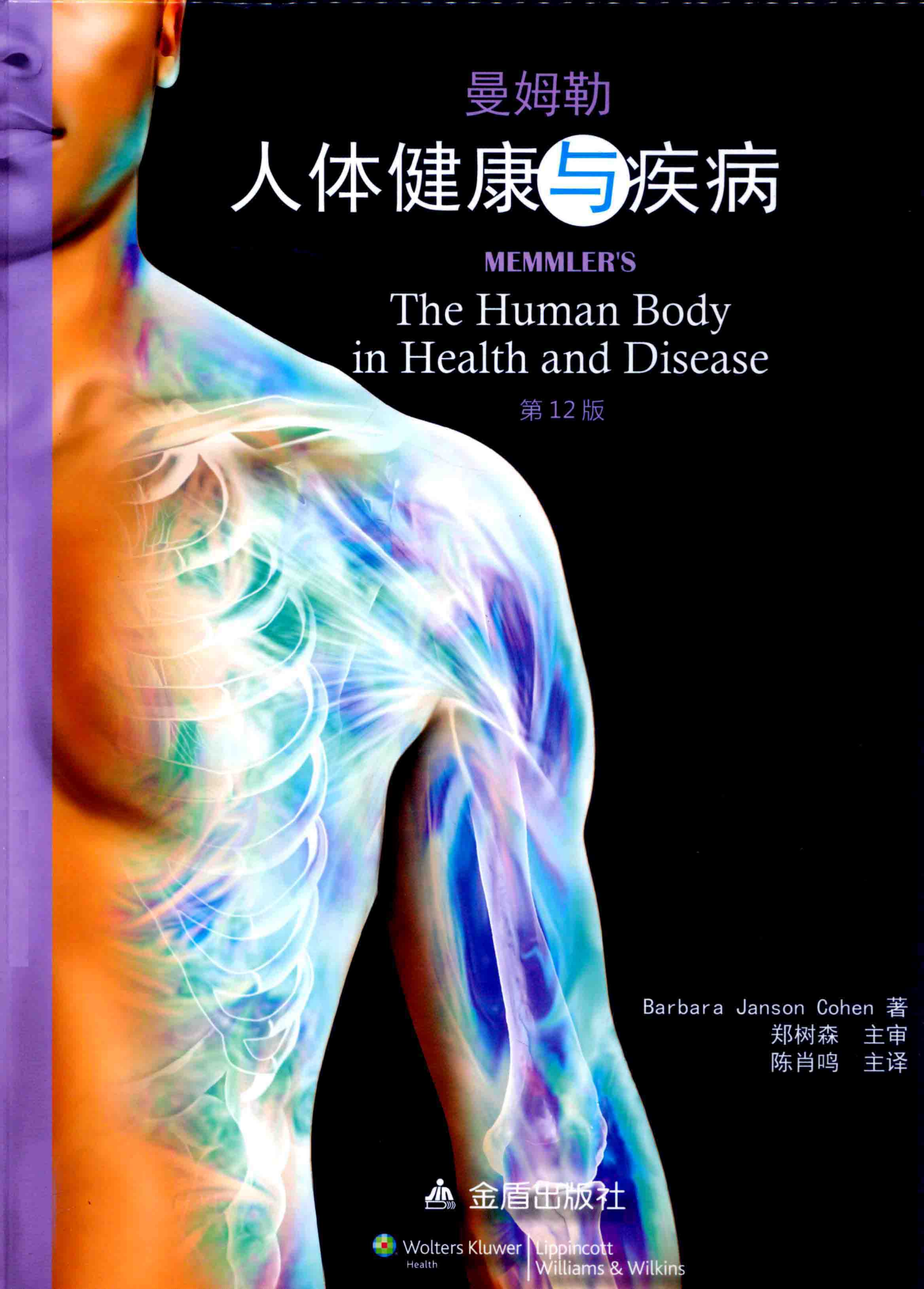




曼姆勒

人体健康与疾病

MEMMLER'S

The Human Body
in Health and Disease

第12版

Barbara Janson Cohen 著
郑树森 主审
陈肖鸣 主译



金盾出版社



Wolters Kluwer
Health

Lippincott
Williams & Wilkins

曼姆勒

人体健康与疾病

第12版

金盾出版社

中文版前言

医学是世界上最古老、最复杂且涵盖面最广的科学之一。从人类起源开始，医学知识就以各种学说的形式被记录在了人类发展的史册上。前人筚路蓝缕，才使后世的继承者们有了经典的参考。这些经典从简单到复杂，从单一到系统，医学在书籍的发展过程中，逐渐被大众所认识。“西方医学之父”希波克拉底的代表作《希波克拉底文集》不仅成为日后医学界人士学习和思考的必备之书，也闪耀着希氏关怀病患，感悟生命的人性光辉。中医的理论经典《黄帝内经》《伤寒杂病论》等时至今日还是中医最有价值的参考。这么多中外的经典医学书籍在经过岁月的冲刷后，仍然历久弥新，源远流长。回忆自己的求学年代，那个时候医学经典书籍少之又少，能有一本简易的解剖图谱对我们来说已是非常珍贵。如今，我们的医学生并不缺少医学辅导教材，而图书市场上的医学参考书也鱼目混珠，良莠不齐。如何让医学生拥有一本能将医学基础知识和临床实践有效结合，并能提高学生学习效率的经典参考书是我一直思考的问题。

2012年，金盾出版社的姚林琪老师向我推荐了由美国 Lippincott Williams & Wilkins 出版社出版的 Memmler's The Human Body in Health and Disease 《曼姆勒人体健康与疾病》一书。从本书出版发行迄今，已连续再版至第12版。一本医学书若能多次再版，经久不衰，可见此书在业内深受医学界人士的认可。与其说这是一本医学专业读本，还不如说这是一本极具意义和价值的医学教科书和科普书。作为一名从医已三十余年的医生和临床教师，我使用过的医学教材已不计其数，但像这本无论是制作工艺还是内容编排上都堪称一流的教科书在我国的医学书籍界仍是九牛一毛。于是，我萌发了将这本书翻译成中文的设想并将其推荐给广大刚刚踏入医学院校校门的学生、医学爱好者及我们的临床教师。

现代医学发展至今经历过神灵主义的质疑，传染病的威胁以及伦理道德的约束，逐步形成了“生物-心理-社会医学”模式。我们目前的医学教育框架就

是从最基础的化学物质和细胞开始，逐步深入到剖析人体各个系统和器官，研究疾病的种类和影响。这样的教学原则无论是在中国还是在西方国家都沿用多年，最能完整和系统地阐述人体的结构，揭示人体的奥秘。《曼姆勒人体健康与疾病》一书的编排就是遵循了这一原则。全书共7个单元，25章节，分别介绍了细胞、微生物、皮肤系统、骨骼和肌肉系统、神经系统、感官系统、内分泌系统、血液和淋巴系统、免疫系统、呼吸系统、消化系统、泌尿系统、男女生殖系统、怀孕与生育、遗传与遗传疾病等内容。各单元及章节合理且细致地详述了人体各结构层次、组织架构和影响系统正常功能的各种疾病，内容丰富，行文流畅。不同于一般医学书籍的语言运用严谨而枯燥，本书在语言运用上更是独树一帜：运用故事性的叙述手法，将一个个医学知识融入真实的生活场景中，然后抽丝剥茧般地揭示病因，提供治疗原则与预防指导。这着实是一种前所未有的创新。当各位读者阅读每章节的第一页时，你们就会发现《曼姆勒人体健康与疾病》一书不是一本枯燥无趣的医学书，而是一幕幕生动的电影场景，描绘着一个个鲜活的人物和他们的医学故事。普通大众能从这些图文并茂、语言平实的医学知识中认识到那些时常发生在身边的常见疾病。当他们理解了自己身体的状况和发病的原因，看病时，就能够“找对医，看准病”，节约就医成本，避免过度医疗。

而对于我们的医学生和医学爱好者来说，新版《曼姆勒人体健康与疾病》对医学技术、医学热点问题以及人文社会医学发展着墨颇多，并以专题的形式出现。学生在学习传统医学原理同时，更能了解现代医学发展的趋势，紧跟医学进展的步伐。现代医学的发展已经逐渐从只关注和治疗生理疾病的模式向关心人类的心理健康方向发展，那些“看不见”的疾病已经成为了威胁人类健康的第四大疾病。通过对本书的学习，医学生朋友们在打好扎实的医学理论基础的前提下，应该更多地关注人类心理健康与疾病，给予身患疾病的人们一定的人道主义关怀，帮助患者早日脱离生理和心理上的双重疾苦。传统医学和人文医学齐头并举的编排模式也是《曼姆勒人体健康与疾病》一书获得成功的保证。

更值得一提的是，该书的制作工艺甚是精美，尤其是书中“人体可视图”部分，运用全彩色解剖图谱能让读者对人体结构一目了然。每一张图片上都覆盖

教学法特色

本书各章节所介绍的教学法都是专门为医疗卫生、护理专业学生所设计的。

- **学习成果：**在每章节开始的章节目标可以帮助学生组织和优化学习。
- **情境病例：**运用类似的故事场景，把每章节的故事性内容设置成真实的生活场景，告诉学生疾病是如何影响人体的体内平衡。
- **章节回顾：**除第一章外，每章开头都有对上一章内容所做的简短回顾。
- **章节考点：**在每小节测验最后设有简短提问，帮助学生回忆本小节重点内容。答案在附录 4 内。
- **重点：**图例说明中所突出的关键信息更能引起学生对图示关键内容的注意。
- **扩展问题：**图例测试中的问题能帮助学生更好地理解图解里的概念。答案在附录 4 内。
- **学习兴趣拓展框（简称为“框”）：**每章都包含三个对章节内容加以扩充的“学习兴趣拓展框”，全书共有五种此类的“框”。

➤ **情境病例回顾：**追踪每章开头医学故事结局，指明这些病例如何与章节材料和文中其他材料相互联系。

➤ **深入阅读：**深入学习更多与文中主题相关的科学知识。

➤ **临床视角：**着重介绍章节相关疾病与症状，探索结构功能异常时，人体的不良反应。

➤ **热点：**关注当今的趋势与研究，建立解剖学、生理学和學生可以接触到的相关新闻报道之间的联系。

➤ **健康维护：**提供与健康话题相关的补充信息。

插图：文中插图采用全新或修正过的全彩色解剖学艺术设计，能与文中叙述内容同步。显微照相术、放射照相术及其他扫描技术都可以使学生看到真实状态下的人体器官组织结构。

表格：本版本中大量的表格运用“简易复习”的形式总结了关键概念与信息。

彩色插图与表格编号：插图与表格编号在文中以彩色形式出现，帮助学生在查看插图和表格后，能迅

速找到它们在文中的位置。

■ **单词剖析：**解释并分析了每章节里专有名词的组成部分。前缀、词根、后缀根据章节题头顺序成组出现，帮助学生找到相关课文。此项学习工具能帮助学生增加词汇量，提高学生利用现有词汇知识来学习生词的能力。

■ **章节概览：**每个章节末，图解式的概览能让学生明确章节内容，有助于学习和准备考试。

■ **关键词：**选取文中以黑体字形式出现的关键词并列在章节末。

■ **问题：**我们把学习中的问题按难易程度分成了三部分：

➤ **强化理解：**包括填空、配对题和选择题，可进行实时测试。

➤ **问答题：**包括问答题（定义、描述、对比），可测试对概念的理解。

➤ **思考题：**包括可提高批判性思维能力的短文问题。新版本中，这些思考题都与文中相关疾病相联系。

总结

第 12 版《曼姆勒人体健康与疾病》在第 11 版的成功基础上，把精确而具有美感的解剖艺术图融于清晰、简明的叙述内容中。我们已尽最大的努力去深刻而彻底地响应学习者与教育者的意见与建议，为将要从事卫生医疗与护理事业的学生提供理想的学习结构细节层次，本书教学法特色也给予学生最大的帮助。我们提供给学生的是一套完整的学习体系和独特的学习方式，能帮助学生在该课程的学习中最终获得成功。我们希望第 12 版《曼姆勒人体健康与疾病》能获得您的赞同并满足您在教育方面的需求。

■ **插图** 文中插图采用全新或修正过的全彩色解剖学艺术设计，与文中叙述的内容同步。显微照相术、放射照相术及其他扫描技术都可以使学生看到真实状态下的人体器官组织结构。

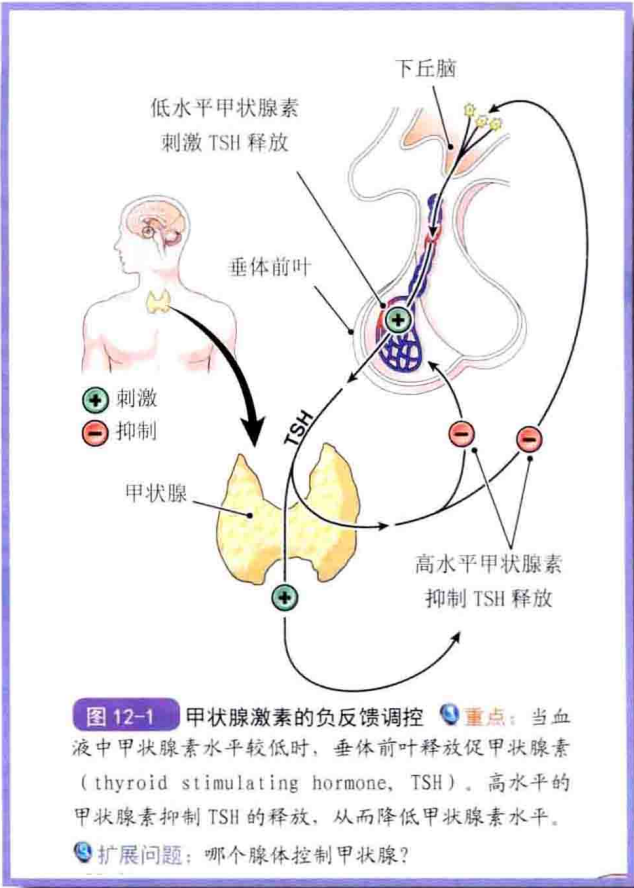


表 13-2 白细胞			
细胞类型	相对比例 (成人)	描述	功能
粒细胞 (细胞核分叶)			
嗜中性粒细胞	54% ~ 62%	可以同时被酸性和碱性染料染色。染色后颗粒显示淡紫色	吞噬功能
嗜酸性粒细胞	1% ~ 3%	只被酸性染料染色。染色后颗粒呈亮粉红色的珠状	变态反应；抵抗寄生虫
嗜碱性粒细胞	< 1%		
无颗粒细胞 (细胞核没有分叶)			

■ **表格** 本版本中大量的表格运用“简易复习”的形式总结了关键概念与信息。

表 15-1 血压		
血压分类 (成人) ^a	收缩压 (mmHg)	舒张压 (mmHg)
正常血压	≤ 120	≤ 80
正常高值	120 ~ 139	80 ~ 89
高血压		
1 级	140 ~ 159	90 ~ 99
2 级	≥ 160	≥ 100

^a 当收缩压和舒张压分属于不同级别时，以较高的级别作为标准

人体可视图

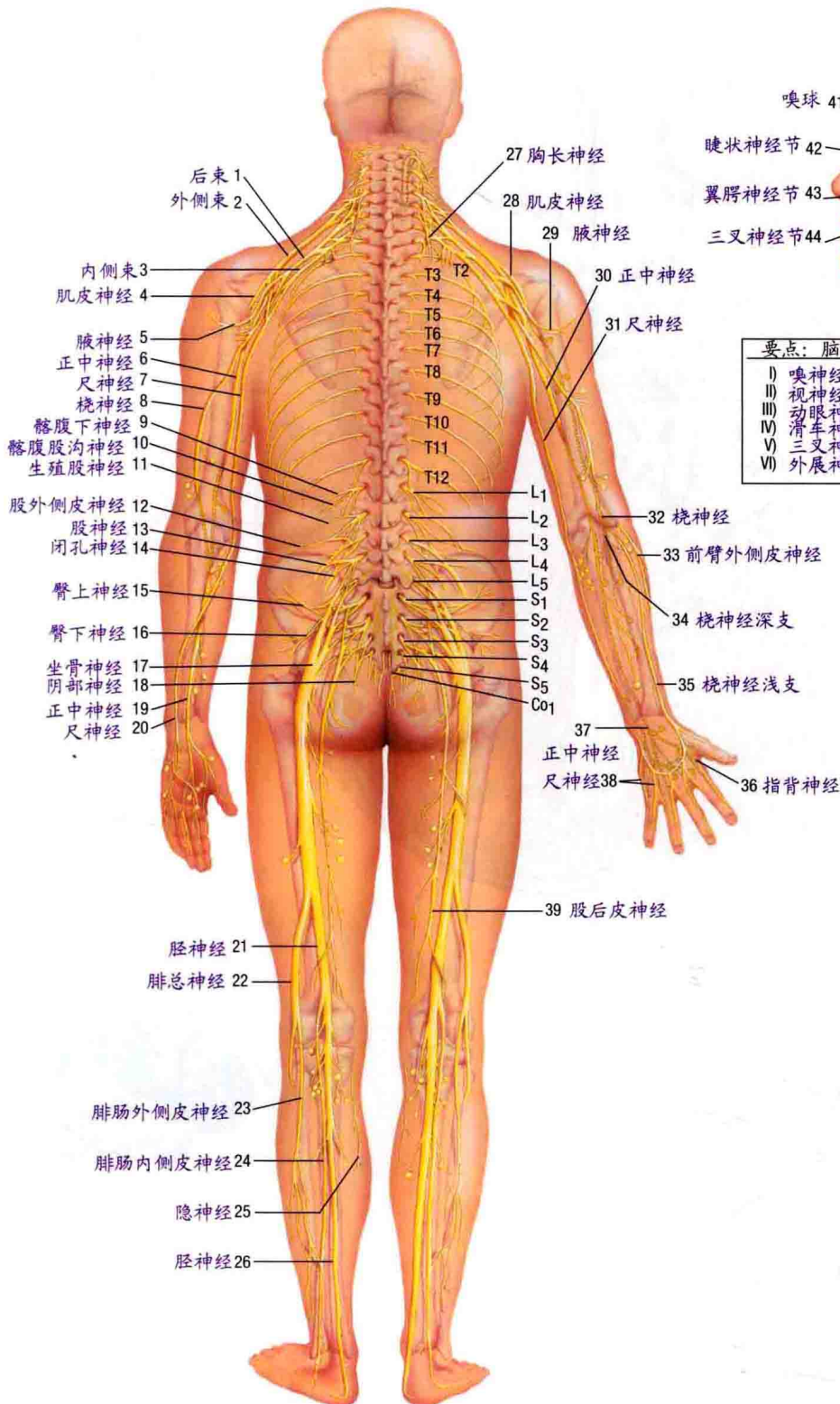
第12版《曼姆勒人体健康与疾病》增加了新内容——人体可视图。这种全新设计的学习工具可以更好地帮助您进行课堂学习及在未来工作中学习人体结构。人体可视图中所讨论的系统是按照它们在文中所出现的先后顺序进行排列的。全彩色图示中出现的数字指明图中的结构。每幅图示前都覆盖一张与图示中标有序号的结构相对应的名称标签透明薄膜。将薄膜覆盖于图示上，您就可以认识这些人体结构；若不覆

盖薄膜，人体可视图就是一种自测的学习工具。您可以检测你所学的知识，识别标序号的结构，然后再使用透明薄膜来核对你的答案。

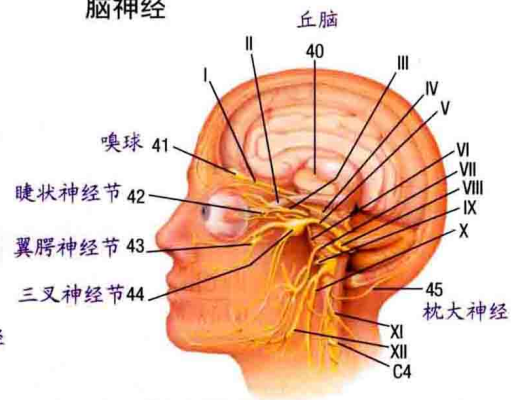
人体可视图中的很多图片在制作上比文中出现的图片更详细、更清楚。我们鼓励读者将人体可视图作为一种常规的参考工具，它将在您深入学习医学知识时，给予您充分的帮助。

接下来，就让我们开始学习人体可视图。

脊神经



脑神经



要点：脑神经

I) 嗅神经	VII) 面神经
II) 视神经	VIII) 前庭蜗神经
III) 动眼神经	IX) 舌咽神经
IV) 滑车神经	X) 迷走神经
V) 三叉神经	XI) 副神经
VI) 外展神经	XII) 舌下神经

要点：脊髓节段

上肢

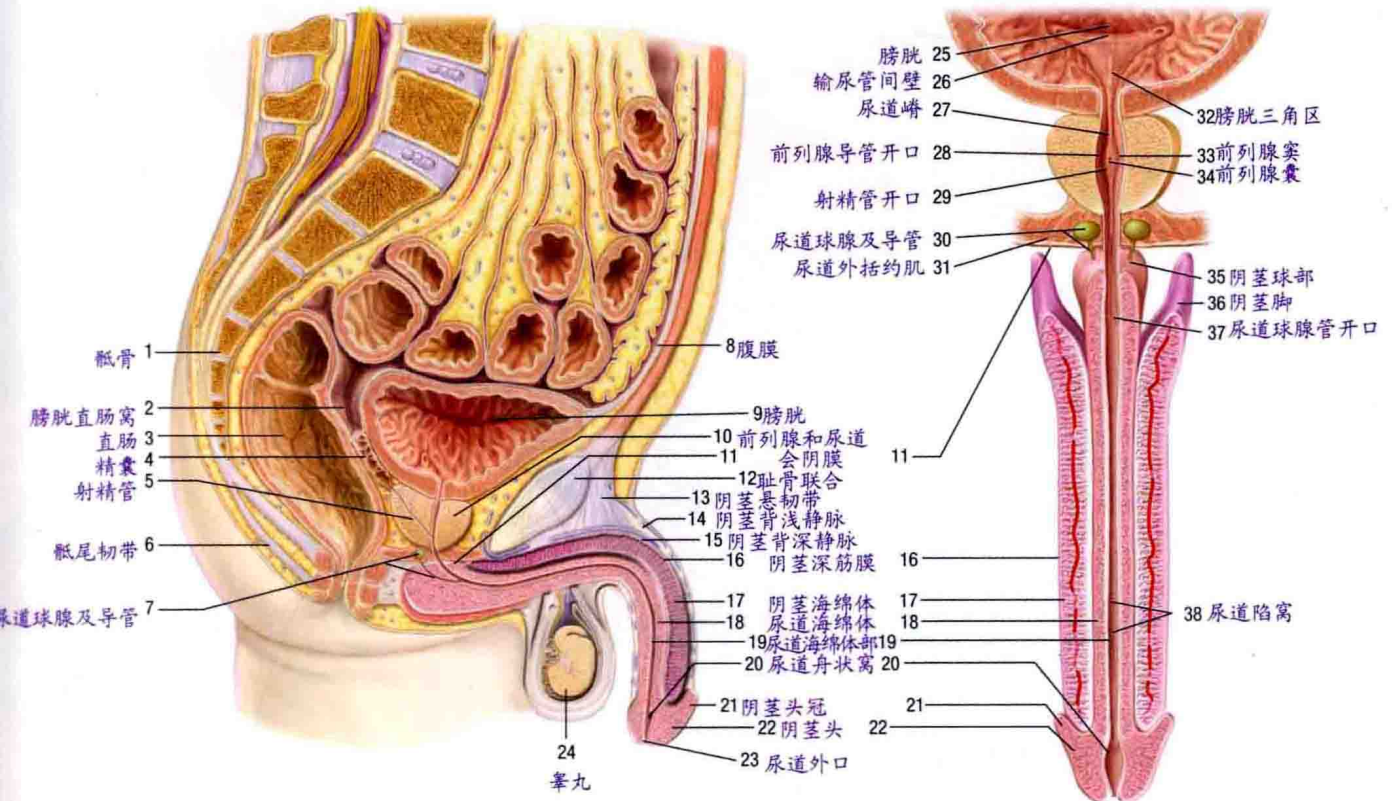
腋神经 颈5、6神经
外侧束 颈5、6神经
胸长神经 颈5、6、7神经
内束束 颈8神经，胸1神经
正中神经 颈6、7、8神经，胸1神经
肌皮神经 颈5、6、7神经
后束 颈5、6、7、8神经，胸1神经
桡神经 颈5、6、7、8神经，胸1神经
桡神经浅支 颈6、7、8神经
尺神经 颈8神经，胸1神经

下肢

腓总神经 腰4、腰5、骶1、骶2神经
股神经 腰2、3、4神经
生殖股神经 腰1、2神经
臀下神经 腰5、骶1、骶2神经
股外侧皮神经 腰2、3神经
闭孔神经 腰2、3、4神经
股后皮神经 骶1、2、3神经
阴部神经 骶2、3、4神经
坐骨神经 腰4、5神经，骶1、2、3神经
臀上神经 腰4、5神经，骶1神经
胫神经 腰4、5神经，骶1、2、3神经
躯干
髂腹下神经 腰1神经
髂腹股沟神经 腰1神经

盆腔脏器（正中切面）

前面观（斜切面）



■ **肌肉系统 (muscular system)**：肌肉附着在骨骼上，使骨骼产生运动。这些骨骼肌形成人体的身体结构，保护内脏器官并维持身体姿势。另外，还有两种类型的肌肉，分别为平滑肌和心肌，前者出现在器官如胃和小肠的壁上，后者则构成了心壁。

■ 协调与控制

■ **神经系统 (nervous system)**：脑、脊髓和神经组成复杂的系统，控制并协调人体活动。神经系统也包括特殊的感觉器官(眼睛、耳朵、味蕾和嗅器官)和一般感觉的感受器，如疼痛感和触感。当感觉器官或感受器觉察到内外环境变化时，电信号就会沿神经传入大脑，大脑便会对其作出相应的反应。

■ **内分泌系统 (endocrine system)**：内分泌腺本是一些比较松散的器官，因为具有类似的功能，而被归类在一起。这类器官都可以产生一种称为激素的特殊物质。激素具有调节人体生长、营养物质利用和生殖等生命活动的作用。内分泌腺包括甲状腺、垂体、和肾上腺。

■ 循环和免疫

■ **心血管系统 (cardiovascular system)**：心脏和血管组成一个系统，它将血液和血液中的营养物质、氧气及其他必需的物质泵送到全身组织中，并把组织中的废物运送到能被排泄的部位。

■ **淋巴系统 (lymphatic system)**：淋巴管将液体从组织回收血液，从而辅助循环系统。淋巴器官如扁桃体、胸腺和脾脏在预防疾病和增强人体免疫力中扮演重要的角色。淋巴系统同样有助于食物中脂肪的吸收。淋巴系统中流动的液体称为淋巴液 (lymph)。

■ 能量供给和体液平衡

■ **呼吸系统 (respiratory system)**：呼吸系统包括肺和空气吸入、呼出的气道。呼吸系统从外界吸入空气，并将空气输入肺并进行气体交换。在肺中，氧气从空气进入血液，并借助心血管系统运送至全身组织。而气体性废物如二氧化碳以同样的方式由组织经循环系统送回肺中，再经呼吸道排出体外。

■ **消化系统 (digestive system)**：消化是指营养物质(食物)的摄取、将食物转化成可以被体细胞利用的形式，最后吸收进入循环系统的整个过程。参与该过程的所有器官构成消化系统。消化系统的器官包括口腔、食道、胃、小肠、大肠、肝脏、胆囊和胰腺。

■ **泌尿系统 (urinary system)**：泌尿系统的主要作用是排泄体内的废物和多余的水分，主要由肾脏、输尿管、膀胱和尿道组成(注意：有一些废物也可通过消化系统、呼吸系统和皮肤排出体外)。

■ 后代的产生

■ **生殖系统 (reproductive system)**：包括外生殖器和所有与后代产生有关的内在结构。

参考书在论及人体系统数目时略有出入。比如，有些参考书把感觉系统从神经系统中划分出来。另一些则把保护生命体免受外来物质侵害的免疫系统划分为一个独立的整体。免疫系统并非通过其结构，而是通过功能予以辨别的，它包含在心血管和淋巴两个系统中。值得注意的是，虽然你是在不同的章节学习不同的系统，但它们必须相互联系并且协调一致才能维持机体的健康。

章节考点



☐ 1-1 对人体的结构和功能的研究叫做什么科学？

☐ 1-2 不同的器官联合在一起运作形成什么？

新陈代谢及其调控

人体系统内发生的各种维持生命活动的反应，叫做新陈代谢 (metabolism)。新陈代谢可以分为分解代谢和合成代谢两类。

■ 在分解代谢 (catabolism) 中，复杂的物质被分解成简单的物质 (图 1-2)。例如，食物可以分解成简单的化学构件和细胞生命活动所需的能量。

■ 在合成代谢 (anabolism) 中，简单的化合物可用作制造材料，供生长、发挥功能和组织修复所需。合成代谢包括化合物的构建及合成反应。

框 1-2



热点

医学成像：不用切开就能看到身体内部

放射摄影术（X线）、计算机断层摄影（CT）和磁共振成像（MRI）是医学上革命性的三种成像技术。有了它们，现在内科医生可以无需做一个切口就“看”到病人身体内部的情况。每种技术都是如此重要，因此，它们的发现者都获得了诺贝尔奖。

最早出现的是X线。X线从机器中发出，穿透人体照射到底片上。像其他的射线一样，X线对人体的组织也有损害，但现代仪器使用的放射剂量很低。这样构成的图像就是X线造影，黑色区域表示射线经过机体使底片曝光，而明亮的区域表明射线没有通过机体。致密的组织（骨、牙齿）吸收大量射线，阻止底片曝光。由于这一原因，X线被用于检查骨折和牙齿腐烂以及像肿瘤那样的密度异常的组织。X线并不能为软组织提供清晰的图像，因为大多数光束穿透软组织在底片上并使底片曝光，而造影剂可以使得血管和空腔脏器的结构显像更加明显。例如，放射学家使用能吸收X射线的可食用硫酸钡，使消化道涂了一层膜而显影。

计算机断层摄影（CT）技术是基于X射线并且也采用了非常低剂量的辐射（图1-9A）。在CT扫描时，机器环绕着病人旋转，X光发出光束穿透身体，照射到检波器上，检波器拍摄了无数光束的图像。计算机将光束收集进横切面内（或切片上）。与常规X线检查不同，CT可以对肝脏、脑、肺等软组织清晰成像，常用来诊断颅脑损伤和肿瘤，与造影剂一起使用甚至可用于血管显像。

磁共振成像（MRI）应用一个强大的磁场和无线电波（图1-9B）。到目前为止，还没有证据提示MRI会引起组织损伤。病人躺在具有强大磁场的房间内，病人软组织中的分子与房间内的磁场排成一行，当无线电波照射在局部软组织上时，排成一行的分子发出MRI机器能测出的能量，计算机就能将这些信号转换成图像。MRI甚至能形成比CT更为清晰的图像，不使用任何对照剂（造影剂）就能绘制出详细的血管图像。MRI还可以发现可能会被CT漏诊的脑损伤和肿瘤。

体腔

身体内部可分成几个大的空间，或是容纳器官的体腔。两个主要的体腔为背侧腔（dorsal cavity）和腹侧腔（ventral cavity）（图1-10）。

背侧腔

背侧腔分为两部分：容纳颅脑的颅腔（cranial cavity）和包围脊髓的椎管腔（spinal cavity）。这两部分形成一个连通的空间。

腹侧腔

腹侧腔比背侧腔大很多，它可以再分为两部分，由横膈（diaphragm）相隔而成，横膈是一块用于呼吸的肌肉。胸腔（thoracic cavity）位于横膈之上，其内容包括心脏、肺及连接心脏的大血管。心脏位于包绕心脏的心包所形成的心包腔内。肺位于围绕两肺的胸膜所形成的胸膜腔内（图1-11）。纵隔（mediastinum）是两肺之间的空间，包含该空间内所有的器官和血管。

腹盆腔（abdominopelvic cavity）（图1-10）

位于横膈之下，这一空间又可以再分为两部分，上部是腹腔（abdominal cavity），容纳胃、大部分的小肠、肝脏、胆囊、胰腺和脾。下部是盆腔（pelvic cavity），由跨过髋骨最高处的一条假想线划分而成，盆腔包含膀胱、直肠和生殖系统的内部结构。参阅附图A5-5和A5-7的解剖图谱和显示腹侧腔内器官的解剖照片。

腹部的分区

为了便于体格检查和描述，我们将腹部分成九个区域。（图1-12）。

从上到下，三个中心区划分如下：

- **腹上区**（epigastric region）：位于胸骨下。
- **脐区**（umbilical region）：围绕着脐部，通常也叫脐（navel）。

在轨道上围绕着原子核运动的是电子(electrons)。这些几乎没有质量的粒子带负电。最外层电子决定了原子的化学性质。一般来说,质子数和电子数总是相等的,所以就整体来看,在带电方面原子呈中性(图2-1)。

元素的原子序数(atomic number)等于它原子核中的质子数。因为质子数等于电子数,所以原子序数也代表了围绕核的轨道运动的电子数。就像你在图2-1中所能看到的,氧的原子序数是8。任何两个元素的原子序数都是不同的。氧是唯一一个原子序数为8的元素。再比如,碳原子在核中有6个质子并有6个电子围绕着核沿轨道运行,所以碳元素的原子序数是6。在元素周期表中(附表1),每种元素的原子序数位于每个方格的顶部。质子数和中子数的总和,也就是原子量,位于方格的底部。

带正电的质子通过吸引带相反电荷的电子,使电子围绕着原子核在轨道上运动。

能量级 一个原子的电子在离原子核一定距离的空间轨道上运动称为能量级。离核最近的为第一能量级,它只能容纳2个电子。离核远于第一能量级的是第二能量级,它可以容纳8个电子。更远的能量级可以容纳超过8个电子,但是只有当能量级容纳8个电子时,才是稳定(无反应)的状态。

处在最远能量级的电子决定了该原子的化学反

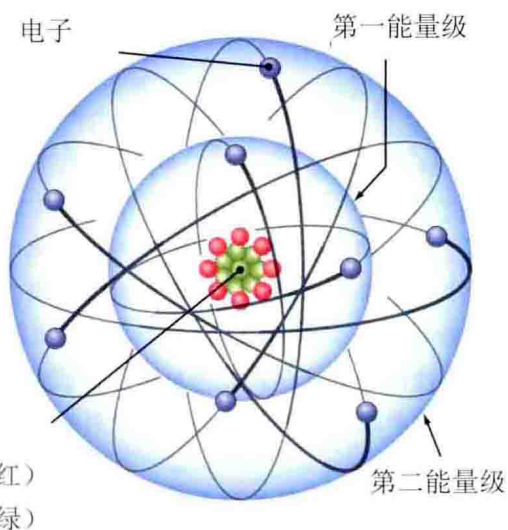


图2-1 氧原子示意图 **重点:** 原子核中8个质子和8个中子紧密地结合在一起。8个电子围绕原子核运动,有2个电子处于第一能量级,另外6个处于第二能量级。**扩展问题:** 原子中的质子数和电子数有什么关系?

应。原子可以提供、接受或者和其他原子共用电子,填满它们的最外层能量级,这样就形成了将在稍后介绍的化学键。

如果一个原子的最外层能量级电子数超过4个,但少于它的最大容量8个,那么这个原子就会通过共用电子或从其他一个或多个原子获得电子来填满这个能量级。图2-2解释了氧原子核的质子数和在其能量级电子固定位置上的电子,在第二级或最外层的级别上只有6个电子。当氧原子起化学反应时,必需获得或共用2个电子来填满最外层电子。

与此对照,如果一个原子的最外层电子数少于4,那么这个原子通常会失去这个能量级电子,使能量级不带电子。例如镁(图2-2B)的最外层能量级有2个电子,起化学反应时,镁原子失去2个电子,使有8个电子的第二层电子变成了最外层电子。只有一个电子的氢(图2-2C),可以共用或失去这个电子。

碳原子的最外层能量级有4个电子,一般通过与多个原子共用这4个电子来填满最外层电子(图2-2D)。

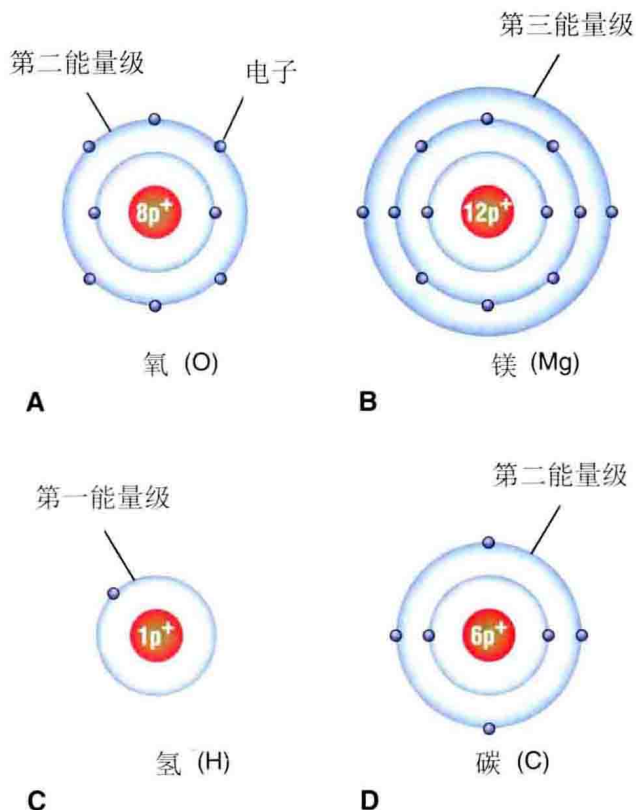


图2-2 原子示意图 **重点:** 第一能量级可以容纳2个电子,第二和第三能量级可以容纳8个电子。最外层电子数决定原子的化学性质。**扩展问题:** 氧原子填满最外层电子需要多少电子? 镁原子如何能达到最外层稳定结构?

酸性或碱性的酸和碱。电解质在细胞内液和细胞外液中, 需要保持适当的浓度, 不然就会造成像本章开头玛格丽特那样严重后果的病例。

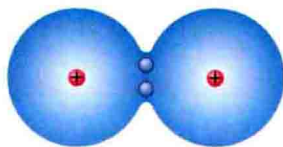
体内的离子 体液里可发现许多不同的离子。血液凝固、肌肉收缩、骨组织的健康都离不开钙离子(Ca^{2+})。体液的酸碱度的调节也离不开碳酸氢盐离子(HCO_3^-)。机体内环境的稳定也与电解质的平衡有关。

因为离子是带电荷的粒子, 所以电解质溶液可以导电。从组织获得的电信号是组织或器官功能正常与否的重要指征。心电图(electrocardiogram)和脑电图(electroencephalogram)就是心肌和大脑产生电流信号的记录(见第10章和14章)。

共价键

虽然很多化合物是由离子键形成的, 但是更多的化合物是由另外一种形式的化学键构成。在这种化学键中没有电子的传递, 取而代之的是原子之间共用电子, 这就称作共价键(covalent bonds)。这个名称缘自前缀(“co-”), 它的含义为“共同”, 而词根(valence)意为原子间参与化学反应的电子。在共价结合的化合物中, 共用的电子同时围绕两原子运动, 使两者的最外层电子都达到稳定状态。共价键包括原子之间共用1、2或3对电子。

在一些共价键中, 电子可以被平均地共用, 比如氢与氢自己的结合(图2-4), 或其他相同原子如氧或氮互相结合。在某些含有不同的原子, 比如甲烷(CH_4)的化学键中, 电子也可能被平均地共用(图2-4)。如果共价键中的电子被平均地共用, 那么电荷就会在原子间平均地散布, 这样形成的共价键被称作非极性共价键(nonpolar covalent bonds)。也就是说, 结合的粒子中没有哪一部分是比其他部分有更高的阴性或阳性电荷。但较常见的是, 电子一般偏向一个原子, 比如图2-5所示的水分子(H_2O)。在水分子中, 共用的电子在任何时候都是离氧原子近, 离氢原子远,



氢分子(H_2)

图2-4 非极性共价键 **重点:** 两氢原子平等共用电子对。电子同时围绕着两个氢原子运动。 **扩展问题:** 每个氢原子需要几个电子填满最外层电子?

使氧原子电荷呈阴性。这样的共价键叫做极性共价键。因为如果化合物的一部分呈阴性, 那另一部分在任何情况下都呈阳性。

任何研究生物化学的人都对共价键感兴趣。因为作为有机化学基本元素的碳元素, 它和许多不同元素形成共价键, 所以许多生物特有的物质都是共价键结合而成的。框2-1描述了另外一种化学键。

分子和化合物

当两个或两个以上的原子以共价键结合, 它们就形成一个分子(分子 molecule)。因此, 分子是形成共价键化合物的最小单位, 并能保持物质所有的化学性质。分子可以由相同原子构成, 例如氧分子是由两个相同的原子组成, 但分子更常见的还是由两种或两种以上的不同元素组成, 如水分子 H_2O 包含一个氧原子和两个氢原子(图2-5)。需要注意, 化学家们通常不认为离子键结合的化合物是由分子组成, 因为他们的原子仅靠电吸引而在一起。就像前文叙述的那样, 由于这种化合物中, 把原子结合在一起的作用力较弱, 使得他们在溶液中很容易地分离成离子。

任何由两种或两种以上元素组成的纯净物都叫做化合物(compound), 包括离子方式和共价方式结合的物质。化合物的化学结构式表示组成该化合物的元素以及他们之间的适当比例, 如 NaCl 、 H_2O 和 CO_2 。

某些化合物以几种元素简单组合而成, 比如一氧化碳(CO)气体分子只有一个碳原子和一个氧原子,

图2-5 水的组成 **重点:** 水是由极性共价键构成。电子不对等的共用, 使靠近氧原子的区域带较多的负电荷, 靠近氢原子的区域带正电荷。 **扩展问题:** 几个氢原子与氧原子结合构成水?

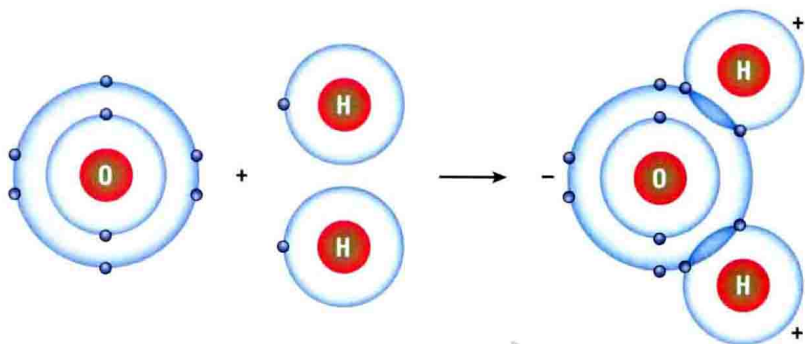


表 2-2 混合物

类型	定义	举例
溶液	一种物质（溶质）溶解于另一种物质（溶剂）形成的均质的混合物	食盐溶解在水中、蔗糖溶解在水中
悬浮液	一种物质分散在另一种物质中，停止振荡就会沉淀下来	血浆中的红细胞、氧化镁乳剂
胶体	保持均匀分散、带相反电荷的微小悬浮颗粒，形成的异质混合物	血浆、细胞液

下来。常见的几种悬浮液有：氧化镁乳剂、手指画颜料和人体血浆中悬浮的红细胞。

还有另外一种类型的混合物，对人体的功能至关重要。一些有机成分在人体内会形成胶体（colloid）。在胶体中，微粒并没有溶解在悬浮液中，而是均匀的分散在悬浮液中。这些微粒带有互相排斥的电荷，并且微粒很小，可以保持悬浮状态。填充在细胞内的液体（细胞质）和血浆一样，都是一种胶体悬浮液。

许多混合物是复杂的，同时具有溶液、悬浮液和胶体的性质。例如，血浆溶解一些化合物，使它成为溶液。红细胞和其他有形的成分又使血液具有悬浮液的性质，而血浆中的蛋白质使之成为一种胶体。巧克力牛奶同时具有三种性质。

水的重要性

水是人体中最丰富的化合物，没有一种植物或动物可以脱离水而长久生存。水在人体组织的生理过程中发挥关键的重要性，玛格丽特的病例分析也表明，缺水或脱水，都会严重威胁人体健康。水携带物质进出细胞，并参与吸收、交换、分泌、排泄等过程。那么，是什么特性使水能成为细胞生存的理想媒介？

■ 水能溶解大量不同的物质，被称为万能溶剂。许多人体必需的物质，像气体和营养物质，溶解在水中，然后在人体内传递。像盐这种能溶解在水中的特性，我们称之为“亲水性”；而像脂肪这些物质不能溶解在水中，我们称之为“疏水性”。

■ 在常温下，水是稳定的，只有在低于 0℃ 才会凝固，温度到达 100℃ 才会沸腾。这种稳定的性质为活细胞提供了一个稳定的环境。水也能将热量分布于整个身体，或者通过汗液的蒸发使身体冷却。

■ 水参与了人体内的化学反应。它直接参与了人体的消化过程以及许多细胞内的代谢反应。

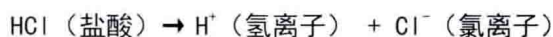
章节考点

☐ 2-6 溶液和悬浮液的区别是什么？

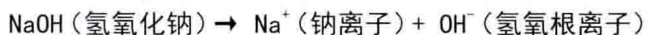
☐ 2-7 人体内最丰富的化合物是什么？

酸、碱和盐

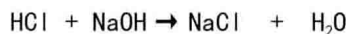
酸（acid）是一种能将氢离子（H⁺）传递给另一种物质的化学物质。常见的例子，是在胃液里发现的盐酸（HCl）。HCl 通过以下方式，在溶液中释放氢离子：



碱（base）是一种含有氢氧根离子（OH⁻），并能接收氢离子的化学物质。碱具有碱性。氢氧化钠是一种碱，通过以下方式在溶液中释放氢氧根离子：



酸和碱反应生成盐（salt）和水，在这个反应中，酸的氢离子被碱的阳离子代替。常见盐的例子有氯化钠或食盐，可通过以下反应式生成：



βH

溶液中氢离子浓度越高，此溶液的酸性就越强。溶液的氢氧根离子浓度越高，溶液的碱性越强。基于溶液中的离子平衡，氢离子浓度增加，氢氧根离子的浓度就降低；相反的，氢氧根离子浓度增加，氢离子浓度就降低。

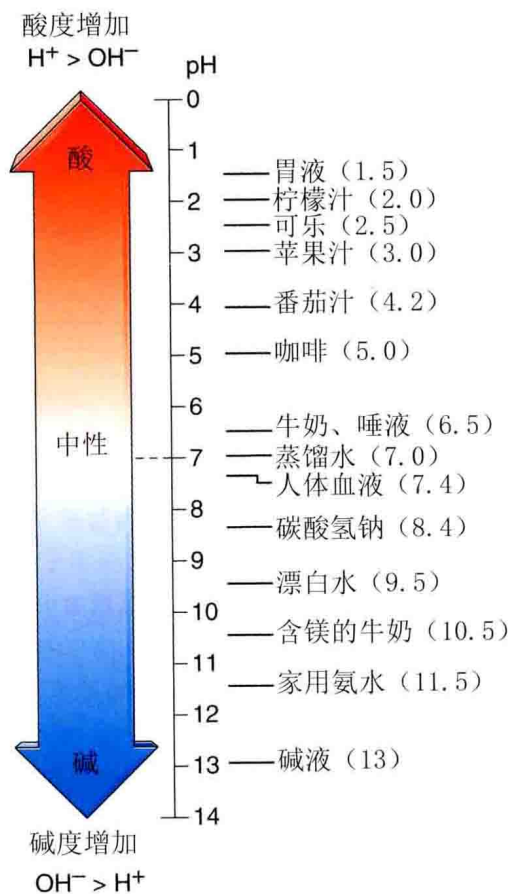


图 2-6 pH 表 酸碱度用 pH 表示，此表同时显示了一些常见物质的 pH。**扩展问题：**当溶液中氢离子量增加时，氢氧根离子的量会怎么改变？

溶液的酸碱度用 pH 表示。pH 代表溶液中氢离子和氢氧根离子的相对浓度。表中所列出的 pH 单位从 0 到 14，pH 为 0 时，酸性最强，pH 为 14 时，碱性最强（图 2-6）。7.0 代表中性，此时的溶液中含有相同数量的氢离子和氢氧根离子。纯净水的 pH 为 7.0。pH 小于 7.0 为酸性，而大于 7.0 为碱性。

因为 pH 变化是基于 10 的倍数，所以 pH 表中每一个 pH，代表氢离子和氢氧根离子 10 倍的变化。pH 5.0 溶液的氢离子数量是 pH 6.0 的 10 倍。pH 5.0 溶液的氢氧根离子数量是 pH 6.0 的 1/10 倍。pH 9.0 氢离子浓度是 pH 8.0 溶液的 1/10 倍，而氢氧根离子浓度是它的 10 倍。因此，pH 越小，酸性越强，pH 越大，碱性越大。

人体血液和其他体液 pH 为 7.35 ~ 7.45，呈弱碱性，接近于中性。尿液的 pH 为 4.6 ~ 8.0，平均 6.0，这取决于机体状况和饮食情况。图 2-6 显示其他一些常见物质的 pH。

体液的 pH 为弱碱性，即使 pH 不低于 7.0，人体也可能处于相对酸性的状态，例如，病人 pH 低于 7.35，但还是高于 7.0，我们描述这种病人处于酸中毒状态。因此生理学上的酸度不同于 pH 表中的酸度，它只在 pH 7.35 ~ 7.45 的微小范围内波动。

pH 高于 7.45，称之为碱中毒。pH 在正常范围上、下的任何波动，都可能是危险甚至是致命的。

缓冲对

健康人的体液在很小的酸碱范围内达到微妙的平衡。这种平衡的化学状况主要靠缓冲对完成。缓冲对在体液 pH 稳定性中起了重要的作用，它避免了氢离子浓度的剧烈改变，使体液维持在较恒定的 pH。关于体液、pH 和缓冲对将在第 21 章详细阐述。

章节考点



☐ 2-8 pH 表中中性的数值是多少？高于这数值的物质有哪些，低于的又有哪些？

☐ 2-9 什么叫缓冲对？

同位素和放射性

元素有几种存在形式，其中一种叫同位素 (isotope)。同位素拥有相同的质子和电子，但因为核中的中子数量不同，使元素的原子量不同。例如，最常见的氧原子，核中有 8 个质子和 8 个中子，使该原子的相对原子质量为 16。但有一些氧的同位素，核中只有 6 ~ 7 个中子，而有些可以有 9 ~ 11 个中子。因此，这些同位素的相对原子质量可在 14 ~ 19 之间。

有些同位素非常稳定，并具有恒定的特征，而有一些会分裂，释放出粒子射线，我们称这种同位素具有放射性 (radioactive)。有放射性的、可以自然地放出射线的元素，叫做放射性同位素 (radioisotopes)，比如同位素镭和铀。其他一些放射性同位素，通过将较轻的、非放射性的原子放在加速器内，将它们的原子核互相粉碎，就可以人工的产生射线。

有些放射性同位素产生的射线因为具有穿透和破坏癌细胞的作用，可用于治疗癌症。放疗通常需要一

框 2-2



热点

放射性示踪剂：医学走向核技术

同X射线成像、计算机断层扫描(CT)和磁共振成像一样,核医学成像技术(NMI)提供了一种非损伤性检查身体内部的方法。作为一种优异的诊断工具,核医学不仅能显示机体结构的形态,还可以提供机体功能的信息,因此它比只提供结构信息的技术,更早应用于诊断癌症、脑卒中和心脏疾病。

核医学常使用可被特定的器官摄取的放射性示踪剂。比如,放射性碘可用于甲状腺的成像,因为甲状腺比其他任何器官摄取更多的碘。患者口服、吸入或注射放射性示踪剂后,通过一个伽马相机就可以探测到器官中的示踪剂并成像,从而进行诊断。因为放射

性示踪剂可以通过尿液或粪便快速的排出体外,病人在这种情况暴露的放射量,通常比X射线和CT还要少。

核医学成像技术有三种:正电子发射断层扫描(PET)、骨扫描、和铊压力测试。PET通过检查脑部的放射性葡萄糖评估大脑的活动。通过PET可以看出脑部肿瘤,因为肿瘤细胞代谢比较快,比正常细胞吸收更多的放射性葡萄糖。骨扫描检测具有异常高代谢率的骨组织中的示踪剂,如骨肿瘤。铊压力测试是将放射性铊注射到病人体内,然后通过伽马相机拍摄运动和休息时的心脏情况,通过两种情况的比较,有助于评价工作或压力下(运动)心脏的供血情况。

台能释放摧毁肿瘤细胞的原子粒子的机器。生长中的肿瘤细胞通常都是不成熟的、正在分裂的,他们比成熟的体细胞对放疗更敏感。

在不引起周围正常组织严重损害的情况下,使用放疗就可以靶向地摧毁不成熟的肿瘤细胞。现代的放射工具可以产生巨大能量(在数百万电子伏特范围内),在不引起严重皮肤反应的情况下,也能杀死深部的肿瘤细胞。

放疗中用到的放射性同位素,比如钴60,常密封在不锈钢圆桶里,并安装在机器的旋臂上。放射性的光束通过一个孔,精确地放射到需要治疗的区域。将带放射性的植入物制成各种形状,如:针状、管状和种子状,就可以用在不同类型癌症的治疗中。

放射性同位素除了有治疗价值,还广泛用于疾病诊断。X射线可以穿透组织,并将内部结构清晰地显示在X射线片上。放射性碘和其他示踪剂,通过口服或注射的方式进入血液系统,可以用于人体某些器官异常功能的诊断,比如甲状腺(框2-2)。在用放射性同位素进行诊断和治疗时,射线对正常组织同样会造成伤害,医护人员必须遵循严格的预防措施保护自身。

章节考点



2-10 描述发出放射性的同位素的词叫什么?

有机化合物

自然界中存在的92种元素,在生物体中只被发现了26种。大部分有机物质量较轻,而且也不都是大量存在的。氢、氧、碳和氮组成了人体重量的96%(图2-7)。另外9种元素——钙、钠、钾、磷、硫、氯、镁、铁和碘——组成了人体重量剩余4%的大部分。余下的13种元素,包括锌、硒、铜、钴、铬和其他,以极少的量存在,组成了人体重量的0.1%左右。

具有生物特性的化合物称为有机化合物。它们一般都由碳元素构成,因为碳原子可以结合多种不同的元素,甚至也可以与其他碳原子结合形成长链,大多

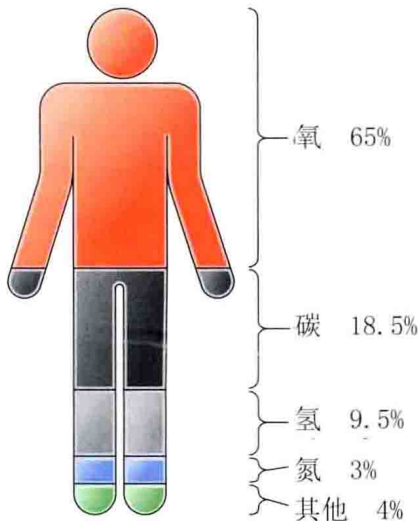
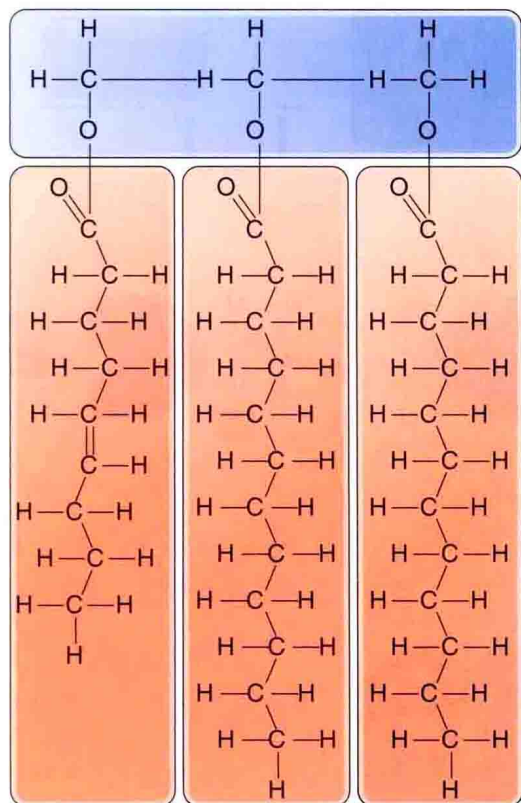
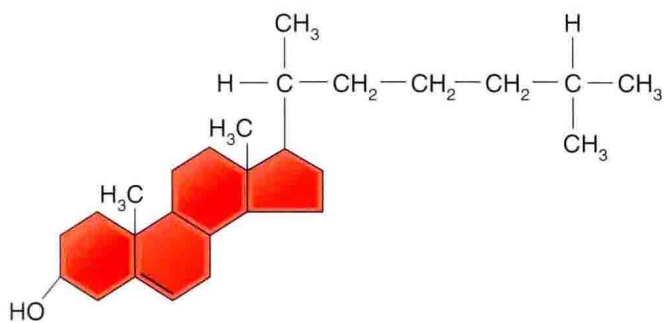


图2-7 人体化学组成质量比 **重点:** 碳、氢、氧、氮组成了人体重量的96%。

甘油

脂肪酸
甘油三酯

A



胆固醇

B

图 2-9 脂类 **重点:** A. 甘油三酯是一种简单的脂类，由甘油结合三个脂肪酸组成。B. 胆固醇是一类含有碳环的类固醇。 **扩展问题:** 甘油中含有几个碳原子？

(steroids) 是一种含有碳原子环的脂类，它们包括胆固醇 (cholesterol)——细胞膜的另外一种成分 (图 2-9B) 和某些激素，如肾上腺产生的皮质醇和卵巢及睾丸产生的性激素。

蛋白质

所有的蛋白质 (protein) 除了含有碳、氢、氧外，还含有氮元素，它们还可以含有硫或磷元素。蛋白质是存在于肌肉、骨骼及结缔组织中的人体结构物质。它们也组成赋予眼睛及皮肤颜色的色素。蛋白质决定了人类个体间的差异。除了它们在结构上的重要性，各种蛋白质也是人体功能上所必需的，它们调节代谢反应和参与人体所有系统的各项活动。

蛋白质由称为氨基酸 (amino acids) 的单体组成 (图 2-10)。虽然人体中仅存在大约 20 种不同的氨基酸，但是它们可以由不同的方式连接在一起，组成大量不同的蛋白质。

每个氨基酸含有一个羧基 ($-\text{COOH}$) 和一个氨基 ($-\text{NH}_2$)——分子中含有氮的部分。这些基团连接的碳原子一侧连接一个氢原子，另一侧是在图 2-10A 中显示的 R 基，R 基在每个氨基酸中都不同，它可以是单个氢原子，也可以是复杂的碳链或碳环，还可以是其他元素。氨基酸分子中 R 基说明了氨基酸的多样性。

在组成蛋白质时，一个氨基酸的羧基可以与另外一个氨基酸的氨基结合形成共价键。这种共价键称为肽键。许多氨基酸通过这种方式连接在一起形成一个多肽，其本质上是一个氨基酸链。蛋白质由长多肽链通过不同三维结构形成，而各种形状结构可以通过多肽中的其他类型化学键产生。这些键可以使得长链折叠成多层皱褶—— β 折叠 (图 2-10C)，其他一些多肽可以盘旋成螺旋状。这些螺旋或纤维状的蛋白质在人体肌肉组织和骨骼中是非常重要的。内部的化学键可能导致盘绕的链自身折回去。许多多肽链也可能折叠在一起。这些折叠的或球形的蛋白质在人体中具有重要的功能。例如：它们组成了红细胞中携氧的血红蛋白、一些激素及免疫所需的抗体、酶 (在下面描述) 和许多其他代谢活性化合物。从酶活性中可以看出，蛋白质的三维结构对其功能非常重要。

酶 (enzymes) 是代谢活动所必需的蛋白质，是成百上千个细胞内发生反应的催化剂 (catalysts)。没有这些可以提高化学反应速度的催化剂，代谢活动的速率不足以维持基本生命活动。因为每种酶只能结合特定的基质 (substrate)，只执行某一特殊的化学反应。因此，人体需要多种不同的酶。就像所有催化剂一样，酶只是暂时地参与反应，它们在反应中既不消耗也不被改变。因此它们的需要量很小。饮食中

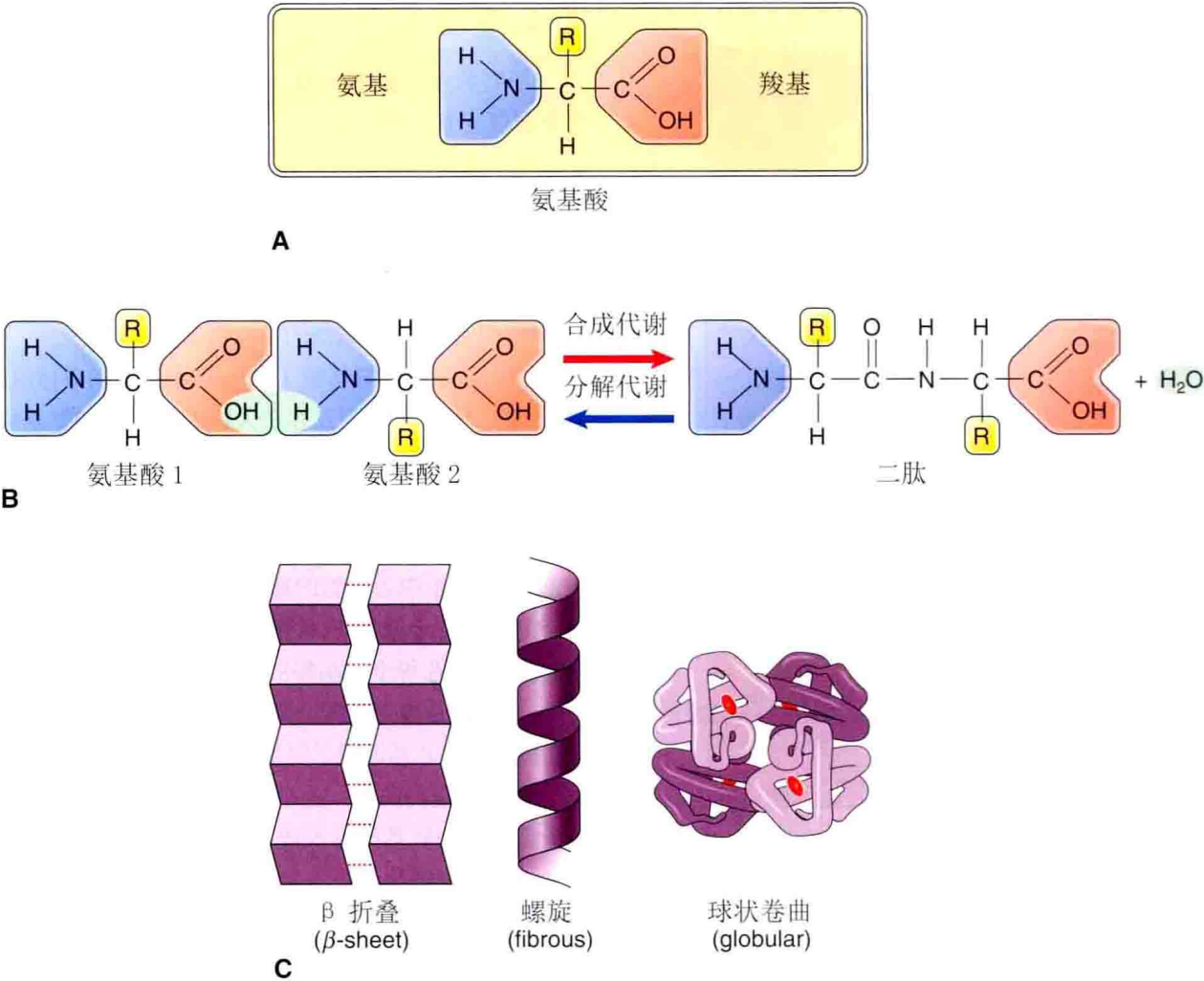


图 2-10 蛋白质 **重点：**A. 氨基酸是蛋白质的组成单体。每个氨基酸都包含链接在同一碳原子上的一个氨基和一个羧基。剩下的 R 基可以有 20 种不同的改变方式。B. 氨基酸的氨基和另一个氨基酸的羧基之间可以形成肽键，肽键逐步增加形成多肽链。C. 蛋白质具有特定结构，结构对它的作用至关重要。 **扩展问题：**氨基酸的哪一部分含有氮原子？

许多维生素和矿物质都是酶的组成部分。

酶的形状对它的作用非常重要。就像钥匙的形状要适合它所对应的锁，酶的结构必须匹配它所作用的底物。这就是所谓的“锁钥学说”机理（图 2-11 所示）。严峻的环境，如极端的温度或 pH 都能改变蛋白质（如酶）的结构，并且破坏它的功能。这种使蛋白质不再

发挥功能的改变称为变性，这样的过程常对细胞有害。

酶的英文名称很容易被识别，因为，除少部分外，结尾都带有后缀“-ase”，例如酯酶（lipase）、蛋白酶（protease）和氧化酶（oxidase）。名词的前部通常涉及它们作用的物质或该酶参与反应的类型。

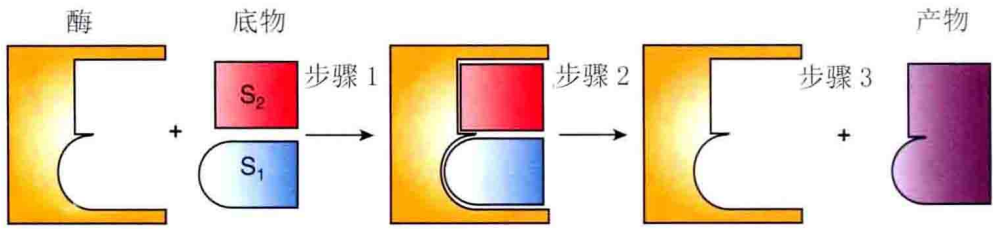


图 2-11 酶活动图解 **重点：**酶与反应元件 1 (S1) 和反应元件 2 (S2) 结合，从而提高反应速率。当产物生成时，酶的结构及质量是不变的。 **扩展问题：**反应前后酶的结构是如何变化的？