



全国中等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养创新示范教材
供护理、助产、中医护理等专业用

生物化学基础

(第2版)

主编 钟楠楠



第四军医大学出版社

全国中等卫生职业护理专业“双证书”人才培养创新示范教材

供护理、助产、中医护理等专业用

生物化学基础

第2版

主 编 钟楠楠

副主编 刘家秀 白冬琴

编 者 (以姓氏笔画为序)

王小霞(新疆巴州卫生学校)

冯 凯(西安市卫生学校)

白冬琴(咸阳市卫生学校)

杨 萍(云南省大理卫生学校)

张建辉(武威职业学院)

胡佩珍(临汾职业技术学院)

钟楠楠(西安市卫生学校)

韩学波(宁夏医科大学高职学院)

韩鹏羽(陇南市卫生学校)

第四军医大学出版社·西安

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学基础/钟楠楠主编. —2 版. —西安: 第四军医大学出版社, 2014. 6

全国中等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养创新示范教材

ISBN 978-7-5662-0533-9

I. ①生… II. ①钟… III. ①生物化学-中等专业学校-教材 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 131342 号

shengwuhuaxue jichu

生物化学基础

出版人: 富 明 责任编辑: 曹江涛 王 雯

出版发行: 第四军医大学出版社

地址: 西安市长乐西路 17 号 邮编: 710032

电话: 029-84776765 传真: 029-84776764

网址: <http://press.fmmu.edu.cn>

制版: 绝色设计

印刷: 西安永惠印务有限公司

版次: 2010 年 8 月第 1 版 2014 年 6 月第 2 版第 7 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 9.5 字数: 205 千字

书号: ISBN 978-7-5662-0533-9/Q · 59

定价: 20.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书, 凡有缺、倒、脱页者, 本社负责调换

全国中等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养
创新示范教材编审委员会

主任委员 刘 晨

副主任委员 王凤丽 尤学平 孙学华

委 员 (按姓氏笔画排序)

王小霞	王之一	王凤丽	王昆蓉
王建民	尤学平	牛彦辉	石海兰
卢 兵	朱汉跃	朱鹏云	任云青
孙亚娟	孙学华	李 勇	李长驰
李志军	李俊华	杨 松	宋立富
张 静	张来平	张金梅	张宝琴
陈 军	陈 芬	陈碧瑕	陈德军
邵兴明	钟楠楠	施龙华	宫国仁
钱兆会	高国丽	唐 迅	桑艳军
黄 聪	符史干	符秀华	黎 梅
颜 勇	潘书言		

前 言

《生物化学基础》自2010年出版以来，受到了全国各地中等卫生职业学校师生的一致好评。为了使教材的内容更加适应护理专业的岗位需求，第四军医大学出版社于2013年11月正式启动了教材的修订工作。本次教材修订具有以下特点：

1. 由于中职学生缺少相应的化学基础，因此在修订中我们弱化了分子结构等较为抽象的内容，而加入了大量的示意图来说明，不要求掌握分子结构特点，理论知识部分够用即可。

2. 在正文中加入了大量的与生活实际联系紧密的内容，力求编写内容与时俱进。例如，在蛋白质部分增加了“三聚氰胺为什么会混入奶粉”“孕妇为什么要补充叶酸”“动脉粥样硬化的成因”等相关内容。

3. 作为医学基础课程，学生在学习生物化学基础的过程中普遍感到难度较大、抽象、难理解。在此次修订中我们将很多反应式中的分子式去掉，改为用汉字表示；将一些难理解的机制、代谢过程在文字表达的基础上，再以用文字和箭头表示的流程图来说明，借此帮助学生理解。

此次修订得到了各位编者及其所在院校的大力支持，编者们均能以认真的态度开展工作，修订了上一版中出现的一些问题，补充了新的知识，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，水平有限，书中难免有错误之处，恳请广大师生在使用过程中提出宝贵意见，使本书日臻完善。

钟楠楠

2014年5月

再版说明

2010年,第四军医大学出版社按照教育部“五个对接”的指示精神,在卫生职业教育领域率先出版了以在校学习同时获得“毕业证书+护士执业资格证书”为目标的“全国中等卫生职业教育护理专业‘双证书’人才培养规划教材”。该套教材在使用过程中得到了职业院校的良好反馈,《药物应用护理》《护理学基础》《外科护理学》等教材还被教育部确定为“中等职业教育改革创新示范教材”。

为了使教材符合教育部公布的《中等职业学校护理专业教学标准》(试行,2014),紧扣国家护士执业资格考试考点的变化并达到创新示范教材的要求,我社于2014年对整套教材进行改版,以适应卫生职业教育护理专业的改革和发展需求。

本次修订,在第一版教材编写理念的基础上,更加注重通过校企(院)合作,行业专家参与,结合国家护士执业资格考试的“考点”和护理行业标准,进一步破除理论教学与实践二元分离的格局,以工作过程为导向,坚持“贴近实际、关注需求、注重实践、突出特色”的基本原则,以培养目标为依据,以护理专业教学标准和课程标准为纲领,体现“以用为本,够用为度,增强实效”的特点,集全国40余所卫生职业院校护理专业改革成果,建设“中等卫生职业教育护理专业‘双证书’人才培养创新示范教材”。具体修订内容如下:

1. 重视目标与任务,依据教育部专业教学标准:充分体现理论-实践一体化教学和“做中学、做中教”的职业教育教学特色,使教师在课堂教学教程中既有“目标”意识,更有“任务”意识;既注重岗位工作过程,又注重教学活动的组织过程,更注意学生能力的提高。依据《中等职业学校护理专业教学标准》(试行,2014)和护理专业相关课程标准(教学大纲),梳理每一章的学习目标,提炼出知识目标、技能目标,并用清晰、便于理解及可操作的行为动词描述具体要求。

2. 更新考点,对接临床:通过对近三年的护考试题进行分析,把握护考的改革方向,全面修订和完善教材中“考点链接”;增加临床必需的新知识、新方法和新技术,并邀请临床的护理专家参与教材的修订并进行把关,使护理操作的教学与临床规范相一致。

3. 全面梳理,整体优化:为了实现思想性、科学性、先进性、启发性和适用性相结合,对照护士执业资格考试和专业发展的要求,依据学生认知规律与学习特点,对整套教材进行梳理和优化,对所用甚少的“偏深、偏难、偏繁”不适合学生学习的内容进行删减,全面把握教材难易程度,易于学生学习。

本次修订的教材共18种,主要供中等职业学校护理、助产、中医护理专业学生使用,也可作为护理人员在岗培训的教材使用。

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 生物化学的概念与内容	(1)
第二节 生物化学的发展史	(2)
第三节 生物化学与护理学的关系	(2)
第二章 蛋白质的结构与功能	(4)
第一节 蛋白质的分子组成	(4)
第二节 蛋白质的分子结构与功能	(5)
第三节 蛋白质的理化性质	(9)
第四节 蛋白质的分类	(12)
第三章 核酸的结构与功能	(15)
第一节 核酸的化学组成	(15)
第二节 核酸的分子结构	(18)
第三节 核酸的理化性质	(20)
第四章 酶	(22)
第一节 酶的概念	(22)
第二节 酶促反应的特点	(22)
第三节 酶的结构与功能	(23)
第四节 影响酶促反应速度的因素	(26)
第五节 酶与医学的关系	(30)
第五章 维生素	(34)
第一节 概述	(34)
第二节 脂溶性维生素	(35)
第三节 水溶性维生素	(38)
第六章 生物氧化	(48)
第一节 概述	(48)
第二节 生成 ATP 的氧化体系	(48)
第三节 二氧化碳的生成	(51)
第七章 糖代谢	(52)
第一节 概述	(52)

第二节 糖的分解代谢	(53)
第三节 糖原的合成与分解	(58)
第四节 糖异生作用	(59)
第五节 血糖	(60)
第八章 脂类代谢	(64)
第一节 概述	(64)
第二节 甘油三酯代谢	(66)
第三节 类脂代谢	(70)
第四节 血脂与血浆脂蛋白	(72)
第九章 氨基酸代谢	(78)
第一节 蛋白质的营养作用	(78)
第二节 蛋白质的消化、吸收与腐败	(79)
第三节 氨基酸的一般代谢	(80)
第四节 个别氨基酸的代谢	(85)
第十章 核苷酸代谢	(89)
第一节 核苷酸的合成代谢	(89)
第二节 核苷酸的分解代谢	(92)
第三节 核苷酸的抗代谢药物及临床应用	(93)
第十一章 肝的生物化学	(95)
第一节 肝在物质代谢中的作用	(95)
第二节 肝的生物转化作用	(97)
第三节 胆汁酸代谢	(99)
第四节 胆色素代谢	(101)
第十二章 水与无机盐代谢	(107)
第一节 体液	(107)
第二节 水代谢	(108)
第三节 无机盐代谢	(110)
第四节 钙、磷代谢	(111)
第五节 微量元素的代谢	(113)
第十三章 酸碱平衡	(116)
第一节 体内酸碱物质的来源	(116)

第二节 机体酸碱平衡的调节	(117)
第三节 酸碱平衡紊乱	(120)
实验	(125)
实验一 血清总蛋白的测定（双缩脲法）	(125)
实验二 酶的专一性及影响因素	(126)
实验三 琥珀酸脱氢酶的作用及其抑制	(129)
实验四 血糖的测定（葡萄糖氧化酶法）	(130)
实验五 肝生酮作用	(132)
实验六 血清丙氨酸氨基转移酶（ALT）活性测定（赖氏法）	(134)
模拟测试卷	(137)
参考答案	(139)
参考文献	(141)

第一章 绪 论

学习目标

1. 了解什么是生物化学。
2. 理解学习生物化学知识与护理工作的关系。

第一节 生物化学的概念与内容

生物化学是研究生物体的化学组成及其变化规律的科学，是从分子水平和化学变化的本质上探讨并阐明生命现象的化学。简单地说，生物化学就是用化学、物理学、生物学的方法和原理探讨生物体的物质组成、物质代谢及其调控、能量代谢等生命现象奥秘的学科。

生物化学研究的对象是生物体（人体）。运用生化的理论和方法可为诊断、治疗和预防疾病提供理论依据，可从分子水平加以解释疾病的发病机制。

生物化学研究的主要内容概括为以下几个方面。

一、人体的物质组成

生物体的化学组成除水和无机盐外，还有蛋白质、脂类、糖类、核酸、维生素、激素等有机物。它们在体内的含量及分布不同。

二、组成物质的结构与功能

由于生物大分子的种类多样、结构复杂，功能也是多样的。蛋白质的主要功能有催化、运输和贮存、免疫防护、接受和传递信息、调节代谢和基因表达等。通过对蛋白质结构与功能的研究，对合成具有特定功能的新的蛋白质具有广阔的前景。

核酸的结构与功能的研究阐明基因的本质，碱基配对是核酸分子相互作用的主要形式，这是核酸作为信息分子的结构基础。

生物体的糖类如单糖是生物体能量的主要来源。从发展趋势看，糖类将与蛋白质、核酸、酶并列而成为生物化学的四大研究对象。

三、物质代谢及其调节

生物与非生物最主要的区别是新陈代谢，新陈代谢由合成代谢和分解代谢组成。生物体不断地从环境中获取物质，转化为体内新的物质。如糖原、脂肪和蛋白质是各自通过不同的途径分解成葡萄糖、脂肪酸和氨基酸，然后再进入三羧酸循环，最后生成二氧化碳和水，并产生 ATP。

新陈代谢是在生物体的调节控制之下有条不紊地进行的。各种物质代谢的化学反应都需要酶的催化完成。物质代谢一旦停止，生命也就结束了。

四、基因信息的传递

生物体的另一个生命特征就是繁殖与遗传，而遗传的物质基础是 DNA。生物体的遗传信息就是以基因为单位贮存在 DNA 分子中，才使得生物体代代相传。

第二节 生物化学的发展史

生物化学是古老而又年轻的学科，20 世纪初引进“生物化学”这一名称。

18 世纪，学科间在理论知识和技术上相互渗透，一些从事化学研究的科学家为生物化学的诞生播下了种子；19 世纪末，从生理化学中分离出生物化学；20 世纪中后期又从生物化学中分离出分子生物学并与经典遗传学结合为分子遗传学等。如今生物化学研究深入生命的本质和奥秘，蛋白质化学和核酸化学成为研究重点。DNA 双螺旋结构、近代实验技术和研究方法奠定了现代分子生物学的基础，从此，核酸成了生物化学研究的热点和重心。

我国生物化学工作者在 1965 年人工合成具有生物活性的结晶牛胰岛素。1983 年用有机合成酶促合成的方法完成酵母丙氨酸转移核糖核酸的人工全合成。

生物化学在蛋白质、核酸、酶及代谢等方面有理论意义的成就，必将导致生物工程的应用。20 世纪 90 年代人类基因组计划（HGP）的研究使人们对生命本质的认识迈进了一大步。21 世纪生物化学和分子生物学已成为生命科学的带头学科。

第三节 生物化学与护理学的关系

生物化学是一门边缘学科，但与护理学有着密切的联系，是护理专业学生的基础课程之一。其内容都与人体有密切的关系，主要包括蛋白质与核酸化学，酶与维生素等基础生物化学内容，也包括糖代谢、脂类代谢、氨基酸代谢等代谢变化和调节的生物化学内容。同时还有和临床密切联系的肝脏生物化学的内容。随着医学科学的不断发展，生物化学的理论和技術被广泛应用于临床，作为一名护士，必须具备生物化学的知识。护士是执行医嘱和临床宣教的主要实施者，因此通过学习生物

化学，不仅要掌握人体的正常生命活动规律，了解疾病的发生、发展过程以及治疗 and 预防作用的机制，还要掌握现代科学和生物化学理论和方法，能更深刻地理解健康人体的生长、发育、生殖、营养、遗传、衰老等诸多问题。为今后在工作实践中拟订科学护理方案提供理论依据。

生物化学内容抽象，与各学科联系密切，在学习时，要掌握各物质（特别是生物大分子）的结构特点、代谢特点、生物学意义等，对重点内容要钻研、弄懂、记熟，为后期课程学习打下基础。概括起来有几点，即弄清概念、学会思考、前后联系、总结归纳。

(钟楠楠)

第二章 蛋白质的结构与功能

学习目标

1. 能够运用蛋白质元素组成、分子组成的相关知识。
2. 解释与人类健康疾病相关的问题。
3. 掌握与蛋白质理化性质相关的知识。
4. 能够正确处理护理过程中的相关操作。

蛋白质是由氨基酸构成的一类生物大分子物质，它不仅是生物体的基本组成成分，而且是生命活动的物质基础。例如，催化代谢反应的酶、调节物质代谢的某些激素、具有免疫功能的抗体等都是蛋白质。此外，肌肉的收缩、血液的凝固、呼吸运动、体内某些物质的运输与储存、组织修复以及生长、繁殖等都与蛋白质有关。近代分子生物学的研究表明，蛋白质在遗传信息的调控、细胞膜的通透性、神经冲动的发生和传导以及高等动物的记忆等方面都起着重要的作用。

第一节 蛋白质的分子组成

一、蛋白质的元素组成

所有蛋白质都含有碳、氢、氧、氮，大多数蛋白质含有硫，有的蛋白质含有磷、碘，少数蛋白质含铁、铜、锰、锌、钴等金属元素。

蛋白质元素构成的特征性元素是氮，平均约占 16%，即 1g 氮相当于 6.25g 蛋白质。由于体内组织的主要含氮物是蛋白质，因此，只要测定生物样品中的氮含量，就可以按下式推算出蛋白质大致含量。

每克样品中含氮克数 $\times 6.25 \times 100 = 100\text{g}$ 样品中蛋白质含量 (g%)



三聚氰胺 ($\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$)，又称密胺，是常见的塑料化工原料，也可作为灭鼠药。其特点为氮原子很多。

食品工业检测中，采用“凯氏定氮法”推算蛋白质的含量，因三聚氰胺的氮原子较多，而被添加进人类食品、宠物食品、家畜饲料中。因家畜与成人体积较大，肾功能完整，具有一定的新陈代谢能力，故未发生因三聚氰胺引起的群体事故。其

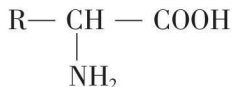
引发群体事故的目前有 2007 年的宠物饲料事件与 2008 年的三鹿奶粉事件。

三聚氰胺是一种低毒性化工产品，婴幼儿大量摄入可引起泌尿系统疾患。患泌尿系统结石的婴幼儿，主要是由于食用了含有大量三聚氰胺的婴幼儿配方奶粉引起的，多数患儿通过多饮水、勤排尿等方法，结石可自行排出。如出现尿液混浊、排尿困难等症状时，需要及时到医院就诊。严重时也可发生急性肾功能衰竭。

二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸

(一) 氨基酸的结构特点

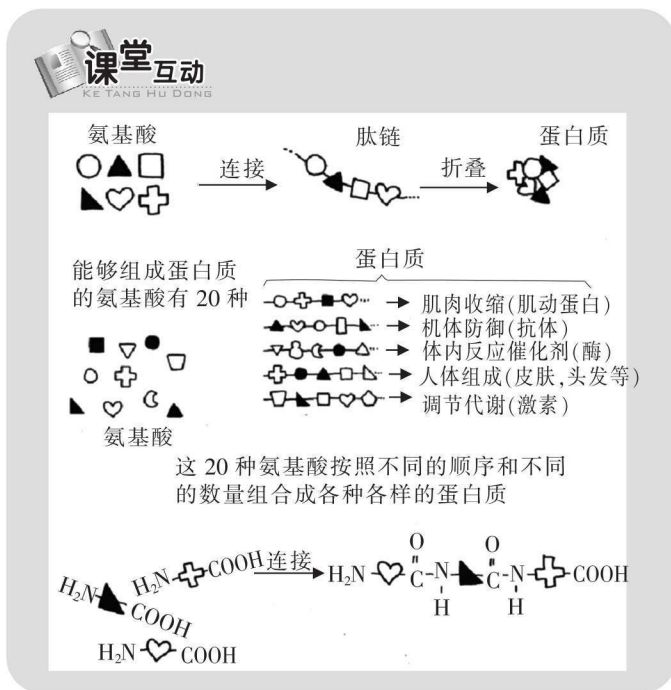
氨基酸是构成蛋白质分子的基本单位。构成人体蛋白质的氨基酸主要有 20 种，其结构通式为：



结构式中心 α -碳原子连接 4 个基团和原子，分别为氨基、羧基、氢和侧链 R。这 20 种氨基酸的区别是 R 基团的不同。

(二) 氨基酸的分类

组成人体蛋白质的氨基酸共有 20 种。根据氨基酸分子中氨基和羧基的比例不同，氨基酸可分为中性氨基酸、酸性氨基酸、碱性氨基酸三类。



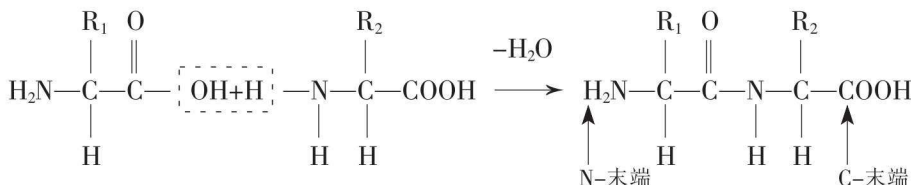
第二节 蛋白质的分子结构与功能

蛋白质是由许多氨基酸通过肽键相连形成的生物大分子物质。蛋白质分子分为一级、二级、三级、四级结构，一级结构又称基本结构，后三者统称为空间结构。

一、蛋白质的基本结构

(一) 肽键与肽

1. 肽键 蛋白质分子中的氨基酸通过肽键相连。肽键是一个氨基酸的羧基与另一个氨基酸的氨基脱水缩合所形成的化学键 ($-\text{CO}-\text{NH}-$)。



2. 肽 氨基酸通过肽键相连而成的化合物称为肽。由两个氨基酸缩合成的肽称二肽，三个氨基酸缩合成的肽称三肽，依此类推。一般由 10 个以上氨基酸缩合形成的肽称为多肽或多肽链。肽链中的氨基酸分子因脱水缩合而基团不全，称为氨基酸残基。多肽链有两个末端，其中自由氨基末端称为氨基末端 (N-端)，自由羧基末端称为羧基末端 (C-端)，命名从 N-端指向 C-端。书写多肽的简式时，N-端常用 H-表示，写在左侧；C-端常用 $-\text{OH}$ 表示，写在右侧。

(二) 蛋白质的一级结构

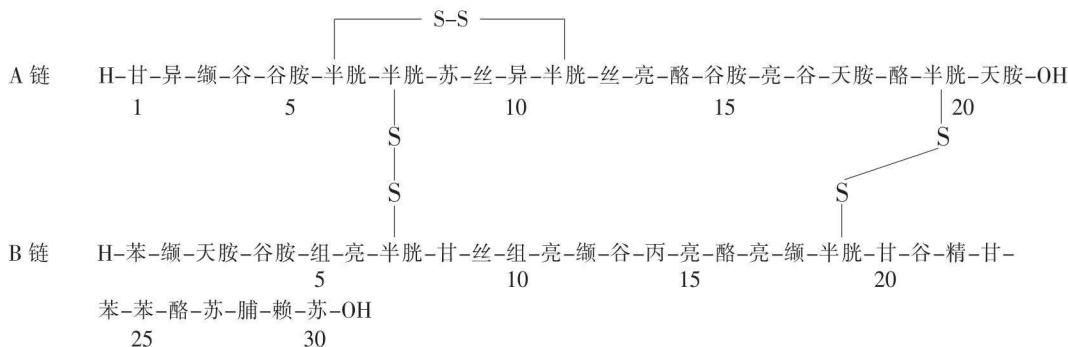


知识链接

Frederick Sanger(1918—2013)是一位英国生物化学家，曾经在 1958 年及 1980 年两度获得诺贝尔化学奖，是第四位两度获得诺贝尔奖，以及唯一获得两次化学奖的人。

Sanger 在 1955 年将胰岛素的序列完整地定序出来，同时证明蛋白质具有明确构造。此外，他还在 1977 年发表双脱氧链终止法测序法(又称酶法、Sanger 测序方法)，研究出开创性方法来确定 DNA 准确序列，被世人称为“基因组学之父”。

蛋白质的一级结构是指蛋白质分子中氨基酸的排列顺序。主要化学键是肽键，有些蛋白质还含有二硫键。胰岛素是第一个被测定一级结构的蛋白质，它由 51 个氨基酸残基组成，分 A、B 两条多肽链，A 链含 21 个氨基酸残基，B 链含 30 个氨基酸残基，两链以 2 个二硫键相连。胰岛素的一级结构如下：





蛋白质分子中的主要化学键是

A. 肽键 B. 氢键 C. 盐键 D. 酯键 E. 二硫键

解析:氢键、盐键、酯键、二硫键是维持蛋白质的空间结构的键。肽键是蛋白质分子中的主要化学键。故答案是A。

二、蛋白质的空间结构

(一) 蛋白质的二级结构

蛋白质的二级结构指蛋白质分子中多肽链主链骨架在各个局部由于折叠、盘曲而形成的空间结构,并不涉及氨基酸残基侧链的构象。维系二级结构的化学键主要是氢键。二级结构的主要形式包括: α -螺旋、 β -折叠、 β -转角和无规则卷曲。

1. α -螺旋 是多肽链主链围绕中心轴有规律的螺旋式上升,每隔 3.6 个氨基酸残基螺旋上升一圈,螺旋的走向为右手螺旋(图 2-1)。 α -螺旋的每个肽键的 N-H 和第四个肽键的羰基氧形成氢键,氢键是维持 α -螺旋的主要化学键。

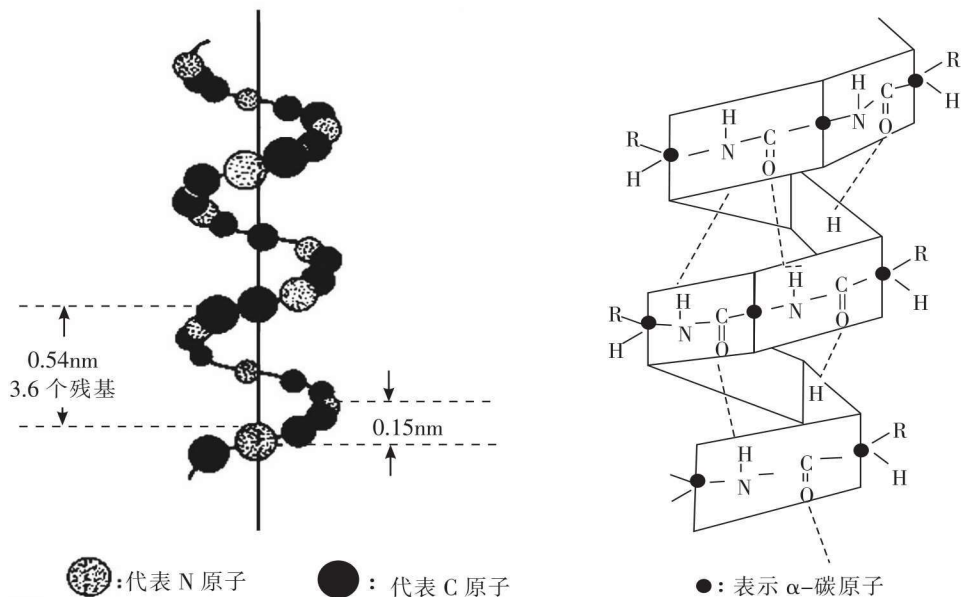


图 2-1 α -螺旋结构示意图

2. β -折叠 是肽键平面之间折叠成锯齿状结构,侧链 R 基团交错位于锯齿状结构的上下方,可由两条以上肽链或一条肽链内的若干肽段折叠成锯齿状结构,主要以氢键相连。

3. β -转角 β -转角常发生于肽链进行 180° 回折时的转角上,以氢键维持转折结构的稳定。

4. 无规则卷曲 无规则卷曲是多肽链中规律性不强的松散区段的构象，以氢键维持结构的稳定。

(二) 蛋白质的三级结构

蛋白质的三级结构是在二级结构的基础上，由于侧链 R 基团的相互作用，多肽链进一步折叠、盘曲而成的三维空间结构（图 2-3）。例如肌红蛋白是存在于动物肌肉中的一种蛋白质，它是由 8 段 α -螺旋区组成（图 2-2C）。三级结构的形成和稳定主要靠各种次级键，一条肽链的蛋白质必须具备三级结构才有生物学功能。

(三) 蛋白质的四级结构

蛋白质的四级结构是由有生物活性的两条或多条肽链组成，肽链与肽链之间由非共价键维系（图 2-4）。每条多肽链都有其独立的三级结构，称为蛋白质的亚基，蛋白质分子中各个亚基借非共价键聚合而成的特定空间结构，称为蛋白质的四级结构。四级结构中主要的结合力是疏水键，还有氢键、离子键和范德华力。含有四级结构的蛋白质，单独的亚基一般没有生物学功能，只有完整的四级结构才有生物学功能。蛋白质一、二、三级结构之间的关系见图 2-2。

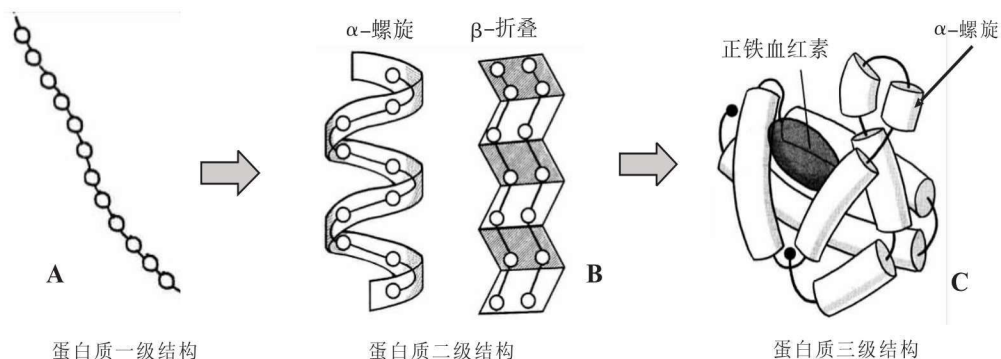


图 2-2 蛋白质一、二、三级结构之间的关系

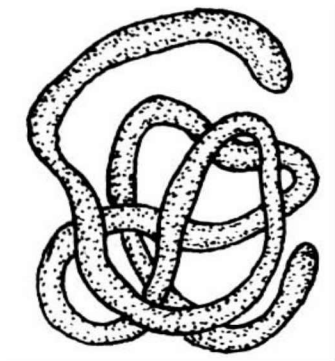


图 2-3 蛋白质三级结构示意图

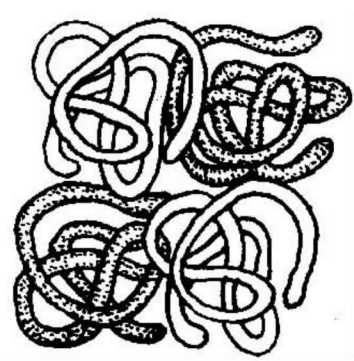


图 2-4 蛋白质四级结构示意图