



全国成人高等教育专科规划教材  
供护理、助产及其他医学相关专业使用

# 生物化学

SHENGWUHUAXUE

主 编/赵长安



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

全国成人高等教育专科规划教材

供护理、助产及其他医学相关专业使用

# 生物化学

SHENG WU HU A X U E

主 编 赵长安

副主编 李惠芳 陈江源 全吉

编 者 (以姓氏笔画为序)

王江南 宜春职业技术学院

朱宝安 漯河医学高等专科学校

全吉淑 延边大学医学院

苏 燕 包头医学院

李惠芳 长治医学院

张艳芳 新乡医学院

陈江源 江汉大学卫生职业技术学院

赵长安 新乡医学院

钟衍江 江西省赣州卫生学校

郭改娥 长治医学院

席国萍 山西大同大学医学院

韩学波 宁夏医科大学



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

---

**图书在版编目(CIP)数据**

生物化学/赵长安主编. —北京:人民军医出版社,2011.1

全国成人高等教育专科规划教材

ISBN 978-7-5091-4432-9

I. ①生… II. ①赵… III. ①生物化学—成人教育:高等教育—教材 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 009228 号

---

策划编辑:徐卓立 文字编辑:傅保娣 责任审读:张之生

出版人:石虹

出版发行:人民军医出版社

经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱

邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300—8743

网址:[www.pmp.com.cn](http://www.pmp.com.cn)

---

印、装:三河市春园印刷有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:18.75 字数:443千字

版、印次:2011年1月第1版第1次印刷

印数:0001~6000

定价:35.00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

# 全国成人高等教育专科规划教材（护理专业）

## 编 审 委 员 会

主任委员 金青松 赵富玺 毛兰芝

副主任委员 杨美玲 王玉良 李朝品  
朱启华 周 英 姚 磊

委 员 （以姓氏笔画为序）

丁风云	于肯明	马跃美	王桂琴	王庸晋
尹卫东	邓荆云	龙 霖	申玉杰	史宝欣
白 昕	玄英哲	朱 红	朱海兵	刘叶建
刘喜民	许礼发	孙乐栋	孙慧远	杜友爱
李兆君	李秀金	李春玉	李科生	杨玉南
杨立群	杨壮来	杨保胜	杨瑞贞	吴彩琴
宋晓亮	张 琳	张丽华	张宝军	陈冬志
武秋林	金 政	金玉忠	周立社	单伟颖
赵长安	贲亚琍	胡定伟	钟禹霖	姚军汉
高 静	高健群	郭学军	曹 凯	常唐喜
崔香淑	章晓红	梁 玉	彭力辉	薛松梅
戴达宁	魏瑞荣			

编辑办公室 郝文娜 徐卓立 池 静

# 全国成人高等教育专科规划教材（护理专业）

## 教材目录

- |                   |      |    |
|-------------------|------|----|
| 1. 学士学位英语统一考试指导教程 | 张宝军  | 主编 |
| 2. 医用基础化学         | 李兆君  | 主编 |
| 3. 人体解剖学          | 杨壮来等 | 主编 |
| 4. 组织学与胚胎学        | 金政   | 主编 |
| 5. 生理学            | 杜友爱等 | 主编 |
| 6. 生物化学           | 赵长安  | 主编 |
| 7. 病理学            | 丁风云  | 主编 |
| 8. 病原生物学          | 赵富玺等 | 主编 |
| 9. 免疫学基础          | 毛兰芝  | 主编 |
| 10. 医学遗传与优生       | 杨保胜等 | 主编 |
| 11. 病理生理学         | 章晓红等 | 主编 |
| 12. 护理药理学         | 于肯明等 | 主编 |
| 13. 护理学基础(含导论)    | 杨瑞贞等 | 主编 |
| 14. 健康评估          | 刘叶建等 | 主编 |
| 15. 社区护理学         | 李春玉等 | 主编 |
| 16. 内科护理学(含传染病)   | 王庸晋等 | 主编 |
| 17. 外科护理学         | 彭力辉  | 主编 |
| 18. 妇产科护理学        | 吴彩琴等 | 主编 |
| 19. 儿科护理学         | 薛松梅  | 主编 |
| 20. 医院感染护理学       | 王桂琴  | 主编 |
| 21. 五官科护理学        | 孙慧远  | 主编 |
| 22. 精神科护理学        | 邓荆云  | 主编 |
| 23. 皮肤性病护理与美容     | 孙乐栋  | 主编 |
| 24. 中医护理学         | 金玉忠等 | 主编 |
| 25. 急救护理学         | 高健群等 | 主编 |
| 26. 康复护理学         | 郭学军  | 主编 |
| 27. 老年护理学         | 高静   | 主编 |
| 28. 护理健康教育        | 单伟颖  | 主编 |
| 29. 营养与膳食指导       | 崔香淑等 | 主编 |
| 30. 护理礼仪与行为规范     | 金青松  | 主编 |
| 31. 护理心理学         | 玄英哲等 | 主编 |
| 32. 护理管理学         | 胡定伟  | 主编 |
| 33. 人际沟通与护理实践     | 史宝欣  | 主编 |
| 34. 护理伦理学         | 朱启华  | 主编 |
| 35. 护理与法          | 白昕   | 主编 |

# 出版说明

CHU BAN SHUO MING

《全国成人高等教育专科规划教材》(护理专业)由人民军医出版社于2010年组织出版,全套共35本,主要供医学院校成人专科教育的护理、助产类专业使用,其中基础和人文教材还可供检验、影像、口腔、康复、营养、医疗美容等其他医学相关专业使用。

本套教材立足国情,紧紧围绕国家对成人专科教育的各项要求编写。教材突出“以岗位需求为导向,以能力素质为核心”的特色定位;坚持“以整体人为中心”的护理理念,适应护理模式的转变,吸收护理学最新研究成果,努力反映临床护理服务向预防、康复、健康教育、社区人群干预、家庭护理等领域扩展的趋势;力求使全套书从内容到形式更加符合护理学成人高等专科教育的培养目标、人才规格和专业要求。

考虑到受教育者大多来自临床护理岗位,有一定的实践经验,但脱产学习时间少,阶段性强的特点,全套教材在内容取舍上着力体现“必需为准、够用为度”的原则。基础知识要求针对性强,为专业课解惑;专业知识则围绕护理程序展开,注意知识的更新和疾病谱的变化,有利于临床综合能力的提高;课程之间特别强调相互衔接,避免重复。为了提高学习效率,教材中的各章节末设置了“学习指导”,其中“本章小结”栏目对所学内容做出扼要总结和归纳,提示学习中的重点、难点;“实践与思考”栏目提供灵活多变的案例或问题,调动大家通过自身实践,加速知识的消化和吸收。

参加本套教材编写的是30多所医学院校遴选出一批具有丰富临床和教学实践经验的专家。在本套教材出版之际,我们对各院校给予的大力支持,对编者们付出的辛勤劳动表示衷心的感谢。希望各院校在使用中注意反馈总结,使本套教材不断完善,真正成为受到院校好评的成人护理高等教育专科教材。

《全国成人高等教育专科规划教材》(护理专业)

编审委员会

2010年10月

惶应人民军医出版社邀请,2010年3月下旬参加了在吉林延吉召开的《全国成人高等教育专科规划教材》(护理专业)的主编与副主编会议。学科组会议期间,《生物化学》编写组的主编与副主编汇聚一起,就本套规划教材编写思想、《生物化学》编写思想—思路等,进行了热情洋溢的讨论;主编会议期间,人民军医出版社领导又对所辖工作做了重要指示,尤其强调了教材要体现护理特色。作为《生物化学》的主编,深感责任重大、任务艰巨。

体现护理特色的《生物化学》,在国内外还不多见。为此,作为主编,如履薄冰地展开了力所能及的资料搜选、临床实际调研以及开展有关的试验。经过全体编写人员半年的不懈努力和通力合作,终于按照人民军医出版社的要求完成了《生物化学》的编写工作。

本教材的编写理念是:突出基本概念、基本结构、基本理论和医学护理特色,体现生物化学的新进展,力求达到同学愿意学、愿意自学、看得懂、体会深、记得住、在后续课程学习和工作中用得上的目标。本教材的编写特点是:思路清晰、系统性强、层次分明、插图精当、言简意赅、行文流畅。

在教材编写过程中,得到了各方面友好人士的亲切指导和实时帮助,为此,《生物化学》全体编者向他们致以崇高的敬意和诚挚的感谢!限于编者水平,教材中的不当和错误之处难免,恳望使用和参阅本教材的广大同仁和同学批评指正。

编者

2010年10月

绪论.....	1
---------	---

## 第一篇 生物有机分子的结构与功能

<b>第 1 章 蛋白质的结构与功能</b> .....	4	二、戊糖.....	28
<b>第一节 蛋白质的分子组成</b> .....	4	三、核苷.....	29
一、蛋白质的元素组成.....	4	四、核苷酸.....	29
二、组成蛋白质的氨基酸.....	4	五、核苷酸聚合成核酸的连接 方式.....	31
三、肽键和肽.....	8	<b>第二节 DNA 的结构和功能</b> .....	32
<b>第二节 蛋白质的分子结构</b> .....	9	一、DNA 的一级结构.....	32
一、蛋白质的一级结构.....	9	二、DNA 的二级结构——双螺旋 结构.....	32
二、蛋白质的二级结构.....	10	三、DNA 的三级结构——超螺旋 结构.....	35
三、蛋白质的三级和四级结构.....	13	四、DNA 的功能.....	36
<b>第三节 蛋白质结构与功能的关系</b> ... 15	15	<b>第三节 RNA 的结构和功能</b> .....	37
一、蛋白质一级结构与功能的 关系.....	15	一、mRNA 的分子结构与功能.....	38
二、蛋白质空间结构与功能的 关系.....	16	二、tRNA 的分子结构与功能.....	39
<b>第四节 蛋白质的分类和理化性质</b> ... 20	20	三、rRNA 的分子结构与功能.....	40
一、蛋白质的分类.....	20	四、其他小分子 RNA.....	41
二、蛋白质的理化性质.....	20	<b>第四节 核酸的理化性质</b> .....	42
<b>第五节 蛋白质的结构知识在医学         中的应用</b> .....	23	一、核酸的一般理化性质.....	42
一、蛋白质的结构与人体健康.....	23	二、DNA 的变性.....	43
二、蛋白质的结构与疾病表象.....	24	三、DNA 的复性与分子杂交.....	43
<b>第 2 章 核酸的结构与功能</b> .....	28	<b>第 3 章 维生素的结构和功能</b> .....	46
<b>第一节 核酸的分子组成</b> .....	28	<b>第一节 维生素的结构</b> .....	46
一、含氮碱基.....	28	一、脂溶性维生素.....	46



二、水溶性维生素·····	48	三、激活剂对酶促反应速度的影响·····	67
第二节 维生素的功能·····	51	四、抑制剂对酶促反应速度的影响·····	67
一、脂溶性维生素·····	51	第四节 酶活性和酶含量的调节·····	69
二、水溶性维生素·····	53	一、酶活性的调节·····	69
第三节 维生素知识在医学中的应用·····	55	二、酶含量的调节·····	70
一、维生素与人体健康·····	55	第五节 标签酶类和工具酶类·····	71
二、维生素与疾病表象·····	56	一、酶作为酶联免疫测定的指示剂·····	71
<b>第4章 酶的结构和功能</b> ·····	59	二、同工酶·····	71
第一节 酶的概述·····	59	三、核酶·····	72
一、酶的概念和化学本质·····	59	四、核酸酶·····	72
二、酶的分子组成与功能·····	59	五、限制性核酸内切酶·····	72
三、酶的命名和分类·····	61	六、固定化酶·····	72
第二节 酶催化反应的特点和机制·····	62	七、抗体酶·····	72
一、酶催化反应的特点·····	62	八、端粒酶·····	73
二、酶催化反应的机制·····	63	九、杂交酶·····	73
第三节 影响酶催化反应速度的因素·····	65	第六节 酶的知识在医学中的应用·····	73
一、底物浓度对酶促反应速度的影响·····	65	一、酶与人体健康·····	73
二、酶浓度、温度和 pH 对酶促反应速度的影响·····	66	二、酶与疾病表象·····	74

## 第二篇 物质的代谢及其调节

<b>第5章 糖代谢</b> ·····	80	四、糖醛酸途径·····	92
第一节 概述·····	80	第三节 糖原的合成与分解·····	93
一、糖的分类、组成与分布·····	80	一、糖原的合成·····	93
二、糖的消化吸收·····	81	二、糖原的分解·····	94
三、糖的生理功能·····	82	三、糖原合成与分解的级联调节·····	94
四、糖代谢概况·····	83	四、糖原合成与分解及级联调节的意义·····	95
五、糖分子中化学能的阶梯式释放·····	84	第四节 糖异生·····	95
第二节 糖的分解代谢·····	84	一、糖异生途径·····	95
一、糖酵解与糖酵解途径·····	84	二、糖异生途径的调节·····	97
二、糖的有氧氧化与三羧酸循环·····	87	三、糖异生的生理意义·····	97
三、磷酸戊糖途径·····	91	四、乳酸循环·····	98

第五节 血糖及其调节 .....	98	第四节 氨基酸的分解代谢 .....	142
一、血糖的来源和去路 .....	98	一、氨基酸的一般代谢 .....	142
二、血糖水平的调节 .....	99	二、氨的代谢 .....	145
第六节 糖代谢知识在医学中的		三、 $\alpha$ -酮酸的代谢 .....	149
应用 .....	100	四、个别氨基酸的代谢 .....	149
一、糖代谢与人体健康 .....	100	第五节 蛋白质分解代谢知识在医学	
二、糖代谢与疾病表象 .....	102	中的应用 .....	156
<b>第 6 章 脂类代谢</b> .....	106	一、蛋白质分解代谢与人体健康 ..	157
第一节 脂类概况和脂类的消化		二、蛋白质分解代谢与疾病表象 ..	159
吸收 .....	106	<b>第 8 章 核苷酸代谢</b> .....	164
一、脂类概况 .....	106	第一节 核苷酸的合成代谢 .....	164
二、脂类的消化与吸收 .....	108	一、核苷酸合成的途径与原料 .....	164
第二节 三酰甘油的分解和合成 .....	109	二、核苷酸的从头合成 .....	164
一、三酰甘油的分解 .....	109	三、核苷酸的补救合成 .....	167
二、三酰甘油的合成 .....	115	四、核苷酸合成的抗代谢物 .....	167
三、多不饱和脂肪酸的衍生物 .....	118	第二节 核苷酸的分解代谢 .....	168
第三节 类脂的分解和合成 .....	119	一、嘌呤核苷酸的分解代谢 .....	168
一、磷脂的分解和合成 .....	119	二、嘧啶核苷酸的分解代谢 .....	169
二、胆固醇的转化和合成 .....	123	第三节 核苷酸代谢知识在医学中的	
第四节 血浆脂蛋白代谢 .....	126	应用 .....	169
一、血浆脂蛋白的结构、分类及		<b>第 9 章 生物氧化</b> .....	172
组成 .....	126	第一节 概述 .....	172
二、载脂蛋白 .....	128	第二节 呼吸链与氧化磷酸化 .....	172
三、血浆脂蛋白的代谢 .....	128	一、呼吸链 .....	172
第五节 脂类代谢知识在医学中的		二、氧化磷酸化 .....	177
应用 .....	132	三、影响氧化磷酸化的因素 .....	178
一、脂类代谢与人体健康 .....	132	四、ATP .....	179
二、脂类代谢与疾病表象 .....	134	第三节 氧自由基与细胞的防御 .....	180
<b>第 7 章 蛋白质分解代谢</b> .....	138	一、氧自由基 .....	180
第一节 蛋白质的营养作用 .....	138	二、细胞的防御 .....	180
一、蛋白质的营养价值 .....	138	第四节 生物氧化知识在医学中的	
二、人体对蛋白质的需要量 .....	138	应用 .....	181
第二节 蛋白质的消化吸收与		一、生物氧化与人体健康 .....	181
腐败 .....	139	二、生物氧化与疾病表象 .....	182
一、蛋白质在胃肠道的消化 .....	139	<b>第 10 章 肝的生物化学</b> .....	184
二、氨基酸在小肠的吸收 .....	140	第一节 肝内物质代谢特点和肝的	
三、蛋白质的腐败作用 .....	140	生物转化作用 .....	184
第三节 内源性蛋白质的降解 .....	141	一、肝的结构和酶学特点 .....	184

二、三大营养物质在肝内的代谢	
特征 .....	184
三、肝的生物转化作用 .....	185
第二节 胆汁酸和胆色素的代谢 .....	189
一、胆汁酸的代谢 .....	189
二、胆色素的代谢 .....	192
第三节 肝的生物化学知识在医学	
中的应用 .....	196
一、肝的生物化学与人体健康 .....	196
二、肝的生物化学与疾病表象 .....	198
<b>第 11 章 血液的生物化学</b> .....	200
第一节 血浆蛋白质概述 .....	200
一、血浆蛋白质的分类 .....	200
二、血浆蛋白质的性质 .....	201
三、血浆蛋白质的功能 .....	201
第二节 血细胞的代谢 .....	202
一、红细胞的代谢特点 .....	202
二、白细胞的代谢特点 .....	207
第三节 血液的生物化学知识在医学	
中的应用 .....	208
一、血液的生物化学与人体健康 .....	208
二、血液的生物化学与疾病表象 .....	209
<b>第 12 章 代谢调节与联系</b> .....	212
第一节 物质代谢的调节 .....	212
一、细胞水平的代谢调节 .....	212
二、激素水平的代谢调节 .....	216
三、整体水平的代谢调节 .....	216
第二节 物质代谢的相互联系 .....	217
一、物质代谢的特点 .....	217
二、物质代谢的相互联系 .....	218
第三节 重要器官组织的代谢	
特点 .....	220
一、肝的代谢特点 .....	220
二、红细胞的代谢特点 .....	220
三、心的代谢特点 .....	221
四、脂肪组织的代谢特点 .....	221
五、脑的代谢特点 .....	221
六、肾的代谢特点 .....	221
七、骨骼肌的代谢特点 .....	221
第四节 代谢调节知识在医学中的	
应用 .....	221
一、运动中的代谢调节 .....	221
二、代谢调节失衡与肥胖 .....	222

### 第三篇 遗传信息传递、基因重组与基因操作

<b>第 13 章 遗传信息传递</b> .....	226
第一节 DNA 的生物合成 .....	226
一、DNA 的复制 .....	226
二、反转录合成 DNA .....	230
三、线粒体 DNA 的复制 .....	231
四、DNA 的损伤与修复 .....	231
第二节 RNA 的生物合成 .....	232
一、模板和酶 .....	232
二、转录过程 .....	233
三、转录后的加工过程 .....	237
第三节 蛋白质的生物合成 .....	239
一、蛋白质生物合成体系 .....	240
二、肽链生物合成过程 .....	243
三、蛋白质翻译后加工和输送 .....	247
四、蛋白质合成的干扰和抑制 .....	247
第四节 遗传信息传递知识在医学	
中的应用 .....	248
一、细胞核遗传信息传递与遗传代	
谢病 .....	248
二、线粒体遗传信息传递与疾病	
发生 .....	249
<b>第 14 章 基因表达调控</b> .....	253
第一节 基因表达调控的概念和生物	
学意义 .....	253

一、基因表达调控的基本概念 .....	253	<b>第 15 章 基因重组与基因操作 .....</b>	<b>269</b>
二、基因表达调控的特点和意义 ...	253	第一节 自然发生的基因转移和	
<b>第二节 基因表达调控的基本</b>		重组 .....	269
原理 .....	255	一、同源重组 .....	269
一、基因表达调控的多层次性和		二、细菌的基因转移与重组 .....	269
复杂性 .....	255	三、免疫球蛋白的位点特异性	
二、基因转录起始调控的基本		重组 .....	271
要素 .....	255	四、转座重组 .....	271
<b>第三节 原核基因的转录调控 .....</b>	<b>258</b>	<b>第二节 基因工程 .....</b>	<b>272</b>
一、原核基因转录调控的特点 .....	258	一、基因工程相关概念 .....	272
二、乳糖操纵子的转录调控 .....	258	二、基因工程的基本程序 .....	275
三、色氨酸操纵子转录调控 .....	259	<b>第三节 基因诊断与基因治疗 .....</b>	<b>279</b>
<b>第四节 真核基因的转录调控 .....</b>	<b>261</b>	一、基因诊断的常用技术方法 .....	279
一、真核基因的组织特点 .....	261	二、基因治疗的途径和方法 .....	280
二、真核基因转录起始调控的		三、基因诊断和基因治疗的应用 ...	280
特点 .....	262	<b>第四节 基因重组知识在医学中的</b>	
三、反式作用因子与真核基因转		应用 .....	281
录的起始调控 .....	264	<b>参考文献 .....</b>	<b>284</b>

# 绪 论

生物化学(biochemistry)又称为生命的化学,是生物学与有机化学结合而产生的一门交叉学科,是研究生命体的分子组成规律、分子代谢规律和遗传信息传递规律的一门学科。换句话说,生物化学就是研究生命体内的何种分子(what)在何种时空(when & where)通过何种途径方式(pathway)怎样(function)支撑生命体运动的一门学问。护理人类健康,是生物化学的研究内容和研究目标之一。

生物化学的形成和发展,可谓源远流长、波澜壮阔:从“生命是天生的、是父母生的”到蛋白质(protein)、核酸(nucleic acid)、维生素(vitamine)、酶(enzyme)、糖类(sugar)、脂类(lipid)等组成生命体的有机分子的结构与功能,从“生命在于运动”到糖代谢、脂代谢、蛋白质代谢、核苷酸代谢和遗传信息传递,从中医的“肝主疏泄”到肝的生物转化及胆色素的肠肝循环,从生命遗传的宏观现象到 J. D. Watson 和 F. H. Crick 发现 DNA 双螺旋结构与提出遗传信息传递规律的中心法则(central dogma),从对分子遗传病的无奈与对生命的尊重到基因重组(gene recombination)、基因诊断(genetic diagnosis)和基因治疗(gene therapy),从单分子或单代谢通路研究模式到国际合作的人类基因组计划(human genome project)的顺利完成及各种组学研究的展开,从炎黄始祖的酿酒制饴到中国的生物化学前辈成为人工合成胰岛素的先锋,……不胜枚举!

随着我国人口老龄化的加剧、疾病谱的变化以及“四二一”家庭的泛化,如何做好医学护理(医院护理、养老院护理和家庭护理),不仅是专业岗位的要求,更是社会现实赋予的神圣使命。据报道,目前我国老龄化人口以年 800 万的增速而引起全社会的关注,心脑血管病、糖尿病、骨质疏松症、肿瘤、退行性疾病等老年相关性疾病,亚健康及肝炎等传染性疾病,它们也都影响着人口基数庞大的我国现阶段的人群身心素质。因此,学习并掌握生物化学知识,从分子水平理解发育、生长、衰老和疾病的本质与规律,这不仅是做好医学护理工作的基础,也是现实中认识自我、完善自我、超越自我、快乐生活的基础。

本教材的生物化学内容,可以归结为三篇:第一篇(1~4 章)是生物有机分子的结构与功能,第二篇(5~12 章)是物质的代谢及其调节,第三篇(13~15 章)是遗传信息传递、基因重组与基因操作。这三篇的生物化学知识,有没有学习、记忆、致用的方法技巧呢?怎么把生物化学知识和人体整体功能与医学护理联系起来呢?最好的途径就是树立正确的学习观加强理论联系实际。

(赵长安)



---

**第一篇**

**生物有机分子的**

**结构与功能**

---

# 第 1 章 蛋白质的结构与功能

生命的起源、进化、多样性以及现实中的生命现象,都离不开蛋白质(protein)。蛋白质的组成元素来源于地壳而又区别于地壳,呈现选择性;其基本单元——氨基酸(amino acid),源于食物而又区别于食物;其一级序列(primary sequence)和高级构象(conformation)又在自组织与环境的互动中,呈现多种多样。

## 第一节 蛋白质的分子组成

### 一、蛋白质的元素组成

作为大分子有机化合物,蛋白质的主要元素组成是碳(50%~55%)、氢(6%~8%)、氧(19%~24%)、氮(13%~19%)、硫(0~4%)。有些蛋白质含有少量的磷或金属元素铁、铜、锌、锰、钴、钼等,个别蛋白质含有碘。

蛋白质是“恒带氮”的有机聚合物,其含氮量平均为 16%。蛋白质含氮量之所以相对恒定,是因为构成蛋白质的基本单元——氨基酸都含有  $\alpha$ -氨基。所以只要测出样品蛋白质中的含氮量,就可以计算出样品中蛋白质的含量,该测定方法称为凯氏定氮法。100g 样品中蛋白质含量=每克样品中的含氮克数 $\times 6.25 \times 100$ 。

### 二、组成蛋白质的氨基酸

自然界中的氨基酸有 300 余种,但构成人体蛋白质的氨基酸通常有 20 种。目前发现的第 21 种氨基酸——硒代半胱氨酸,只是极少数氧化还原酶(如哺乳动物的甲状腺脱碘酶)的组成单元。蛋白质经过酸或碱水解后的产物都是氨基酸,所以,氨基酸是构成蛋白质的基本单元。

#### (一)氨基酸的结构通式

组成蛋白质的氨基酸结构通式,见图 1-1。在氨基酸通式中,同时连有一个氨基(amino group)和一个羧基(carboxyl group)的首位碳原子,称为  $\alpha$ -碳原子。构成蛋白质的氨基酸都属于  $\alpha$ -氨基酸。在构成蛋白质的 20 种氨基酸中,除甘氨酸(Gly)的侧链是 H 之外,其余氨基酸的  $\alpha$ -碳原子的侧链均不是 H。所以,除了 Gly 之外,其余 19 种氨基酸的  $\alpha$ -碳原子均是不对称碳原子。氨基酸有 L-型和 D-型两种构型,除 Gly 之外,构成蛋白质的氨基酸都属于 L- $\alpha$ -氨基



酸；可见蛋白质源于手性分子。

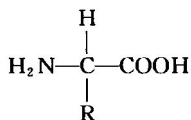


图 1-1  $\alpha$ -氨基酸的通用式

## (二) 氨基酸的分类

按侧链的结构和理化性质,组成蛋白质的 20 种氨基酸可分为四类(图 1-2)。①非极性疏水性氨基酸:共 7 种,分别是甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸、脯氨酸、苯丙氨酸和异亮氨酸,它们的侧链含有烃基、苯环、吡啶环,它们是非极性基团;②极性中性氨基酸:共 8 种,分别是丝氨酸、天冬酰胺、谷氨酰胺、苏氨酸、半胱氨酸、酪氨酸、蛋氨酸和色氨酸,它们的侧链含有羟基、巯基、酰胺基,它们是极性基团,这些基团有亲水性,但在中性水溶液中不电离;③酸性氨基酸:共 2 种,分别是天冬氨酸和谷氨酸,它们的侧链含有羧基,该羧基在水溶液中能解离出  $\text{H}^+$  而致氨基酸带负电荷;④碱性氨基酸:共 3 种,分别是赖氨酸、精氨酸和组氨酸,它们的侧链含有氨基、胍基或咪唑基,这些基团在水溶液中能结合  $\text{H}^+$  而致氨基酸带正电荷。在组成蛋白质的 20 种氨基酸中,脯氨酸(Pro)是唯一的亚氨基酸。

组成蛋白氨基酸的分类、中文全称与一字符简称、英文全称与 3/1 字符简称、分子结构式、等电点(pI),见图 1-2。

## (三) 氨基酸的理化性质

1. 氨基酸的两性解离和等电点 氨基酸的  $\alpha$ -氨基和  $\alpha$ -羧基,在溶液中均可解离,是影响氨基酸理化性质的主要基团。 $\alpha$ -氨基和  $\alpha$ -羧基的解离程度,取决于所处溶液的 pH。在酸性溶液中,羧基解离被抑制, $\alpha$ -氨基结合质子( $\text{H}^+$ )而带正电荷( $-\text{NH}_3^+$ ),氨基酸表现为正电性。在碱性溶液中, $\alpha$ -羧基失去质子而带负电荷( $-\text{COO}^-$ ),氨基酸表现为负电性。氨基酸在酸性或碱性溶液中表现出正、负电性的现象,称为氨基酸的两性解离。在某 pH 溶液中,氨基酸的氨基和羧基都呈离子状态,氨基酸就成为同时带正负电荷的兼性离子。兼性离子对外显示的整体电性为中性,此时溶液的 pH 称为该氨基酸的等电点(isoelectric point, pI)。当氨基酸所处溶液  $\text{pH} < \text{pI}$  时,氨基酸呈正电性;当  $\text{pH} > \text{pI}$  时,氨基酸呈负电性,见图 1-3。所含氨基和羧基的数目、解离度的差异,是氨基酸 pI 不同的化学基础。