2.3 教学内容（含重点、难点）

重点：生物大分子的构成以及其高级结构（蛋白质的空间结构以及 DNA 的双螺旋结构）

难点：熟记 DNA 的空间结构。

主要知识点：构成生命的基本元素；生物大分子的构成；生物大分子（糖类、脂类、蛋白质、核酸）的类型和高级结构

## 7.2.4 教学过程

### 一、生命的化学基础      **Chemical elements**

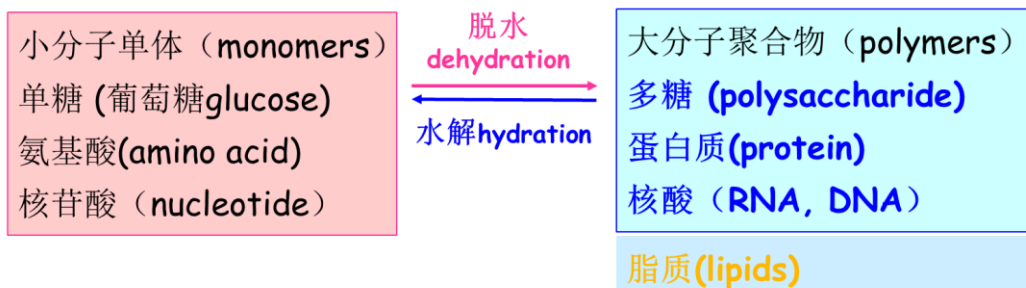
1. 根据元素在机体内的含量，可划分为宏量与微量两种：含量占人体总重量万分之一以上称宏量元素。含量占人体总量万分之一以下称微量元素。

2. *Isotope* 同位素用于示踪（代谢）研究及疾病诊断：*14C, 35S, 32P, 125I*

### 二、水分子的特性

1. 具有内聚力 *Cohesion force*（表面张力，虹吸）
2. 温度变化缓和（海洋，高沸点，过冷却）
3. 固态密度小于液态密度（生命存在的基本条件）
4. *Polar molecule* 极性分子，是良好的溶剂

### 三、生物大分子物质



#### 1. 糖类 (saccharide/Carbohydrate):

单糖: *Glucose* 葡萄糖(main fuel)、*Fructose* 果糖、*galactose* 半乳糖

双糖: 麦芽糖 *maltose*(2G)、蔗糖 *sucrose*(G+F)、乳糖 *lactose*

多糖: 淀粉 *starch*; 糖原 *glycogen* (动物体内的储存燃料)、纤维素 *cellulose*(保护和支撑作用)

2. 脂质(*lipids*) 脂类是难溶于水，易溶于有机溶剂的一类存在于细胞或组织中、呈现多种生物功能的物质。包括：简单脂质：脂肪(甘油三酯 *triglyceride*，储能和供能，2 x

*starch*), 蜡 *wax*(酯); 复合脂质: 磷脂(细胞膜), 鞘脂(细胞膜); 衍生脂质: 萜类(色素); 类固醇(激素, 脂溶性溶剂); 脂蛋白(转运)

3. 蛋白质(*protein*) 20种基本氨基酸 *Amino acids* (*L-α-AA*, *zwitterion*);

*Polypeptide/protein: Function* (9): 结构蛋白(*keratin*), 收缩蛋白(*actin*), 贮藏蛋白(*ovalbumin*), 防御蛋白(*Ab, IFN*), 转运蛋白(*hemoglobin*), 信号蛋白(*GH, insulin, G* 蛋白), 酶(*GST, amylase* 淀粉酶)

*Structure—Function: Primary---Secondary—tertiary---quaternary*

4. 核酸(*RNA, DNA*) 核苷酸/脱氧核苷酸: 核苷(碱基+核糖)+磷酸;

核酸 *nucleic acid*: (承载和传递遗传信息) *RNA(rRNA, tRNA, mRNA, microRNA)*;

*DNA(genetic information, double helix)*;

双螺旋结构: 绕口令

双链逆行螺旋绕, 磷酸为架碱内包; 碱面

双垂糖与轴, 碱基堆积配对牢; 十碱成圈

高三四, 外径二十要记好; 嘌呤相对距离严, 内径大致为一。

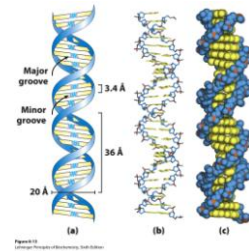
34A (3.4nm), 20A (2nm), 10.8A ; A=T G=C



James D. Watson



Francis Crick, 1916-2004



### 7.2.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授的形式, 大量图示、形象举例以及方便记忆的绕口令总结, 介绍生命体的化学组成以及生物大分子的空间结构。

### 7.2.6 作业安排及课后反思

思考水对于生命的重要性以及为什么核酸分子能成为遗传信息的载体, 而其它大分子则不能。

### 7.2.7 课前准备情况及其他相关特殊要求



教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

## 7.2.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第二章生命的化学基础

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 7.3 教学单元三 第三章 生命的基本单位—细胞—part I（2学时）

### 7.3.1 教学日期

第二周 第三讲

### 7.3.2 教学目标

熟悉原核细胞和真核细胞结构的差异；掌握真核细胞细胞器的组成、结构、功能

### 7.3.3 教学内容（含重点、难点）

重点：细胞器的组成、结构及功能

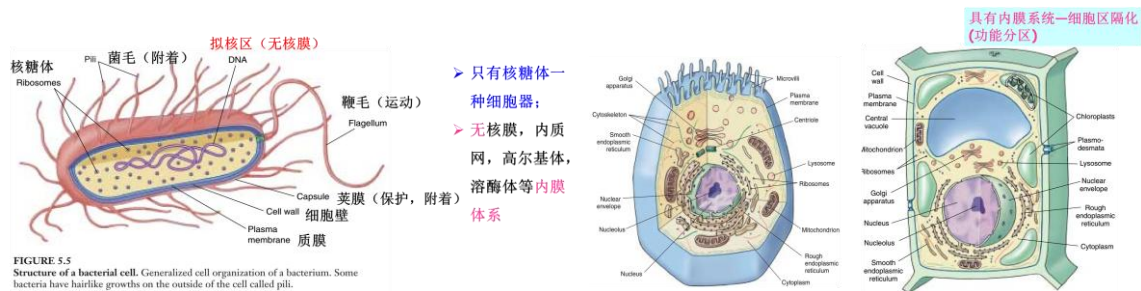
教学难点：细胞周期调控；细胞的物质代谢

主要知识点：细胞的结构；生物膜结构与细胞通讯；物质的跨膜转运；细胞的呼吸作用（糖酵解、柠檬酸循环、电子传递链与氧化磷酸化）；植物的光合作用；细胞周期与有丝分裂；有性生殖的减数分裂。

### 7.3.4 教学过程

#### 一、细胞的结构

##### 1. 原核与真核细胞结构的比较





毒中心 *Detoxifying center*

(7) *Mitochondria* 线粒体, 动力/能量工厂 *Chemical furnaces* 化学能---ATP

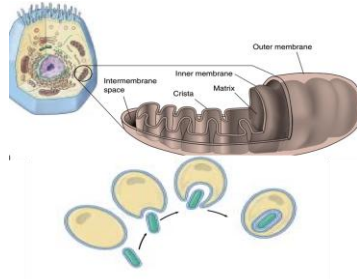


FIGURE 5.30 Endosymbiosis. This figure shows how a double membrane may have been created during the symbiotic origin of mitochondria or chloroplasts.

- ✓ 双层膜, 内膜折叠形成嵴 **crista** (增大表面积, 电子传递链)
- 基质 **matrix**: 糖和脂肪酸氧化
- ✓ 含环状DNA, 游离核糖体: 可合成一部分自身蛋白; 不是内质网膜系统
- ✓ 起源演化: 原核生物 (内共生学说 **endosymbiosis**)
- ✓ 红细胞中没有线粒体

(8) *Chloroplast* 叶绿体, 光合作用 *photosynthesis*

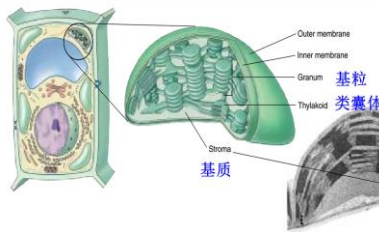


FIGURE 5.22 Chloroplast structure. The inner membrane of a chloroplast is folded to form stacks of closed vesicles called thylakoids. Within these thylakoids, photosynthesis takes place. Thylakoids are typically stacked one on top of the other in columns called grana.

- ✓ 双层膜: 类囊体—基粒 (光合作用色素和电子传递体); 基质 **stroma**
- ✓ 含环状DNA, 游离核糖体: 可合成一部分自身蛋白;
- ✓ **Leucoplast** 白色体 分生组织, 不见光的细胞 (根) 贮存 (淀粉、蛋白和油脂)
- 质体 **plastid**: 包括白色体和叶绿体
- ✓ 起源演化: 原核生物 (内共生学说 **endosymbiosis**)

(9) *Central vacuole* 中央液泡, 中央仓库 *Central storage compartment*

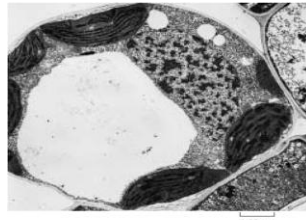


FIGURE 5.28 The central vacuole. A plant's central vacuole stores dissolved substances and can increase in size to increase the surface area of a plant cell.

- ✓ 单层膜细胞器
- ✓ 细胞液 **cell sap**: 贮存 盐, aa, sugar, 色素 (花色素苷, **color**); 代谢废物 (晶体, 富集重金属)
- ✓ 保持植株形态

(10) *Cytoskeleton* 细胞骨架, 维持细胞形状并控制运动 *Internal framework*

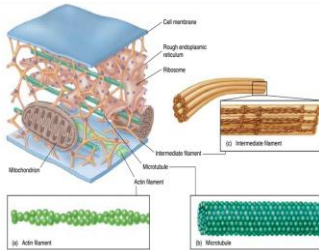


FIGURE 5.25 Microtubules that make up the cytoskeleton. (a) Actin filaments. Actin filaments are made of two strands of the fibrous protein actin twisted together and usually occur in bundles. Actin filaments are ubiquitous, although they are concentrated below the plasma membrane in bundles known as stress fibers, which may have a contractile function. (b) Microtubules. Microtubules are composed of 13 rods of tubulin protein subunits arranged side by side to form a tube. Microtubules are comparatively stiff cylindrical structures that serve to support organelles and intracellular transport in the nondividing cell. (c) Intermediate filaments. Intermediate filaments are composed of overlapping staggered strands of protein. This molecular arrangement allows for a rope-like structure that imparts tremendous mechanical strength to the cell.

- ✓ 微管 **microtubule**: 由 **tubulin** 微管蛋白构成的中空棒状分子; 不断发生解聚和重新组装 (10min-20s); 细胞器移动轨道; 形成纤毛、鞭毛、中心体
- ✓ 微丝 **actin filament**: 实心, 由肌动蛋白 **actin** 形成的两右手螺旋, 产生张力 (拉力), 支持细胞形状; 运动功能 (解聚-组装), 参与胞质环流以及变形虫运动 细胞松弛素 B (多核细胞)
- ✓ 中间丝 **intermediate filament**: 角蛋白、核纤层蛋白等, 不发生解聚与组装; 固定- (tendon)

(11) *Cell wall* 细胞壁, 保护、

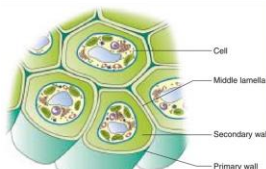
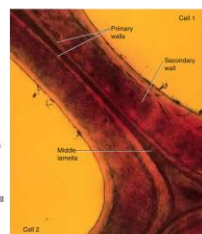


FIGURE 5.29 Cell walls in plants. As shown in this drawing (a) and transmission electron micrograph (b), plant cell walls are thicker, stronger, and more rigid than those of bacteria. Primary cell walls are laid down when the cell is young. Thicker secondary cell walls may be added later when the cell is fully grown.



- ✓ 纤维素 **cellulose**—microfibril 微原纤维+基质 (多糖-蛋白质)
- ✓ **Primary wall** 初生壁: 薄, 柔软
- ✓ **Secondary wall** 次生壁 (初生壁和质膜之间): 叠加, 强化加固; 棉花纤维 (死细胞次生壁)
- ✓ **Middle lamella** 胞间层: 果胶质, 粘连
- ✓ 木质素 **lignin** (芳香醇类, 坚固耐压, 50% of timber); 木栓质 **suberin** (脂质, 不透水-软木)

支持

### 7.3.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授和举例分析的形式进行。

### 7.3.6 作业安排及课后反思

作为一种高度特化的细胞，红细胞在细胞器组成上有什么特点，与其特定功能的关系是什么；细胞器的出现和分工与生物由简单进化到复杂有什么关系；多种细胞器功能发生改变（遗传变异）都会导致疾病（遗传代谢病）产生，试举例说明。

### 7.3.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.3.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第三章生命的基本单位-细胞

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 7.4 教学单元四 第三章 生命的基本单位—细胞 part II -细胞的运动与通讯 movement and communication（2学时）

### 7.4.1 教学日期

第二周 第四讲

### 7.4.2 教学目标

了解细胞运动相关结构，熟悉细胞连接和细胞膜流动镶嵌模型特征，掌握细胞通讯的主要过程。

### 7.4.3 教学内容（含重点、难点）

重点：细胞膜流动镶嵌特征，细胞连接

教学难点：细胞通讯

主要知识点：细胞运动相关结构、细胞连接、细胞膜结构特征、细胞通讯

### 7.4.4 教学过程

## II. 细胞的运动与通讯 movement and communication

### 1. 与细胞运动相关的结构：鞭毛 *flagellum*、纤毛 *cilium*、中心粒 *centriole*

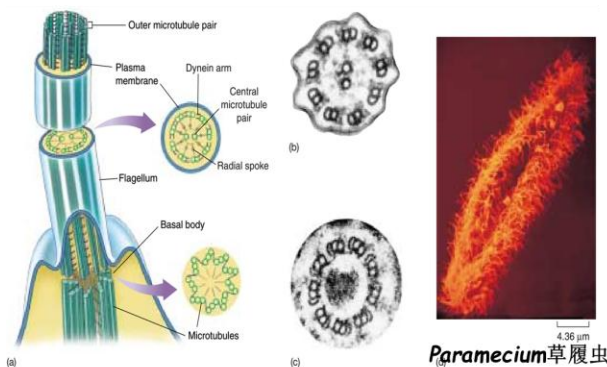


FIGURE 5.27  
Flagella and cilia. (a) A eukaryotic flagellum originates directly from a basal body. (b) The flagellum has two microtubules in its core connected by radial spokes to an outer ring of nine paired microtubules with dynein arms. (c) The basal body consists of nine microtubule triplets connected by short protein segments. The structure of cilia is similar to that of flagella, but cilia are usually shorter. (d) The surface of this *Paramecium* is covered with a dense forest of cilia.

- ✓ **flagella and cilia**--Algae藻类, Protist原生动物, sperm精子, 气管上皮细胞epithelia
- ✓ **Flagella, cilia**功能都是运动;
- ✓ 结构相同: 微管9(2)+2+基体basal body9(3)+0; 微管二联体, 单体微管
- ✓ 长度、数目和运动方式不同
- ✓ **Centriole**中心粒9(3)+0与鞭毛的基体是同源器官(animals, protists)
- ✓ 中心体centrosome(2个直角排列)—微管组织中心MTOC(division)

## 2. 细胞的连接 junction

1) 植物细胞连接: 胞间连丝 *plasmodesmata*--细胞壁上小孔, 细胞质彼此相通

2) 动物细胞的胞外基质:



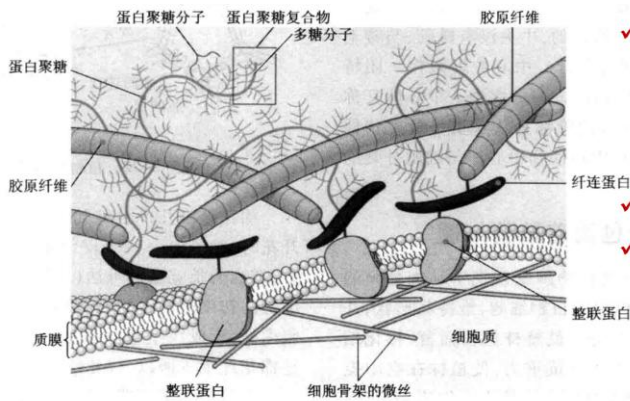


图 3.24 动物细胞的胞外基质 (ECM) 举例 (引自 Campbell 等, 2002)

- ✓ 胞外基质 **extracellular matrix, ECM**: 胶原 **collagen** 纤维埋藏在蛋白聚糖 **proteoglycan (95%)** 网中
- ✓ 纤连蛋白 **fibronectin** (糖蛋白)
- ✓ 整联蛋白 **integrin** (镶嵌于质膜内)

### 3) 动物细胞的细胞连接 *junction* (上皮组织)

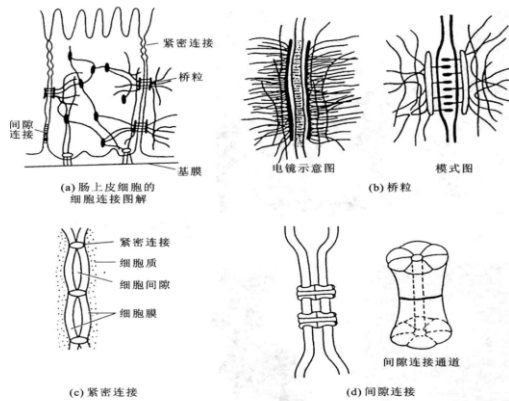


图 3.25 动物细胞的细胞连接

- ✓ 桥粒 **desmosome**: 机械连接-细胞骨架中间丝相连, 牢固-**skin**, 宫颈 **cervix uterus**
- ✓ 紧密连接 **tight junction**: 封闭连接--细胞膜紧密靠拢不留空隙, 胞外物质不能通过--**脑血管壁**, **肠壁上皮细胞**
- ✓ 间隙连接 **gap junction**: 通讯连接--胞间有通道连通胞质 (**1.5nm**, 离子, 小分子物质 **cAMP**)—**普遍存在 heart muscle**

### 3. 生物膜 **biomembrane**

**Biomembrane**: 质膜, 内质网膜 (最多), 高尔基体, 线粒体, 叶绿体, 溶酶体, 微体, 液泡; 主要功能: 区隔化细胞 *compartmentation*

#### 细胞质膜的组成及结构特点:

脂质双分子层 *phospholipid bilayer* (结构基础)--流动镶嵌模型;

流动 *fluid*—细胞融合 *cell fusion* (单克隆抗体, 育种);

镶嵌 *mosaic* - 蛋白质 (特定功能): 内在蛋白 *integral* (整联蛋白); 周边蛋白 *peripheral*;

糖脂 *glycolipid* (质膜外侧)—细胞识别: 免疫系统 *MHC* (自体识别), *ABO* 血型 (组织识别)

## 4. 细胞通讯 communication

是细胞与细胞之间的相互作用是维持生物整体性所必需的。

细胞连接 *Junction—physical communication*, 同时也是细胞通讯的基础; 细胞通讯就是一种化学信号的交流, 主要包括三部分: 信号接收, 信号转导, 信号相应; 以肾上腺素的应答为例:

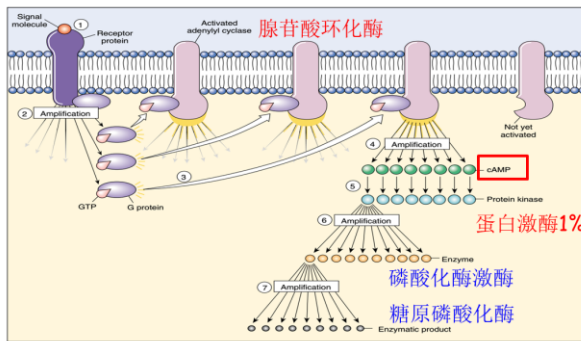


FIGURE 7.11  
Signal amplification. Amplification at many steps of the cell-signaling process can ultimately produce a large response by the cell. One cell surface receptor (1), for example, may activate many G protein molecules (2), each of which activates a molecule of adenylyl cyclase (3), yielding an enormous production of cAMP (4). Each cAMP molecule in turn will activate a protein kinase (5), which can phosphorylate and thereby activate several copies of a specific enzyme (6). Each of these enzymes can then catalyze many chemical reactions (7). Starting with  $10^{-10}$  M of signaling molecule, one cell surface receptor can trigger the production of  $10^{-6}$  M of one of the products, an amplification of four orders of magnitude.

信号接受—转导—响应

- ✓ 信号分子(配体ligand, hormone or protein) + 受体receptor(跨膜蛋白, 膜内受体)—构象改变
- ✓ 信号转导: G蛋白受体系统一系列构象变化-活性变化
- 第二信使second messenger: cAMP,  $Ca^{2+}$  (钙调蛋白CAM)
- 激酶的级联放大效应cascade
- ✓ 响应: 酶活性、合成的改变; 专一性(liver, kidney--epinephrine)

### 7.4.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授和举例分析的形式进行。

### 7.4.6 作业安排及课后反思

思考第二信使以及级联放大作用在细胞通讯中的重要作用。

### 7.4.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课; 学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.4.8 参考资料 (具体到哪一章节或页码)

《陈阅增普通生物学》第4版, 吴相钰主编, 第三章生命的基本单位-细胞

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版, 袁玲主编

## 7.5 教学单元五 第三章 生命的基本单位—细胞 partⅢ--细胞代谢 Metabolism (2 学时)

### 7.5.1 教学日期

第三周 第五讲

### 7.5.2 教学目标

熟悉物质的跨膜转运；了解植物的光合作用过程和光呼吸；掌握细胞呼吸中的糖酵解、柠檬酸循环和氧化磷酸化。

### 7.5.3 教学内容 (含重点、难点)

重点：物质跨膜的被动转运和主动转运；细胞呼吸的糖酵解、柠檬酸循环和氧化磷酸化

教学难点：植物光合作用和光呼吸

主要知识点：物质跨膜运输的主动扩散、被动转运和主动转运以及细胞的胞吞和胞吐作用；细胞呼吸的糖酵解、丙酮酸氧化、柠檬酸循环、电子传递链和氧化磷酸化；光合作用的光系统、光反应和碳固定、光呼吸作用、*C3* 和 *C4* 植物以及 *CAM* 植物

### 7.5.4 教学过程

## Ⅲ. 细胞代谢 Metabolism

### 1. 物质的跨膜转运 *transportation*

#### 1) 细胞膜的选择透性 *selective permeability*

脂双层 *phospholipid bilayer*: 烃类、*CO2*、*O2*    *limitation* 限制性

转运蛋白 *transport proteins*: 亲水性物质 (*Glucose, amino acids*) 专一性 *specificity*

2) 被动转运 *passive transport—down the concentration gradient* 顺浓度梯度, 不需能量  
简单扩散 *diffusion-O2*

水的渗透 *osmosis*-水分子的跨膜扩散: 高渗溶液、等渗溶液(烧伤病人补充血清白蛋白,



*buffer*)、低渗溶液(液泡产生膨压；草履虫的伸缩泡)

协助扩散/易化扩散 *facilitated diffusion*-分子和离子通过转运蛋白的跨膜运输：载体蛋白 *carrier protein (Glucose-RBC)*、通道蛋白 *channel protein (kidney-aquaporin 水通道蛋白-尿中水分回收)*

3) 主动转运 *active transport—up the concentration gradient* 逆浓度梯度；需专一性载体蛋白和 *ATP*

离子泵：钠-钾泵 *sodium-potassium pump ATP 磷酸化-carrier* 构象改变- $3\text{Na}^+$  out,  $2\text{K}^+$  in:  $[\text{K}^+] \gg [\text{Na}^+]$ ；膜电势 *potential—生电泵 electrogenic pump (animals)*

协同转运 *coupled transport* (以 *ATP* 为能量专一转运一种溶质的泵间接推动其他溶质的主动转运) , *Glucose accumulation in liver*

4) 胞吞 *endocytosis* 和胞吐 *exocytosis*—大分子转运 (*protein, polysaccharide, etc*)

吞噬 *phagocytosis* --原生动动物：细菌,食物颗粒；巨噬细胞：衰老细胞, 细菌, 病毒；

胞饮 *pinocytosis*--肠壁细胞, 变形虫, 无专一性；

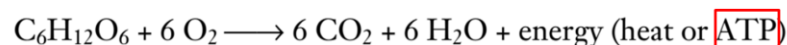
受体介导的胞吞 *receptor-mediated-endocytosis*--专一转运：细胞从血液中吸收胆固醇 *cholesterol/LDL* (*LDL* 低密度脂蛋白受体缺陷--早期动脉粥样硬化)

胞吐 *exocytosis*--分泌小泡 (高尔基体)

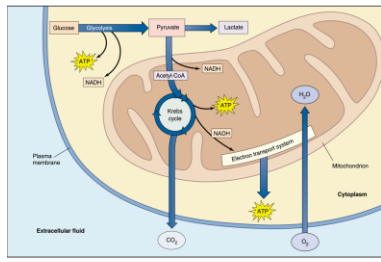
## 2. 细胞呼吸 *cell respiration*

1) 细胞呼吸--有氧条件下葡萄糖氧化生成  $\text{CO}_2$  和水, 同时产生能量 (*ATP*) 的过程。

*Exergonic* 放能, 用于耗能的细胞生理活动及物质合成反应。



细胞呼吸过程包括糖酵解、丙酮酸氧化、柠檬酸循环和氧化磷酸化过程：

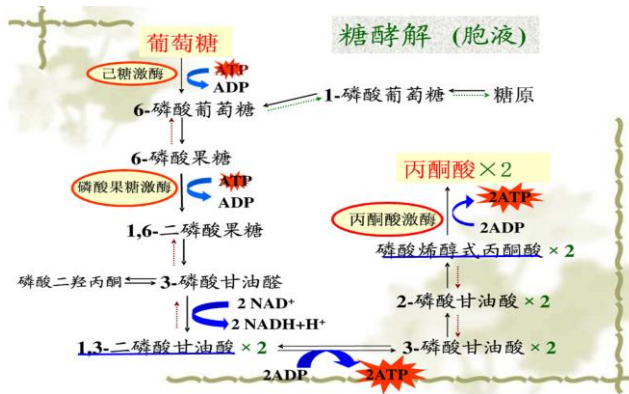


> 糖酵解 glycolysis: 10 steps  
 $C_6 \rightarrow 2C_3$  (丙酮酸)  
 $+2ATP+2NADH+2H^+$  (还原型辅酶 I)  
 > 丙酮酸氧化 pyruvate oxidation:  
 $C_3 \rightarrow CO_2 + \text{乙酰-辅酶A}(C_2)$   
 $+NADH+H^+$   
 > 柠檬酸循环 Krebs cycle: 8 steps  
 $C_2 + C_4 \rightarrow C_6 \rightarrow 2CO_2 + C_4$   
 $+ATP+3NADH+FADH_2$  (黄素辅酶)  
 > 电子传递链 electron transport chain:  
 $NADH+H^+ (FADH_2) + 1/2O_2$   
 $\rightarrow H_2O + 2.5(1.5)ATP$

## 2) 糖酵解 glycolysis: 10 steps



在有氧和无氧条件下都能发生(细胞质)。是几乎所有生物细胞中葡萄糖分解代谢的共同途径。原始的；共同的；唯一的



底物水平磷酸化：高能磷酸化合物将自身的高能磷酸键与  $ADP$  反应生成  $ATP$  的过程。

## 3) 丙酮酸 pyruvate 的命运: 氧化呼吸 aerobic

respiration; 发酵 fermentation ( $NAD^+$  的再生-glycolysis 不断进行)

丙酮酸氧化 pyruvate oxidation: 在有氧条件

下线粒体基质中发生:

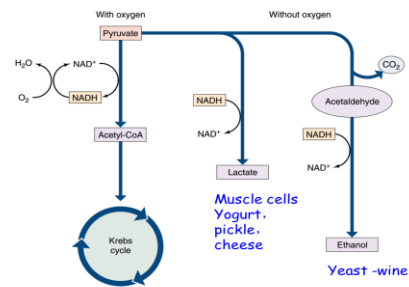
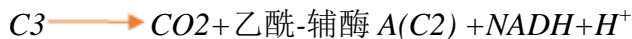
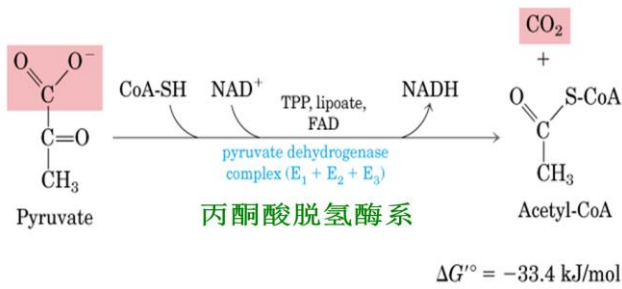
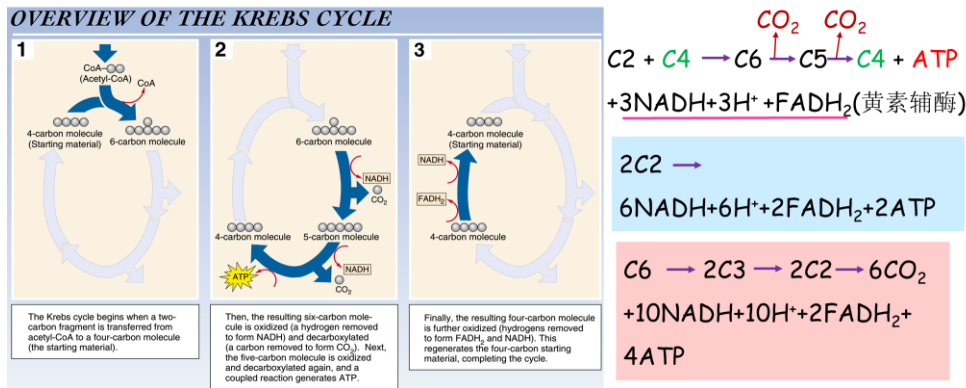


FIGURE 9.9  
 What happens to pyruvate, the product of glycolysis? In the presence of oxygen, pyruvate is oxidized to acetyl-CoA, which enters the Krebs cycle. In the absence of oxygen, pyruvate is instead reduced, accepting the electrons extracted during glycolysis and carried by NADH. When pyruvate is reduced directly, as in muscle cells, the product is lactate. When  $CO_2$  is first removed from pyruvate and the product, acetaldehyde, is then reduced, as in yeast cells, the product is ethanol.



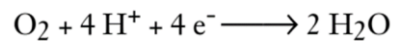
4) 柠檬酸循环 *Krebs cycle*: 8 steps 在有氧条件下线粒体基质中发生



5) 电子传递链 *electron transport chain*: O<sub>2</sub>, 线粒体内膜

葡萄糖的分解代谢是一系列氧化还原反应，释放出的能量储存在高能电子中。以 NAD<sup>+</sup> 作为电子载体，通过电子传递链逐步将电子传递给氧，同时释放能量（形成电化学梯度）

促使生成 ATP--氧化磷酸化。



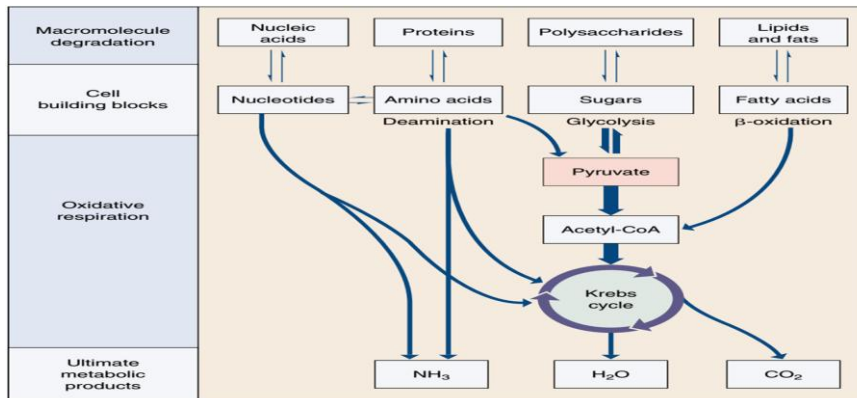
电子传递 *electron transport* 主要组成：复合体(E+质子泵), 辅酶 Q, *cytC*

产生电化学梯度 *electrochemical gradient*: [H<sup>+</sup>], 电位差

产生 ATP (化学渗透) *chemiosmosis*: ATP 合酶—ATP (化学渗透势能转化为生物能)

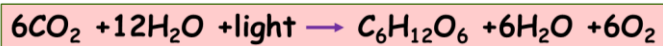
6) **Glucose is not the only source of energy**—葡萄糖不是唯一的供能物质

脂肪酸、氨基酸和核苷酸的分解功能路径：

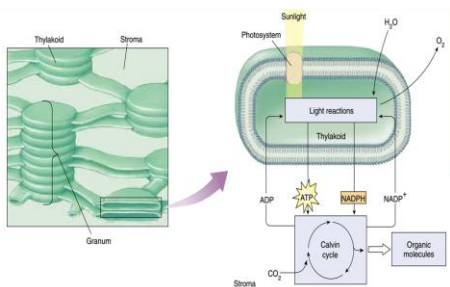


**FIGURE 9.21** How cells extract chemical energy. All eukaryotes and many prokaryotes extract energy from organic molecules by oxidizing them. The first stage of this process, breaking down macromolecules into their constituent parts, yields little energy. The second stage, oxidative or aerobic respiration, extracts energy, primarily in the form of high-energy electrons, and produces water and carbon dioxide.

### 3. 植物的光合作用 photosynthesis



bacteria, algae and green plants (叶肉细胞 mesophyll)利用光能将吸收的二氧化碳和水转化为糖类物质的过程，包括三个阶段：光合色素吸收光能，光能转化为还原力和化学能（水裂解-光反应）和二氧化碳转化为糖（碳固定-暗反应）；两个主要反应：光反应和卡尔文循环（暗反应）。



**FIGURE 10.2 (continued)** membrane and generate the ATP and NADPH that fuel the Calvin cycle. The fluid interior matrix of a chloroplast, the stroma, contains the enzymes that carry out the Calvin cycle.

Take place in 3 stages:

- Pigments capture sunlight energy
  - 将光能转化为还原力NADPH和ATP
  - 将CO<sub>2</sub>转化为糖—碳固定
  - 光反应light reaction— thylakoid 类囊体
- $$2\text{H}_2\text{O} + \text{light} \rightarrow \text{O}_2 + \text{NADPH} + \text{ATP}$$
- Calvin cycle— stroma 基质
- $$6\text{CO}_2 + \text{NADPH} + \text{ATP} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

#### 1) 第一阶段---光系统 photo system 捕获光能

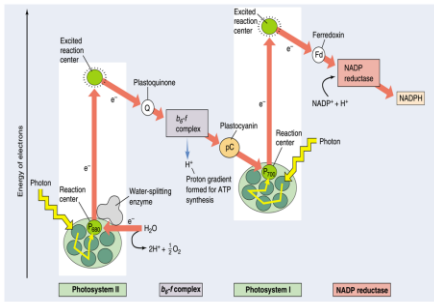


FIGURE 10.14  
A-Z diagram of photosystems I and II. Two photosystems work sequentially. First, a photon of light excites a high-energy electron from photosystem II; that electron is used to pump a proton across the membrane, contributing chemiosmotically to the production of a molecule of ATP. The excited electron then passes along a chain of cytochromes to photosystem I. When photosystem I absorbs a photon of light, it ejects a high-energy electron used to drive the formation of NADPH.

- Chlorophyll 叶绿素
    - chlorophyll a (吸收红光,呈草绿色)
    - chlorophyll b (橙色光,呈黄绿色, accessory)
  - Carotenoid 类胡萝卜素 (叶黄素lutein, accessory and protection)
- Pigments + protein → 光系统photosystem
- PS I (P700, 叶绿素a, core--NADPH)  
PS II (P680, initial--water split--O<sub>2</sub>)  
光合电子传递链(电子载体:质体醌, 质体蓝素)  
--光合磷酸化photophosphorylation--ATP

## 2) 第二阶段—光能转化 Convert sunlight into NADPH and ATP---light reaction

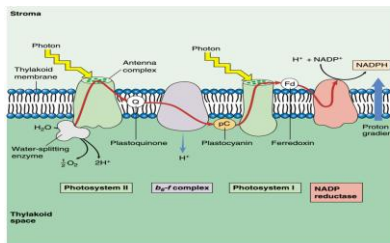
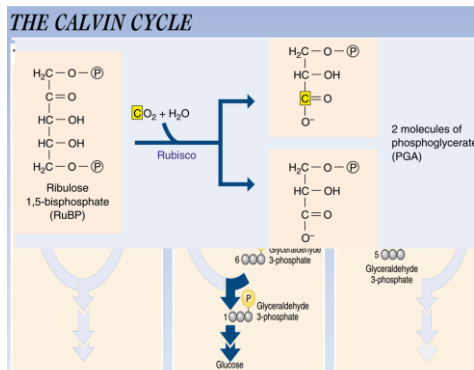


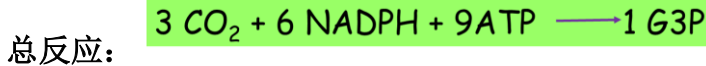
FIGURE 10.15  
The photosynthetic electron transport system. When a photon of light strikes a pigment molecule in photosystem II, it excites an electron. This electron is coupled to a proton stripped from water by an enzyme and is passed along a chain of membrane-bound cytochrome electron carriers (*red arrows*). When water is split, oxygen is released from the cell, and the hydrogen ions remain in the thylakoid space. At the proton pump (*blue arrows*), the energy supplied by the photon is used to transport a proton across the membrane into the thylakoid. The concentration of hydrogen ions within the thylakoid thus increases further. When photosystem I absorbs another photon of light, its pigment passes a second high-energy electron to a reduction complex, which generates NADPH.

- PS II (P680, initial--water split--O<sub>2</sub>)  
H<sub>2</sub>O + light → 1/2 O<sub>2</sub> + 2H<sup>+</sup> (类囊体腔)
- 光合电子传递链 Q-- b6-f复合物  
b6-f复合物(质子泵)-电化学梯度-化学渗透  
ATP合酶--ATP(stroma)  
photophosphorylation光合磷酸化
- PS I (P700, 叶绿素a, center--NADPH)  
PS II -- e<sup>-</sup> --- 质体蓝素PC --- PS I --- e<sup>-</sup> ---  
Fd (铁氧还蛋白) - NADP还原酶--NADPH (stroma)

## 3) 第三阶段：将 CO<sub>2</sub> 转化为糖 Calvin cycle—碳固定—light-independent reaction



- CO<sub>2</sub> fixation  
核酮糖羧化-加氧酶Rubisco,  
3RuBP(C5) + 3CO<sub>2</sub> → 6PGA(C3)
- C3 photosynthesis  
氧化还原反应 耗能  
6PGA + 6ATP + 6NADPH → 6G3P  
(甘油醛-3-磷酸)
- RuBP的再生  
5 G3P + 3ATP → 3RuBP  
1 G3P ----- glucose  
糖异生



## 4) 光呼吸 photorespiration:

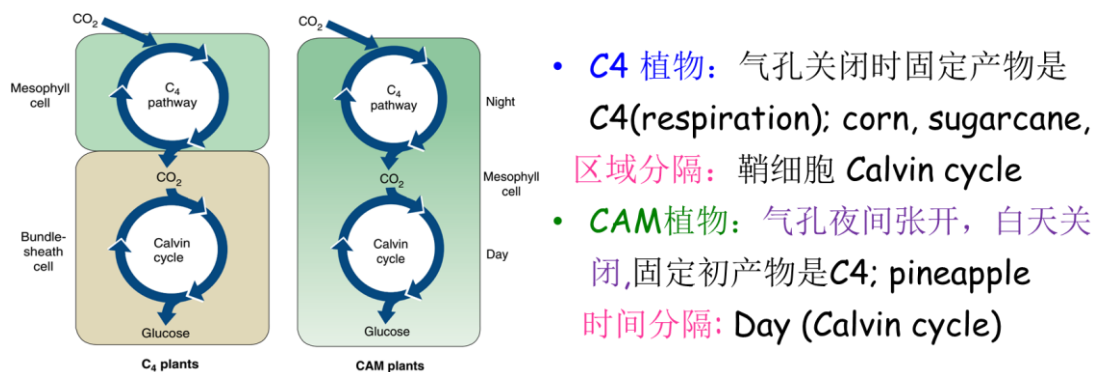
所有进行光合作用的细胞在光照和高氧低二氧化碳情况下发生的一个生化过程。它是光合作用一个损耗能量的副反应。绿色植物在照光条件下的呼吸作用。特点是呼吸基质在被分解转化过程中虽也放出 CO<sub>2</sub>, 但不能转换成能量 ATP, 而使光合产物被白白地耗费

掉。光呼吸越强，光合生产率相对就低。根据大气氧浓度 21% 时的测定，茶树叶片的光呼吸强度为  $1.6 \pm 0.1 \text{ mgCO}_2/\text{dm}^2/\text{h}$ ，比一般植物高。

**C3 植物：**  $\text{CO}_2$  固定的最初产物是三碳化合物 *PGA*，水稻、小麦、大豆等；

干旱炎热时气孔关闭， $\text{CO}_2$  不能进入， $\text{O}_2$  也无法排除。

$[\text{O}_2] \uparrow$  -- *Rubisco* 加氧酶活性增强 -  $2\text{C} - 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ，分解糖的同时不产生 *ATP*



光呼吸不是一个纯粹消耗能量的过程，其功能是：①在光呼吸时细胞线粒体中进行甘氨酸转变为丝氨酸反应时能形成 3-磷酸腺苷(*ATP*)；②光呼吸可以将光合作用的副产品磷酸乙醇酸和乙醇酸转变为碳水化合物；③在水分亏缺及高光照条件下，叶片气孔关闭，光呼吸释放的  $\text{CO}_2$  能被再固定，可保护光合作用的反应中心，以免被强光破坏。

### 7.5.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授和举例分析的形式进行。

### 7.5.6 作业安排及课后反思

植物细胞的光合作用与呼吸作用的异同点；为什么大多数专家认为热带雨林对全球氧气的产生并无贡献或贡献很小；**思考题： P78 NO.8 从制氧的角度，哪些植物适合放在卧室？**

### 7.5.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。



### 7.5.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第三章生命的基本单位-细胞

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 7.6 教学单元六 第三章 生命的基本单位—细胞 partIV--细胞的分裂 Division（2学时）

### 7.6.1 教学日期

第三周 第六讲

### 7.6.2 教学目标

掌握细胞周期与有丝分裂；熟悉细胞周期调控的分子机理；了解细胞周期调控与癌症的关系；掌握减数分裂的意义

### 7.6.3 教学内容（含重点、难点）

重点：细胞周期和有丝分裂、细胞周期调控

教学难点：细胞周期调控与癌症的关系；

主要知识点：细胞周期与有丝分裂；细胞周期调控的分子机理；细胞周期调控与癌症的关系；减数分裂的意义

### 7.6.4 教学过程

## IV. 细胞的分裂 Division

### 1. 细胞周期与有丝分裂 cell cycle and mitosis

细胞周期 *cell cycle*: Cell 从第一次分裂开始到下一次分裂开始所经历的过程，包括

分裂间期 *interphase*: (3) *G1*(主要生长期), *S*(*Synthesis*),

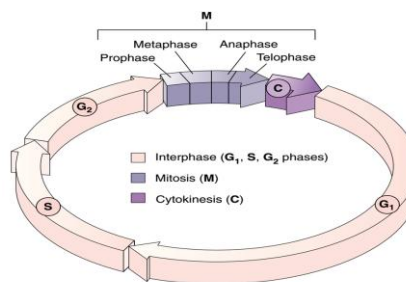


FIGURE 11.8 The cell cycle. Each wedge represents one hour of the 22-hour cell cycle in human cells growing in culture. *G*<sub>1</sub> represents the primary growth phase of the cell cycle, *S* the phase during which a replica of the genome is synthesized, and *G*<sub>2</sub> the second growth phase.

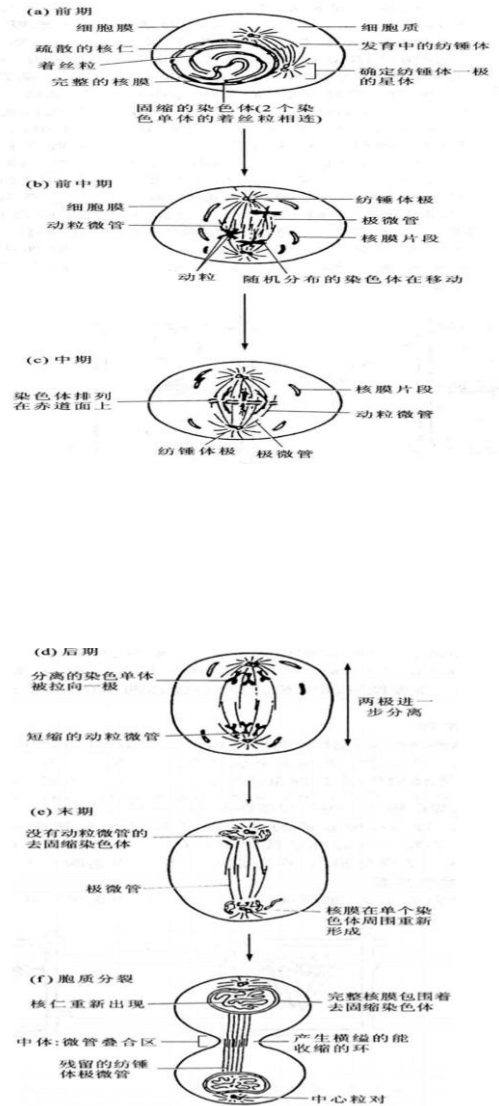
G2---G0

有丝分裂期 *Mitosis* (5): 前期 *prophase*, 前中期 *prometaphase*, 中期 *metaphase*, 后期 *anaphase*, 末期 *telophase*

胞质分裂 *cytokinesis*

## 2. 有丝分裂期 *Mitosis* (5):

- 1) 前期 *prophase*: *nucleolus* 核仁, *Chromatin-chromosome-sister chromatids* (*centromere-kinetochore* 动粒), *Centrosome-spindle* 纺锤体
- 2) 前中期 *prometaphase*: *nuclear envelope*, *Spindle*
- 3) 中期 *metaphase*: *equatorial plane* 赤道板, *centromere(2)*, *spindle microtubules*: 动粒微管
- 4) 后期 *anaphase*: *sister chromatids spindle* 纺锤体(动力微管缩短, 极微管延伸)
- 5) 末期 *telophase*: *chromosome-chromatin*, *nuclear envelope*, *nucleolus*
- 6) *cytokinesis*: *equatorial plane*-微丝环沟(*animal*) , 细胞板 *cell plate* (*plant*)



## 3. 细胞周期调控的分子机制:

- 1) G1 (准备期: *centriole replicate*, *Mit*, *ribosome*, *ER*, *Golgi apparatus*; *DNA repairment*)
- 2) G0 (脱离细胞周期): *most cells*, *nerve cells*, *muscle cells* , *liver cell*, *lymphocyte*
- 3) 分生细胞 *meristematic cell* (*root*, *stem*, *blood stem cell*)



- $G_1$  checkpoint (end of  $G_1$ )- assess cell growth
- $G_2$  checkpoint (end of  $G_2$ ): - assess DNA replication
- M checkpoint (metaphase)- assess mitosis, trigger exit of mitosis and cytokinesis and beginning of  $G_1$

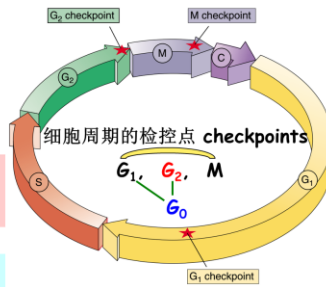


FIGURE 11.15 Control of the cell cycle. Cells use a centralized control system to check whether proper conditions have been achieved before passing three key "checkpoints" in the cell cycle.

#### 4) 细胞周期调控的分子机制-细胞周期蛋白 *cyclin*

和周期蛋白依赖性激酶 *Cdk*

*Cyclin* 细胞周期蛋白:  $G_1$  *cyclin* (at least 3), mitotic *cyclin*, etc

*Cdk* 周期蛋白依赖性激酶: 结合  $G_1$  *cyclin* 被激活-磷酸化 (核纤层-核膜解体)-*START*;  $G_2$  *cyclin* 形成分裂期促进因子 *MPF*

有丝分裂晚期, *MPF* 解体, *Cdk* 循环(失活状态)

#### 5) 细胞周期调控的分子机制-生长因子 *growth factor*, *GF*

一种由特定细胞(成纤维 *cell*, 肾细胞, 血管内皮细胞等)分泌的蛋白质, 促进其他细胞的分裂的细胞因子 *cytokine*。

肠上皮细胞: *divide more than twice a day*; Liver cells: *once every year*;

Mature neurons and muscle cells: *never leave G0*

密度制约的抑制作用 (*density-dependent inhibition*)、贴壁生长依赖性 (*anchorage dependence*)

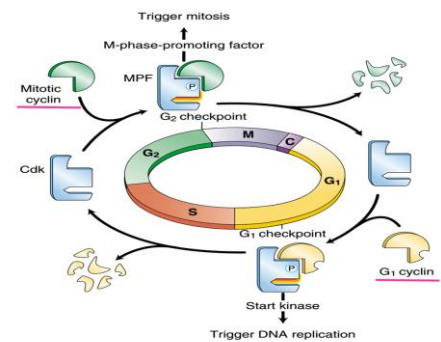
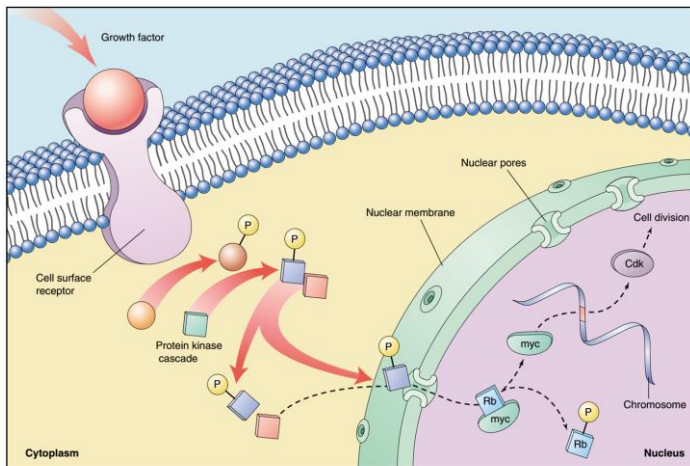


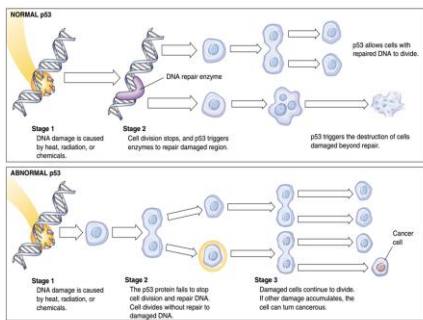
FIGURE 11.18 How cell cycle control works. As the cell cycle passes through the  $G_1$  and  $G_2$  checkpoints, Cdk becomes associated with different cyclins and, as a result, activates different cellular processes. At the completion of each phase, the cyclins are degraded, bringing Cdk activity to a halt until the next set of cyclins appears.



**FIGURE 11.19**  
The cell proliferation-signaling pathway. Binding of a growth factor sets in motion a cascading intracellular signaling pathway (described in chapter 7), which activates nuclear regulatory proteins that trigger cell division. In this example, when the nuclear protein Rb is phosphorylated, another nuclear protein (myc) is released and is then able to stimulate the production of Cdk proteins.

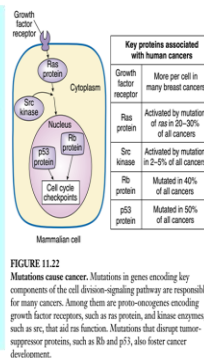
生长因子与细胞膜表面受体结合，产生信号转导经一系列蛋白激酶的级联放大进入核内，激活核内调节蛋白，从而促使细胞分裂；如核蛋白 *Rb* 磷酸化后释放转录因子 *myc*，促进细胞周期蛋白激酶的转录，从而加速细胞分裂。

### 介绍细胞周期调控与癌变



**FIGURE 11.20**  
Cell division and p53 protein. Normal p53 protein monitors DNA, destroying cells with irreparable damage to their DNA. Abnormal p53 protein fails to stop cell division and repair DNA. As damaged cells proliferate, cancer develops.

**p53蛋白监控基因完整性**：一旦受损，则使细胞停滞在G1，进行DNA修复；若失败，则启动程序性死亡(apoptosis)诱导细胞自杀，阻止癌变细胞生成。**-p53基因即为抑癌基因 tumor suppressor gene**



**FIGURE 11.22**  
Mutations cause cancer. Mutations in genes encoding key components of the cell division-signaling pathway are responsible for many cancers. Among them are proto-oncogenes encoding growth factor receptors, such as ras protein, and kinase enzymes, such as src, that aid ras function. Mutations that disrupt tumor-suppressor proteins, such as Rb and p53, also foster cancer development.

**致癌基因/原癌基因**  
**proto-oncogene: ras 基因, myc基因 (G1 checkpoint)**

### 4. 减数分裂 Meiosis

有性生殖中由二倍体的配子母细胞产生单倍体配子 *gametes(sperm, ovum/egg)*的细胞分裂过程。

减数分裂的特征：一次复制，两次细胞分裂： $2n \rightarrow n$

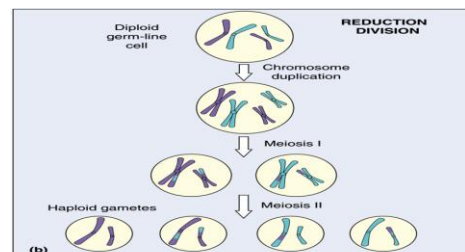
前期 I (偶线期)形成联会复合体 **synapse**

粗线期—非姐妹染色单体交叉互换-同源重组

第一次是同源染色体分离；第二次是姐妹染色单体的

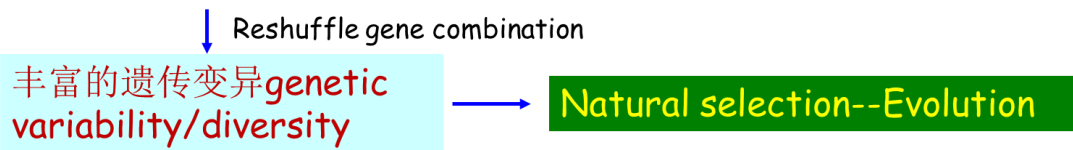
随机分离

减数分裂的生物学意义：丰富遗传变异



**FIGURE 12.5**  
Unique features of meiosis. (a) Synapsis draws homologous chromosomes together, creating a situation where the two chromosomes can physically exchange parts, a process called crossing over. (b) Reduction division, by omitting a chromosome duplication before meiosis II, produces haploid gametes, thus ensuring that chromosome number remains stable during the reproduction cycle.

联会—同源重组 + 染色体的随机分配independent assortment自由组合



### 7.6.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授和举例分析的形式进行。

### 7.6.6 作业安排及课后反思

思考减数分裂和有丝分裂的主要区别及其重要意义；癌症的发生于细胞周期调控的关系。

### 7.6.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.6.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第三章生命的基本单位-细胞

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 7.7 教学单元七 第四章 动物的结构与功能—part I --脊椎动物的结构与功能简介，消化系统（2学时）

### 7.7.1 教学日期

第四周 第七讲

### 7.7.2 教学目标

了解脊椎动物的多层次结构组成与对环境的适应；了解动物消化系统的演化，掌握脊椎动物消化系统的结构与功能，熟悉消化酶及消化激素与其调节作用；

### 7.7.3 教学内容（含重点、难点）

重点：脊椎动物的四种基本组织，动物的多层次结构组成；脊椎动物消化系统的结构与功能

难点：动物结构构成与内环境和外环境的关系；消化相关激素及其调节作用

主要知识点：脊椎动物的基本组织、系统；动物结构组成与环境的关系；消化系统演化，脊椎动物消化系统的组成及各部位的生理功能，消化酶的产生及作用，消化激素及其对代谢的调节作用

### 7.7.4 教学过程



维萨里：与哥白尼齐名，著名的医生和解剖学家，近代人体解剖学的创始人，是科学革命的两大代表人物之一。1543年发表《人体构造》，总结了当时解剖学的成就，与哥白尼的《天体运行论》同一年出版。维萨里与尼古拉·哥白尼一样，为了捍卫科学真理，遭教会迫害。但他建立的解剖学为血液循环的发现开辟了道路，成为人们铭记他的丰碑。

## 一、脊椎动物的结构与功能 Vertebrate

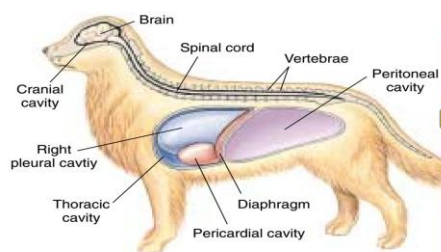


FIGURE 49.2  
Architecture of the vertebrate body. All vertebrates have a **dorsal central nervous system**. In mammals and some reptiles, muscular diaphragm divides the coelom into the thoracic cavity and the peritoneal cavity.

- 中枢神经系统/背神经管: cranial cavity 颅腔; spinal cord 脊髓; vertebra 椎骨
- 体腔coelom:  
胸腔thoracic cavity-胸膜腔pleural cavity (lungs); 心包腔pericardial cavity (heart)  
横膈膜diaphragm  
腹腔peritoneal cavity (liver, stomach, intestines)
- 骨骼skeleton: 头骨skull, 软骨cartilage

## 1. 脊椎动物的 4 种基本组织:

1) *Epithelial tissues*—*membrane, glands* (保护, 吸收, 分泌): 表皮的复层上皮, 胃膜的柱状上皮细胞, 肾小管的单层立方上皮细胞, 毛细血管的单层扁平上皮

2) *Connective tissues*—*extracellular materials* (联结, 支持): *cells*+ 蛋白质纤维(*elastic fiber, collagen, reticular fiber-fibroblast*) + *amorphous matrix*

*Loose*(*adipose tissue* 脂肪组织), *dense* (致密结缔组织, *ligament, tendon*)

*Cartilage* 软骨, *bone, blood*

3) *Muscle tissues*—*movement*

*Smooth muscle* (*viscera, iris* 虹膜)

*Skeletal muscle* (*long, multinucleate, 具横纹 striated*)

*Cardiac muscle* (*shorter, striated, single nucleus, gap junctions-myocardium*)

4) *Nerve tissues*—*control*

*neuron: cell body+dendrites* 树突+axon  
轴突; *receive signal, produce and conduct electric impulse*

*Neuroglia* 神经胶质细胞: *isolate, support and nutrition*

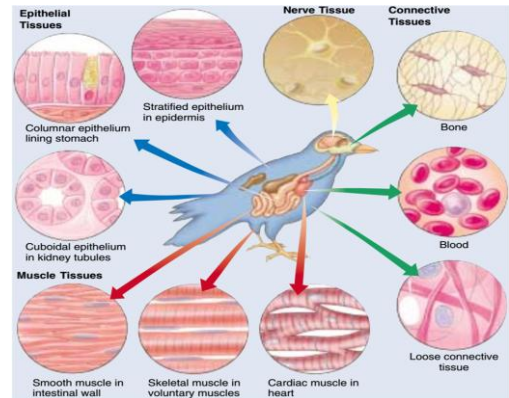
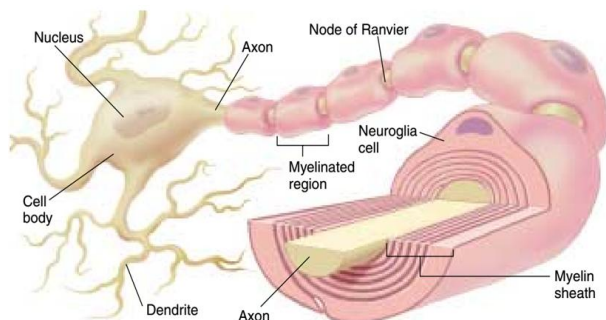


FIGURE 49.3 Vertebrate tissue types. Epithelial tissues are indicated by blue arrows, connective tissues by green arrows, muscle tissues by red arrows, and nerve tissue by a yellow arrow.



## 2. 脊椎动物的系统

4 levels of organization: **cells—tissues (4)—organs—systems (11)**





### 3. 动物的结构与环境

外环境 *External environment*: *Adaptation* 适应; *Exchange* 交换 (物质、能量与信息)

内环境 *Internal environment*: *Maintain stable* 维持内环境稳定

细胞外液 *ECF*(组织液, 血浆, 淋巴液, 脑脊液) [*G*], *T*, [*I*]

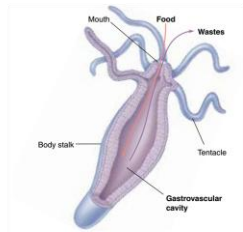
#### 二、 消化系统 *Digestive system*

消化系统的演化: 胞内消化 (单细胞生物—海绵) --- 胞外消化 (开管式—腔肠动物; 闭管式—线形动物、环节动物、两栖动物)

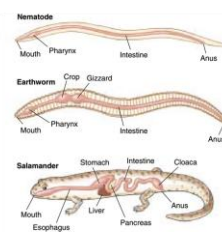


**Autotrophic**自养 **heterotrophic**异养

- **Herbivore**食草动物
- **Carnivore**食肉动物
- **Omnivore**杂食动物



**FIGURE 51.2**  
The gastrovascular cavity of *Hydra*, a coelenterate. Because there is only one opening, the mouth is also the anus, and no specialization is possible in the different regions that participate in extracellular digestion.

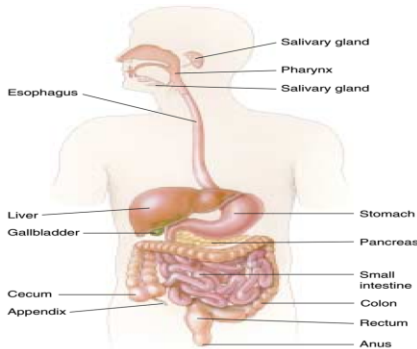


**FIGURE 51.3**  
The one-way digestive tract of nematodes, earthworms, and vertebrates. One-way movement through the digestive tract allows different regions of the digestive system to become specialized for different functions.

**Gastrovascular cavity**肠腔 **digestive tract**消化道 **one-way**

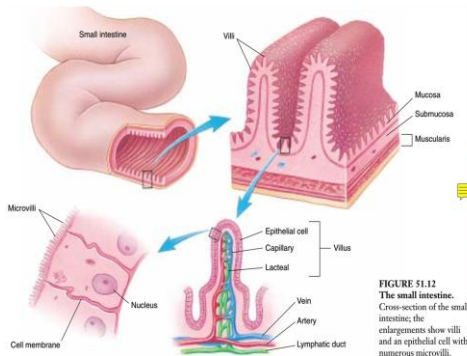
**Intracellular**(single-cell, sponge)

## 1. 脊椎动物的消化系统



**FIGURE 51.4**  
The human digestive system. Humans, like all placental mammals, lack a cloaca and have a separate exit from the digestive tract through the rectum and anus.

- **Mouth**- ingestion (chew, swallow),  
3 salivary glands (starch-maltose)
- **Esophagus**-transport (peristalsis蠕动)
- **Stomach**-store(3-4h), partial digestion(70% starch, pepsin胃蛋白酶-protein, parietal cell壁细胞-HCl; 内因子-**VB12**--恶性贫血) chyme食糜absorption (water, aspirin, alcohol)  
pylori 幽门-helicobacter—peptic ulcers (90% duodenum ulcer十二指肠溃疡)



**FIGURE 51.12**  
The small intestine. Cross-section of the small intestine; the enlargements show villi and an epithelial cell with numerous microvilli.

- **Small intestine**-duodenum, 空肠, 回肠:  
Digestion (liver, pancreas胰脏)  
Absorption(Musca 环形皱褶, 绒毛villi, 微绒毛microvilli-surface 600 fold)

**Amino acids**—active transport,  
**monosaccharides**—协同运输 (Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> pump)  
**Fat**—bile胆汁乳化, 脂肪酶降解—FA, 单酯  
酰甘油吸收--重新合成—载脂蛋白—乳糜颗粒chylomicron—淋巴管

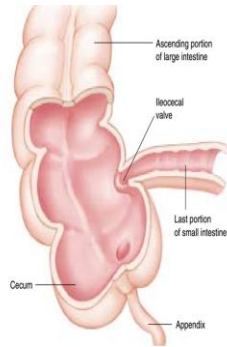


FIGURE 51.16 The junction of the small and large intestines in humans. The large intestine, or colon, starts with the cecum, which is relatively small in humans compared with that in other mammals. A vestigial structure called the appendix extends from the cecum.

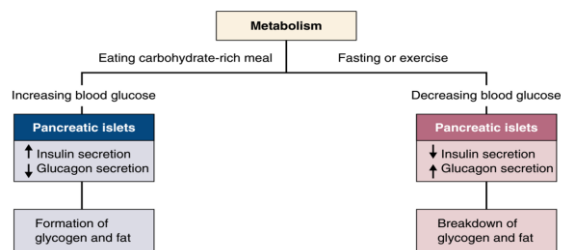
- > Large intestine-盲肠cecum, 升结肠,横结肠colon,降结肠,乙状结肠,直肠rectum:
  - Absorption (water, salts)+bacteria (VB<sub>12</sub>, VB<sub>1</sub>, VB<sub>2</sub>, VK-clotting, gas)
  - store (feces)
  - Rectum -defecate (reflex)
- > Variations—adaptation
  - ruminant mammals反刍动物: 瘤胃rumen(cellulose-microorganisms), 网胃reticulum, 瓣胃omasum, 皱胃abomasum

**Much of the food value of plants is tied up in cellulose, and the digestive tract of many animals harbors colonies of cellulose-digesting microorganisms. Intestinal microorganisms also produce molecules such as vitamin K that are important to the well-being of their vertebrate hosts.**

## 2. 消化酶

Location	Enzymes	Substrates	Digestion Products
Salivary glands	Amylase	Starch, glycogen	Disaccharides
Stomach	Pepsin	Proteins	Short peptides
Small intestine (brush border)	Peptidases	Short peptides	Amino acids
	Nucleases	DNA, RNA	Sugars, nucleic acid bases
	Lactase, maltase, sucrase	Disaccharides	Monosaccharides
Pancreas	Lipase	Triglycerides	Fatty acids, glycerol
	Trypsin, chymotrypsin	Proteins	Peptides
	DNase	DNA	Nucleotides
	RNase	RNA	Nucleotides

## 3. 消化激素及相关的调节





Hormone	Class	Source	Stimulus	Action	Note
Gastrin	Polypeptide	Pyloric portion of stomach	Entry of food into stomach	Stimulates secretion of HCl and pepsinogen by stomach	Unusual in that it acts on same organ that secretes it
Cholecystokinin	Polypeptide	Duodenum	Fatty chyme in duodenum	Stimulates gallbladder contraction and secretion of digestive enzymes by pancreas	Structurally similar to gastrin
Gastric inhibitory peptide	Polypeptide	Duodenum	Fatty chyme in duodenum	Inhibits stomach emptying	Also stimulates insulin secretion
Secretin	Polypeptide	Duodenum	Acidic chyme in duodenum	Stimulates secretion of bicarbonate by pancreas	The first hormone to be discovered (1902)



FIGURE 51.22 Injection of the hormone leptin causes genetically obese mice to lose weight. These two mice are identical twins, both members of a mutant strain of obese mice. The mouse on the right has been injected with the hormone leptin. It lost 30% of its body weight in just two weeks, with no apparent side effects.

基础代谢率 **basal metabolic rate, BMR**

单位时间内维持清醒状态的生命活动所需的最低能量

eating disorder 进食障碍:

obesity 肥胖 (leptin-adipocyte 脂肪组织细胞)

anorexia nervosa 神经性厌食 (orexin- 下丘脑泌素)

bulimia nervosa 神经性贪食

### 7.7.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授、结合图示以及具体疾病介绍分析。

### 7.7.6 作业安排及课后反思

思考: *Homeostasis* 稳态(*variable, respectively*)通常通过 *Negative feedback* 负反馈调控; 哪些激素与调节血糖水平有关, 它们分别起什么作用?

### 7.7.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课; 学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.7.8 参考资料 (具体到哪一章节或页码)

《陈阅增普通生物学》第4版, 吴相钰主编, 第四章 动物的结构与功能

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版, 袁玲主编

## 7.8 教学单元八 第四章 动物的结构与功能—part II --循环与呼吸系统 **Circulatory and Respiratory systems (2 学时)**

## 7.8.1 教学日期

第四周 第八讲

## 7.8.2 教学目标

了解动物循环系统的演化和心血管疾病，掌握脊椎动物循环系统的结构与功能和心动周期，熟悉心脏搏动的自主节律性；了解呼吸系统的结构及功能，掌握血红蛋白的生理功能，熟悉呼吸的负反馈调控

## 7.8.3 教学内容（含重点、难点）

重点：肺循环与体循环；心动周期；肺的结构与功能；血红蛋白的生理功能

难点：心脏搏动的自主节律性；呼吸的神经控制

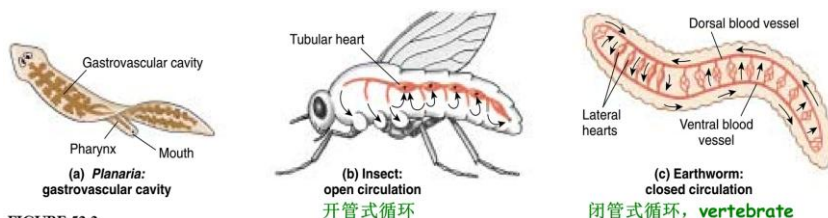
主要知识点：循环系统演化，心脏的结构，肺循环与体循环，心动周期，心脏搏动的自主节律，动脉粥样硬化；肺活量，通气量，肺泡的结构和功能，氧气和二氧化碳的运输，呼吸的调控

## 7.8.4 教学过程

### 一、循环系统

#### 1. Open and closed circulatory system 开管式循环与闭管式循环

涡虫 *planaria*（扁形动物）的消化循环腔；昆虫（节肢动物）的开管式循环；蚯蚓（环节动物）的闭管式循环；脊椎动物闭管式循环



**FIGURE 52.2**  
**Circulatory systems of the animal kingdom.** (a) The gastrovascular cavity of *Planaria* serves as both a digestive and circulatory system, delivering nutrients directly to the tissue cells by diffusion from the digestive cavity. (b) In the open circulation of an insect, hemolymph is pumped from a tubular heart into cavities in the insect's body; the hemolymph then returns to the blood vessels so that it can be recirculated. (c) In the closed circulation of the earthworm, blood pumped from the hearts remains within a system of vessels that returns it to the hearts. All vertebrates also have closed circulatory systems.

## 2. Functions of vertebrate circulatory system 脊椎动物循环系统的主要功能

体液 *body fluid* 包括：细胞内液 *intracellular fluid* (Male 40%, female 30%);

细胞外液 *extracellular fluid* (组织液 *interstitial* + *plasma* 血浆 + *lymph* 淋巴 + 脑脊液)

主要功能包括：**Transport 运输**: *respiratory*(O<sub>2</sub>); *nutritive*(digestive); *excretory* (waste)

**Regulate 调节**: *hormone*; *body temperature* (*endotherm* 恒温动物)

**Protect 保护**: *blood clotting* 凝血，免疫防御

---

**Circulatory systems may be open or closed. All vertebrates have a closed circulatory system, in which blood circulates away from the heart in arteries and back to the heart in veins. The circulatory system serves a variety of functions, including transportation, regulation, and protection.**

---

## 3. Blood 血液的组成成分及功能

*plasma* 血浆 + *blood cells*

**Plasma**: *salts* (PBS, NaCl, KCl) --osmotic pressure;

*proteins* ( *albumin* 清蛋白, *globulin* 球蛋白, *fibrinogen* ); *metabolites*, *waste*, *hormones*









**Blood cells**: 白细胞 WBC + 血小板 *platelet* + 红细胞 RBC

*erythrocyte/RBC* --- carry O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub>

*leukocyte/WBC*: 粒细胞 (中性粒细胞 *neutrophil*,

嗜酸粒细胞 *eosinophil*, 嗜碱粒细胞 *basophil*), 单核细胞, 淋巴细胞 (T 淋巴细胞, B 淋巴细胞) — *defence*

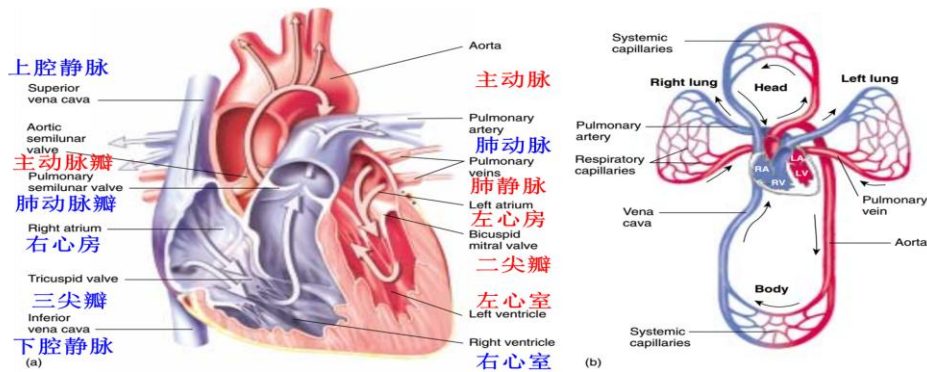
*platelet* --- *blood clotting*

Blood cell	Life span in blood	Function
 Erythrocyte	120 days	O <sub>2</sub> and CO <sub>2</sub> transport
 Neutrophil	7 hours	Immune defenses
 Eosinophil	Unknown	Defense against parasites
 Basophil	Unknown	Inflammatory response
 Monocyte	3 days	Immune surveillance (precursor of tissue macrophage)
 B - lymphocyte	Unknown	Antibody production (precursor of plasma cells)
 T - lymphocyte	Unknown	Cellular immune response
 Platelets	7 - 8 days	Blood clotting

## 4. 心脏的结构及肺循环与体循环

肺循环 *pulmonary*: 缺氧血自右心室 *RV*—肺动脉(左, 右)—肺部进行气体交换--肺静脉 (含氧血) —左心房 *LA*

体循环 *systemic*: 含氧血自左心室 *LV*—主动脉(*aorta*)—流经全身--上腔静脉, 下腔静脉(缺氧血) —右心房 *RA*



**FIGURE 52.14**  
The heart and circulation of mammals and birds. (a) The path of blood through the four-chambered heart. (b) The right side of the heart receives deoxygenated blood and pumps it to the lungs; the left side of the heart receives oxygenated blood and pumps it to the body. In this way, the pulmonary and systemic circulations are kept completely separate. RA = right atrium; LA = left atrium; RV = right ventricle; LV = left ventricle.

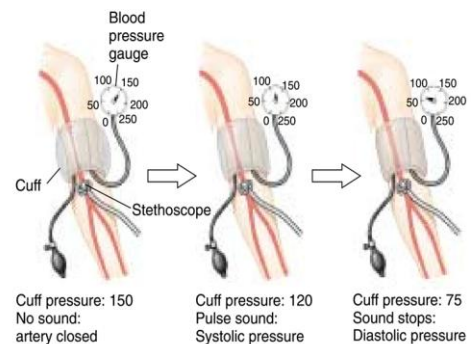
## 5. Cardiovascular system of mammal - cardiac cycle 心动周期

1) 心脏每收缩和舒张一次构成一个心动周期:

心房收缩(右先)-舒张--心室收缩(左先)-舒张: 心脏舒张时内压降低, 腔静脉血液回流入心; 心脏收缩时内压升高, 将血液泵到动脉。

舒张压-收缩压 (*adult*): 75—120mmHg

*Hypertension* 高血压: 舒张压 > 90; 收缩压 > 150



**FIGURE 52.15**  
Measurement of blood pressure.

**The cardiac cycle consists of systole and diastole; the ventricles contract at systole and relax at diastole.**

2) *Cardiovascular system of mammal* - 哺乳动物心血管系统的自主节律性

每分钟 75 次计, 一个心动周期平均 0.8 秒: 心房收缩 0.11s, 舒张 0.69s; 心室收缩

0.27s, 舒张 0.53 秒; 还伴有心电 ECG、心音、动静脉搏动等周期变化, 反映着心脏的功能状态, 是诊断心血管疾患的重要依据。

### 特殊传导系统(自动产生节律性兴奋并传导兴奋):

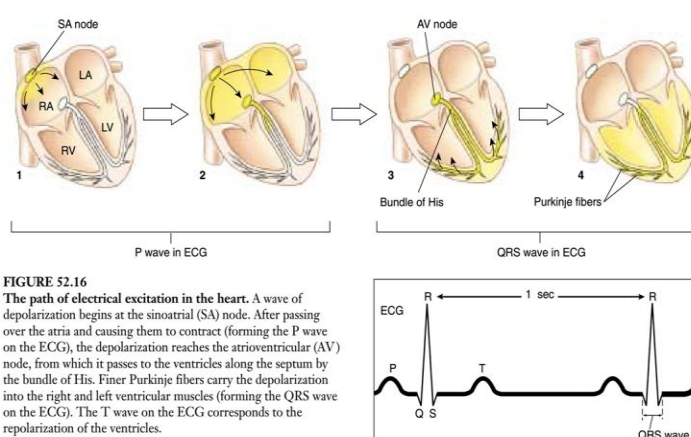
窦房结(SA node): 右心房 RA 收缩

-P wave 窦性心律(心律不齐, 心动过缓)

房室结(AV node); 40-50/min

房室束—浦肯野纤维: 心室收缩

—QRS wave

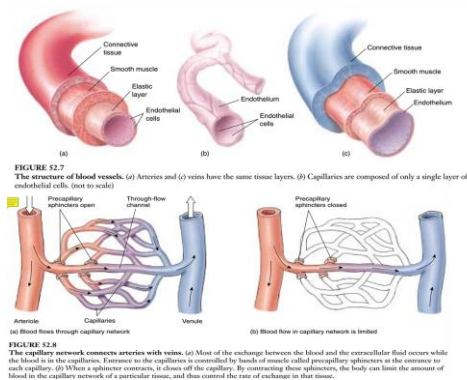


*Pacemaker* 起搏点: 可以自动地、有节律地产生电流, 电流按传导组织的顺序传送到心脏的各个部位, 从而引起心肌细胞的收缩和舒张。人体正常的心跳就是从这里发出的, 这就是“心脏起搏点”。窦房结每发生 1 次冲动, 心脏就跳动 1 次, 在医学上称为“窦性心律”。窦房结是心脏搏动的最高“司令部”, 正常的窦房结具有强大的自律性。凡是由窦房结发出激动所形成的心律总称为窦性心律。心脏正常的跳动就应该是窦性心律。窦房结的频率每分钟 60~100 次, 但有 25% 的青年人心率为 50~60 次/分, 6 岁以前的儿童可超出 100 次/分, 初生婴儿则可达 100~150 次/分。窦性心动过缓伴窦性停搏且出现晕厥者可考虑安装人工心脏起搏器。P-R 间期大于 0.12s。

### 简单认识心电图 *electrocardiogram, ECG*

## 6. 血管结构与功能相适应





外膜(结缔组织); 中膜(平滑肌); 内膜(内皮)

动脉arteries: 管壁厚, 弹性大 (维持血压相对稳定)

静脉veins: 管壁薄, 弹性较低 (血压小10mmHg--贮血库)

毛细血管capillary: 单层内皮细胞  
毛细血管网(微动脉、微静脉)-微循环—物质交换的场所

## 7. Cardiovascular disease 心血管疾病

动脉粥样硬化 *atherosclerosis*:

动脉(冠状动脉)内膜中沉积含胆固醇的脂肪, 形成粥样斑块。

*Blood pressure*; 心肌供血不足—心绞痛

*chest pain*; 动脉硬化(钙沉积); 心肌梗死 *myocardial infarction*;

脑部: 脑梗死—中风 *stroke* (*vessels burst*, 血栓)

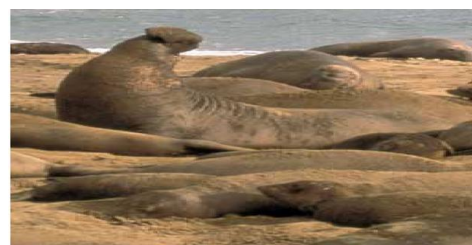
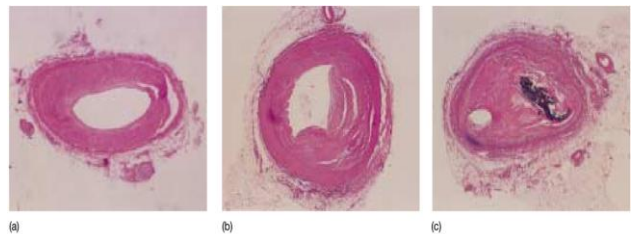
预防心血管疾病的措施: 控制血压; 控制饮食降血脂; 降低血液黏度, 防止血栓(肠溶性 APC); 运动; 戒烟

简单介绍心搏骤停后的心肺复苏 (*cardiopulmonary resuscitation, CPR*):

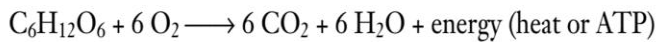
(1) 立即识别心脏停搏并启动应急反应系统; (2) 尽早实施心肺复苏 *CPR*, 强调胸外按压; (3) 快速除颤; (4) 有效的高级生命支持; (5) 综合的心脏骤停后治疗。成人按压频率为至少 100 次/min, 通气比率为 30: 2

## 二、Respiratory system 呼吸系统

### 1. Why we have to respire continuously?



内呼吸/cell respiration: 消耗 O<sub>2</sub>, 产生 CO<sub>2</sub>



外呼吸/lung respiration: 与外界环境进行气体交换

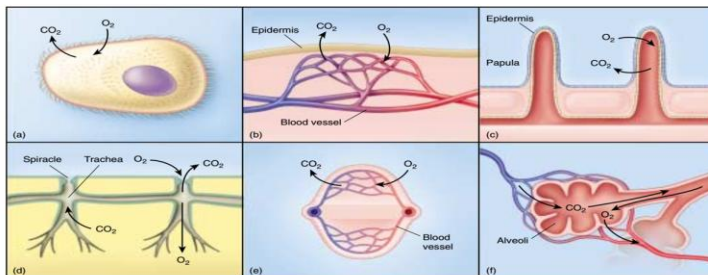


FIGURE 53.2 Gas exchange may take place in a variety of ways. (a) Gases diffuse directly into single-celled organisms. (b) Amphibians and many other animals respire across their skin. (c) Echinoderms have protruding papulae, which provide an increased respiratory surface area. (d) Insects respire through an extensive tracheal system. (e) The gills of fishes provide a very large respiratory surface area and countercurrent exchange. (f) The alveoli in mammalian lungs provide a large respiratory surface area but do not permit countercurrent exchange.

直接交换

间接交换(经过内环境的体液):  
 湿润皮肤(涡虫, 蚯蚓, 两栖类);  
 表皮突起(棘皮动物);  
 全身分布的气管(昆虫 no need 循环系统);  
 鳃gill (鱼类);  
 肺泡 (哺乳动物, reptiles, birds)

## 2. How we respire continuously?

### 1) 呼吸系统的结构与功能

口, 鼻—咽 *pharynx*—喉 *larynx*--气管 *trachea*—2  
 支气管 *bronchi*—细支气管---终末细支气管  
*bronchioles*---肺泡 *alveoli* (单层上皮细胞, 被毛  
 细血管网包裹, 3 亿)

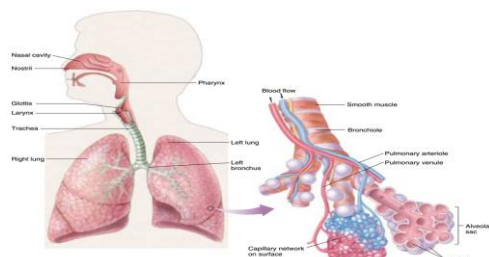


FIGURE 53.9 The human respiratory system and the structure of the mammalian lung. The lungs of mammals have an enormous surface area because of the millions of alveoli that cluster at the ends of the bronchioles. This provides for efficient gas exchange with the blood.

肺换气—骨骼肌的运动: 胸锁乳突肌、肋间肌(胸  
 式呼吸)、膈肌(腹式呼吸)

吸气 *inspiration*—收缩 *contract*, 扩张胸廓;

呼气 *expiration* - 舒张 *relax*, 压缩胸廓

肺活量 *vital capacity*; 通气量(6-8L/min)

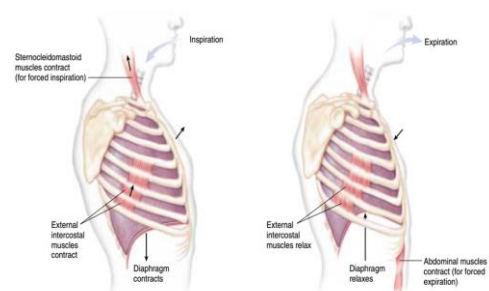
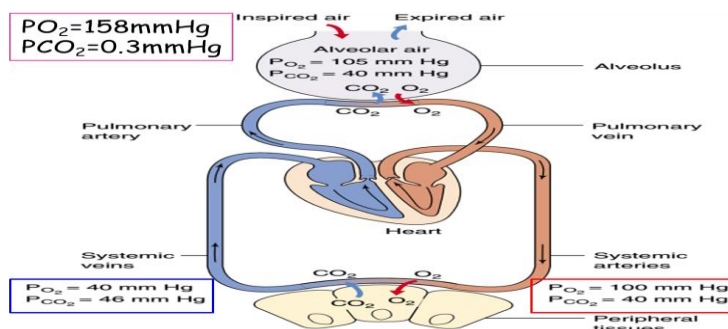


FIGURE 53.12 How a human breathes. (a) Inspiration. The diaphragm contracts and the walls of the chest cavity expand, increasing the volume of the chest cavity and lungs. As a result of the larger volume, air is drawn into the lungs. (b) Expiration. The diaphragm and chest walls return to their normal positions as a result of elastic recoil, reducing the volume of the chest cavity and forcing air out of the lungs through the trachea. Note that inspiration can be forced by contracting accessory respiratory muscles (such as the sternocleidomastoid), and expiration can be forced by contracting abdominal muscles.

气体在肺泡、血液与组织细胞中的交换依赖于浓度梯度—分压的差异形成被动扩散



**FIGURE 53.11**  
**Gas exchange in the blood capillaries of the lungs and systemic circulation.** As a result of gas exchange in the lungs, the systemic arteries carry oxygenated blood with a relatively low carbon dioxide concentration. After the oxygen is unloaded to the tissues, the blood in the systemic veins has a lowered oxygen content and an increased carbon dioxide concentration.

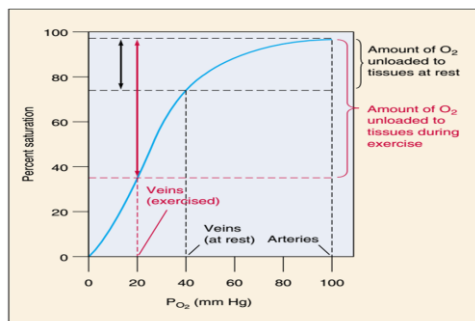
## 2) 氧的运输:

1L 动脉血(200mLO<sub>2</sub>):197mL 血红蛋白结合 (氧合血红蛋白—去氧血红蛋白)

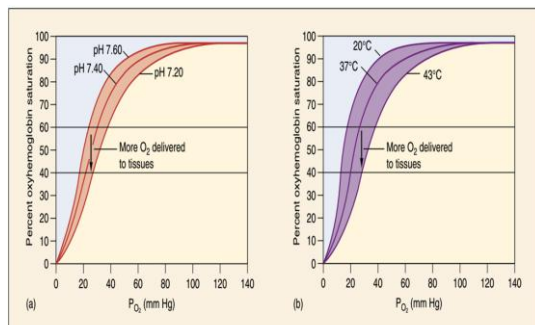
运动、温度以及酸碱度影响载氧血红蛋白 O<sub>2</sub> 的释放:

*Exercise* 运动 > *rest* 静息;

酸性、高温都促进 O<sub>2</sub> 的释放。



**FIGURE 53.16**  
**The oxyhemoglobin dissociation curve.** Hemoglobin combines with O<sub>2</sub> in the lungs, and this oxygenated blood is carried by arteries to the body cells. After oxygen is removed from the blood to support cell respiration, the blood entering the veins contains less oxygen. The difference in O<sub>2</sub> content between arteries and veins during rest and exercise shows how much O<sub>2</sub> was unloaded to the tissues.



**FIGURE 53.17**  
**The effect of pH and temperature on the oxyhemoglobin dissociation curve.** Lower blood pH (a) and higher blood temperatures (b) shift the oxyhemoglobin dissociation curve to the right, facilitating oxygen unloading. This can be seen as a lowering of the oxyhemoglobin percent saturation from 60 to 40% in the example shown, indicating that the difference of 20% more oxygen is unloaded to the tissues.

[波尔效应: CO<sub>2</sub> 浓度的增加可降低细胞内的 pH, 引起红细胞内血红蛋白氧亲和力下降的现象: 当血液流经组织, 特别是代谢旺盛的组织如肌肉时, 这里的 pH 较低, CO<sub>2</sub> 浓度较高, 氧合血红蛋白释放 O<sub>2</sub>, 使组织获得更多 O<sub>2</sub>, 供其需要, 而 O<sub>2</sub> 的释放, 又促使血红蛋白与 H<sup>+</sup> 与 CO<sub>2</sub> 结合, 以缓解 pH 降低引起的问题, [H<sup>+</sup>] ↑ → 促进 Hb 盐键形成 → Hb 构型变为 T 型 → Hb 与 O<sub>2</sub> 亲和力 ↓ → 氧离曲线右移 → 氧离易。



当血液流经肺时，肺  $O_2$  升高，因此有利于血红蛋白与  $O_2$  结合，促进  $H^+$  与  $CO_2$  释放， $CO_2$  的呼出又有利于氧合血红蛋白的生成。[ $H^+$ ]  $\downarrow$   $\rightarrow$  促进 Hb 盐键断裂  $\rightarrow$  Hb 构型变为 R 型  $\rightarrow$  Hb 与  $O_2$  亲和力  $\uparrow$   $\rightarrow$  氧离曲线左移  $\rightarrow$  氧合易]

### 3) $CO_2$ 的运输：（3 种形式）

溶于血浆；

与血红蛋白结合；[一氧化碳中毒的机理]

由红细胞的**碳酸酐酶**催化水合形成碳酸，解

离， $H^+$  与血红蛋白结合运输；

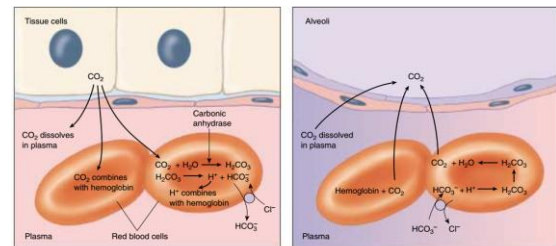


FIGURE 53.18 The transport of carbon dioxide by the blood.  $CO_2$  is transported in three ways: dissolved in plasma, bound to the protein portion of hemoglobin, and as carbonic acid and bicarbonate, which form in the red blood cells. When the blood passes through the pulmonary capillaries, these reactions are reversed so that  $CO_2$  gas is formed, which is exhaled.

**Summary: 血红蛋白的功能：运输  $O_2$  和  $CO_2$ ，维持血液酸碱平衡**

### 4) 呼吸系统的神经调控

随意控制—大脑皮质(通过皮质脊髓束将冲动传送到呼吸运动神经元)：语言，屏息；

自动控制—**延髓/脑干 medulla oblongata** (呼吸中枢：吸气神经元+呼气神经元) 12-18 次 /min；

负反馈调控过程：

中枢化学感受器 **chemosensitive neuron**

呼吸强度降低--[ $CO_2$ ]  $\uparrow$  -脑脊液 pH 下降--**兴奋呼吸中枢感受器/receptor**—运动神经元--呼吸活动加强；

[ $CO_2$ ]过低----呼吸暂停 [过度通气：是急性焦虑引起的生理、心理反应，发作时患者会感到心跳加速、心悸、出汗，因为感觉不到呼吸而加快呼吸（就是癔症发作），导致二氧化碳不断被排出而浓度过低，引起继发性的呼吸性碱中毒等症状。发作时可让患者向 100~200ml 左右容积的纸袋内重复呼吸，使吸入空气的  $CO_2$  浓度增高，从而提高  $PaCO_2$ ，终止过度通气。也可应用镇静剂及精神疗法。]

## 外周化学感受器：颈动脉窦和主动脉弓附近的上皮细胞— $[O_2]$ 变化

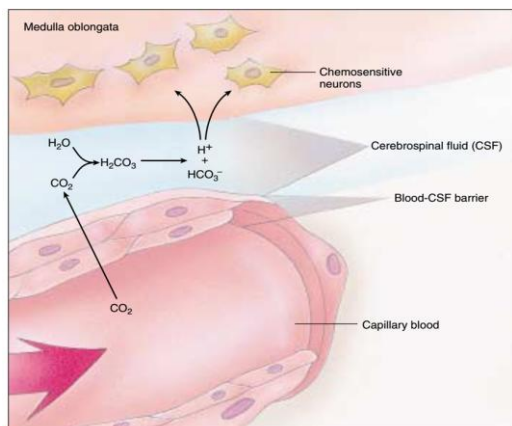


FIGURE 53.13  
The effect of blood  $CO_2$  on cerebrospinal fluid (CSF). Changes in the pH of the CSF are detected by chemosensitive neurons in the brain that help regulate breathing.

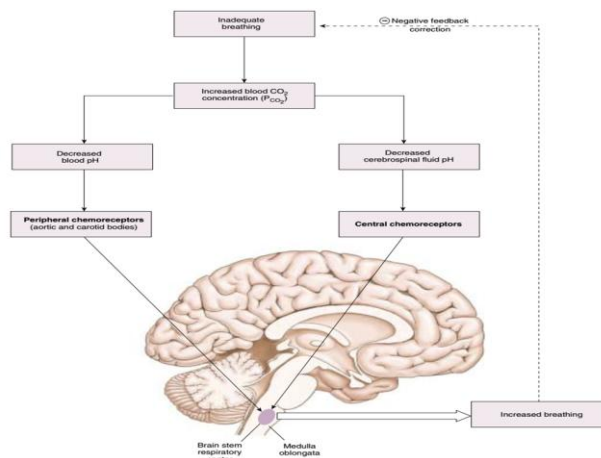


FIGURE 53.14  
The regulation of breathing by chemoreceptors. Peripheral and central chemoreceptors sense a fall in the pH of blood and cerebrospinal fluid, respectively, when the blood carbon dioxide levels rise as a result of inadequate breathing. In response, they stimulate the respiratory control center in the medulla oblongata, which directs an increase in breathing. As a result, the blood carbon dioxide concentration is returned to normal, completing the negative feedback loop.

## 文献导读：

### $p63^{+}Krt5^{+}$ distal airway stem cells are essential for lung regeneration

Wei Zuo, Ting Zhang, Daniel Zheng'An Wu, Shou Ping Guan, Audrey-Ann Liew, Yusuke Yamamoto, Xia Wang, Siew Joo Lim, Matthew Vincent, Mark Lessard, Christopher P. Crum, Wa Xian & Frank McKeon

Affiliations | Contributions | Corresponding authors

Nature 517, 616–620 (29 January 2015) | doi:10.1038/nature13903

Received 30 March 2014 | Accepted 30 September 2014 | Published online 12 November 2014

慢性阻塞性肺病和肺纤维化等肺部疾病是现代人群的健康杀手。中国45岁以上人群，70%以上患有不同程度的慢性肺病。肺部组织结构非常复杂，一旦损伤，很难自我修复，恶化速度快，并发症多。目前除进行复杂而高风险的全肺移植手术之外，尚缺乏有效的治疗方法。

新加坡基因组研究院和美国杰克逊实验室的左为 (Wei Zuo) 博士、Wa Xian教授和Frank McKeon教授等研究人员分离小鼠肺内部存在的少量干细胞，通过体外培养大规模扩增后，重新移植入体内，帮助肺脏的再生。

## 7.8.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授、提问、引导归纳以及文献导读的介绍分析。

## 7.8.6 作业安排及课后反思

心搏骤停后的心肺复苏 (cardiopulmonary resuscitation, CPR)；为什么吸烟有害健康？从呼吸频率、心率—肌肉强度；供血量、红细胞以及血红蛋白量等生理指标分析为什么运动员要到高原去训练？尤其是长跑运动员？

## 7.8.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.8.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第四章 动物的结构与功能

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 7.9 教学单元九 第四章 动物的结构与功能—partIII—内环境稳定与排泄系统（2学时）

### 7.9.1 教学日期

第五周 第九讲

### 7.9.2 教学目标

了解维持内环境稳定的意义，掌握哺乳动物体温的负反馈调节以及肾单位的结构与功能；熟悉尿液形成及水分的重吸收及其神经体液调节。

### 7.9.3 教学内容（含重点、难点）

重点：体温调节；肾单位结构与功能，

难点：体温恒定的负反馈调节，维持渗透压稳定的神经体液调节

主要知识点：内环境，稳态，哺乳动物体温的负反馈调节；肾单位的结构与功能，尿液形成及水分的重吸收，维持渗透压稳定的神经体液调节

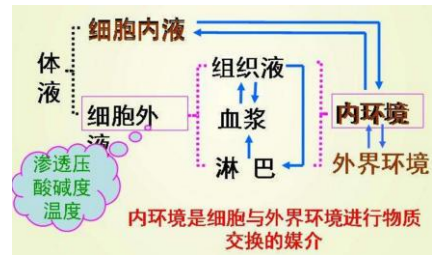
### 7.9.4 教学过程

#### 一、内环境稳定的维持

1. 稳态 **Homeostasis** 是生命的基本特征；动态稳定 *dynamic*，通过细致的协调生理过程进行代偿性调节所形成的相对稳定状态。

#### 2. 内环境

体内细胞生活的液态环境，即细胞外液包括血液、淋巴液和组织液，是细胞与外界环境进行物质交换的媒介；内环境的稳定包括保持体温、*pH*、血糖浓度、渗透压的相对恒定。



**重点介绍: Thermoregulation 体温调节、Osmoregulation 渗透调节**

**3. Thermoregulation 体温调节**

1) 变温动物 *ectotherm/poikilotherm: reptiles*—行为性体温调节；

异温动物 *heterotherm: few birds and mammals(hedgehog)*—冬眠时变温；

恒温动物 *endotherm/homeotherm: most birds and mammals(human)*

直肠 *rectum* 37.5°C ， 口腔低 0.2-0.3°C ， 腋窝 *armpit* 36.8°C ；

周期性变化：昼夜，生理 (*pregnant*)

**2) Thermoregulation 体温调节—(负)反馈调节 feedback (negative)**

体温调节中枢—下丘脑 (调定点机制，

类似于恒温器调节)

外周和体核温度感受器 *sensor*—偏离

调定点信号—下丘脑调节中枢整合—

发送指令—效应器 *effector*(毛细血管，

汗腺；骨骼肌颤栗 *shiver*， 脂肪组织分

解)—应答反馈 (抑制)

效应器的活性受其自身所产生的效应

的影响即为反馈；如果产生的效应是促进作用即为正反馈 (凝血作用，分娩)；如果产生

的效应是抑制效应器的活性则为负反馈 (大部分调控：体温，血糖)。

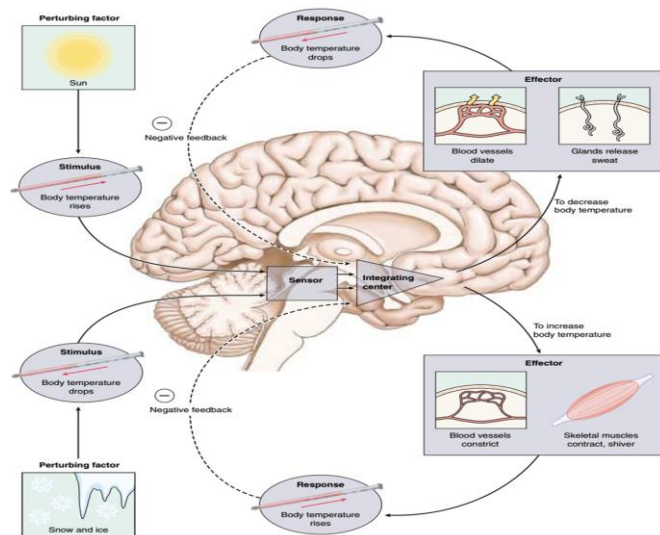


FIGURE 58.3 Negative feedback loops keep the body temperature within a normal range. An increase (top) or decrease (bottom) in body temperature is sensed by the brain. The integrating center in the brain then processes the information and activates effectors, such as surface blood vessels, sweat glands, and skeletal muscles. When the body temperature returns to normal, negative feedback prevents further stimulation of the effectors by the integrating center.

## 二、排泄系统(分解代谢的终末产物排出体外)与 Osmoregulation 渗透调节(水分, 盐类的稳定)

### 1. 肾脏的结构与功能

#### 1) 参与排泄的器官:

lung— $CO_2$ ,  $H_2O$ ;

消化器官: liver—分泌胆色素经肠排出; 大肠黏膜—无机盐;

皮肤(thermo-, osmo-): 汗腺 sweat gland—水, 盐, 尿素 urea (蛋白)

肾 kidney: 水, 盐, 尿素, 尿酸(嘌呤)

#### 2) Osmoregulation 渗透调节—kidney 的结构

肾皮质 renal cortex: 肾小体, 近曲和远曲小管, 血管, 支持组织和神经;

肾髓质 renal medulla: 髓袢, 集合管, 血管和支持组织等

功能单位—肾单位 nephron (1million):

肾小体: 肾小球(入球微动脉-毛细血管网)

肾小囊 capsule(中空, 连接近曲小管)

肾小管: 近曲小管, 髓袢, 远曲小管 (连接集合管通入肾盂 renal pelvis)

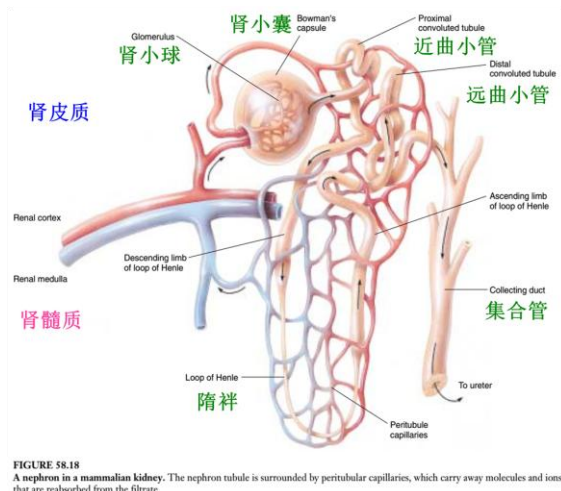
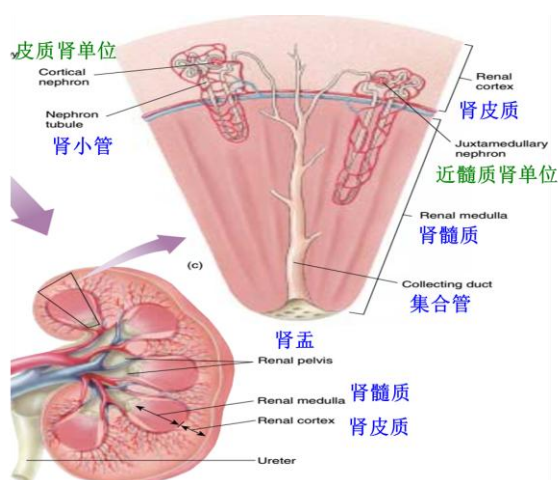


FIGURE 58.18 A nephron in a mammalian kidney. The nephron tubule is surrounded by peritubular capillaries, which carry away molecules and ions that are reabsorbed from the filtrate.



排泄系统相关疾病及治疗方法：尿道炎，膀胱炎，肾盂肾炎，肾小球肾炎，肾衰竭（慢性，急性）

肾透析 *kidney dialysis*: 血液透析，腹腔透析（透析液）；肾移植 *kidney transplant*

3) 肾单位 *nephron* 的功能-尿的生成:

超滤 *ultrafiltration*: 肾小球 (*remove proteins* 的血浆)；

重吸收 *reabsorption*: 肾小管 (水分,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $G$ ,  $AA$ , *Vitamin*) 75%盐；

分泌 *secretion*: 肾小管 (近曲小管, 远曲小管— $K^+$ ,  $NH_3^+$ , 肝解毒的产物)；

肾髓质细胞间液渗透压增高--- 髓袢+集合管: 水分的被动吸收 (水重吸收控制)

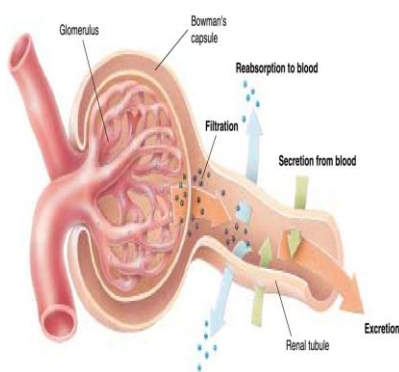
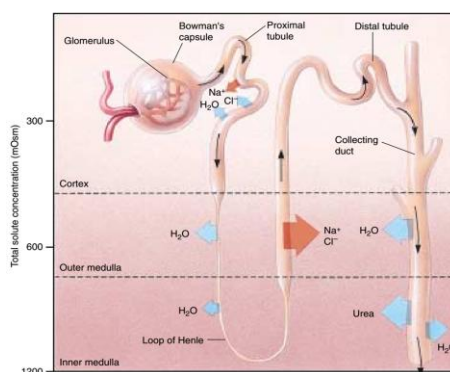


FIGURE 58.19 Four functions of the kidney. Molecules enter the urine by filtration out of the glomerulus and by secretion into the tubules from surrounding peritubular capillaries. Molecules that entered the filtrate can be returned to the blood by reabsorption from the tubules into surrounding peritubular capillaries, or they may be eliminated from the body by excretion through the tubule to a ureter, then to the bladder.



## 2. Osmoregulation 渗透调节—神经体液调节

水重吸收控制—抗利尿激素的作用

**抗利尿激素**(血管升压素, *ADH*): 由下丘脑分泌的 9 肽激素, 在垂体后叶储存并分泌; 血液浓度升高/血流量减小/血压下降时分泌, 可提高远曲小管和集合管对水的通透性促进水的重吸收, 增强集合管对尿素的通透性 (汗腺), 是尿液浓缩和稀释的关键性调节激素。

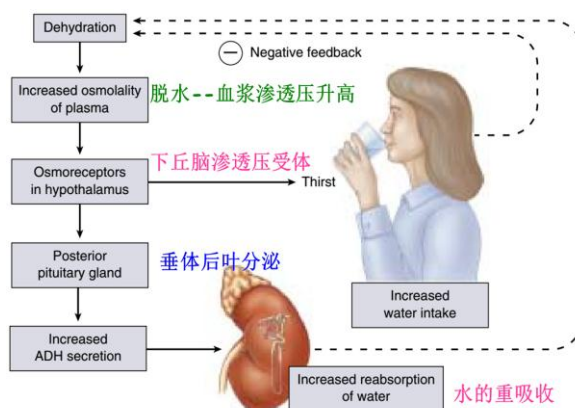
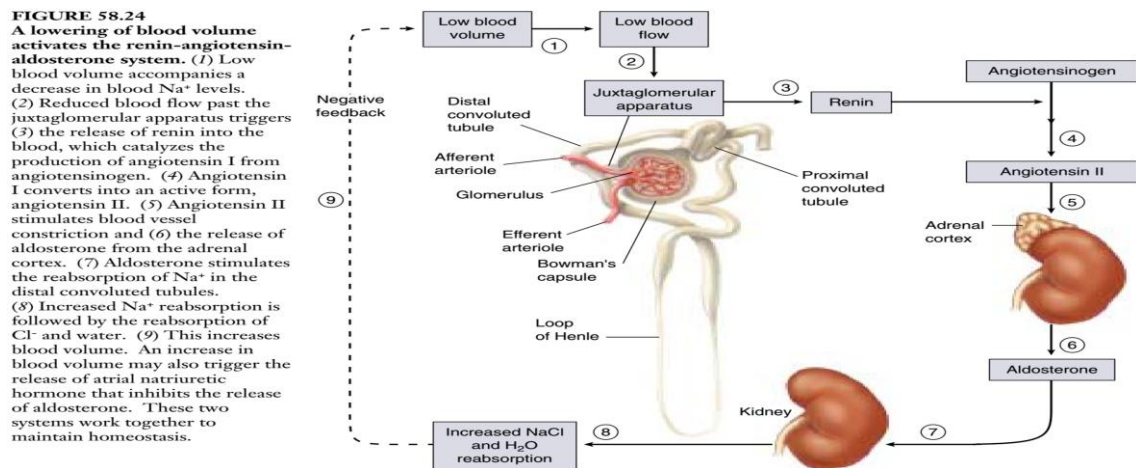


FIGURE 58.23 Antidiuretic hormone stimulates the reabsorption of water by the kidneys. This action completes a negative feedback loop and helps to maintain homeostasis of blood volume and osmolality.

血容量/血压的稳态调控：肾素-血管紧张素-醛固酮—促进重吸收—升压--右心房（心钠素 ANH）--抑制重吸收—降压（NO）



### 7.9.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授、结合具体疾病介绍分析。

### 7.9.6 作业安排及课后反思

饮水量与尿量有直接关系，分析其调节机制；思考为什么喝海水不能维持生命？为什么高温中体力劳动者应常饮糖盐水？人体是怎样通过反馈调节机制来维持体温的稳定的？

### 7.9.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.9.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第四章 动物的结构与功能

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

### 7.10 教学单元十 第四章 动物的结构与功能—partIV—免疫系统（2学时）



### 7.10.1 教学日期

第五周 第十讲

### 7.10.2 教学目标

掌握先天免疫与免疫应答，熟悉抗体结构与类型；了解细胞免疫在对抗癌细胞和异体细胞/器官的作用以及植物对食植动物和病菌的防御。

### 7.10.3 教学内容（含重点、难点）

重点：白细胞、补体系统在先天免疫中的作用；免疫应答的过程及意义；

难点：细胞免疫对抗癌细胞和异体细胞/器官

主要知识点：体表屏障，局灶性炎症反应，补体系统，干扰素，细胞免疫，体液免疫，慢性乙型肝炎的临床诊断指标，

### 7.10.4 教学过程

#### 1. *immunity system* 免疫系统

免疫是机体对抗病原体 *pathogen* 引起疾病的能力 (*bacteria, virus, fungi, protists; cancers; 自身免疫病, 过敏 allergy; 器官移植后的免疫排斥*)，包括：非特异性防卫（体表屏障）、先天免疫 *innate immunity*、和适应性免疫（免疫应答（识别抗原））。

免疫系统的功能异常：*AIDS(helper T cells), autoimmunity*

#### 2. 非特异性防卫—*nonspecific, most effective defenses*: 体表屏障--*the first line of defense* —*walls and moats* 城墙,护城河

*Skin* 皮肤(物理屏障, 化学防御): 角质层(*one month for renew, psoriasis* 银屑病 3-4days);

汗腺, 皮脂腺(分泌油脂抑制; 溶菌酶);

消化道、呼吸道: 表面黏膜 *mucus*; 消化酶; 酸性环境(胃, 阴道)

其它防御机制: *omiting* 呕吐, *diarrhea* 腹泻, *coughing* 咳嗽, *sneezing* 打喷嚏 (*expel* 排

出病原体)

3. 先天免疫 *innate immunity--the second line of defense*—*roaming patrols* (白细胞; 补体系统; 干扰素)

中性白细胞、单核细胞—巨噬细胞、自然杀伤细胞与局灶性炎症反应 *inflammatory response*:

*histamine* 组胺 *prostaglandins* 前列腺素是感染或损伤细胞释放的警报信号, 引起血管舒张, 血流量增大, 同时渗透性增加导致皮肤发红, 水肿 *edema*; 渗透性增加让更多的中性粒细胞 *neutrophils* 首先从毛细血管逸出释放杀菌物质, 产生脓液 *pus* 就是由死亡的病原体、组织细胞和中性粒细胞构成; 巨噬细胞随后吞噬病原体和死亡细胞残骸, 巨噬细胞还会产生白介素-1 和其它菌体产生的内毒素 *endotoxin* 等热源物质 *pyrogen* 会引发下丘脑神经元升高体温, 促进巨噬细胞活性, 同时引发肝脏和脾脏存储铁, 降低细菌生长必须的铁在血液中的浓度从而阻止细菌生长。

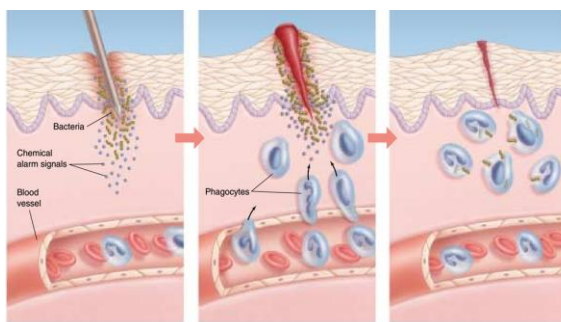


FIGURE 57.6  
The events in a local inflammation. When an invading microbe has penetrated the skin, chemicals, such as histamine and prostaglandins, cause nearby blood vessels to dilate. Increased blood flow brings a wave of phagocytic cells, which attack and engulf invading bacteria.

#### 局灶性炎症反应 *inflammatory response*:

疼痛 血管舒缓激肽—神经冲动 *impulse*  
发红 肥大细胞释放组胺—*vessels*舒张、扩大  
肿胀 *Capillary*通透性增加—液体逸出  
发热 局部体温升高—加强白细胞吞噬作用

补体系统 **complement proteins**: 复杂的具有酶活性的血浆蛋白系统(20种);

补体激活: 与结合在病原体上的抗体结合; 与病原体表面的糖分子结合; 具有级联放大;

补体的生理功能: 形成孔道复合物, 使病原体溶胀;

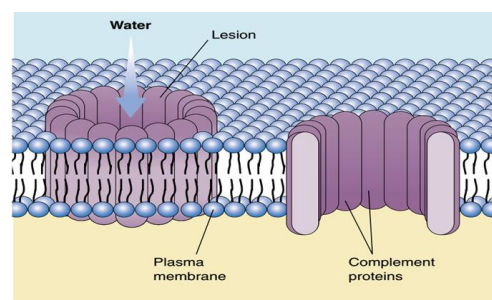


FIGURE 57.5  
How complement creates a hole in a cell membrane. As the diagram shows, the complement proteins form a complex transmembrane pore resembling the perforin-lined pores formed by natural killer cells.

吸引巨噬细胞进行吞噬；附着在细菌细胞壁上，促进巨噬细胞的识别；刺激肥大细胞释放组胺，促进炎症反应；

**干扰素 interferon:** 受病毒感染的细胞产生的能抵抗病毒感染的一组蛋白质。

*INF- $\alpha$ , INF- $\beta$ : most cells can produce*

*INF- $\gamma$  :* 特定的淋巴细胞和自然杀伤细胞 *natural killer cell (virus, cancer cells)*

功能：通过刺激自身和周围细胞产生能够抑制病毒复制的蛋白；防止和抑制恶性肿瘤细胞的生长

*Applications:* 治疗流感、带状疱疹、乙型肝炎、恶性肿瘤

#### 4. 适应性免疫/免疫应答 *immune response--the third line of defense*

1) 淋巴系统 *lymphatic system-循环系统 one-way*

*Functions:* 回收多余的组织液入血；肠绒毛中毛细淋巴管吸收脂肪，转运至血液；大量免疫活性细胞，抗感染。

*Composition:* 红骨髓 *red bone marrow:* 造血干细胞（髓性白细胞：中性粒细胞，酸性粒细胞，碱性粒细胞，单核细胞）；淋巴结 *lymph node* 和脾脏：淋巴细胞和巨噬细胞（净化血液）；胸腺 *thymus:* 分泌胸腺素 *thymosin-*诱导 *T* 细胞成熟

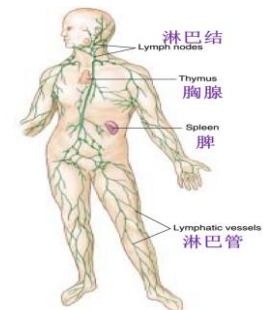


FIGURE 57.2 The lymphatic system. The lymphatic system consists of lymphatic vessels, lymph nodes, and lymphatic organs, including the spleen and thymus gland.

2) 适应性免疫/免疫应答 *immune response--the third line of defense*

获得性免疫/主动免疫 *acquired immunity-chicken pox* 水痘；

被动免疫 *passive immunity:* 胎儿直接通过胎盘获得母体的抗体

**抗原 antigen:** 病原体表面的蛋白质分子，可包括多个抗原决定簇/抗原表位 *antigenic determinant sites*；特定的淋巴细胞表面具有能够识别抗原的受体蛋白从而激发针对抗原以及携带抗原细胞的特异性免疫应答反应。

体液免疫 *humoral immunity*-*B cell* (*bursa* 鸟类的腔上囊中成熟)

细胞免疫 *cell-mediated immunity*-*T cell* (*Thymus* 胸腺中成熟)

免疫应答的一般过程:

**Recognition**--对入侵者标志/抗原的特异识别: 主要组织相容性复合体 *major histocompatibility complex*, *MHC* - *self marker* 自我标识

*MHC* I (所有细胞);

*MHC* II (巨噬细胞, 辅助性 *T cells* ( $CD4^+$ ), *B cells*);

淋巴细胞成熟过程中的基因随机重新组合, 产生具有不同抗原受体的淋巴细胞 ( $10^{10}$ )

**Reproduction/division**—反复分裂产生巨量的淋巴细胞群;

**Differentiation**—淋巴细胞分化成特化的效应细胞群和记忆细胞群;

3) 细胞免疫—*T cell* 直接对抗感染细胞或癌细胞; 异体细胞 (移植器官)

Table 57.1 Cells of the Immune System	
Cell Type	Function
Helper T cell	Commander of the immune response; detects infection and sounds the alarm, initiating both T cell and B cell responses
Inducer T cell	Not involved in the immediate response to infection; mediates the maturation of other T cells in the thymus
Cytotoxic T cell	Detects and kills infected body cells; recruited by helper T cells
Suppressor T cell	Dampens the activity of T and B cells, scaling back the defense after the infection has been checked
B cell	Precursor of plasma cell, specialized to recognize specific foreign antigens
Plasma cell	Biochemical factory devoted to the production of antibodies directed against specific foreign antigens

**Inducer** -诱导T细胞Ti: 促进T细胞成熟;

**Helper** -辅助性T细胞Th: 启动T细胞和B细胞免疫;

**Cytotoxic**-细胞毒性T细胞Tc: 招募辅助T细胞, 直接杀伤感染的体细胞;

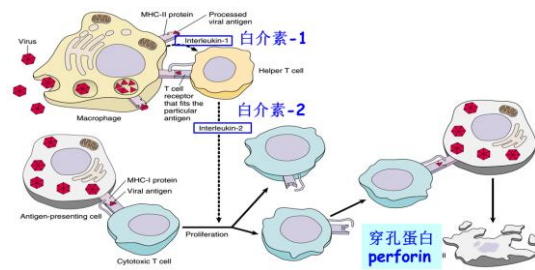
**Suppressor**-抑制性T细胞Ts: 抑制细胞免疫

**B 细胞**-识别特异性抗原, 分化为成熟的浆细胞;

**Plasma cell**-浆细胞: 产生特异性抗体

激活的辅助性 *T* 细胞分泌多种蛋白促进被激活的细胞毒性 *T* 细胞分裂形成克隆; 分化为效应细胞群和记忆细胞群。

**Key role: helper T cells (AIDS)**



**FIGURE 57.10**  
The T cell immune defense. After a macrophage has processed an antigen, it releases interleukin-1, signaling helper T cells to bind to the antigen-MHC protein complex. This triggers the helper T cell to release interleukin-2, which stimulates the multiplication of cytotoxic T cells. In addition, proliferation of cytotoxic T cells is stimulated when a T cell with a receptor that fits the antigen displayed by an antigen-presenting cell binds to the antigen-MHC protein complex. Body cells that have been infected by the antigen are destroyed by the cytotoxic T cells. As the infection subsides, suppressor T cells "turn off" the immune response.

**Graft rejection** 移植免疫排斥: *MHC* polymorphic, but because of their genetic basis, the

closer that two individuals are related, the less variance in their MHC proteins and the more likely they will tolerate each other's tissues—this is why relatives are often sought for kidney transplants. The drug cyclosporin 环孢霉素 inhibits graft rejection by inactivating cytotoxic T cells 细胞毒性 T 细胞.

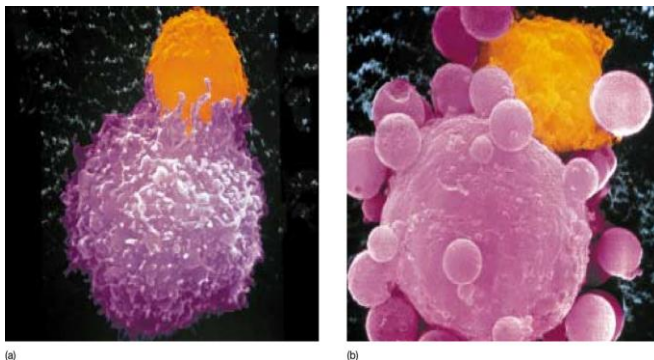


FIGURE 57.11 Cytotoxic T cells destroy cancer cells. (a) The cytotoxic T cell (orange) comes into contact with a cancer cell (pink). (b) The T cell recognizes that the cancer cell is "nonself" and causes the destruction of the cancer.

癌细胞的免疫监视机制 (1970s)

immunological surveillance:

Cytotoxic T cells(Tc), 自然杀伤细胞

NK; IFN- $\gamma$ , IL-2

Lymphomas 淋巴瘤, renal carcinoma 肾

癌, melanoma 黑色素瘤, Kaposi's

sarcoma 卡氏肉瘤, breast cancer 乳腺癌

### Marker proteins of cancer:

CD33+卡奇霉素(抗体偶联药物)—AML 急性髓性白血病

### 精准医疗/个性化治疗

4) 体液免疫—B cell 成熟形成浆细胞合成能与抗原特异性结合的抗体 antibody

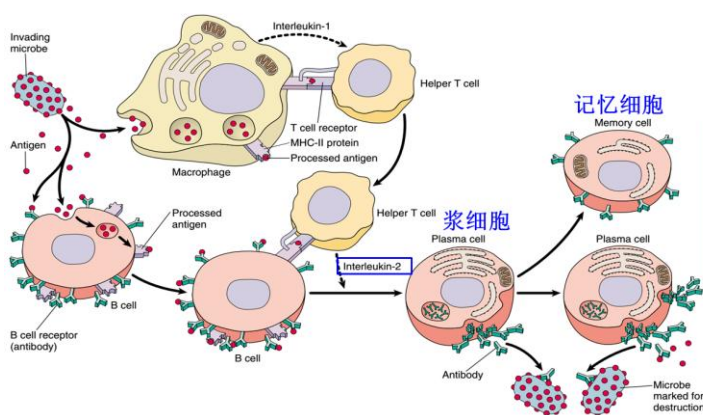


FIGURE 57.12 The B cell immune defense. Invading particles are bound by B cells, which interact with helper T cells and are activated to divide. The multiplying B cells produce either memory B cells or plasma cells that secrete antibodies which bind to invading microbes and tag them for destruction by macrophages.

B cell 表面受体与抗原结合(胞吞);

加工递呈至细胞表面(致敏);

活化的Th产生白介素-2刺激致敏 B细胞增殖形成合成抗体的浆细胞 (效应B细胞)和长期记忆B细胞;

抗体与病原体/毒素结合使之失活; 或凝聚而被巨噬细胞吞噬

疾病诊断—抗体检测; 单克隆抗体 (靶向药物); 血型检测



## 体液免疫的临床应用：

*Rh* 血型不合而产生的新生儿溶血症 *erythroblastosis fetalis*，可在产妇生产后 72 小时内注射抗 *Rh* 蛋白抗体，产生被动免疫，中和体内的 *Rh* 抗原阻止母亲体内产生活性抗体。

*CAR-T* 免疫治疗；*PD-1* 单抗免疫治疗；

乙肝五项也称为乙肝两对半，包括乙肝表面抗原（*HBSAg*）、乙肝表面抗体（抗-*HBS*）、*e* 抗原（*HBeAg*）、*e* 抗体（抗-*HBe*）、核心抗体（抗-*HBc*）。乙肝五项检查，便是抽出患者静脉血，检测血液中乙肝病毒的血清学标志。[表面抗原是乙肝病毒的外壳蛋白质，不具有传染性，但伴随着乙肝病毒的存在，它的阳性为已经感染乙肝病毒的标志。急性乙肝患者绝大多数可以在病程初期转阴，但慢性乙肝患者会持续阳性。表面抗体是体内对乙肝病毒免疫和保护性抗体，多在恢复期出现阳性。接受乙肝注射疫苗者，绝大多数也呈阳性。*e* 抗原通常在乙肝病毒感染后，表面抗原阳性同时，或其后数天便可测得阳性。*e* 抗体阳性在抗原转阴后数月出现。核心抗体一般在表面抗原出现后 3-5 周，乙肝症状出现前在血清中检查出来。]

## 临床乙肝的诊断指标：

TABLE 3.1 Phases of chronic hepatitis B

Phase	HBeAg serological status	Pattern	Indications for treatment
1. "Immune tolerant"	HBeAg positive	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stage seen in many HBeAg-positive children and young adults, particularly among those infected at birth</li> <li>High levels of HBV replication (HBV DNA levels &gt;200 000 IU/mL)</li> <li>Persistently normal ALT</li> <li>Minimal histological disease</li> </ul>	Treatment not generally indicated, but monitoring required
2. "Immune active" (HBeAg-positive chronic hepatitis)	HBeAg positive; may develop anti-HBe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abnormal or intermittently abnormal ALT</li> <li>High or fluctuating levels of HBV replication (HBV DNA levels &gt;2000 IU/mL)</li> <li>Histological necroinflammatory activity present</li> <li>HBeAg to anti-HBe seroconversion possible, with normalization of ALT leading to "immune-control" phase</li> </ul>	Treatment may be indicated
3. Inactive chronic hepatitis "Immune control" (previously called inactive carrier)	HBeAg negative, anti-HBe positive	<ul style="list-style-type: none"> <li>Persistently normal ALT</li> <li>Low or undetectable HBV DNA (HBV DNA levels &lt;2000 IU/mL)</li> <li>Risk of cirrhosis and HCC reduced</li> <li>May develop HBeAg-negative disease</li> </ul>	Treatment not generally indicated, but monitoring required for reactivation and HCC
4. "Immune escape" (HBeAg-negative chronic hepatitis)	HBeAg negative, with or without being anti-HBe positive	<ul style="list-style-type: none"> <li>HBeAg negative and anti-HBe positive</li> <li>Abnormal ALT (persistent or intermittently abnormal)</li> <li>Moderate to high levels of HBV replication (HBV DNA levels &gt;20 000 IU/mL)</li> <li>Older persons especially at risk for progressive disease (fibrosis/cirrhosis)</li> </ul>	Treatment may be indicated

大三阳：HBsAg+、HBeAg+、抗-HBc+  
小三阳：HBsAg+、抗-HBe+、抗-HBc+

临床上一般以丙氨酸氨基转移酶（ALT）作为肝脏炎症性指标，并不以“大三阳”“小三阳”或有无肝炎来区分患者，而是结合两者划分为如下几种状态：

ALT正常，HBeAg+（immune tolerant）  
ALT升高，HBeAg+（Immune active）  
ALT正常，HBeAg-（Immune control）  
ALT升高，HBeAg-（Immune escape）

## 5) 体液免疫—抗体结构及类型

5 种类型:

*IgM*: 最早合成(胎儿); 表面受体-初级免疫应

答: 使抗原分子凝集, 活化补体系统进行杀伤;

*IgD*: B 细胞表面受体;

*IgG*: 主要的抗体形式-次级免疫应答: 标记抗

原/病原体, 招募巨噬细胞吞噬;

*IgA*: 外分泌抗体, 唾液及母乳中;

*IgE*: 促进组胺等物质释放加强杀伤, 也易引发过敏反应 *allergy* 如枯草热/花粉热 *hay fever*。

*Summary*: 免疫应答的总体过程

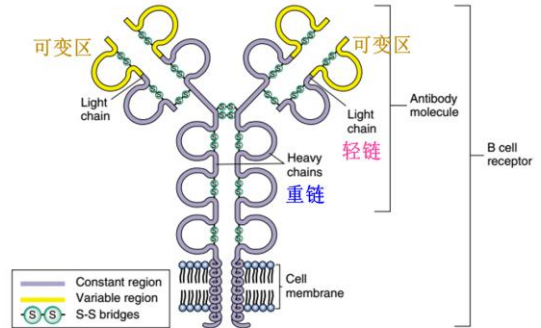


FIGURE 57.16 Structure of an antibody as a B cell receptor. The receptor molecules are characterized by domains of about 100 amino acids (represented as loops) joined by —S—S— covalent bonds. Each receptor has a constant region (purple) and a variable region (yellow). The receptor binds to antigens at the ends of its two variable regions.

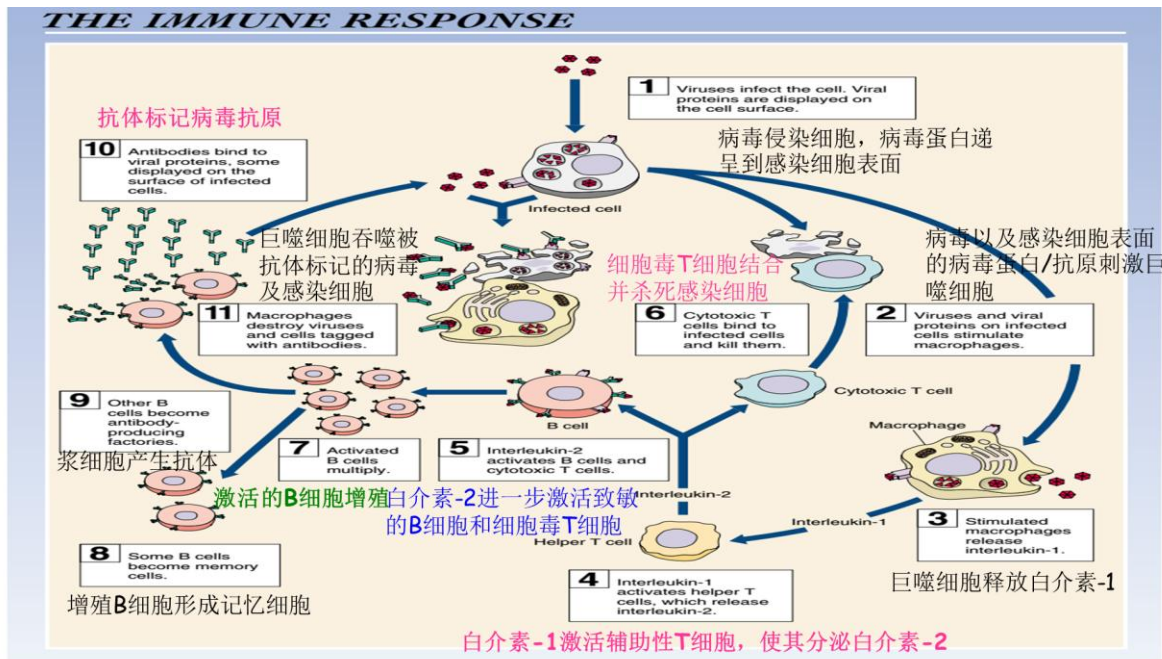


FIGURE 57.20 Overview of the specific immune response.

## 5. 植物对食植动物和病菌的防御

物理屏障;

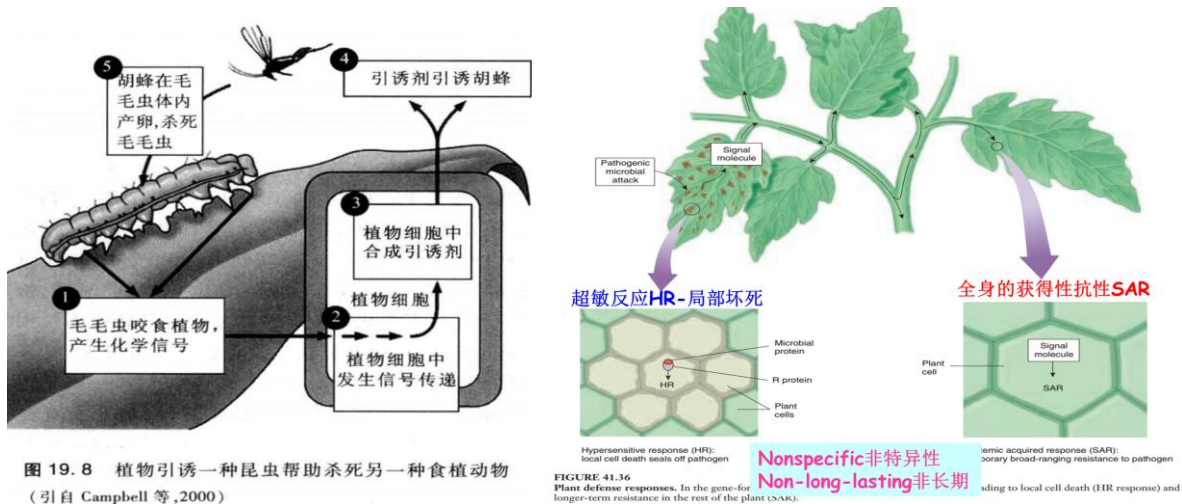
化学防御: *toxin* 毒素(刀豆氨酸, 蛋白酶抑制剂);



smell 气味(恶臭, 引诱剂—生物防治, 协同演化);

信号传导 (水杨酸, 茉莉酸)

抗性基因 R—病原体无毒基因 Avr(S): 局部坏死 ( $H_2O_2$ );



### 7.10.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授、结合具体疾病介绍分析。

### 7.10.6 作业安排及课后反思

思考免疫接种/接种疫苗能够抵御传染性疾病的机理(是不是所有的传染病都可以采用此方法进行预防?)

### 7.10.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课; 学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.10.8 参考资料 (具体到哪一章节或页码)

《陈阅增普通生物学》第 4 版, 吴相钰主编, 第四章 动物的结构与功能

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第 4 版, 袁玲主编

## 7.11 教学单元十一 第四章 动物的结构与功能—part V—内分泌系统 (2 学时)

### 7.11.1 教学日期

第六周 第十一讲

### 7.11.2 教学目标

掌握脊椎动物内分泌的结构与功能，熟悉激素的两种主要作用机理；了解激素水平与特定疾病（如糖尿病）以及血钙和血糖代谢的关系。

### 7.11.3 教学内容（含重点、难点）

重点：内分泌系统的组成、功能；激素的主要作用机理

难点：神经体液学说，激素与内环境稳态的关系

主要知识点：激素的类型及作用机理，内分泌系统的组成及功能，激素与内环境稳态的维持，如血钙浓度的调节、血糖浓度的稳定已经与物质代谢的关系；糖尿病的类型。

### 7.11.4 教学过程

#### 一、激素及其作用机制

1. 定义：*Hormone*: 由特定器官或细胞在特定的刺激作用下分泌到体液中的，作用于特定的靶器官并产生特定效应的极微量生理活性物质。

体液调节 *humoral regulation*: 激素通过体液传送而发挥调控作用的方式。

内分泌 *endocrine*—血液；

旁分泌 *paracrine* - 作用于周围组织 (*PG* 前列腺素)；

神经分泌—神经分泌细胞(下丘脑) *neurohormone/neurotransmitter*

2. 激素的分类：氨基酸类衍生物： 甲状腺素、肾上腺素、去甲肾上腺素； (*Tyr*)

多肽类：*ADH*, 催产素 *oxytocin*； (垂体后叶-神经垂体)

蛋白质类：胰岛素 *insulin*, 胰高血糖素，生长激素 *GH*；

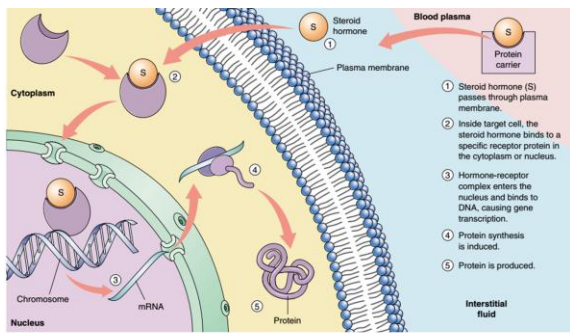
类固醇类：性激素，肾上腺皮质类固醇

### 3. 激素的作用方式:

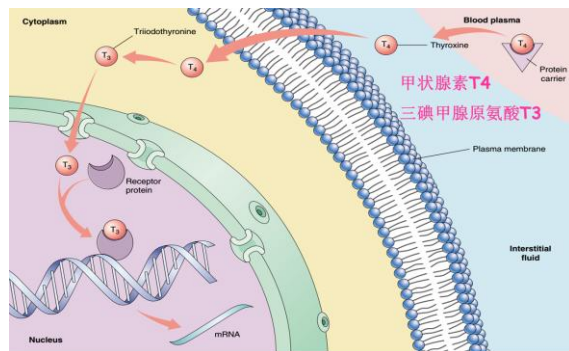
1) 与胞内受体作用: 类固醇类(性激素, 肾上腺皮质类固醇)、甲状腺素( $T_3$ )

2) 与细胞膜上受体作用: 多肽激素、蛋白类激素—第二信使 ( $cAMP, Ca^{2+}$ )

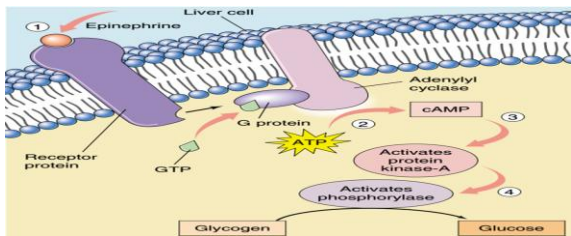
**The water-soluble hormones cannot pass through the plasma membrane; they must rely on second messengers within the target cells to mediate their actions. Such second messengers include cyclic AMP (cAMP), inositol trisphosphate ( $IP_3$ ), and  $Ca^{++}$ . In many cases, the second messengers activate previously inactive enzymes.**



**FIGURE 56.5** The mechanism of steroid hormone action. Steroid hormones are lipid-soluble and thus readily diffuse through the plasma membrane of cells. They bind to receptor proteins in either the cytoplasm or nucleus (not shown). If the steroid binds to a receptor in the cytoplasm, the hormone-receptor complex moves into the nucleus. The hormone-receptor complex then binds to specific regions of the DNA, stimulating the production of messenger RNA (mRNA).



**FIGURE 56.6** The mechanism of thyroxine action. Thyroxine contains four iodines. When it enters the target cell, thyroxine is changed into triiodothyronine, with three iodines. This hormone moves into the nucleus and binds to nuclear receptors. The hormone-receptor complex then binds to regions of the DNA and stimulates gene transcription.

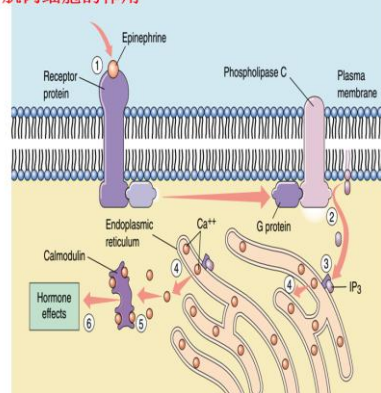


**FIGURE 56.7 肾上腺素在肝细胞内的作用**  
The action of epinephrine on a liver cell. (1) Epinephrine binds to specific receptor proteins on the cell surface. (2) Acting through intermediary G proteins, the hormone-bound receptor activates the enzyme adenylyl cyclase, which converts ATP into cyclic AMP (cAMP). (3) Cyclic AMP performs as a second messenger and activates protein kinase-A, an enzyme that was previously present in an inactive form. (4) Protein kinase-A phosphorylates and thereby activates the enzyme phosphorylase, which catalyzes the hydrolysis of glycogen into glucose.

**FIGURE 56.8 肾上腺素对肌肉细胞的作用**

The  $IP_3$ / $Ca^{++}$  second-messenger system.

(1) The hormone epinephrine binds to specific receptor proteins on the cell surface. (2) Acting through G proteins, the hormone-bound receptor activates the enzyme phospholipase C, which converts membrane phospholipids into inositol trisphosphate ( $IP_3$ ). (3)  $IP_3$  diffuses through the cytoplasm and binds to receptors on the endoplasmic reticulum. (4) The binding of  $IP_3$  to its receptors stimulates the endoplasmic reticulum to release  $Ca^{++}$  into the cytoplasm. (5) Some of the released  $Ca^{++}$  binds to a regulatory protein called calmodulin. (6) The  $Ca^{++}$ /calmodulin complex activates other intracellular proteins, ultimately producing the effects of the hormone.



## 二、脊椎动物的内分泌系统

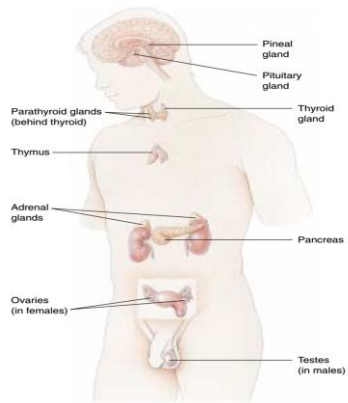


FIGURE 56.3 The human endocrine system. The major endocrine glands are shown, but many other organs secrete hormones in addition to their primary functions.

松果体、垂体、甲状腺、甲状旁腺、胸腺、肾上腺、胰岛、卵巢、睾丸；内分泌细胞：胃、肠；下丘脑的神经细胞、胎盘组织（兼）  
内分泌系统与神经系统的联系—

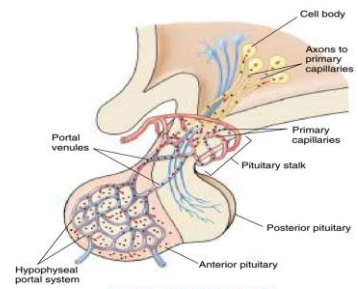


FIGURE 56.13 下丘脑-腺垂体门脉系统  
Hormonal control of the anterior pituitary gland by the hypothalamus. Neurons in the hypothalamus secrete hormones that are carried by short blood vessels directly to the anterior pituitary gland, where they either stimulate or inhibit the secretion of anterior pituitary hormones.

下丘脑调节腺垂体的神经-体液学说 (1940s)

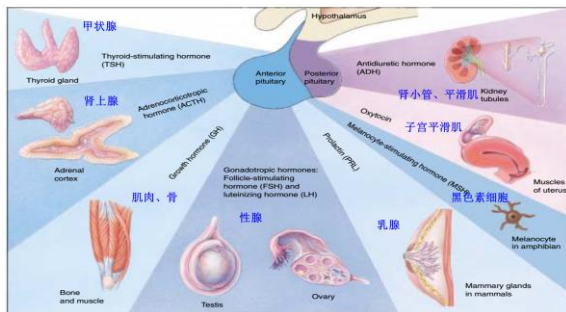


FIGURE 56.11 The major hormones of the anterior and posterior pituitary glands. Only a few of the actions of these hormones are shown.

Endocrine Gland and Hormone	Target Tissue	Principal Actions	Chemical Nature
<b>POSTERIOR LOBE OF PITUITARY</b>			
Antidiuretic hormone (ADH)	Kidneys	Stimulates reabsorption of water; conserves water	Peptide (9 amino acids)
Oxytocin	Uterus	Stimulates contraction	Peptide (9 amino acids)
	Mammary glands	Stimulates milk ejection	
<b>ANTERIOR LOBE OF PITUITARY</b>			
Growth hormone (GH)	Many organs	Stimulates growth by promoting protein synthesis and fat breakdown	Protein
Adrenocorticotropic hormone (ACTH)	Adrenal cortex	Stimulates secretion of adrenal cortical hormones such as cortisol	Peptide (39 amino acids)
Thyroid-stimulating hormone (TSH)	Thyroid gland	Stimulates thyroxine secretion	Glycoprotein
Luteinizing hormone (LH)	Gonads	Stimulates ovulation and corpus luteum formation in females; stimulates secretion of testosterone in males	Glycoprotein
Follicle-stimulating hormone (FSH)	Gonads	Stimulates spermatogenesis in males; stimulates development of ovarian follicles in females	Glycoprotein
Prolactin (PRL)	Mammary glands	Stimulates milk production	Protein
Melanocyte-stimulating hormone (MSH)	Skin	Stimulates color change in reptiles and amphibians; unknown function in mammals	Peptide (two forms; 13 and 22 amino acids)
<b>THYROID GLAND</b>			
Thyroxine (thyroid hormone)	Most cells	Stimulates metabolic rate; essential to normal growth and development	Iodinated amino acid
Calcitonin	Bone	Lowers blood calcium level by inhibiting loss of calcium from bone	Peptide (32 amino acids)
<b>PARATHYROID GLANDS</b>			
Parathyroid hormone	Bone, kidneys, digestive tract	Raises blood calcium level by stimulating bone breakdown; stimulates calcium reabsorption in kidneys; activates vitamin D	Peptide (34 amino acids)

\*These are hormones released from endocrine glands. As discussed previously, many hormones are released from other body organs.

### 三、激素与稳态

1. 甲状腺增生 *goiter*—缺碘；甲亢；甲减（甲状腺功能减退）
2. 钙浓度稳态：甲状旁腺激素 *PTH*—促骨钙溶解，肠、肾重吸收，血钙上升，血磷酸根下降；降钙素 *CT*（甲状腺滤泡旁细胞）--维持血钙和磷酸根的浓度；

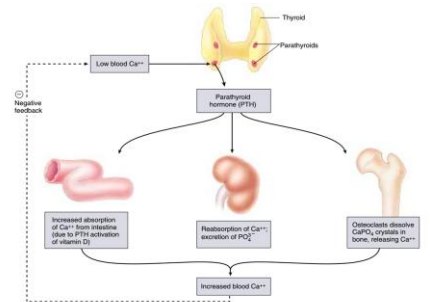


FIGURE 56.18 Regulation of blood  $\text{Ca}^{2+}$  levels by parathyroid hormone (PTH). When blood  $\text{Ca}^{2+}$  levels are low, parathyroid hormone (PTH) is released by the parathyroid glands. PTH directly stimulates the dissolution of bone and the reabsorption of  $\text{Ca}^{2+}$  by the kidneys. PTH indirectly promotes the intestinal absorption of  $\text{Ca}^{2+}$  by stimulating the production of the active form of vitamin D.

### 3. 血糖浓度稳态：

胰岛素 *insulin-β cell*

胰高血糖素 *glucagon-α cell*

糖尿病 I 型（胰岛素依赖型糖尿病）--β 细胞功能缺失；注射胰岛素

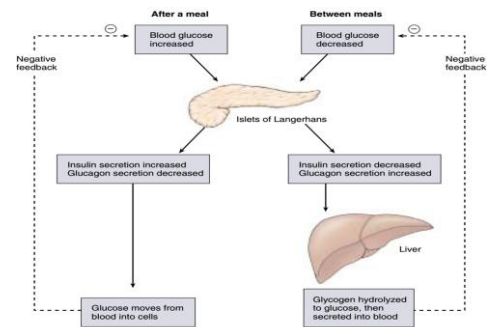


FIGURE 56.20 The antagonistic actions of insulin and glucagon on blood glucose. Insulin stimulates the cellular uptake of blood glucose into skeletal muscles and the liver after a meal. Glucagon stimulates the hydrolysis of liver glycogen to glucose, so that the liver can secrete glucose into the blood. These antagonistic effects help to maintain homeostasis of the blood glucose concentration.



糖尿病Ⅱ型（胰岛素非依赖型糖尿病）--受体功能受损，敏感度下降；膳食，运动，药物调理

#### 4. 肾上腺皮质激素与肾上腺髓质激素

应激反应：下丘脑-腺垂体-肾上腺皮质（盐皮质激素、糖皮质激素）；

应急反应：交感神经-肾上腺髓质，受下丘脑神经中枢与交感神经支配；

肾上腺髓质	肾上腺皮质
肾上腺素 <b>80%</b> ，去甲肾上腺素 <b>20%</b> --收缩压上升、呼吸加深、竖毛肌、瞳孔散大肌收缩；促进糖原分解，提高代谢率 <b>30%</b> ；	盐皮质激素（醛固酮）-肾小管（吸钠排钾，水分重吸收）； 糖皮质激素（氢化可地松/皮质醇）-促进糖异生、组织蛋白分解、脂肪分解—抗炎、抗过敏、抗毒、抗休克
紧急情况/战斗（逃跑）机制	维持生命必需（水盐代谢、糖，脂，蛋白代谢）
受下丘脑神经中枢和交感神经支配	下丘脑-腺垂体-肾上腺皮质

#### 7.11.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授、结合具体疾病介绍分析。

#### 7.11.6 作业安排及课后反思

思考哪些激素与调节血糖水平有关，它们分别起什么作用？在遇到突发的危急情况时，人体内分泌系统有哪些反应？

#### 7.11.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

#### 7.11.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第四章 动物的结构与功能

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 7.12 教学单元十二 第四章 动物的结构与功能—partVI—神经系统与神经调节(2 学时)

### 7.12.1 教学日期

第六周 第十二讲

### 7.12.2 教学目标

掌握脊椎动物神经系统的组成、结构及其功能，熟悉动作电位的产生，神经信号的传递以及神经系统对内脏活动的调节；了解以及大脑的结构与功能

### 7.12.3 教学内容（含重点、难点）

重点：脊椎动物神经系统的组成、结构与功能；

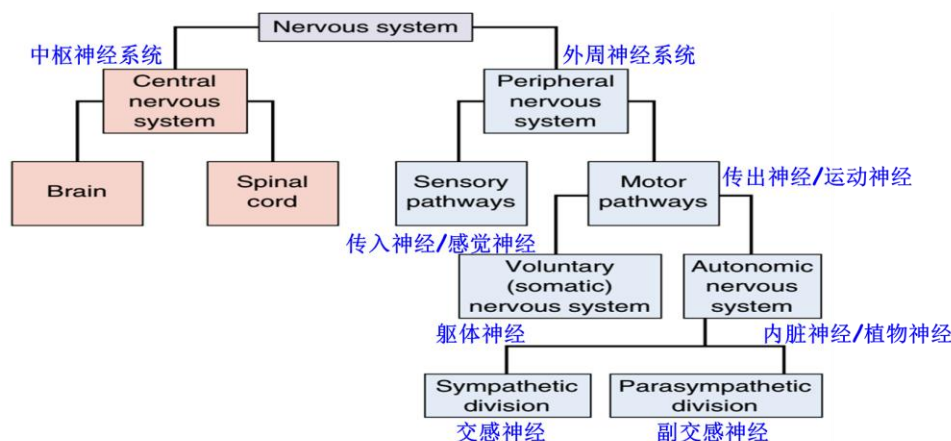
难点：动作电位的产生以及神经信号的传递

主要知识点：神经系统的组成；神经元的结构与类型；动作电位的产生与传导；神经递质与神经信号的传递以及与各种疾病的关系；植物神经系统；大脑的结构与功能

### 7.12.4 教学过程

#### 一、神经系统的组成

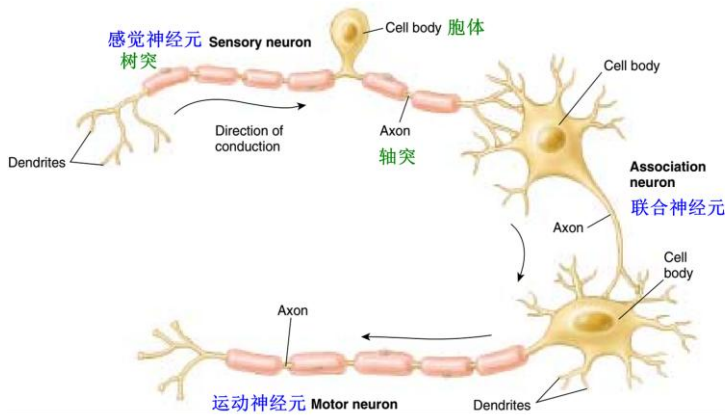
##### 1. 组成



**FIGURE 54.3**  
The divisions of the vertebrate nervous system. The major divisions are the central and peripheral nervous systems.

##### 2. 基本结构单位—神经元 *neuron*

神经元的基本结构及三种基本神经元：

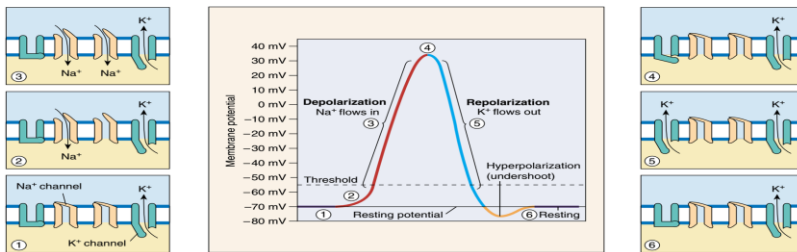


**FIGURE 54.2**  
Three types of neurons. *Sensory neurons* carry information about the environment to the brain and spinal cord. *Association neurons* are found in the brain and spinal cord and often provide links between sensory and motor neurons. *Motor neurons* carry impulses or "commands" to muscles and glands (effectors).

### 3. 神经以及神经冲动/动作电位

神经： 由许多神经纤维（轴突）被结缔组织包围形成；

动作电位 *action potential*： 静息膜电位—极化状态（内负外正）--刺激—去极化—反极化（内正外负- $Na^+$ 流入）--复极化（ $K^+$ 流出）（*ms*）



**FIGURE 54.10**  
The action potential. (1) At resting membrane potential, some  $K^+$  channels are open. (2) In response to a stimulus, the cell begins to depolarize, and once the threshold level is reached, an action potential is produced. (3) Rapid depolarization occurs (the rising portion of the spike) because sodium channels open, allowing  $Na^+$  to diffuse into the axon. (4) At the top of the spike,  $Na^+$  channels close, and  $K^+$  channels that were previously closed begin to open. (5) With the  $K^+$  channels open, repolarization occurs because of the diffusion of  $K^+$  out of the axon. (6) An undershoot occurs before the membrane returns to its original resting potential.

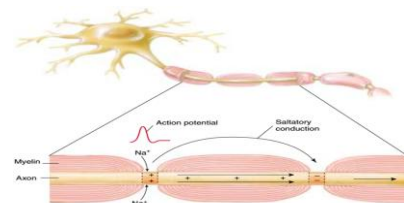
产生：  $[Na^+]$ ,  $[K^+]$  浓度差； 离子通道通透性不同；

传导： 局部电流

特性： 传导信号不衰减； 有绝缘性

具髓鞘神经进行节间动作电位的跳跃传导 *saltatory conduction*， 传导速度远高于不具髓鞘的神经；

4. 突触的信号传递：  $N$ (轴突-神经末梢)-cell—释放神经



**FIGURE 54.12**  
Saltatory conduction in a myelinated axon. Action potentials are only produced at the nodes of Ranvier in a myelinated axon. One node depolarizes the next node so that the action potentials can skip between nodes. As a result, saltatory ("leaping") conduction in a myelinated axon is more rapid than conduction in an unmyelinated axon.

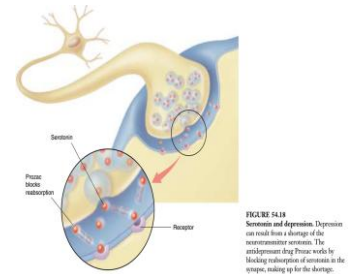


递质 *neurotransmitter*: 乙酰胆碱、谷氨酸、5-羟色胺、多巴胺、 $\gamma$ -氨基丁酸

*N*(轴突)-*N*(树突, 胞体, 轴突): 神经递质 (去甲肾上腺素); 电流联系 (电突触)

兴奋性神经递质 (去极化— $Na^+$ 内流): 乙酰胆碱、谷氨酸(过量)--亨廷顿舞蹈症;

5-羟色胺—抑郁症 (氟西汀/百忧解); 迷幻剂 *LSD* (麦角酰二乙胺-阻断大脑中缝核 5-羟色胺受体); 去甲肾上腺素--交感神经递质



抑制性神经递质 (超极化— $Cl^-$ 内流): 甘氨酸; 多巴胺—*PD* 帕金森氏症, 精神分裂症;  
 $\gamma$ -氨基丁酸 *GABA*—镇静剂 *sedative* (地西洋-增强 *GABA* 与受体的结合)

## 二、神经系统的功能 *nervous system*

1. 反射 *reflex*-神经系统活动的基本形式: 在中枢神经系统 *CNS* 主导的, 在特定神经结构 (反射弧) 中进行的, 机体对刺激感受器所发生的规律性反应; 包括简单反射 (咀嚼、吞咽、膝反射、瞳孔反射) 和复杂反射 (跨步、直立及性反射), 还可在先天反射基础上建立条件反射; 最终实现更好的适应。

反射弧: 感受器、传入神经/感觉神经、反射中枢、传出神经/运动神经、效应器

膝反射—二元反射弧 (运动神经元--股四头肌收缩; 同时抑制性中间神经元兴奋-抑制运动神经元--屈肌舒张)

躯体的随意运动由大脑控制 (皮质的中央前回)

2. 神经系统对内脏活动的调节 - 内脏神经系统/植物神经系统

结构特点: (躯体神经系统: 中枢传出神经直达效应器骨骼肌) 中枢传出神经(节前 *N* 纤维)—神经节—传出神经(节后纤维)—效应器内脏器官

节前神经元胞体所在位置不同分为: 交感神经 *sympathetic* 和副交感神经

### *parasympathetic nerves*

功能特点：双重神经支配（颞颥性）

交感神经与副交感神经的比较：

	发出部位	神经递质	生理状态	生理效应
交感神经	节前神经元： 胸腰部脊髓； 交感神经节：脊 椎旁-交感神经链	去甲肾上腺素	紧张状态	心搏加快，血压升高； 呼吸加深；促进肾上 腺素分泌；糖原分解 加速；汗腺分泌，竖 毛肌收缩； 胃肠运动减弱
副交感神经	节前神经元： 脑部—迷走神经； 骶部脊髓—盆神经； 副交感神经节： 效应器附近(内部)	乙酰胆碱ACh	安静状态	心搏减慢；呼吸减轻； 促进胰岛素分泌；降 低血糖； 胃肠运动加强，胃液、 胰液分泌增多

### 三、大脑

- 结构特点：胼胝体(pian zhiti)，脑回，脑沟(4)，脑叶(4)；

大脑皮质/灰质(神经元胞体集中区)，大脑白质(神经纤维,基底核)

随意运动—中央前回；内脏神经系统—边缘皮质；

听觉—颞叶；语言—额叶，颞叶

左半球语言区：白洛嘉区（表达性失语症区）；韦尼克区（丧失语言理解能力）

- 左右半球功能比较
- 脑电图 electroencephalogram, EEG 如何对癫痫、脑部肿瘤及脑损伤等进行诊断、定位

神经系统功能比较：

脊髓	脑干	下丘脑	大脑皮质	大脑左半球	大脑右半球
简单内脏发射：出汗、排尿/便	内脏反射中枢：呼吸、心血管、呕吐、吞咽	体温调节、渗透调节、摄食	内脏功能（边缘皮质）； 随意运动（中央前回） 躯体感觉（中央后回）	数学计算 抽象推理  写字、说话	无计算能力 音乐、绘画 形象思维  不出声、不书写

### 7.12.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授、结合具体疾病介绍分析。

### 7.12.6 作业安排及课后反思

思考神经细胞的动作电位是怎样产生的？

### 7.12.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.12.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第四章 动物的结构与功能

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 7.13 教学单元十三 第五章 遗传与变异—party I（2学时）

### 7.13.1 教学日期

第七周 第十三讲

### 7.13.2 教学目标

掌握孟德尔遗传定律（等位基因分离定律、非等位基因的自由组合定律）和摩尔根遗传定律（连锁-交叉互换定律）；熟悉符合孟德尔遗传定律的人类遗传以及常见遗传

疾病；了解遗传分析的常用技术

### 7.13.3 教学内容（含重点、难点）

重点：孟德尔遗传定律和摩尔根遗传定律以及相关遗传疾病

难点：人类单基因遗传疾病、不完全连锁、遗传分析

主要知识点：分离定律、自由组合定律、不完全显性、基因的多效性、复等位基因、单基因遗传疾病、连锁互换定律、伴性遗传、巴氏小体、染色体不分离、遗传咨询

### 7.13.4 教学过程

#### 一、遗传的基本规律 Genetic laws

1. Mendel's First Law of Heredity- Law of Segregation 分离定律

概念回顾：亲本 *parents-P*、子代 *filial-F*;

杂交 *hybrid* (异花授粉)、自交 *self-fertilization* (自花授粉 *self-pollination*)、测交 *test cross*  
(用隐性亲本测验 *F1* 产生配子的种类和数目) ;

显性基因 *dominant*、隐性基因 *recessive gene*;

等位基因 *allele*、非等位基因 *non-alleles*;

纯合子 *homozygote*、杂合子 *heterozygote*;

基因型 *genotype*、表型 *phenotype*;

质量性状 *qualitative character*、数量性状 *quantitative character*

---

**When Mendel crossed two contrasting varieties, he found all of the offspring in the first generation exhibited one (dominant) trait, and none exhibited the other (recessive) trait. In the following generation, 25% were pure-breeding for the dominant trait, 50% were hybrid for the two traits and exhibited the dominant trait, and 25% were pure-breeding for the recessive trait.**

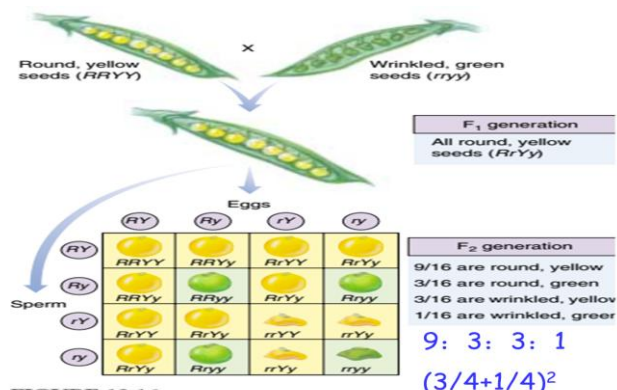
---

一对相对性状由一对等位基因控制，形成配子时，等位基因相互分离—颗粒遗传理论(每

一个基因是一个相对独立的功能单元)。

## 2. Mendel's Second Law of Heredity- Independent Assortment 自由组合定律

--两对性状的遗传分析 dihybrid/双因子杂交



**FIGURE 13.16** Analyzing a dihybrid cross. This Punnett square shows the results of Mendel's dihybrid cross between plants with round yellow seeds and plants with wrinkled green seeds. The ratio of the four possible combinations of phenotypes is predicted to be 9:3:3:1, the ratio that Mendel found.

**Mendel summed up his discoveries about heredity in two laws. Mendel's First Law of Heredity states that alternative alleles of a trait segregate independently; his Second Law of Heredity states that genes located on different chromosomes assort independently.**

符合孟德尔遗传定律的遗传现象:

1) 不完全显性 incomplete dominance: F1 代表型分离比为 1: 2: 1, 如金鱼草花色

2) 基因的多效性 pleiotropic effect:

单一基因的多种表型效应 (生化途径相互联系, 相互制约) eg. 囊性纤维化 CF: 肺堵塞, 肝脏、胰脏衰竭等; 翻毛鸡(显性 FF/Ff): 体温低, 新、脾扩大, 消化、排泄器官变异, 生殖能力下降。

3) 复等位基因的遗传—ABO 血型; 共显性 codominance AB;

4) 环境因素的影响: 光敏基因 (北极狐);

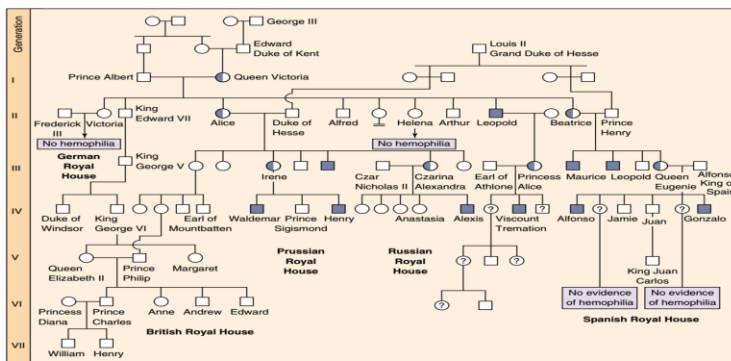
温控基因 (喜马拉雅兔, 暹罗猫 xianluo)

## 5) 人类的单基因常染色体的孟德尔式遗传

	发际	耳垂	雀斑	手指背毛
显性	V形	有	有	具毛
隐性	平直	无	无	无毛

## 人类单基因遗传疾病 genetic disorder:

Disorder	Symptom	Defect	Dominant/Recessive	Frequency among Human Births
Cystic fibrosis 囊性纤维化	Mucus clogs lungs, liver, and pancreas	Failure of chloride ion transport mechanism	Recessive	1/2500 高加索人 (Caucasians)
Sickle cell anemia 镰刀细胞贫血症 V-E	Poor blood circulation	Abnormal hemoglobin molecules	Recessive	1/625 (African Americans)
Tay-Sachs disease 泰-萨克斯病	Deterioration of central nervous system in infancy	Defective enzyme (hexosaminidase A)	Recessive	1/3500 德裔犹太人 (Ashkenazi Jews)
Phenylketonuria 苯丙酮尿症	Brain fails to develop in infancy	Defective enzyme (phenylalanine hydroxylase)	Recessive	1/12,000
Hemophilia 血友病	Blood fails to clot	Defective blood clotting factor VIII	Sex-linked recessive	1/10,000 (Caucasian males)
Huntington's disease 亨廷顿舞蹈症	Brain tissue gradually deteriorates in middle age	Production of an inhibitor of brain cell metabolism	Dominant	1/24,000
Muscular dystrophy (Duchenne) 肌营养不良 DMD	Muscles waste away	Degradation of myelin coating of nerves stimulating muscles	Sex-linked recessive	1/3700 (males)
Hypercholesterolemia 高胆固醇血症	Excessive cholesterol levels in blood, leading to heart disease	Abnormal form of cholesterol cell surface receptor	Dominant	1/500



家族谱系分析  
pedigree analysis

普鲁士皇族；  
俄国沙皇；  
西班牙皇族

俄国末代沙皇尼古拉二世+维多利亚女王的外孙女亚历山大公主 (1917年，二月革命)

FIGURE 13.26 The Royal hemophilia pedigree. Russian and Austrian royal house. Victoria's son I descent. Half-shaded symbols represent affected individuals. <http://www.guokr.com/post/666431/> 维多利亚女王 (1819-1901) 的血友病基因

## 3. Morgan's Third Law of Heredity- linkage and crossing-over 连锁交换定律

### 1) 染色体学说的确立以及基因概念的提出

孟德尔 (1860s) 提出生物的性状是由遗传因子控制的观点—逻辑推理；

萨顿和博韦里--首次提出染色体学说 *chromosome theory* (将有性生殖过程中染色体的行为与孟德尔提出的遗传因子传递规律联系起来) ；

摩尔根(1900s)通过果蝇的遗传实验，认识到基因存在于染色体上，并在染色体上是呈线



性排列---染色体是基因载体；

丹麦遗传学家约翰逊(1909) 在《精密遗传学原理》一书中正式提出“基因”概念。

### 2) 伴性遗传 *sex-linkage inheritance*:

由性染色体所携带的基因在遗传时与性别相联系的遗传方式；

X 连锁遗传：白眼果蝇，红绿色盲，血友病

Y 连锁遗传/限雄遗传：毛耳缘（印第安人群）

---

**Mendelian traits assort independently because they are determined by genes located on chromosomes that assort independently in meiosis.**

---

### 3) Morgan's Third Law of Heredity- linkage and crossing-over 连锁交换定律—同一染色体

上两对及以上基因遗传

连锁 *linkage*: 位于同一条染色体上的基因总是倾向于联系在一起共同遗传的现象；

完全连锁（雄蝇）；

不完全连锁（雌蝇）：亲本型 > 重组型（配子形成时，同源染色体非姐妹染色单体间发生局部交叉互换 *cross-over*）

连锁群 *linkage group*: 同一对染色体上的基因群  
(fruit fly: 4 linkage groups, 13 601 genes)

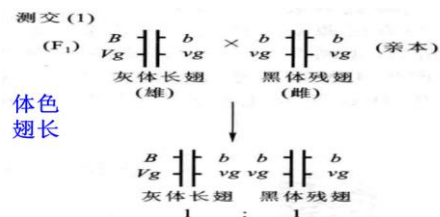


图 20.14 果蝇的完全连锁

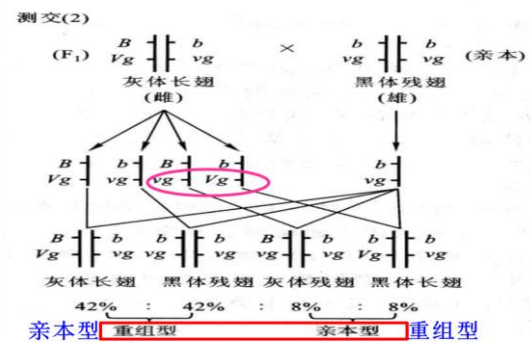


图 20.15 果蝇的不完全连锁

**巴氏小体 Barr bodies**: 雌性哺乳动物体细胞核中，一条 X 染色体随机发生异固缩（失活/部分失活）形成的染色较深的染色质体，常位于间期核膜边缘。

M.L.Barr (1949) 雌猫神经细胞间期核中有一个深染的小体而雄猫没有。



应用：性别鉴定(巴氏小体，y小体)；性染色体异常诊断：

克氏 *Klinefelter's* 综合征：男性外貌一个巴氏小体，核型 47, XXY；

特纳氏 (*Turner's*) 综合征：女性外表，无巴氏小体，核型是 45, XO；

XXY、XXYY；XXX、XXXY (2个巴氏小体)

三色猫 (玳瑁猫)：雌性腹部毛是白色的，背部和头部的皮毛由桔黄色和黑色斑组成。X-连锁基因杂合体，X-b 橙色 (*orange*) 毛皮，等位基因 X-B 控制黑色的毛皮。



FIGURE 13.37  
A calico cat. The coat coloration of this cat is due to the random inactivation of her X chromosome during early development. The female is heterozygous for orange coat color, but because only one coat color allele is expressed, she exhibits patches of orange and black fur.

4) 染色体不分离 *disjunction*：

常染色体：唐氏综合症 (21 三体)

性染色体：克氏综合症 XXY，特纳氏综合症 XO

5) 遗传咨询 *genetic counseling*：

分析孕育具有遗传缺陷胎儿的风险以及评价早期胚胎的遗传状态。

Many gene defects can be detected early in pregnancy, allowing for appropriate planning by the prospective parents.

家谱分析 *pedigree analysis*；

针对高龄产妇等具高风险的妊娠进行遗传筛查 *genetic*

*screening*：羊膜穿刺 *amniocentesis* (超声波监测 *ultrasound*) 或绒毛膜取样 *chorionic villi*

*sampling* 获得 *fetus cells* 体外培养后进行遗传分析：

1. 核型分析 *karyotype analysis* 鉴定非整倍性 *aneuploidy* (染色体数目改变) -唐筛；

2. 代谢功能分析 *metabolic function analysis* 检测酶功能--PKU；

3. RFLP 限制性片段长度多态性分析 (*site mutation--genetic markers*) -电泳

### 7.13.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授、结合典型遗传疾病介绍分析。

### 7.13.6 作业安排及课后反思

思考玳瑁猫毛色形成的原因？人类的遗传疾病可分为几类？精神疾病会遗传吗？

### 7.13.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.13.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第五章 遗传与变异

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 7.14 教学单元十四 第五章 遗传与变异—party II（2学时）

### 7.14.1 教学日期

第七周 第十四讲

### 7.14.2 教学目标

掌握 DNA 复制以及基因表达的基本过程，熟悉原核生物和真核生物基因表达的差异；了解核酸作为遗传物质的实验证据

### 7.14.3 教学内容（含重点、难点）

重点：DNA 复制；基因转录、翻译过程；原核生物和真核生物基因表达的差异

难点：基因表达的过程

主要知识点：遗传物质的证明、DNA 复制、基因转录、基因翻译、原核与真核生物基因表达比较

### 7.14.4 教学过程

二、基因的分子生物学 *Molecular biology*

汉麦林（丹麦）伞藻嫁接实验（1930s）：遗传物质在细胞核中（单细胞生物）

*Morgan*--染色体是基因的载体/染色体学说

## 1. 遗传物质是 *proteins or DNA*?

Griffith (1928) 肺炎链球菌转化实验:

S-光滑型菌株 (有毒性)

R-粗糙型菌株 (无毒性)

How?

Avery (1944): 纯化 S 菌的 DNA、蛋白和多糖分别与 R

菌混合, 观察 R—S 转化, 证明引起稳定遗传的转化因

子是 DNA;

Hershey-Chase(1952) T2 噬菌体感染实验

## 2. DNA 复制

薛定谔(量子物理学家)-1944 《What is life》-物理学理论阐明生命本质;

Watson, Crick--1953 《Nature》-double-helix of DNA;

半保留复制-*semi-conservative replication*; 半不连续复制-*semi-discontinuous replication*

Template strand 模板链: 3' -5' (continuous); 5' -3' (discontinuous 冈崎片段 Okazaki fragment);

Direction: 5' -3' (DNA 聚合酶III)

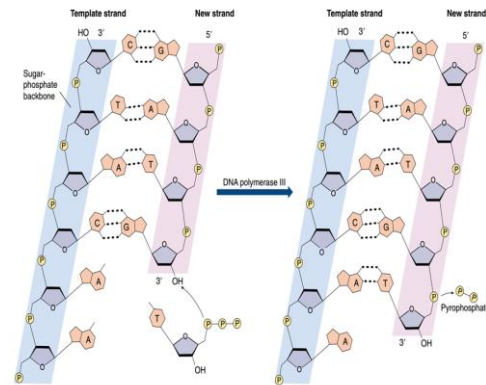


FIGURE 14.14 How nucleotides are added in DNA replication. DNA polymerase III, along with other enzymes, catalyzes the addition of nucleotides to the growing complementary strand of DNA. When a nucleotide is added, two of its phosphates are lost as pyrophosphate.

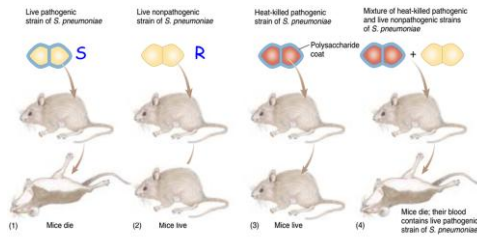


FIGURE 14.4 Griffith's discovery of transformation. (1) The pathogenic of the bacterium *Streptococcus pneumoniae* kills many of the mice it is injected into. The bacterial cells are covered with a polysaccharide coat, which the bacteria themselves synthesize. (2) Interestingly, an injection of live, coatless bacteria produced no ill effects. However, the coat itself is not the agent of disease. (3) When Griffith injected mice with dead bacteria that possessed polysaccharide coats, the mice were unharmed. (4) But when Griffith injected a mixture of dead bacteria with polysaccharide coats and live bacteria without such coats, many of the mice died, and virulent bacteria with coats were recovered. Griffith concluded that the live cells had been "transformed" by the dead ones; that is, genetic information specifying the polysaccharide coat had passed from the dead cells to the living ones.

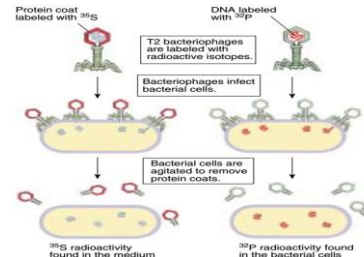


FIGURE 14.5 The Hershey and Chase experiment. Hershey and Chase found that  $^{35}\text{S}$  radioactivity did not enter infected bacterial cells and  $^{32}\text{P}$  radioactivity did. They concluded that viral DNA, not protein, was responsible for directing the production of new viruses.

原核生物 *prokaryote*: 一个复制起点 *origin of replication*, 双向进行复制;

真核生物 *eukaryote*: 多个复制起点, 同时进行双向复制, 形成复制泡。

### 3. DNA - RNA 转录 *transcription*

1) 转录起始: RNA 聚合酶+启动子 *promoter* (起始位点);

2) 转录延伸: A-U, G-C; 延长方向: 5' -3' ;

3) 转录终止: 终止子 *terminator*, RNA 聚合酶脱离模板。

4) *pre-RNA* 经加工形成 *mRNA*

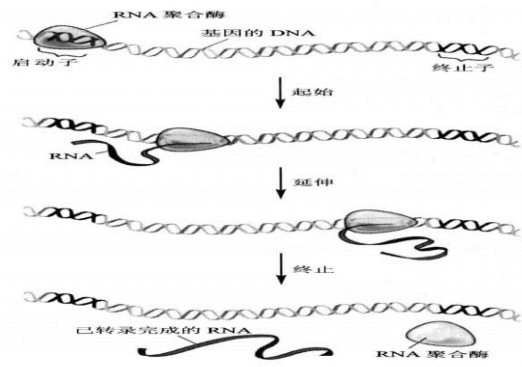


图 21.9 一个基因转录的 3 个步骤 (改编自 Campbell 等, 1997)

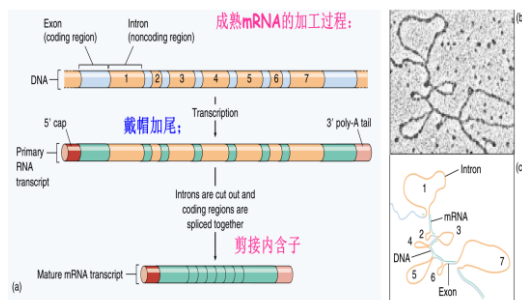


FIGURE 15.15

The eukaryotic gene that codes for ovalbumin in eggs contains introns. (a) The ovalbumin gene and its primary RNA transcript contain seven segments not present in the mRNA the ribosomes use to direct protein synthesis. Enzymes cut these segments (introns) out and splice together the remaining segments (exons). (b) The seven loops are the seven introns represented in the schematic drawing (c) of the mature mRNA transcript hybridized to DNA.

### 5) 遗传密码子(64)

起始密码子: *AUG-Met*; 终止密码子: *UAA, UAG, UGA*;

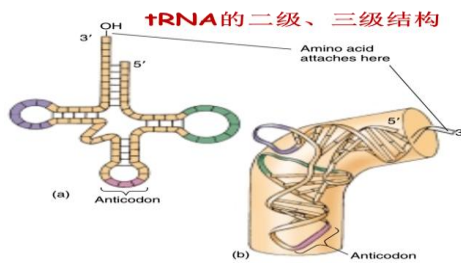
特点: 三联体; 兼并性; 通用性

Table 15.1 The Genetic Code								
First Letter	Second Letter						Third Letter	
	U	C	A	G				
U	UUU	Phenylalanine	UCU	Serine	UAU	Tyrosine	UGU	Cysteine
	UUC		UCC		UAC		UGC	C
	UUA	Leucine	UCA	UAA	Stop	UGA	Stop	A
	UUG		UCG	UAG	Stop	UGG	Tryptophan	G
C	CUU	Leucine	CCU	Proline	CAU	Histidine	CGU	U
	CUC		CCC		CAC	CGC	Arginine	C
	CUA		CCA		CAA	CGA	A	
	CUG		CCG		CAG	CGG	G	
A	AUU	Isoleucine	ACU	Threonine	AAU	Asparagine	AGU	Serine
	AUC		ACC		AAC	AGC	C	
	AUA	Methionine; Start	ACA		AAA	Lysine	AGA	Arginine
	AUG		ACG		AAG	AGG	G	
G	GUU	Valine	GCU	Alanine	GAU	Aspartate	GGU	U
	GUC		GCC		GAC	GGC	Glycine	C
	GUA		GCA		GAA	GGG	A	
	GUG		CGG		GAG		G	

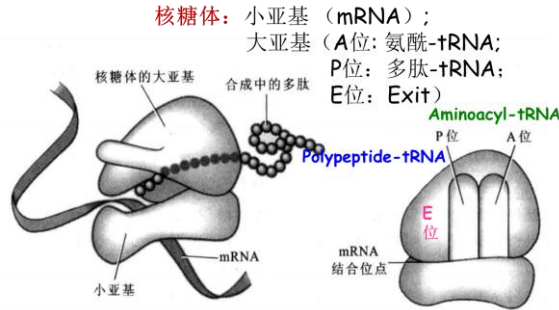
A codon consists of three nucleotides read in the sequence shown. For example, ACU codes for threonine. The first letter, A, is in the First Letter column; the second letter, C, is in the Second Letter column; and the third letter, U, is in the Third Letter column. Each of the mRNA codons is recognized by a corresponding anticodon sequence on a tRNA molecule. Some tRNA molecules recognize more than one codon in mRNA, but they always code for the same amino acid. In fact, most amino acids are specified by more than one codon. For example, threonine is specified by four codons, which differ only in the third nucleotide (ACU, ACC, ACA, and ACG).

#### 4. RNA - Proteins 翻译 translation

##### 1) tRNA 和核糖体的结构



**FIGURE 15.4**  
The structure of tRNA. (a) In the two-dimensional schematic, the three loops of tRNA are unfolded. Two of the loops bind to the ribosome during polypeptide synthesis, and the third loop contains the anticodon sequence, which is complementary to a three-base sequence on messenger RNA. Amino acids attach to the free, single-stranded—OH end. (b) In the three-dimensional structure, the loops of tRNA are folded.



**图 21.10** 核糖体的结构(引自 Campbell 等,1997) 右图显示其与 tRNA 结合部位。

#### 2009, Nobel Prize for Chemistry - “核糖体结构和功能研究”

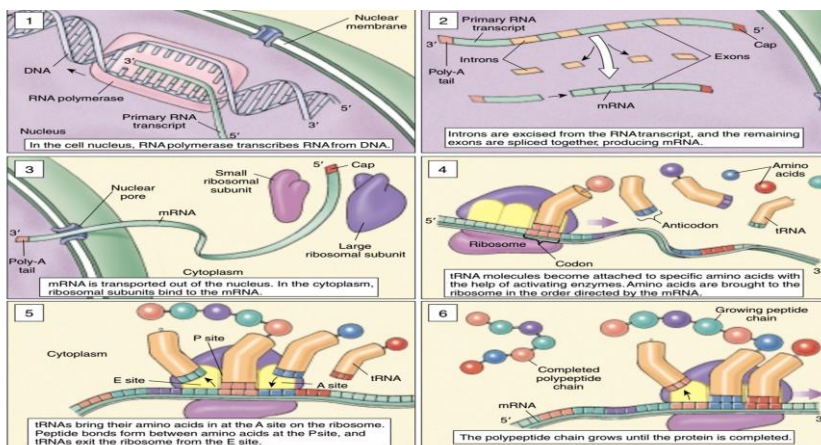
##### 2) 氨酰-tRNA 合成

##### 3) 形成翻译起始复合物: 小亚基 + mRNA(起始因子) + tRNA-fMet + 大亚基(P)

4) 翻译的延伸: 氨酰-tRNA (延伸因子)-A 位—肽基转移酶(大亚基)催化 P 位 Met 脱离于 A 位 aa 形成肽键; 核糖体向前移动一个密码子(5' -3' ), tRNA 移位: P-E, A-P

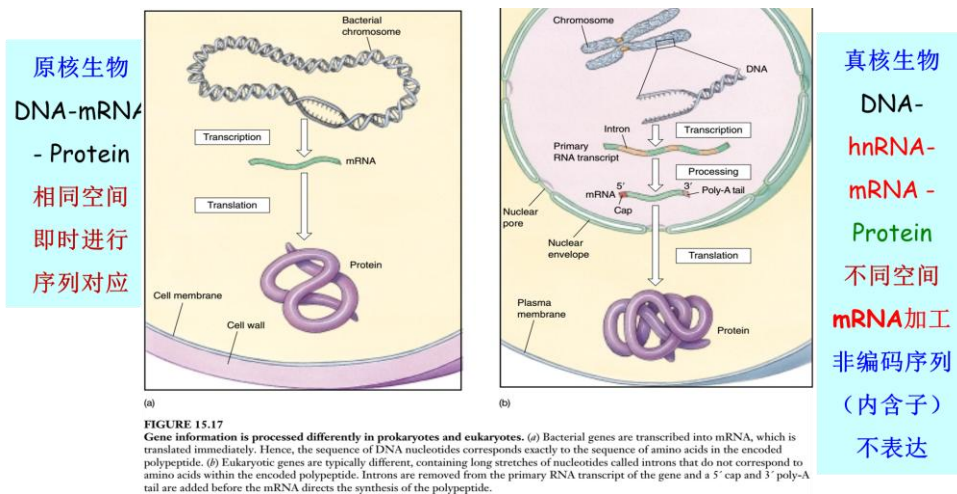
5) 翻译的终止: 终止密码—释放因子(A)—多肽链释放; 核糖体解体

##### 5. 基因表达概貌:



##### 6. 原核生物与真核生物基因表达的差异





### 7.14.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授、结合图片分析和 *flash* 动画展示。

### 7.14.6 作业安排及课后反思

思考为什么核酸是遗传物质，作为遗传物质需要满足哪些条件？有可能存在以其它分子作为遗传物质的生命体吗？

### 7.14.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.14.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第五章 遗传与变异

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 7.15 教学单元十五 第五章 遗传与变异—partyIII（2学时）

### 7.15.1 教学日期

第八周 第十五讲

### 7.15.2 教学目标



掌握常见的基因突变、乳糖操纵子的组成及功能，熟悉原核生物基因表达调控

### 7.15.3 教学内容（含重点、难点）

重点：基因突变，乳糖操纵子

难点：葡萄糖效应

主要知识点：遗传突变、碱基突变和移码突变，基因表达调控，调节蛋白的 *DNA*

结合基序，乳糖操纵子，葡萄糖效应

### 7.15.4 教学过程

#### 7. What is the gene?

一基因一多肽/一基因一酶

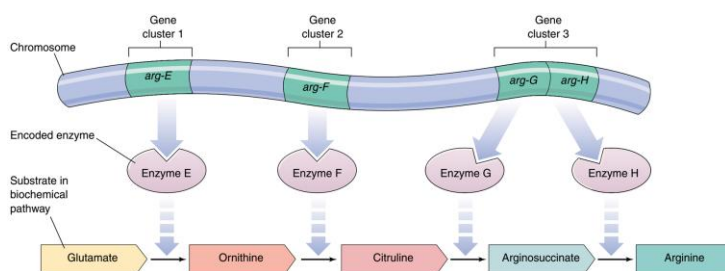


FIGURE 14.21 Evidence for the "one-gene/one-polypeptide" hypothesis. The chromosomal locations of the many arginine mutants isolated by Beadle and Tatum cluster around three locations. These locations correspond to the locations of the genes encoding the enzymes that carry out arginine biosynthesis.

### 8. 基因突变 *genetic mutation*

染色体畸变 *chromosome aberration*: 染色体结构与数目的改变;

基因点突变 *point mutation*: *DNA* 序列中单个或多个碱基对的改变，包括体细胞突变和生殖细胞突变。

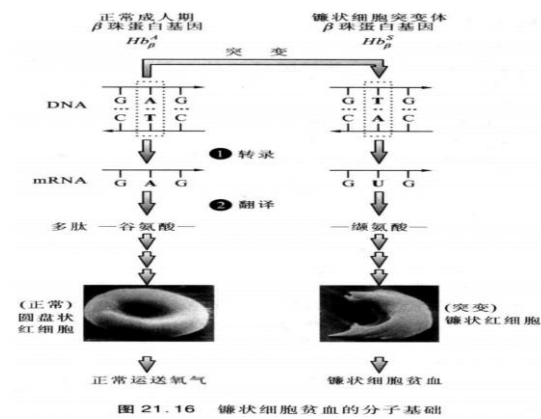
常见的基因突变:

碱基置换 *substitution*:

碱基转换 *transition* (嘌呤-嘌呤, *A-G*; 嘧啶-嘧啶, *C-T*);

碱基颠换 *transversion* (嘌呤-嘧啶, *A-T* 镰状细胞贫血) *GAG—GUG*

移码突变 *frameshift mutation*: 插入或删除一个或多个（非 3 的整倍数）的碱基，使其后的三联体密码子阅读框架发生改变。



### 三、基因表达调控 *regulating of gene expression*

#### 1. 基因表达调控

1) 基因表达 *gene expression*: DNA 转录和翻译产生相应的蛋白质或酶；或转录后直接产生其 RNA 产物 (*rRNA*, *tRNA* 等) 的过程；与细胞分化、形态发生和个体发育密切相关。存在时间（不同发育阶段等）和空间（不同细胞、组织、器官等）维度的差异。基因表达主要通过转录水平和转录后水平的进行控制，常见的转录水平控制即基因转录“开-关”：调节 *mRNA* 的合成；是由一系列调节蛋白与 DNA 的调控序列结合来实现的。

---

**Gene expression is controlled at the transcriptional and posttranscriptional levels. Transcriptional control, more common, is effected by the binding of proteins to regulatory sequences within the DNA.**

- 转录水平上的调控 *transcription level*
- 转录后水平上的调控 *post transcription level*

#### 2) 调节蛋白与 DNA 调控序列的结合

调节蛋白可识别 DNA 双螺旋分子大沟的特定碱基伸出序列，通过特定的 DNA 结合基序插入结合。调节蛋白的 DNA 结合基序：螺旋转角螺旋、同源结构域、锌指结构、亮氨酸拉链。

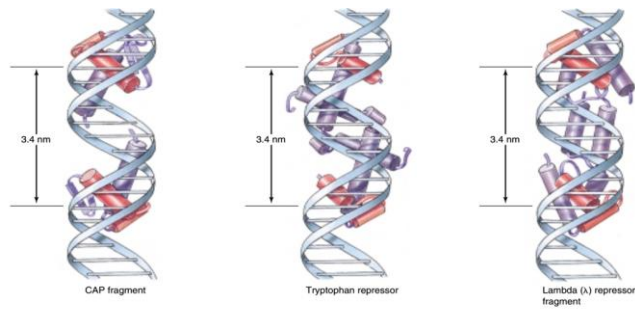
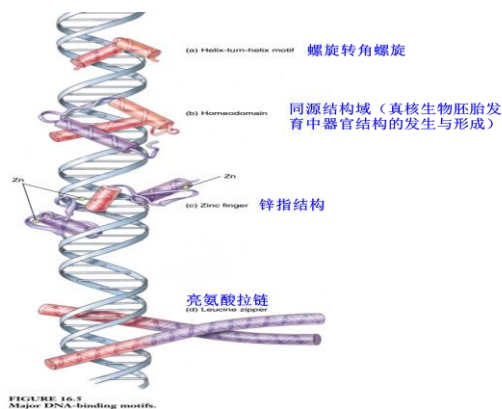


FIGURE 16.4 How the helix-turn-helix binding motif works. The three regulatory proteins illustrated here all bind to DNA using a pair of helix-turn-helix binding motifs. In each case, the two copies of the motif (*red*) are separated by 3.4 nm, precisely the spacing of one turn of the DNA helix. This allows the regulatory proteins to slip into two adjacent portions of the major groove in DNA, providing a strong attachment.

## 2. 原核生物的基因表达调控

### 1) 大肠杆菌的乳糖操纵子 *Lac Operon* (Jacob-Monod 1961)

在没有葡萄糖时，启动菌体分解乳糖（生成葡萄糖和半乳糖）的机制；

操纵子 *operon*：由在功能上彼此有关的几个结构基因和控制区（包括启动子 *promoter* 和操纵基因 *operator*）组成。

结构基因：*LacZ* ( $\beta$ -半乳糖苷酶), *LacY* ( $\beta$ -半乳糖苷透性酶), *LacA*

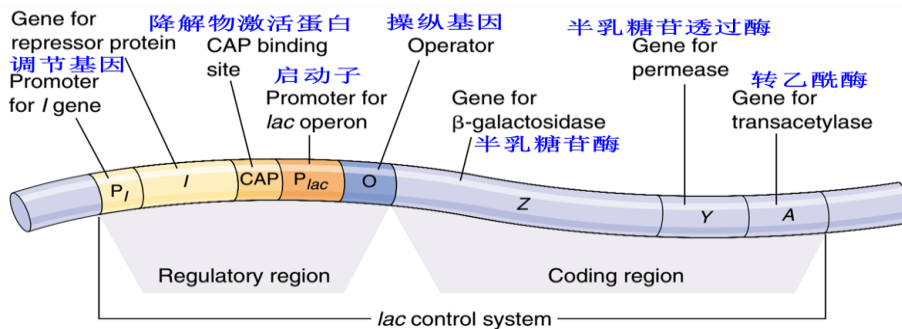
启动子 *promoter*：RNA 聚合酶结合，转录起始位点；

操纵基因 *operator*：调节基因编码的阻遏蛋白 *repressor* 的结合部位，决定 RNA 聚合酶能否与启动子结合开始转录。

具有两个调控位点：

无乳糖时---阻遏蛋白与操纵基因阻止转录；

无葡萄糖---降解物激活蛋白 *CAP* 与启动子上游的调控区 *CAP* 结合序列结合，激活转录；



**FIGURE 16.9**  
**The *lac* region of the *Escherichia coli* chromosome.** The *lac* operon consists of a promoter, an operator, and three genes that code for proteins required for the metabolism of lactose. In addition, there is a binding site for the catabolite activator protein (CAP), which affects whether or not RNA polymerase will bind to the promoter. Gene *I* codes for a repressor protein, which will bind to the operator and block transcription of the *lac* genes. The genes *Z*, *Y*, and *A* encode the two enzymes and the permease involved in the metabolism of lactose.

## 2) 葡萄糖效应

葡萄糖阻遏或分解代谢阻遏--葡萄糖分解-cAMP 含量降低- CAP 蛋白不结合- RNA 聚合酶不能与启动子结合，阻止乳糖操纵子转录，直到葡萄糖被利用完乳糖存在时，才进行转录。

Glucose	Lactose	Diagram	Operon Status
+	+		Operon OFF because CAP is not bound
+	-		Operon OFF both because <i>lac</i> repressor is bound and CAP is not
-	-		Operon OFF because <i>lac</i> repressor is bound
-	+		Operon ON because CAP is bound and <i>lac</i> repressor is not

## 7.15.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授、结合具体疾病介绍分析。

## 7.15.6 作业安排及课后反思

思考具有更复杂核结构的真核生物是否也同样具有更复杂的基因表达调控机制？

### 7.15.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.15.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第五章 遗传与变异

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 7.16 教学单元十六 第五章 遗传与变异—partyIV（2学时）

### 7.16.1 教学日期

第八周 第十六讲

### 7.16.2 教学目标

掌握真核生物的基因表达调控，熟悉果蝇早期胚胎发育中决定胚胎极性形成的重要因素；了解同源异型框在胚胎发育中的重要作用

### 7.16.3 教学内容（含重点、难点）

重点：真核生物的基因表达调控

难点：果蝇早期胚胎发育中决定胚胎极性形成的重要因素

主要知识点：真核生物基因表达转录前水平的调控，转录水平的调控，RNA剪接，选择性RNA剪接，果蝇早期胚胎发育中的基因调控，同源异型突变，同源异型框

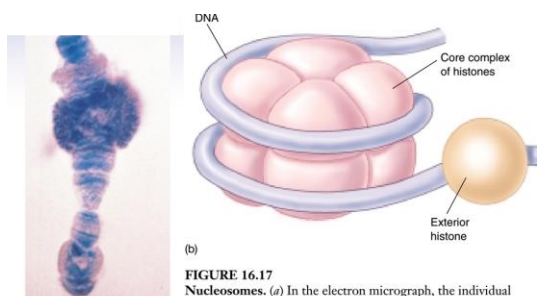
### 7.16.4 教学过程

#### 3. 真核生物的基因表达调控

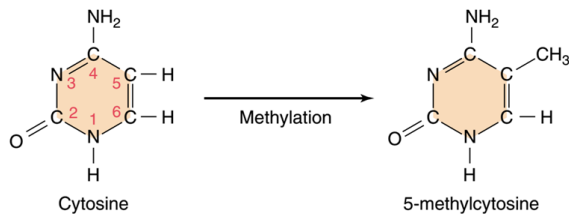
##### 1) DNA的包装影响基因的表达

染色体的基本结构单位—核小体 *nucleosome*

异染色质区（如着丝粒区）：高度螺旋化/异固缩（非转录区）；甲基化（表观遗传学）



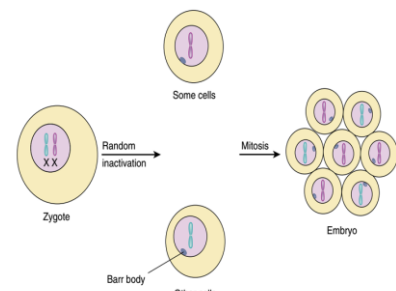
**FIGURE 16.17 Nucleosomes.** (a) In the electron micrograph, the individual nucleosomes have diameters of about 10 nm. (b) In the diagram of a nucleosome, the DNA double helix is wound around a core complex of eight histones; one additional histone binds to the outside of the nucleosome, exterior to the DNA.



**FIGURE 16.18 DNA methylation.** Cytosine is methylated, creating 5-methylcytosine. Because the methyl group is positioned to the side, it does not interfere with the hydrogen bonds of a GC base-pair.

## 2) 异染色质化与基因的表达失活

巴氏小体：雌性哺乳动物的任意一条 X 染色体在胚胎发育早期发生随机异固缩丧失部分失活。



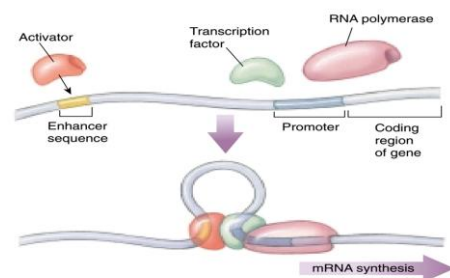
**FIGURE 13.36 Barr bodies.** In the developing female embryo, one of the X chromosomes (determined randomly) condenses and becomes inactivated. These condensed X chromosomes, called Barr bodies, then attach to the nuclear membrane.



**FIGURE 13.37 A calico cat.** The coat coloration of this cat is due to the random inactivation of her X chromosome during early development. The female is heterozygous for orange coat color, but because only one coat color allele is expressed, she exhibits patches of orange and black fur.

## 3) 蛋白质组装启动真核细胞转录—转录水平

远距离调控：增强子 *enhancer*（与激活蛋白结合后，促进 RNA 聚合酶转录的一段 DNA 元件）；  
转录因子（与启动子的调控序列结合促进转录的蛋白质）；



**FIGURE 16.16 How enhancers work.** The enhancer site is located far away from the gene being regulated. Binding of an activator (red) to the enhancer allows the activator to interact with the transcription factors (green) associated with RNA polymerase, activating transcription.

RNA 聚合酶；

## 4) 真核细胞的 RNA 转录后水平的调控---RNA 剪接 *splicing*

断裂基因 *split gene*：基因中存在较长的非编码区（内含子 *intron*）将编码区（外显子 *exon*）



隔开。

初始转录物—不均一核 RNA (*hnRNA*) 的加工：5' 加帽，3' 加尾，剪接 *splicing* 和编辑

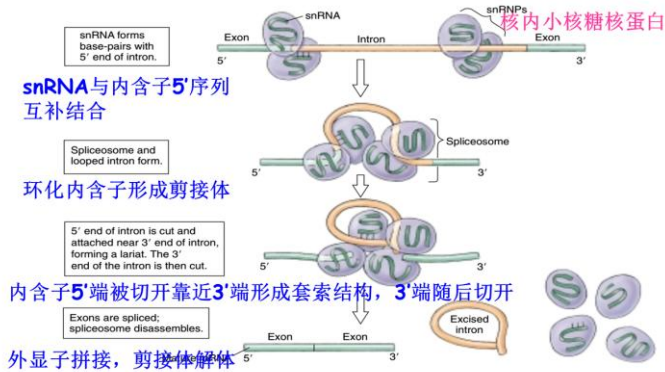


FIGURE 16.19 How spliceosomes process RNA. Particles called snRNPs contain snRNA that interacts with the 5' end of an intron. Several snRNPs come together and form a spliceosome. As the intron forms a loop, the 5' end is cut and linked to a site near the 3' end of the intron. The intron forms a lariat that is excised, and the exons are spliced together. The spliceosome then disassembles and releases the mature mRNA.

**选择性剪接 *alternative splicing***: 通过不同的剪接方式，从同一个 RNA 转录物产生不同的 mRNA，从而翻译出不同的蛋白质；如降钙素基因相关蛋白 *CGRP* 和降钙素 *CT* 分别在下丘脑 *hypothalamus* 和甲状腺 *thyroid* 的表达。

一个基因在不同发育阶段或不同组织中表达的蛋白质不同，昆虫和脊椎动物中较常见。

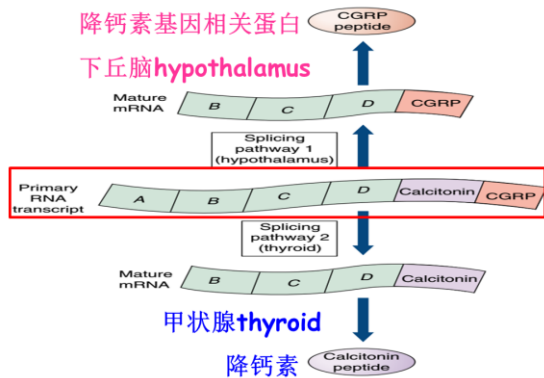


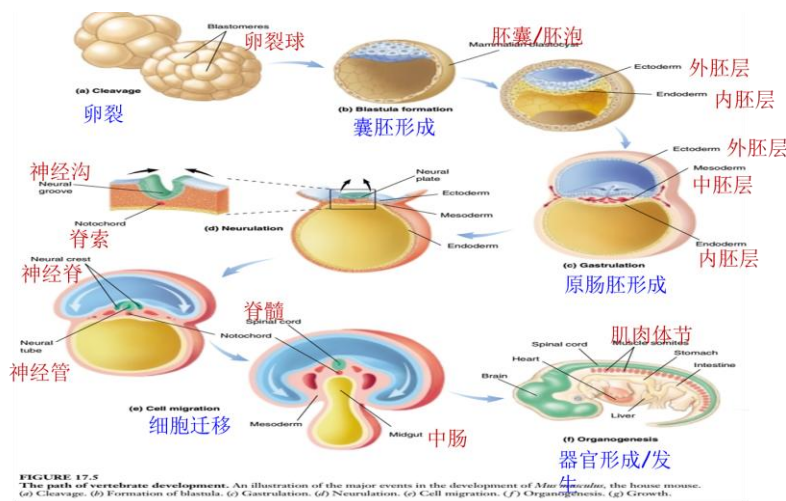
FIGURE 16.20 Alternative splicing products. The same transcript made from one gene can be spliced differently to give rise to two very distinct protein products, calcitonin and CGRP.

#### 4. 胚胎发育的基因调控

##### 1) 脊椎动物的胚胎发育过程

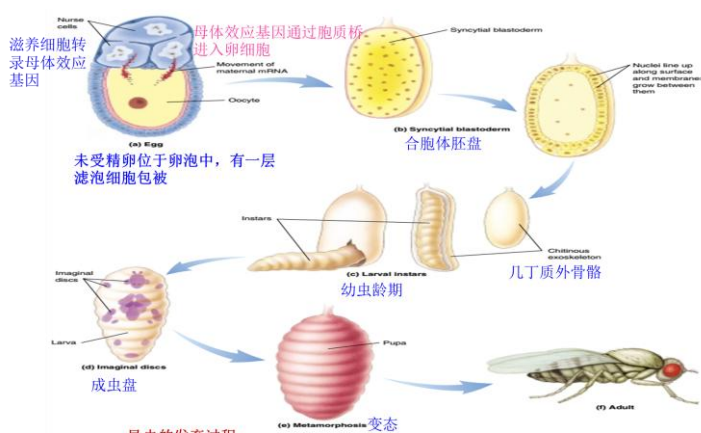
卵裂 *cleavage*；囊胚形成 *blastula formation*；原肠胚形成 *gastrulation*；神经胚形成 *neurulation*；细胞迁移 *Cell migration*；器官发生 *organogenesis*；生长发育 *growth*

生长是指身体各器官、系统的长大和形态变化，是量的改变；发育是指细胞、组织和器官的分化完善与功能上的成熟，产生质的改变。两者密切相关，生长是发育的物质基础，而发育成熟状况又反映在生长的量的变化。



**Vertebrates develop in a highly orchestrated fashion. The zygote divides rapidly, forming a hollow ball of cells that then pushes inward, forming the main axis of an embryo that goes on to develop tissues, and after a process of cell migration, organs.**

## 2) 昆虫的发育过程



果蝇早期胚胎发育中决定胚胎极性形成的重要因素：

细胞间的信号传递；

一系列、分层次的基因表达调控的级联反应；

其中母体效应基因 *bicoid* 双尾基因产物在确定头尾位置信息中起了重要作用。

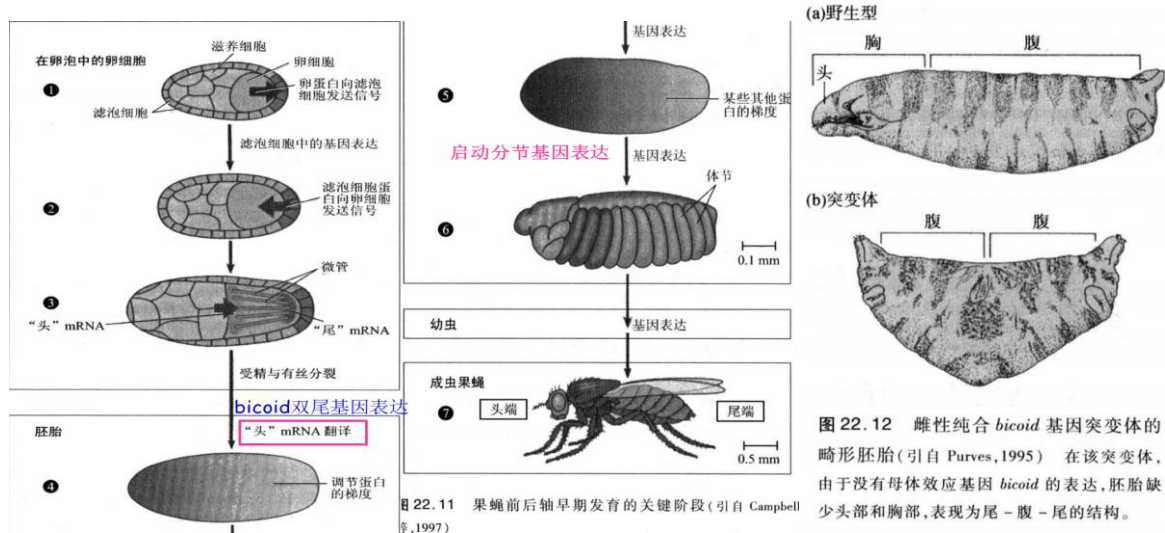
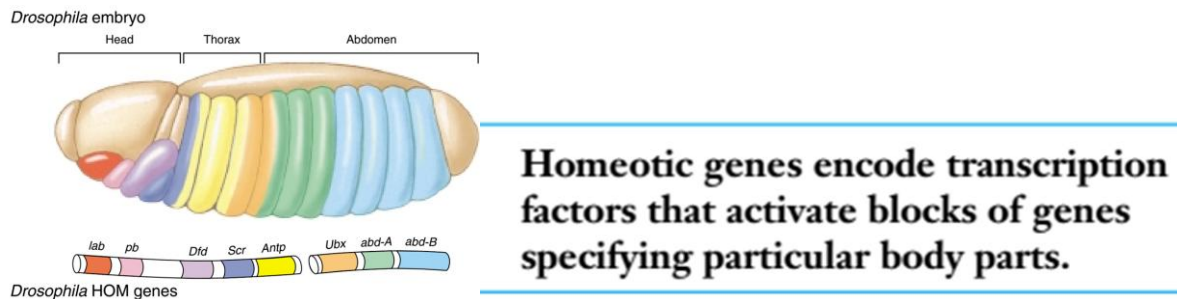


图 22.11 果蝇前后轴早期发育的关键阶段(引自 Campbell 等, 1997)

图 22.12 雌性纯合 *bicoid* 基因突变体的畸形胚胎(引自 Purves, 1995) 在该突变体, 由于没有母体效应基因 *bicoid* 的表达, 胚胎缺少头部和胸部, 表现为尾-腹-尾的结构。

同源异形突变 *homeotic mutation*: 器官异位表达的现象。

在果蝇的变态期, 每一体节的器官及特征结构由同源异形基因 *homeotic gene* 决定 (3 染色体): 触角足复合体—前胸节和头部体节; 双胸复合体—后部胸节和腹节发育;



同源异形框 *homeobox*: 含 180 个核苷酸的保守序列, 编码一个含有 60 个氨基酸的多肽片段; 在许多生物中都存在相似的同源异形框: 酵母、植物、昆虫、线虫、软体动物、鱼类、蛙、鸟类、哺乳动物和人类。

### 7.16.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授、结合图片和动画介绍分析。

### 7.16.6 作业安排及课后反思

思考果蝇早期胚胎发育中决定胚胎极性形成的重要因素有哪些？真核生物的基因表达调控包括转录前水平、转录水平的选择性转录和转录后水平的选择性剪接，还可能有什么样的调控形式参与胚胎发育？

### 7.16.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.16.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第五章 遗传与变异

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 7.17 教学单元十七 第五章 遗传与变异—party V（2学时）

### 7.17.1 教学日期

第九周 第十七讲

### 7.17.2 教学目标

掌握基因工程的常用技术、工具酶及载体，熟悉 *DNA* 重组操作的一般步骤；

### 7.17.3 教学内容（含重点、难点）

重点：基因工程的常用技术、工具酶；*DNA* 重组的一般步骤

难点：基因重组中目的基因的获得以及对转化产物的筛选鉴定技术

主要知识点：基因工程的常用技术（核酸分子杂交技术、聚合酶链反应 *PCR* 技术），常用的工具酶（限制性内切酶 *RE*，连接酶 *ligase*，反转录酶 *RTase*），基因工程载体需具备的条件，*DNA* 重组操作的一般步骤（目的基因的获得，构建重组载体，转化宿主细胞，转化子的筛选及鉴定）

## 7. 17. 4 教学过程

### 四、重组 DNA 技术 *Recombinant DNA*

转基因生产乳铁蛋白的牛、抗枯萎的鲜花、超级大马哈鱼以及抗虫的豌豆引出基因工程。



#### 1. 基因工程的相关技术及主要的工具酶

##### 1) 概念:

**DNA 重组/基因重组**是生物体细胞内经常发生的生命活动过程，对于生物体的遗传变异和进化过程中具有重要意义。

**3 levels 水平:** 整体水平（有性杂交）；细胞水平（细胞融合）；分子水平（基因重组

1972 年， $\lambda$ -*phage gene* + *E. coli Lac operon*—猴病毒 *SV40--recombinant*)

**重组 DNA 技术:** 利用分离纯化或人工合成的 DNA（目的基因）在体外与载体 DNA 连接成重组体，转化宿主细胞（细菌或其他细胞），经筛选、诱导获得大量目的基因表达产物的过程；又被称为遗传工程/基因工程 *genetic engineering*。

**基因克隆/分子克隆 *gene cloning*:** 将重组克隆载体导入宿主细胞经无性繁殖获得相同重组 DNA 扩增分子的过程。

##### 2) 基因工程常用实验技术

密度梯度超速离心；核酸电泳技术；PCR 技术；酶切及连接重组；分子杂交 *hybridization* 技术；聚丙烯酰胺凝胶电泳技术等：



(1) 分子杂交 **hybridization**: 利用 DNA 的变性 *denaturation* 和复性 *renaturation* 的原理实现单链 DNA 分子之间或 DNA 与 RNA 之间的结合。

增色效应 *hyperchromic effect*; 减色效应 *hypochromic effect*

影响因素:  $T$  ( $T_m$ ),  $pH$ ;  $[GC]$ ,  $[I]$

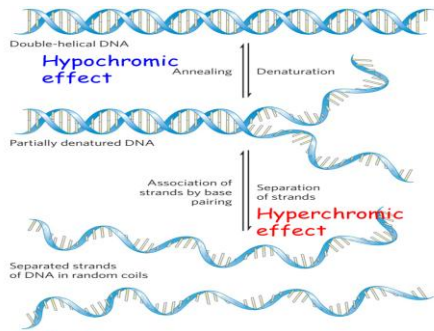


FIGURE 8-26 Reversible denaturation and annealing (renaturation) of DNA.

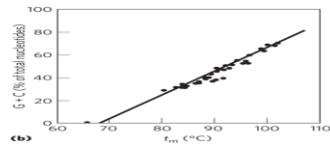
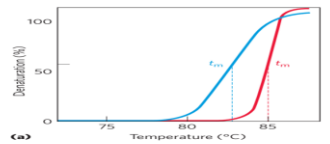


FIGURE 8-27 Heat denaturation of DNA. (a) The denaturation, or melting, curves of two DNA specimens. The temperature at the mid-point of the transition ( $T_m$ ) is the melting point; it depends on pH and ionic strength and on the size and base composition of the DNA. (b) Relationship between  $T_m$  and the G+C content of a DNA.

来自不同物种的核酸可以杂交—同源互补: 高温变性—缓慢降温 (退火 *annealing*) --杂交双链 *hybrid duplex*。

探针 *probe*—带标记 (放射性同位素, 荧光) 的单链 DNA 或 RNA, 用于检测具有互补序列的核酸序列。

*Southern* 印迹 *blot*: DNA—DNA (基因序列);

*Northern* 印迹: DNA—RNA; RNA—RNA (基因的

选择性表达/表达量, *mRNA* 水平);

*Western blot*: Protein—Protein; Ab--Ag

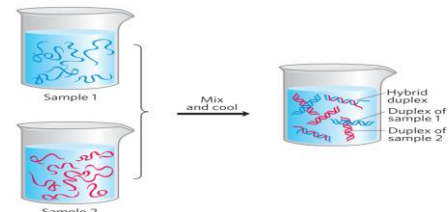


FIGURE 8-29 DNA hybridization. Two DNA samples to be compared are completely denatured by heating. When the two solutions are mixed and slowly cooled, DNA strands of each sample associate with their normal complementary partner and anneal to form duplexes. If the two DNAs have significant sequence similarity, they also tend to form partial duplexes or hybrids with each other. The greater the sequence similarity between the two DNAs, the greater the number of hybrids formed. Hybrid formation can be measured in several ways. One of the DNAs is usually labeled with a radioactive isotope to simplify their detection and measurement.

(2) 聚合酶链反应 (*polymerase chain reaction, PCR*) --体外 DNA 扩增技术

PCR 反应体系: 模板 DNA, 引物 (5' 端, 3' 端), *Taq DNA* 聚合酶, 四种脱氧核苷三磷酸 *dNTPs*,  $Mg^{2+}$

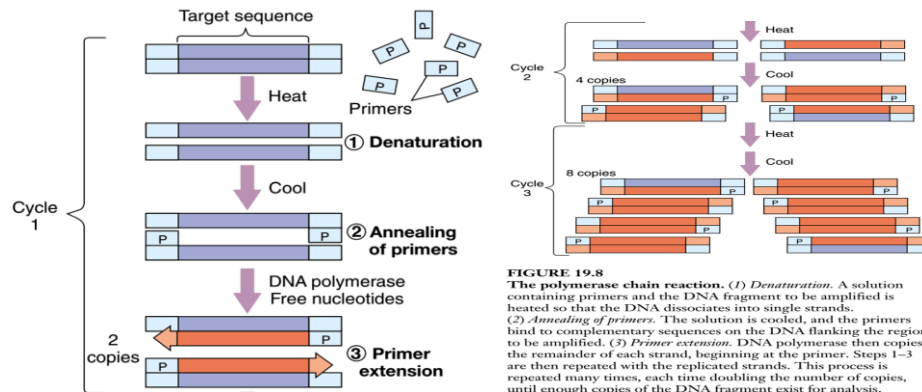
3 reactions:

高温变性 *denaturation* ( $95^{\circ}C$ ,  $1min$ , 双链变成单链模板)



低温退火 *annealing* (55°C, 1min, 引物与单链模板两段互补序列结合)

适温延伸 *extension* (72°C, 3-5min, DNA 聚合酶催化底物 *dNTPs* 从引物 3' 端加入并沿模板按 5' -3' 方向延伸, 合成新的互补链)



**FIGURE 19.8**  
The polymerase chain reaction. (1) *Denaturation*. A solution containing primers and the DNA fragment to be amplified is heated so that the DNA dissociates into single strands. (2) *Annealing of primers*. The solution is cooled, and the primers bind to complementary sequences on the DNA flanking the region to be amplified. (3) *Primer extension*. DNA polymerase then copies the remainder of each strand, beginning at the primer. Steps 1-3 are then repeated with the replicated strands. This process is repeated many times, each time doubling the number of copies, until enough copies of the DNA fragment exist for analysis.

### 3) 工具酶

**限制性内切酶** *restriction endonuclease*, *RE* 在特定位点水解磷酸二酯键切断 DNA 的酶-基因操作的“手术刀”；具有特异性识别序列（靶序列）：6-8 nt 回文结构；

切割方式：粘性末端 *sticky end*；平齐末端 *blunt end*

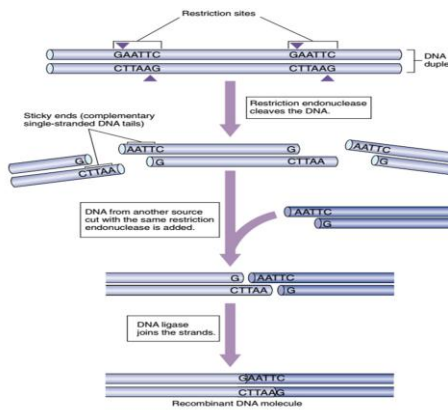
**DNA 连接酶** *ligase*：催化相邻 3' -OH 和 5' -P 末端形成磷酸二酯键，连接和封闭单链 DNA-基因操作的“粘合剂”；

粘性末端 *sticky end* - *DNA ligase*, *T4 DNA ligase*

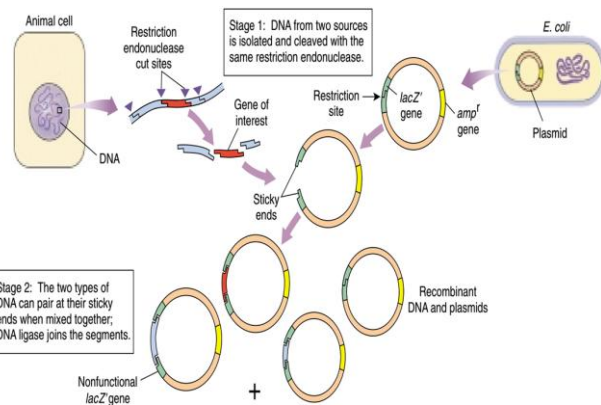
平齐末端 *blunt end* - *T4 DNA ligase*

**反转录酶** *reverse transcriptase*：以 *mRNA* 为模板反转录合成互补 DNA (*cDNA*)；

合成同位素标记的用于核酸杂交的探针（同时具有核酸酶 *H[RNAase H]* 活性，水解 DNA/RNA 杂交分子中的 RNA 链）



**FIGURE 19.2** Many restriction endonucleases produce DNA fragments with "sticky ends." The restriction endonuclease *EcoRI* always cleaves the sequence GAATTC between G and A. Because the same sequence occurs on both strands, both are cut. However, the two sequences run in opposite directions on the two strands. As a result, single-stranded tails are produced that are complementary to each other, or "sticky."



## 2. 基因克隆的质粒载体

克隆载体质粒必须具备的特性：

具有复制起点（自主复制）；

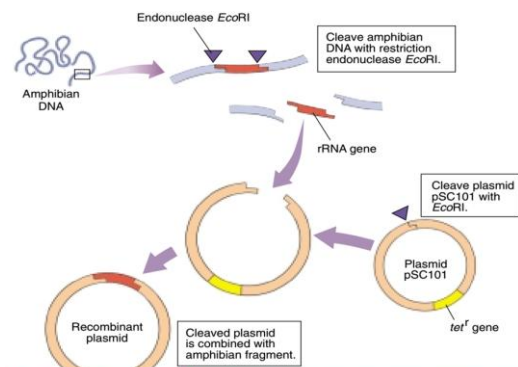
筛选标记基因（抗生素抗性基因 *Ampr*; *Kanr*;

*Tetr*; *LacZ*）；

多克隆位点（多种 *RE* 识别位点-外源基因插入位点）；

相对分子量小，拷贝数高；

安全性（宿主范围有限，体内不重组，不发生转移，不会自由扩散）



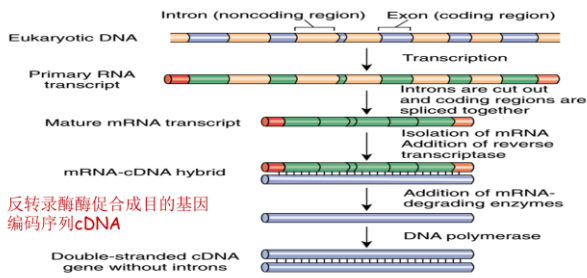
1973年，美国人 *S.Cohen* 和 *H.Boyer* 将外源基因拼接在质粒中，并在大肠杆菌中表达，从而揭开基因工程的序幕

Cohen and Boyer inserted an amphibian gene encoding rRNA into pSC101. The plasmid contains a single site cleaved by the restriction endonuclease *EcoRI*; it also contains *tet<sup>r</sup>*, a gene which confers resistance to the antibiotic tetracycline. The rRNA-encoding gene was inserted into pSC101 by cleaving the amphibian DNA and the plasmid with *EcoRI* and allowing the complementary sequences to pair.

*pSC101*, *pBR322*, *pUC*, *pET* 系列等

## 3. 重组 DNA 的基本步骤

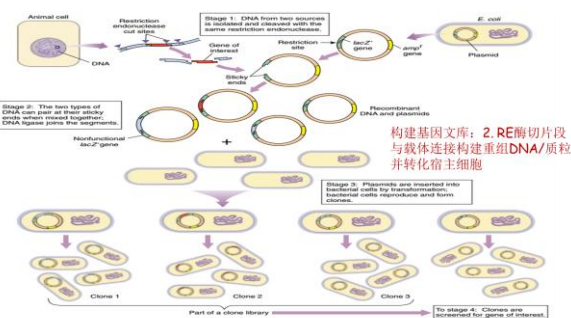
1) 获得目的基因：*RE* 酶切产生待克隆的目的片段（构建 *gene library*）；化学合成 *DNA*；反转录酶酶促合成（构建 *cDNA* 文库）；*PCR* 扩增特定的基因片段



**FIGURE 19.11 The formation of cDNA.** A mature mRNA transcript is isolated from the cytoplasm of a cell. The enzyme reverse transcriptase is then used to make a DNA strand complementary to the processed mRNA. That newly made strand of DNA is the template for the enzyme DNA polymerase, which assembles a complementary DNA strand along it, producing cDNA, a double-stranded DNA version of the intron-free mRNA.

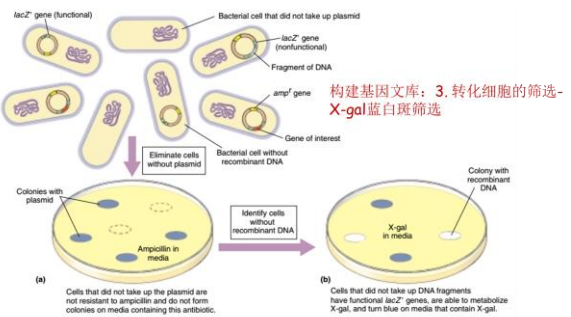
2) DNA 分子体外重组：黏性末端连接；平齐末端连接（化学合成，反转录合成）

3) 重组 DNA 分子转入宿主细胞：*E. coli*，枯草芽孢杆菌，酿酒酵母

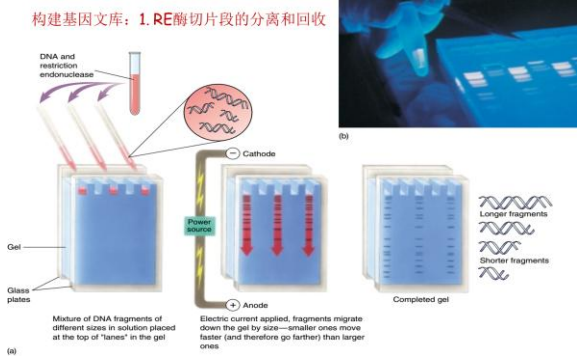


**FIGURE 19.8 Steps in a genetic engineering experiment.** In stage 1, DNA containing the gene of interest (in this case, shown as animal cell) and DNA from a plasmid are isolated and cut with the same restriction endonuclease. The gene *amp<sup>r</sup>* and *lacZ'* are contained within the plasmid and are used for cloning. In stage 2, the recombinant DNA is inserted into bacterial cells, which reproduce and form clones. In stage 3, the recombinant DNA is inserted into bacterial cells, which reproduce and form clones. In stage 4, clones are screened for the gene of interest.

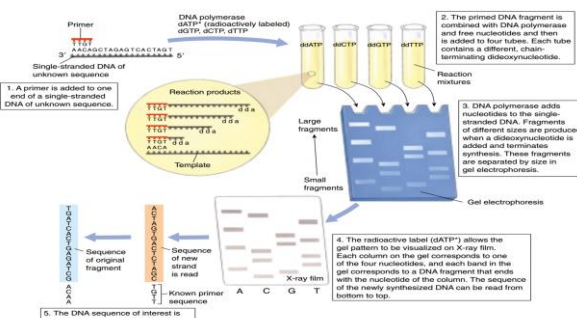
4) 重组体的筛选与鉴定：抗性筛选；插入灭活筛选（蓝白斑筛选）



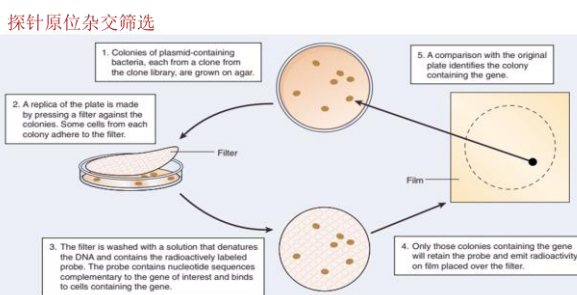
**FIGURE 19.6 Stage 4-I. Using antibiotic resistance and X-gal as preliminary screens of restriction fragment clones.** Bacteria are transformed with recombinant plasmids that contain a gene (*amp<sup>r</sup>*) that confers resistance to the antibiotic ampicillin and a gene (*lacZ'*) that is required to produce  $\beta$ -galactosidase, the enzyme which enables the cells to metabolize the sugar X-gal. (a) Only those bacteria that have incorporated a plasmid will be resistant to ampicillin and will grow on a medium that contains the antibiotic. (b) Ampicillin-resistant bacteria will be able to metabolize X-gal if their plasmid does not contain a DNA fragment inserted in the *lacZ'* gene; such bacteria will turn blue when grown on a medium containing X-gal. Bacteria with a plasmid that has a DNA fragment inserted within the *lacZ'* gene will not be able to metabolize X-gal and, therefore, will remain colorless in the presence of X-gal.



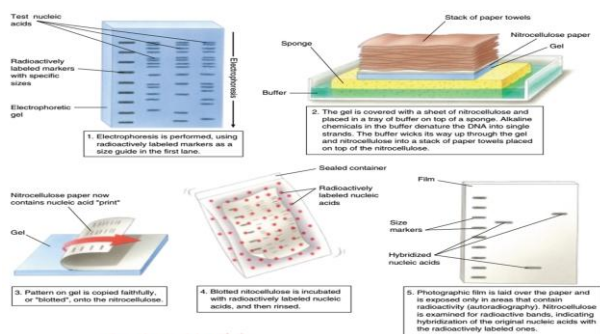
**FIGURE 19.4 Gel electrophoresis.** (a) After restriction endonucleases have cleaved the DNA, the fragments are loaded on a gel, and an electric current is applied. The DNA fragments migrate through the gel, with bigger ones moving more slowly. The fragments can be visualized easily, as the migrating bands fluoresce in UV light when stained with ethidium bromide. (b) In the photograph, one band of DNA has been excised from the gel for further analysis and can be seen glowing in the tube the technician holds.



**FIGURE 19.12 The Sanger dideoxynucleotide sequencing method.**

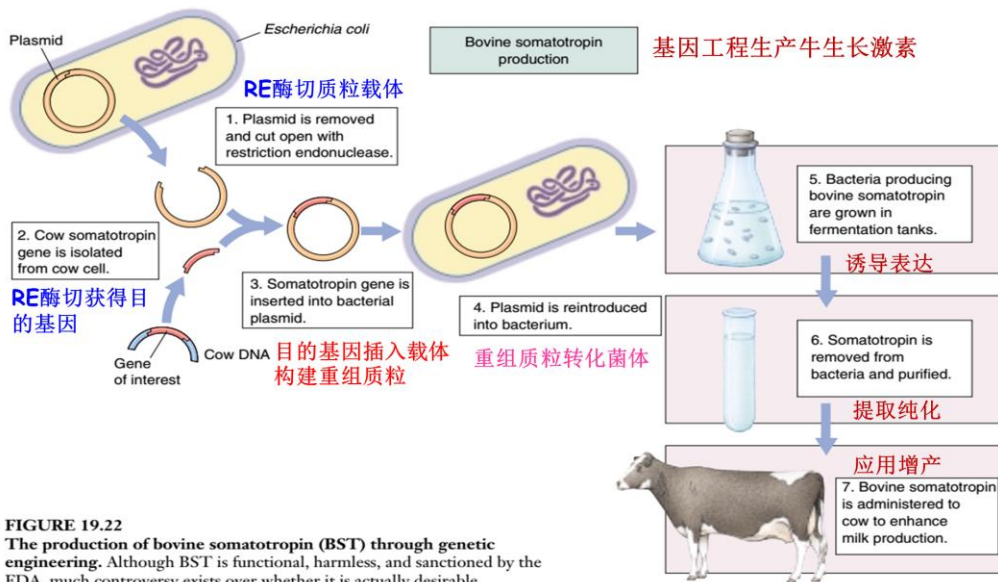


**FIGURE 4-II. Using hybridization to identify the gene of interest.** (1) Each of the colonies on these bacterial culture plates represents millions of clones descended from a single cell. To test whether a certain gene is present in any particular clone, it is necessary to identify colonies whose cells contain DNA that hybridizes with a probe containing DNA sequences complementary to the gene. (2) Pressing a filter against the master plate causes some cells from each colony to adhere to the filter. (3) The filter is then washed with a solution that denatures the DNA and contains the radioactively labeled probe. (4) Only those colonies that contain DNA that hybridizes with the probe, and thus contain the gene of interest, will expose film in autoradiography. (5) The film is then compared to the master plate to identify the gene-containing colony.



**FIGURE 19.9 Southern blot 鉴定**  
 The Southern blot procedure. E. M. Southern developed this procedure in 1975 to enable DNA fragments of interest to be visualized in a complex sample containing many other fragments of similar size. The DNA is separated on a gel, then transferred ("blotted") onto a solid support medium such as nitrocellulose paper or a nylon membrane. It is then incubated with a radioactive single-strand copy of the gene of interest, which hybridizes to the blot at the location(s) where there is a fragment with a complementary sequence. The positions of radioactive bands on the blot identify the fragments of interest.

### 举例：基因工程生产牛生长激素



**FIGURE 19.22**  
 The production of bovine somatotropin (BST) through genetic engineering. Although BST is functional, harmless, and sanctioned by the FDA, much controversy exists over whether it is actually desirable.

### 7.17.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授、结合具体应用实例介绍分析。

### 7.17.6 作业安排及课后反思

设计用基因工程技术生产一种特定的蛋白药物；思考是否所有的蛋白类药物都可以用基因工程技术生产？基因工程技术是否可以用于非蛋白类药物的生产？

### 7.17.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.17.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第五章 遗传与变异

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 7.18 教学单元十八 第五章 遗传与变异—party VI（2 学时）

### 7.18.1 教学日期

第九周 第十八讲

### 7.18.2 教学目标

熟悉并了解基因工程在新型疫苗和蛋白质药物生产，动、植物品种改良以及遗传病的基因诊断和基因治疗中的应用

### 7.18.3 教学内容（含重点、难点）

重点：新型疫苗和蛋白质药物的基因工程生产，转基因生物/遗传修饰性生物 *GMO*

难点：基因工程的生产过程

主要知识点： 新型疫苗和蛋白质药物的基因工程生产，乳腺发生器，转基因植物

### 7.18.4 教学过程

#### 4. 基因工程的应用

**新型疫苗和蛋白质药物：** 基因工程亚单位疫苗（口蹄疫，乙肝），胰岛素 *insulin*，人生长激素 *hGH*，*IFN* 干扰素，*IL* 白介素，*EPO* 等



表 23-1 利用基因工程研制的人类蛋白质若干药物

蛋白名称	反应器	用途
尿激酶 (urokinase)	大肠杆菌	溶栓剂
$\alpha$ -1-抗胰蛋白酶 ( $\alpha$ -1-antitrypsin)	哺乳动物细胞	治疗肺气肿
促红细胞生成素 (erythropoietin)	哺乳动物细胞	治疗贫血
凝血因子 VII、VIII、IX	哺乳动物细胞	促进血凝
组织纤溶酶原激活剂 (tissue plasminogen activator, tPA)	哺乳动物细胞	溶栓剂
表皮生长因子 (epidermal growth factor, EGF)	大肠杆菌	促进伤口愈合
人生长激素 (human growth hormone, GH)	大肠杆菌	促进生长
胰岛素 (insulin)	大肠杆菌	治疗糖尿病
干扰素 (interferon)	酵母菌	抗病毒、抗肿瘤
白细胞介素 (interleukin)	大肠杆菌	激活、刺激各类白细胞
集落刺激因子 (colony stimulating factor, CSF)	哺乳动物细胞	治疗感染和肿瘤
肿瘤坏死因子 (tumor necrosis factor)	大肠杆菌	抗肿瘤
乙肝疫苗 (hepatitis B)	酵母菌	预防乙型肝炎

动物基因工程及畜禽品种改良：转基因鱼 (GH)；乳腺生物反应器 (抗胰蛋白酶 ATT 一慢性肺气肿，乳铁蛋白 HLF)

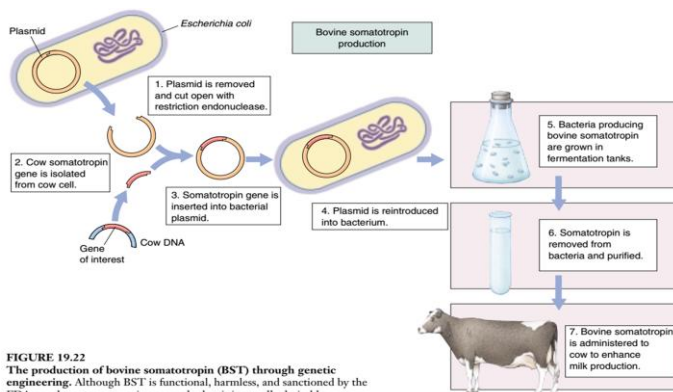


FIGURE 19.22 The production of bovine somatotropin (BST) through genetic engineering. Although BST is functional, harmless, and sanctioned by the FDA, much controversy exists over whether it is actually desirable.

转基因植物：(GMO) 转基因玉米 (抗虫，抗除草剂)，大豆 (抗除草剂 Round-up)，水稻 (抗虫、抗倒伏、高产、营养素) “黄金大米”，抗虫棉

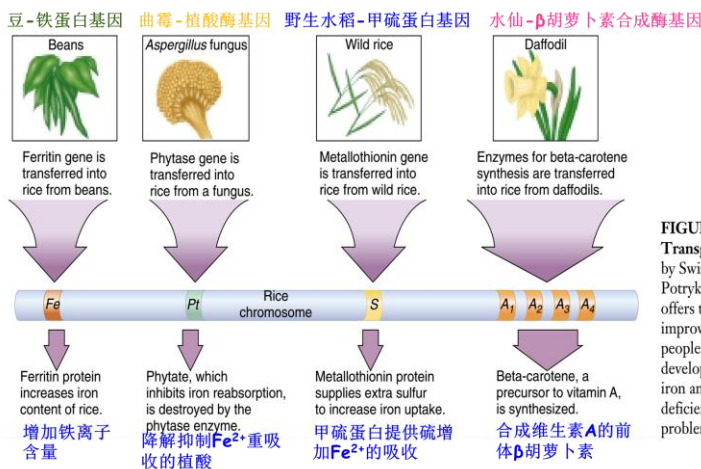


FIGURE 19.21 Transgenic rice. Developed by Swiss bioengineer Ingo Potrykus, transgenic rice offers the promise of improving the diets of people in rice-consuming developing countries, where iron and vitamin A deficiencies are a serious problem.



(植酸化学名称是六磷酸肌醇。植酸自己毒性很小，但却有与 *EDTA* 近似(*shì*)的很强的螯合能力。植酸以植酸钙镁钾盐的形式广泛存在于植物种子内，也存在于动物有核红细胞内，可促进氧合血红蛋白中氧的释放，改善血红细胞功能，延长血红细胞的生存期。)

草甘膦是一种非选择性、无残留灭生性除草剂，对多年生根杂草非常有效，广泛用于橡胶、桑、茶、果园及甘蔗地。主要抑制植物体内的烯醇丙酮基莽草素磷酸合成酶，从而抑制莽草素向苯丙氨酸、酪氨酸及色氨酸的转化，使蛋白质合成受到干扰，导致植物死亡。草甘膦是通过茎叶吸收后传导到植物各部位的，可防除单子叶和双子叶、一年生和多年生、草本



**FIGURE 19.20** 抗除草剂“农达”(草甘膦glyphosate)的矮牵牛 Genetically engineered herbicide resistance. All four of these petunia plants were exposed to equal doses of the herbicide Roundup. The two on top were genetically engineered to be resistant to glyphosate, the active ingredient of Roundup, while the two on the bottom were not.

和灌木等 40 多科的植物。草甘膦入土后很快与铁、铝等金属离子结合而失去活性，对土壤中潜藏的种子和土壤微生物无不良影响。2015 年 11 月 15 日，欧盟食品安全监管机构 (*EFSA*) 公布一项评估报告认为，农药草甘膦“可能不会致癌”，这与 2015 年 7 月世界卫生组织 (*WHO*) 认定草甘膦可能致癌的结论正好相反，生产草甘膦农药的美国孟山都公司可能重新获得在欧洲的营销许可。

## 遗传病的基因诊断和基因治疗以及可能引发的伦理学问题

### 7.18.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授、结合具体应用介绍并进行课堂讨论。

### 7.18.6 作业安排及课后反思

思考转基因作物的生物安全性。转基因动物以及基因治疗会带来哪些伦理学问题？

### 7.18.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

### 7.18.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第五章 遗传与变异

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 7.19 教学单元十九 第五章 遗传与变异—party VII（2学时）

### 7.19.1 教学日期

第十周 第十九讲

### 7.19.2 教学目标

了解人类基因组学研究进程，掌握基因组学研究内容，熟悉人类基因组组成特点；

### 7.19.3 教学内容（含重点、难点）

重点：基因组学研究内容及组成特点

难点：分散重复序列，串联重复序列

主要知识点：基因组，基因组学，遗传图谱，物理图谱，分散重复序列，串联重复序列

### 7.19.4 教学过程

## 五、人类基因组 Human Genomics

### 1. 概念

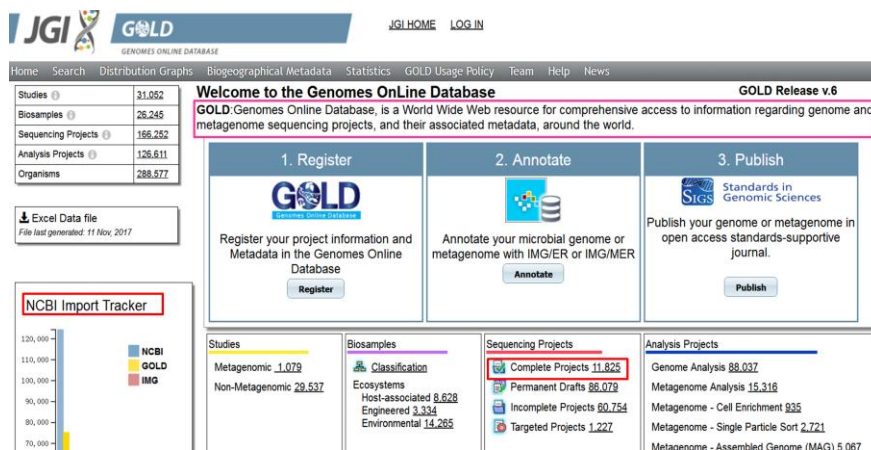
**基因组 genome:** 一个单倍体细胞核中、一个细胞器（线粒体、叶绿体）中或一个病毒中所含的全部 DNA (或 RNA) 分子；可分为：核基因组、线粒体基因组、叶绿体基因组和病毒基因组。

**真核生物的核基因组**—单倍体细胞核内整套染色体所含的 DNA 分子（*human: 22+X+Y* 上所具有的全部 DNA）

**基因组学 genomics:** 研究生物体基因组的结构、组成和功能的科学。（1497 原核生物 + 324 真核生物的全基因组序列测定—2007 年）

国内科研单位已完成的植物全基因组测序项目：木瓜全基因组测序，芝麻，梅花全基因组测序，拟南芥全基因组测序，番茄，水稻，猕猴桃，油菜等。

基因组学研究的网络资源：*GOLD*



## 2. 人类基因组计划 *HGP*

绘制人类基因连锁图 - 将家系谱系分析结合遗传标记分析（限制性片段长度多态性 *RFLPs* 分析、单核苷酸多态性 *SNP* 分析等）来确定基因在染色体上所处的位置，完成 22 条常染色体以及 *X* 和 *Y* 染色体全套基因的遗传图谱。

绘制物理图谱 - 以已知核苷酸序列的 *DNA* 片段作为序列标签位点 *STS* 为“界标”，以碱基对 (*bp*, *kb*, *Mb*) 作为图距单位，标明其在 *DNA* 分子或染色体上所处位置的图谱。

人类基因组测序 - 大约 30 亿个核苷酸对排列的精细序列图，是分子水平的，最高层次的最详尽的物理图。

其他物种基因组分析 - *E. coli*，其它细菌，*yeast*，线虫 *nematode*，拟南芥，黑腹果蝇，小鼠，水稻等基因组的比较分析。

表 24-1 已完成基因组测序的部分生物物种

物种	基因组大小/Mb	基因的大约数目	完成日期
酿酒酵母 ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	12.49	5 770	1996 年
大肠杆菌 ( <i>Escherichia coli</i> )	4.63	4 377	1997 年
秀丽新隐杆线虫 ( <i>Caenorhabditis elegans</i> )	100	19 427	1998 年
拟南芥 ( <i>Arabidopsis thaliana</i> )	115.4	28 000	2000 年
黑腹果蝇 ( <i>Drosophila melanogaster</i> )	122.6	13 379	2000 年
人 ( <i>Homo sapiens</i> )	3 300	20 000 - 25 000	2004 年
家鸡 ( <i>Gallus gallus</i> )	2 800	20 000 - 23 000	2004 年
杨树 ( <i>Populus trichocarpa</i> )	483	40 000	2004 年
水稻 ( <i>Oryza sativa</i> L. ssp. <i>japonica</i> )	389	37 544	2005 年

### 3. 人类基因组计划 *HGP* 进程

2000 年—“工作草图”（90%以上的碱基对）；

2001 年—“人类基因组测序国际协作组”公布基因组图谱及其分析结果：3 万-3.5 万个基因；

2004 年-- 完成 99%序列，精确度为 1/10 万，编码基因数目：2 万-2.5 万个

人类增加的复杂性不是由于基因数目的增加；

人类的蛋白质家族的数目很大；可能的原因：

转录因子的过量表达—控制基因表达的开与关、表达量的多少等精细调节；

*RNA* 选择性剪接—多于 60%的基因有两个或多个选择性剪接的 *RNA*，平均编码多个蛋白质；

蛋白质可以被修饰—糖基化、脂质化等改变蛋白的活性。

### 4. 人类基因组组分的基本特征：

基因—外显子 *exon*+内含子 *intron*（长度，数目）；相关序列：3' -*UTR* (非翻译区 *polyA*), 5' -*URT* (5' -帽位点)；

1) 基因外 *DNA*—大部分（70-80%）以单一序列或低拷贝数形式存在；20-30%的基因外 *DNA* 是中度或高度重复序列 *repetitive sequence*；

根据重复序列在基因组中的组织形式分为：分散重复序列 *dispersed repeated sequence* 和串联重复序列 *tandem repeated sequence*。

2) 分散重复序列 — 一般属中度重复序列，以散在的方式分布；

依据重复单元长度可分为：短散在重复序列 *SINE* (100-300bp, 10 万拷贝, *Alu* 家族[含量最丰富的中度重复序列, 100 万, 282bp, 在基因转录最活跃的区段集中与转录调节以及 *DNA* 复制起始有关]) 和长散在重复序列 *LINE* (重复单元 1000bp 以上, 上万份拷贝)

### 3) 串联重复序列 — 重复单元首尾相连;

依据重复单元大小或重复序列簇长度可分为：卫星 DNA；小卫星 DNA (同一物种不同个体间，给定基因座上重复数目可变，又称为可变数目串联重复 VNTR)；微卫星(至少有 3 万个微卫星序列基因座(CA) $n$  及互补的(GT) $n$  重复，又称为短串联重复)

	重复单元簇长度	重复次数	分布
卫星DNA	100-5000bp	高度重复	异染色质区(端粒, 着丝粒)
小卫星DNA (可变数目串联重复)	9-70bp	几个到几百个	端粒
微卫星DNA (短串联重复)	1-4bp	15-60, 串联形成 几十至几百碱基对	基因的间隔区和内含子等非编码区

2004 年，基因组计划报道了在所得到的序列中存在 341 个 *gap* 未被测到的空缺。其中 250 个 *gap* 在染色体中的主要区域，决定了与生命活动相关的重要蛋白的产生。这些 *gap* 的长度相对较小。然而另外还有 33 个 *gap* 位于每个染色体中间连接的着丝粒部分，以及染色体末端的端粒，长度非常的大，甚至相当于 10 倍 250 个 *gap* 的大小。

着丝粒部分的序列成为了基因组中庞大的未知区域，就好像在非洲探险时，遇到难以跨越的非洲最大河流——赞比西河。使得这一区域成为了测序的难题

2016 年《Science》发布重大研究成果—PacBio 单分子实时测序技术打造高质量大猩猩基因组。运用 PacBio 长读长测序技术对名为 Susie 的大猩猩进行全基因组测序。长片段数据能够更好的进行拼接与组装；PacBio 现在能够达到的最长读长为 60000 个碱基，并且平均也可以达到 15000 个碱基。

DNA 重复序列之所以非常重要的原因之一在于，重复的 DNA 序列能够移动，并且复制出其副本，还能调换方向，并做出一些“高难度动作”。另一方面，着丝粒周围的重复序列，通常称之为卫星，可能导致分裂的细胞发生癌变。因为卫星的结构变化可能会破

坏整个基因组的稳定性。

一名年轻人身患罕见疾病 *Carney* 综合征，导致非癌性肿瘤在整个身体内生长。当时，来自斯坦福大学的研究人员们希望通过测序技术寻找导致这一疾病的遗传因素。但运用标准的全基因组测序时却没有发现任何结果。*PacBio* 提供的‘长片段’检测技术能够发现基因组中的结构变异，使得这一问题迎刃而解。”

这些重复单元是使得我们成为人类的重要因素。“一些复杂的重复元件在高级神经适应性功能的进化过程中，扮演了非常重要的角色。”例如，在大脑的发育的过程中，一种叫做 *ARHGAP11B* 的基因，就是由一些重复元件构成的，能够使皮质形成支持复杂思想的无数褶皱；而 *SRGAP2C* 基因也是一个由重复单元形成的结构，能够启动大脑的发育。

“这些是在过去的几百万年里，在我们进化过程中新形成的基因。”同样，重复序列还可以引起“与自闭症和智力障碍等神经发育障碍相关的 *DNA* 重排。”

#### 7.19.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授、结合具体实例介绍分析。

#### 7.19.6 作业安排及课后反思

思考人类基因组序列中大量的重复序列在进化中可能起什么作用？人类基因组研究的重要意义？组学研究（基因组学、蛋白质组学、代谢组学、宏基因组学）生物学的影响会产生什么样的影响？

#### 7.19.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

#### 7.19.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第五章 遗传与变异

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编



## 7.20 教学单元二十 第六章 生物进化—party I (2 学时)

### 7.20.1 教学日期

第十周 第二十讲

### 7.20.2 教学目标

掌握达尔文生物进化论的核心共同起源以及自然选择学说，熟悉趋同演化和趋异演化

### 7.20.3 教学内容 (含重点、难点)

重点：共同起源的证据体系，自然选择学说

难点：趋同演化和趋异演化

主要知识点：支持共同起源学说的证据体系，自然选择学说，趋同演化，趋异演化

### 7.20.4 教学过程

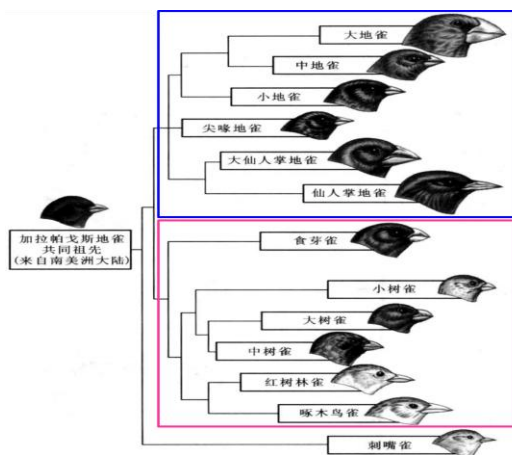
#### 一、达尔文学说与微进化

1859 年《物种起源 *origin of species*》

达尔文生物进化论的理论贡献：共同由来学说 *theory of common descent*；自然选择学说 *theory of natural selection*

#### 1. 支持共同由来学说的证据：

1) 生物地理学证据--加拉帕戈斯地雀(13)：与相邻的南美大陆生物相似，但岛与岛之间形成不同物种；



干燥的海岸，以种子为食

湿润的森林，枝芽、昆虫

图 25.2 加拉帕戈斯地雀系统树 (引自 Purves 等, 1995) 自上而下, 从大地雀到仙人掌地雀, 生活在加拉帕戈斯群岛各岛的比较干燥的海岸, 以种子为食。从食芽雀到啄木鸟雀, 生活在各岛比较湿润的森林, 食芽雀以树木枝条上的芽为食, 其他的树雀以昆虫为食。最后的刺嘴雀生活在邻近 Cocos 岛的矮生灌木林中, 以小昆虫为食。

2) 比较解剖学证据—脊椎动物前肢结构: 同源结构 (不同物种来自共同祖先具有相似性的结构); 退化性状 *vestigial features*

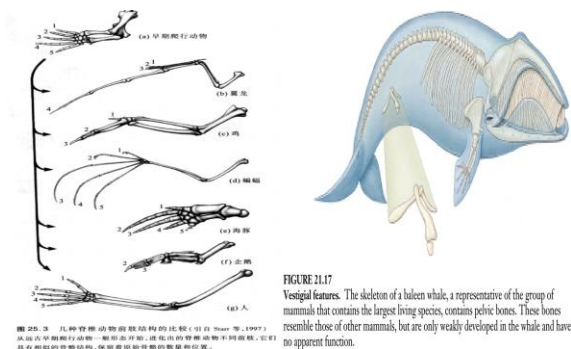


Table 21.1 Some Vestigial Traits in Humans	
Trait	Description
Ear-wiggling muscles 动耳肌	Three small muscles around each ear that are large and important in some mammals, such as dogs, turning the ears toward a source of sound. Few people can wiggle their ears, and none can turn them toward sound.
Tail	Present in human and all vertebrate embryos. In humans, the tail is reduced; most adults only have three to five tiny tail bones and, occasionally, a trace of a tail-extending muscle.
Appendix 阑尾	Structure which presumably had a digestive function in some of our ancestors, like the cecum of some herbivores. In humans, it varies in length from 5–15 cm, and some people are born without one.
Wisdom teeth	Molars that are often useless and sometimes even trapped in the jawbone. Some people never develop wisdom teeth.

Based on a suggestion by Dr. Leslie Dendy, Department of Science and Technology, University of New Mexico, Los Alamos.

3) 胚胎学证据-- 脊椎动物的早期胚胎发育: 相同阶段 (具尾, 有鳃囊和鳃弓, 两腔心脏 (前连动脉弓, 后连静脉))

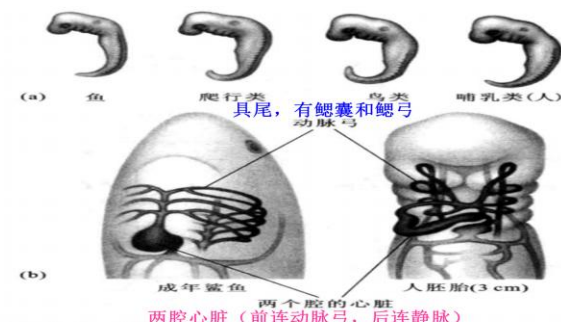


图 25.4 脊椎动物的早期胚胎 (引自 Starr 等, 1997) (a) 成年脊椎动物有着巨大的多样性, 而早期胚胎却非常相似。(b) 爬行动物、鸟类、哺乳类的早期胚胎仍有似鱼的结构。

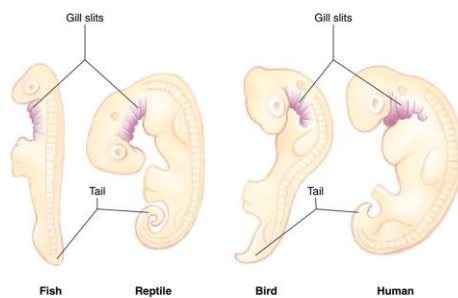
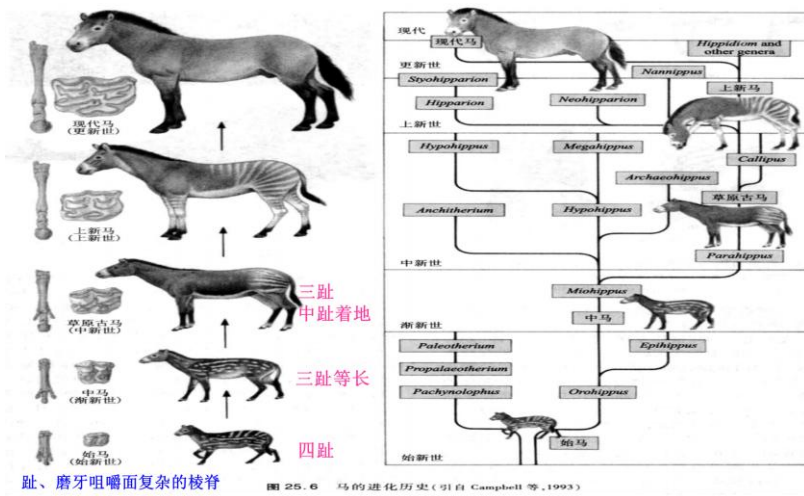
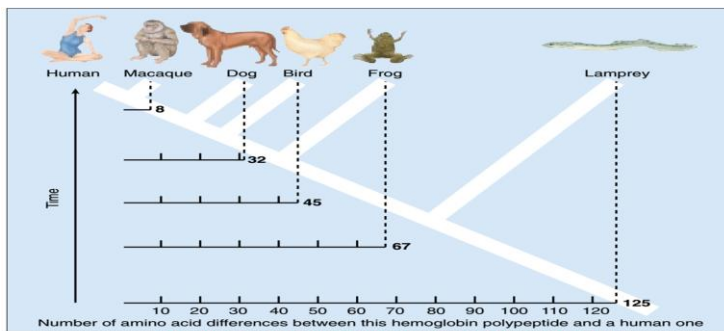


FIGURE 21.16 Our embryos show our evolutionary history. The embryos of various groups of vertebrate animals show the features they all share early in development, such as gill slits (in purple) and a tail.

4) 古生物学证据 - 不同地层生物化石的连续性: 马的进化历史



## 5) 分子演化证据

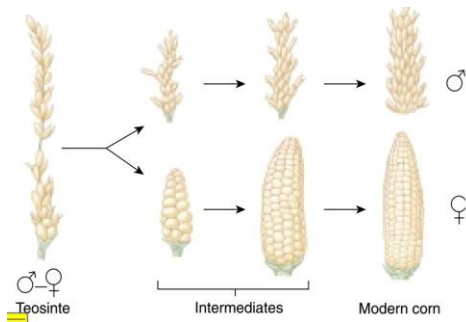


## 2. 自然选择学说 *theory of natural selection*:

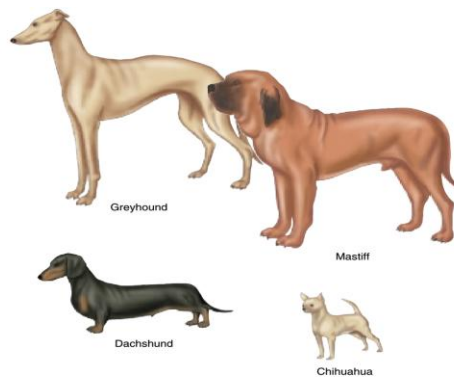
### 1) 人工选择 *artificial choice*-- 佐证

连续选择—轻微变异积累-- 显著变异--*new* 结构和功能 -- 新物种

(生物界的多样性与统一性的解释)



**FIGURE 21.13**  
**Corn looks very different from its ancestor.** The tassels and seeds of a wild grass, such as teosinte, evolved into the male tassels and female ears of modern corn.



**FIGURE 21.14**  
**Breeds of dogs.** The differences between these dogs are greater than the differences displayed between any wild species of canids.

## 2) 遗传变异和繁殖过剩（生存斗争）

自然选择学说的两个重要事实根据；使轻微的有利变异积累成显著变化，是新物种形成的动力。+地域隔离



**FIGURE 21.20** 加拉帕戈斯陆龟--地域隔离  
 A Galapagos tortoise most closely resembles South American tortoises. Isolated on these remote islands, the Galapagos tortoise has evolved distinctive forms. This natural experiment is being terminated, however. Since Darwin's time, much of the natural habitat of the larger islands has been destroyed by human intrusion. Goats introduced by settlers, for example, have drastically altered the vegetation.

## 3) 趋同演化 *convergence*

不同的物种在进化过程中，由于适应相似的环境而呈现出表型上的相似性。也指不同起源的蛋白质或核酸分子出现相似的结构和功能。固着生活的无脊椎动物，如腔肠动物门的珊瑚、甲壳类的藤壶、棘皮动物门的海百合等都有相似的辐射对称躯体构型；生活在水中的脊椎动物，如哺乳纲的鲸和海豚、爬行类的鱼龙等都具有与鱼类相似的体型。

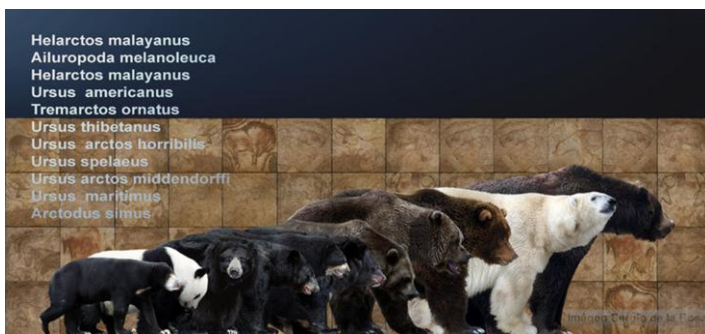
例如：欧亚大陆温带地下生活的鼯鼠、非洲南部的金毛鼯、澳大利亚的袋鼯分类上相距甚远，但生活方式相似，形态也相似；澳大利亚的袋食蚁兽、非洲的土豚、亚洲的穿山甲、南美洲的食蚁兽，也具有相似的生活方式和适于捕食白蚁的相似生理结构；鲸、海豚等和鱼类的亲缘关系很远，前者是哺乳类，后者是鱼类，但体形都很相似。

Niche	Placental Mammals	Australian Marsupials
Burrower 穴居动物	Mole	Marsupial mole
Anteater 食蚁兽	Lesser anteater	Numbat (anteater)
Mouse	Mouse	Marsupial mouse
Climber	Lemur 狐猴	Spotted cuscus
Glider	Flying squirrel	Flying phalanger
Cat	Ocelot 豹猫	Tasmanian "tiger cat"
Wolf	Wolf	Tasmanian wolf 袋狼

**FIGURE 21.19**  
Convergent evolution. Marsupials in Australia resemble placental mammals in the rest of the world. They evolved in isolation after Australia separated from other continents.

#### 4) 趋异演化 *divergence* (分歧进化)

共同祖先适应于不同环境，向不同方向发展的过程。如果某一类群的趋异向着辐射状的多种方向不断发展，则称为适应辐射。趋异进化是分化式（生物类型由少到多）进化的基本方式，是生物多样化的基础。*Polar bear* 北极熊 (*Ursus maritimus*) 是从棕熊 (*Ursus arctos*) 发展而来。第四纪的更新世时，一次大冰川将一群棕熊从主群中分了出来，他们在北极严寒环境的选择之下，发展成北极熊。北极熊是白色的，与环境颜色一致，便于猎捕食物；头肩部成流线型，足掌有刚毛，能在冰上行走而不致滑到，并有隔热和御寒的作用。北极熊肉食，棕熊虽然也属食肉目，却以植物为主要食物。



#### 7.20.5 教学方法

本单元的教学方法主要采用课堂讲授、结合具体实例讨论分析。

#### 7.20.6 作业安排及课后反思

思考研究生物进化的科学目的是什么？达尔文的生物进化论能够解释所有生物的进化问题吗？在你生活的地区是否有典型的趋同或趋异进化的例证。

### **7.20.7 课前准备情况及其他相关特殊要求**

教师认真备课；学生上课前对参考教材进行预习。

### **7.20.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）**

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第六章 生物进化

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## **8. 课程要求**

### **8.1 学生自学的要求**

学生上课前，需对课本进行预习。预习时可参考本大纲的内容进行快速阅读。课后，学生需对课堂上重点强调的内容进行复习，以达到熟练掌握理论知识的目的。

### **8.2 课外阅读的要求**

课外，参考教材中的内容，特别是课堂上进行重点强调、补充的内容可通过查阅相关的书籍，或者通过网络（如中国知网、万方、小木虫、优酷视频、维基百科等）进行相关知识的延伸阅读和了解，以达到扩充知识面的目的。

### **8.3 课堂讨论的要求**

对老师提出的讨论题目结合所学知识、自身经验等进行认真思考，积极参与，踊跃发言。在整个讨论过程中，教师不得限制学生的发言，可适当地进行点拨，从而达到最大限度地调动学生学习本门课程积极性，启发学生的思考能力的目的。

### **8.4 课程实践的要求**

按照课程的安排要求，学生需准时参加，不得无故迟到、早退甚至旷课，认真完成



课程相关的专题汇报。对于专题汇报，需先进行大组讨论，确定总的中心思想和具体实施途径后，再查阅文献具体实施。

## 9. 课程考核方式及评分规程

### 9.1 出勤（迟到、早退等）、作业等的要求

教师：不得无故调课、停课、迟到和早退，且至少需在每堂课开始前 10-15 分钟到达上课地点，检查多媒体教学设备及课件播放情况是否正常，若有问题需及时调整。

学生：严格考勤，随机抽查点名（对于缺过课的同学，随机点名时要重点抽查）。如若三次随机点名未到，且未向任课教师或辅导员请假的学生，其平时成绩为 0。若学生无故缺课达到本门课程 1/3 学时的，取消其考试资格，该门课成绩为不合格。

课堂专题汇报和讨论要积极认真地准备，教师需鼓励大家积极发言、点评，并对学生发言过程中错误的知识点和认知进行纠正和解释。课堂专题汇报主要以 PPT 的形式进行展现。

### 9.2 成绩的构成与评分规则说明

该门课程成绩构成如下：期末大作业成绩占 50%，作业占 25%，考勤占 15%，期中测验占 10%；

课程成绩=出勤×15%+作业×25%+测验×10%+期末大作业成绩×50%

### 9.3 考试形式及说明（含补考）

以期末大作业形式进行考查，相关要求按照四川理工学院考试相关要求执行。

## 10. 学术诚信规定

### 10.1 考试违规与作弊

考试违规和作弊者，按照四川理工学院有关规定进行处理。

## 10.2 杜撰数据、信息等

杜撰数据和信息者，按照四川理工学院有关规定，交学校学术委员会讨论处理。

## 10.3 学术剽窃等

学术剽窃者，按照四川理工学院有关规定，交学校学术委员会讨论处理。

# 11. 课堂规范

## 11.1 课堂纪律

按照四川理工学院关于课堂纪律的要求执行。

教师认真授课，上课时不得接听或拨打电话，不得讲授与课程无关的内容，在整个教学过程中需维持课堂良好的纪律，以保证教学质量。

学生认真听讲，积极踊跃发言，在教师授课时，对于不懂的或有争议的问题，可以随时举手打断老师，进行讨论式的学习和讲解。不得在上课时打闹，吃零食，玩手机，做任何与课程无关的事。

## 11.2 课堂礼仪

教师和学生的课堂礼仪按照四川理工学院关于课堂礼仪的规定执行。总的要求是教师应衣着规范，干净整洁，普通话标准，为人师表，如无特殊情况，不得坐着授课；学生同样应衣着整齐，不得着奇装异服，应具备大学生应有的青春风貌。

# 12. 课程资源

## 12.1 教材与参考书

《陈阅增普通生物学》第4版，吴相钰主编，第七章 生物多样性与保护生物学

《陈阅增普通生物学辅导与习题集》第4版，袁玲主编

## 12.2 专业学术专著

《普通生物学》（李连芳主编，科学出版社，2013）

《普通生物学》（林宏辉等著，高等教育出版社，2012）

### 12.3 专业刊物

*NATURE STRUCTURAL & MOLECULAR BIOLOGY*

*NATURE BIOTECHNOLOGY*

*BIOTECHNOLOGY AND BIOENGINEERING*

*APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY*

*Biotechnology Journal*

*SCIENCE*

*NATURE*

### 12.4 网络课程资源

百度文库（地址：<http://wenku.baidu.com>）

小木虫论坛（地址：<http://emuch.net/bbs>）

丁香园（地址：<http://www.dxy.cn>）

### 12.5 课外阅读资源

图书馆的相关资源

电子图书馆中的中国知网、万方的相关资源。

## 13. 教学合约

### 13.1 教师作出师德师风承诺

为了更好地贯彻国家的相关规定，履行教师的职业道德，塑造良好的教师形象，我承诺在整个教学过程中将始终遵守《教师职业道德规范》，教书育人，爱岗敬业；认真执行《中国教育改革和发展纲要》及《教师法》等有关法律法规；积极参加教改实验和

科研，探索更好的教育教学方法；关爱学生，尊重学生，理解和亲近学生，不对学生进行体罚，杜绝任何有损学生身心健康的行为；自觉遵守学校各项规章制度和工作纪律；廉洁从教，身正为范，以德立身。

### 13.2 阅读课程实施大纲，理解其内容

学生应认真阅读课程实施大纲，如有异议或建议，可以向授课教师提出，教师根据实际情况作出修改和调整；如无异议，则视为同意遵守课程实施大纲当中所确定的责任与义务。

### 13.3 同意遵守课程实施大纲中阐述的标准和期望

课程实施大纲编写完成后旨在提高教学规范和效率，学生需按照达到本课程实施大纲所要求的标准进行学习。

**14.其他说明**            无