

CHENGREN

GAODENG

JIAOYU

HULIXUE

ZHUANYE

JIAOCAI



成人高等教育护理学专业教材

总主编 赵 群 陈金宝

生 物 化 学

SHENGWU HUAXUE

主 编 于爱鸣

上海科学技术出版社

成人高等教育护理学专业教材

生 物 化 学

Shengwu Huaxue

主 编 于爱鸣

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/于爱鸣主编. —上海:上海科学技术出版社,2010.8

成人高等教育护理学专业教材

ISBN 978-7-5478-0428-5

I. ①生... II. ①于... 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(2010)第 139624 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张:24.75

字数:600 千字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-0428-5/R·133

定价:50.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

成人高等教育护理学专业教材

编写委员会

■ 主任委员 赵 群

■ 副主任委员 陈金宝

■ 委 员 (以姓氏笔画为序)

于爱鸣	王 健	王世伟	王丽宇	王艳梅
王爱平	方 瑾	田 静	朱闻溪	刘 宇
汤艳清	孙田杰	孙海涛	苏兰若	李 丹
李小寒	李红丽	李栢林	李福才	佟晓杰
邱雪杉	张 波	张喜轩	苑秀华	范 玲
罗恩杰	赵 斌	赵成海	施万英	徐甲芬
高丽红	曹 宇	翟效月	颜红炜	潘兴瑜
潘颖丽	魏敏杰			

■ 教材编写办公室

刘 强 刘伟韬

成人高等教育护理学专业教材

生物化学

编委会名单

前言

编写说明

目 录

■ 第一章 蛋白质的结构和功能 / 1

第一节 蛋白质的分子组成 / 2

一、氨基酸 / 2

二、肽 / 5

第二节 蛋白质的分子结构 / 7

一、蛋白质的一级结构 / 7

二、蛋白质的二级结构 / 7

三、蛋白质的三级结构 / 10

四、蛋白质的四级结构 / 11

五、蛋白质的分类 / 12

第三节 蛋白质结构与功能的关系 / 13

一、蛋白质的一级结构与功能之间的关系 / 13

二、蛋白质的空间结构与功能之间的关系 / 15

三、功能蛋白实例——血红蛋白 / 15

四、结构蛋白实例——胶原蛋白 / 17

第四节 蛋白质的理化特性 / 19

一、两性电离特性 / 19

二、紫外吸收性质 / 19

三、水化膜和表面电荷 / 20

四、呈色反应 / 20

五、蛋白质的变性和复性 / 20

第五节 蛋白质的分离及分析 / 21

一、蛋白质的分离和纯化 / 21

二、蛋白质的序列分析 / 25

三、蛋白质的空间结构分析 / 27

四、蛋白质组学 / 27

■ 第二章 核酸的结构与功能 / 34

第一节 核酸的化学组成 / 35

一、核苷酸 / 35

二、DNA / 37

三、RNA / 38

四、DNA 的一级结构 / 38

第二节 DNA 的空间结构与功能 / 39

一、DNA 的二级结构 / 39

二、DNA 的高级结构 / 42

三、DNA 的功能 / 43

第三节 RNA 的结构与功能 / 44

一、mRNA / 44

二、tRNA / 46

三、rRNA / 47

四、snmRNA / 48

五、核酸在真核细胞和原核细胞中的表达 / 49

第四节 核酸的理化性质 / 50

一、核酸的高分子特性和较强的酸性 / 50

二、核酸分子的紫外吸收 / 51

三、DNA 变性 / 51

四、核酸分子杂交 / 52

第五节 核酸酶 / 53

■ 第三章 酶 / 57

第一节 酶的结构与功能 / 58

一、酶的分子组成 / 58

二、酶结构与功能的关系 / 59

第二节 酶的命名与分类 / 62

一、酶的命名 / 62

二、酶的分类 / 63

第三节 酶促反应的特点及机制 / 63

一、酶促反应的特点 / 63

二、酶促反应的机制 / 65

第四节 酶促反应动力学 / 67

一、底物浓度对酶促反应速率的影响 / 67

二、酶浓度对酶促反应速率的影响 / 70

三、pH 对酶促反应速率的影响 / 70

四、温度对酶促反应速率的影响 / 71

五、抑制剂对酶促反应速率的影响 / 71

六、激活剂对酶促反应速率的影响 / 75

第五节 酶的调节 / 75

一、酶活性的调节 / 75

二、酶含量的调节 / 78

第六节 酶与医学 / 78

一、酶与疾病的发生 / 78

二、酶与疾病的诊断 / 79

三、酶与疾病的治疗 / 80

四、酶在医药学上的其他应用 / 80

第四章 糖代谢 / 86

第一节 概述 / 87

一、糖的生理功能 / 87

二、糖的消化吸收 / 88

三、糖代谢的概况 / 88

第二节 糖的无氧分解 / 89

一、糖酵解的反应过程 / 89

二、糖酵解的能量生成 / 91

三、糖酵解的调节 / 92

四、糖酵解的生理意义 / 92

第三节 糖的有氧氧化 / 93

一、糖有氧氧化的反应过程 / 93

二、有氧氧化生成的 ATP / 97

三、糖有氧氧化的调节 / 98

四、巴斯德效应 / 98

第四节 磷酸戊糖途径 / 99

一、磷酸戊糖途径的反应过程 / 99

二、磷酸戊糖途径的调节 / 100

三、磷酸戊糖途径的生理意义 / 100

第五节 糖原代谢 / 101

一、糖原合成代谢 / 101

二、糖原分解代谢 / 103

三、糖原代谢的调节 / 104

四、糖原累积症 / 104

第六节 糖异生 / 105

一、糖异生途径 / 105

二、糖异生的调节 / 106

三、乳酸循环 / 106

四、糖异生的生理意义 / 106

第七节 血糖及其调节 / 108

一、血糖的来源与去路 / 108

二、血糖浓度的激素调节 / 109

三、血糖浓度的异常 / 109

第五章 脂类代谢 / 117

第一节 概述 / 118

一、脂肪酸的命名及其分类 / 118

二、脂类的消化与吸收 / 118

第二节 三酰甘油代谢 / 119

一、三酰甘油的分解代谢 / 119

二、三酰甘油的合成代谢 / 123

第三节 磷脂代谢 / 127

一、甘油磷脂的组成、分类及结构 / 127

二、甘油磷脂的合成 / 127

三、甘油磷脂的降解 / 129

第四节 胆固醇代谢 / 129

一、胆固醇的合成 / 129

二、胆固醇酯的生成 / 130

三、胆固醇在体内的转化 / 131

第五节 血浆脂蛋白代谢 / 131

一、血脂 / 131

二、血浆脂蛋白的分类、组成及其结构 / 132

三、载脂蛋白 / 133

四、血浆脂蛋白的代谢和功能 / 134

五、血浆脂蛋白代谢的异常 / 136

第六章 生物氧化 / 144

第一节 生成 ATP 的氧化体系 / 145

一、呼吸链 / 145

- 二、氧化磷酸化 / 150
- 三、影响氧化磷酸化的因素 / 152
- 四、ATP / 153
- 五、通过线粒体内膜的物质转运 / 154

第二节 其他氧化体系 / 156

- 一、氧化酶和需氧脱氢酶 / 156
- 二、过氧化物酶 / 156
- 三、加氧酶 / 156
- 四、超氧歧化酶 / 157

第七章 氨基酸代谢 / 162

第一节 蛋白质的营养作用 / 163

- 一、蛋白质营养的重要性 / 163
- 二、蛋白质的需要量 / 163
- 三、蛋白质的营养价值 / 163

第二节 蛋白质的消化与腐败 / 164

- 一、蛋白质的消化 / 164
- 二、蛋白质的腐败作用 / 164
- 三、体内蛋白质的降解 / 165

第三节 氨基酸的一般代谢 / 165

- 一、氨基酸的脱氨基作用 / 166
- 二、氨的代谢 / 168
- 三、 α -酮酸的代谢 / 171

第四节 个别氨基酸的代谢 / 172

- 一、氨基酸的脱羧基作用 / 172
- 二、一碳单位的代谢 / 173
- 三、含硫氨基酸的代谢 / 174
- 四、芳香族氨基酸的代谢 / 177
- 五、支链氨基酸的代谢 / 178

第八章 核苷酸代谢 / 184

第一节 嘌呤核苷酸代谢 / 185

- 一、嘌呤核苷酸的合成代谢 / 185
- 二、嘌呤核苷酸的分解代谢 / 190

第二节 嘧啶核苷酸代谢 / 191

- 一、嘧啶核苷酸的合成代谢 / 191
- 二、嘧啶核苷酸的分解代谢 / 194

第九章 物质代谢的调节 / 199

第一节 物质代谢特点 / 200

- 一、生物体内各种物质代谢途径的

联系 / 200

二、酶在细胞内的区域化分布 / 202

三、重要器官与组织的代谢特点 / 202

第二节 物质代谢调节 / 203

- 一、细胞水平的代谢调节 / 203
- 二、激素水平的代谢调节 / 207
- 三、整体水平的代谢调节 / 208

第十章 DNA 的生物合成

(复制) / 217

第一节 DNA 复制的方式 / 218

第二节 DNA 复制的特点 / 219

第三节 DNA 复制的酶学 / 220

- 一、DNA 聚合酶 / 220
- 二、解链酶 / 222
- 三、DNA 拓扑异构酶 / 222
- 四、单链 DNA 结合蛋白 / 223
- 五、引发酶 / 223
- 六、DNA 连接酶 / 223

第四节 DNA 复制的过程 / 224

- 一、DNA 复制的起始 / 224
- 二、DNA 复制的延长 / 226
- 三、DNA 复制的终止 / 227

第五节 一些特殊的 DNA 生物合成过程 / 229

第六节 DNA 的损伤及损伤修复 / 230

- 一、DNA 的损伤 / 231
- 二、DNA 损伤的修复 / 233

第十一章 RNA 的生物合成

(转录) / 241

第一节 转录的模板和酶 / 242

- 一、不对称转录 / 242
- 二、RNA 聚合酶 / 243

第二节 转录过程 / 246

- 一、原核生物的转录过程 / 246
- 二、真核生物的转录过程 / 247

第三节 真核生物的转录后加工 / 249

- 一、真核生物 mRNA 的转录后加工 / 249
- 二、tRNA 的转录后加工 / 252
- 三、rRNA 的转录后加工 / 252

第四节 核酶 / 253

第十二章 蛋白质的生物合成 (翻译) / 260

第一节 蛋白质生物合成体系 / 261

- 一、mRNA / 261
- 二、tRNA / 263
- 三、rRNA / 263
- 四、蛋白质合成体系中其他成分 / 264

第二节 蛋白质合成的过程 / 264

- 一、氨基酸活化 / 265
- 二、翻译起始阶段 / 265
- 三、肽链延长阶段 / 268
- 四、肽链合成终止阶段 / 269
- 五、多核糖体 / 270
- 六、真核生物与原核生物蛋白质合成的异同 / 270

第三节 蛋白质翻译后修饰加工和输送 / 271

- 一、新生肽链的折叠 / 271
- 二、一级结构的加工修饰 / 272
- 三、高级结构的修饰 / 273
- 四、蛋白质合成后的靶向输送 / 273

第四节 蛋白质生物合成的干扰和抑制 / 274

- 一、抗生素 / 274
- 二、干扰蛋白质生物合成的生物活性物质 / 275

第十三章 基因表达调控 / 282

第一节 基因表达调控的基本概念与原理 / 283

- 一、基因表达的基本概念 / 283
- 二、基因表达的特点 / 284
- 三、基因表达调控的生物学意义 / 285

第二节 基因表达调控的基本原理 / 286

- 一、基因表达的多级调控 / 286
- 二、基因转录激活调节基本要素 / 286
- 三、基因表达调控的基本规律 / 287

第三节 原核生物基因表达的调控 / 288

- 一、原核生物基因表达调控的特点 / 288

二、操纵子 / 288

三、乳糖操纵子 / 289

四、色氨酸操纵子 / 291

五、原核生物翻译水平调节 / 291

第四节 真核生物基因表达的调控 / 292

- 一、真核基因组结构特点 / 292
- 二、真核基因表达调控特点 / 293
- 三、真核基因转录水平的调控 / 294
- 四、真核基因转录后调控 / 296

第十四章 基因重组与基因工程 / 302

第一节 自然界的基因重组 / 303

- 一、细菌之间的基因转移 / 303
- 二、自然界的基因重组 / 304

第二节 基因重组技术相关概念 / 306

- 一、基因重组的工具酶 / 306
- 二、基因重组的载体 / 308
- 三、目的基因 / 310

第三节 基因重组技术的基本过程 / 310

- 一、目的基因的获取 / 310
- 二、载体的构建与选择 / 312
- 三、目的基因与载体的连接 / 312
- 四、重组 DNA 分子的细胞内导入 / 313
- 五、筛选与鉴定 / 314
- 六、基因表达 / 315

第十五章 细胞信号转导 / 320

第一节 概述 / 321

- 一、细胞间信息物质 / 321
- 二、受体 / 321

第二节 细胞内信号转导分子 / 323

- 一、G 蛋白 / 323
- 二、第二信使 / 325
- 三、蛋白激酶和蛋白磷酸酶 / 326

第三节 G 蛋白偶联受体的信号转导机制 / 329

- 一、cAMP-PKA 信号转导途径 / 329
- 二、IP₃/DAG-PKC 信号转导通路 / 330

第四节 酶偶联受体的信号转导机制 / 331

- 一、酪氨酸蛋白激酶型受体的信号转导

途径 / 331

二、非酪氨酸蛋白激酶型受体介导的信号转导途径 / 332

三、具有 GC 活性受体的信号转导途径 / 334

四、具有丝/苏氨酸蛋白激酶活性受体的信号转导途径 / 334

五、NF- κ B 信号转导通路 / 335

第五节 胞内受体信号转导通路 / 335

第六节 细胞信号转导与疾病 / 335

■ 第十六章 血液的生物化学 / 342

第一节 血浆蛋白质 / 343

一、血浆蛋白质的分离 / 343

二、血浆蛋白质的性质 / 344

第二节 红细胞代谢 / 344

一、红细胞的代谢 / 344

二、血红蛋白的生成 / 345

三、与红细胞相关的疾病 / 348

第三节 白细胞的代谢 / 349

一、白细胞中的物质代谢 / 349

二、白细胞中重要的酶和蛋白质 / 349

■ 第十七章 肝的生物化学 / 351

第一节 肝在物质代谢中的作用 / 352

一、肝在糖代谢中的作用 / 352

二、肝在脂类代谢中的作用 / 352

三、肝在蛋白质代谢中的作用 / 353

四、肝在维生素代谢中的作用 / 353

五、肝在激素的灭活中的作用 / 353

第二节 肝的生物转化作用 / 353

一、生物转化 / 353

二、生物转化反应类型及酶系 / 354

三、生物转化作用的影响因素 / 357

第三节 胆汁与胆汁酸的代谢 / 357

一、胆汁 / 357

二、胆汁酸的分类 / 357

三、初级胆汁酸的生成 / 358

四、次级胆汁酸的生成 / 359

五、胆汁酸的肠肝循环 / 359

六、胆汁酸的主要功能 / 359

第四节 胆色素的代谢与黄疸 / 359

一、胆红素的生成与运输 / 360

二、胆红素在肝中的转变 / 361

三、胆红素在肠道中的转变与胆素原的肠肝循环 / 362

四、黄疸 / 363

■ 第十八章 癌基因、抑癌基因与生长因子 / 366

第一节 癌基因 / 367

一、病毒癌基因 / 367

二、细胞癌基因 / 368

三、原癌基因活化的机制 / 369

四、原癌基因的产物及功能 / 370

第二节 抑癌基因 / 370

一、常见的抑癌基因 / 370

二、抑癌基因的作用机制 / 370

第三节 生长因子 / 371

■ 参考答案 / 374

■ 参考文献 / 378

第一章

蛋白质的结构和功能

导 学

内容及要求

蛋白质的结构和功能包括四个部分:蛋白质的分子组成、蛋白质的分子结构、蛋白质的理化特性以及研究蛋白质所使用的技术和方法。

蛋白质的分子组成主要介绍氨基酸的种类、肽键的形成以及生物活性肽。应重点掌握氨基酸的特征、分类和肽键的形成;熟悉谷胱甘肽的特征和生物学意义。

蛋白质的分子结构主要介绍蛋白质的一级结构、二级结构、三级结构和四级结构,以及模体和结构域的概念。此外,还以血红蛋白和肌红蛋白为例介绍了功能蛋白的特性,以胶原蛋白介绍了结构蛋白的特征。应重点掌握肽平面、各级结构的结构特征以及稳定各级结构的非共价作用力,掌握蛋白质的变构效应和协同效应的概念;熟悉蛋白质各级结构之间的关系,蛋白质结构与概念的关系;了解分子伴侣与蛋白质折叠的关系。

蛋白质的理化特性主要介绍氨基酸蛋白质的两性电离、氨基酸和蛋白质的紫外吸收、蛋白质的水化膜以及蛋白质的变性与复性。应重点掌握蛋白质的两性电离、蛋白质的紫外吸收,以及蛋白质的变性与复性。了解蛋白质的呈色反应。

研究蛋白质所使用的技术和方法主要介绍分离和纯化蛋白质的方法(离心、透析、盐析),介绍分析蛋白质的层析和电泳技术,介绍解析蛋白质一级结构和空间结构的方法和蛋白质组学。应重点掌握离心、透析、盐析、层析和电泳技术的原理;熟悉各个技术的应用范围;了解解析蛋白质一级结构和空间结构的方法。

重点、难点

蛋白质的结构和功能的重点是第一节蛋白质的分子



- 蛋白质的分子组成
- 蛋白质的分子结构
- 蛋白质结构与功能的关系
- 蛋白质的理化特性
- 蛋白质的分离及分析

组成、第二节蛋白质的分子结构、第五节蛋白质的理化特性和第六节蛋白质的分离及分析。其难点是蛋白质的空间结构以及与概念的关系。

专科生的要求

专科层次的学生应该对第一节蛋白质的分子组成、第二节蛋白质的分子结构和第四节蛋白质的理化特性有基本的了解;能够熟悉第四节蛋白质的分类与功能和第六节蛋白质的分离及分析。

蛋白质(protein)是由氨基酸(amino acid)组成的生物大分子,是最重要的生命活动的载体。生物体内的蛋白质含量丰富,结构复杂,分布广泛,种类繁多,功能各异。蛋白质约占人体固体成分的45%,在细胞中可达细胞干重的70%以上。人体内各种各样的酶、抗体、受体、转录因子、多肽激素、基因调控蛋白等都是蛋白质。它们在物质代谢、基因表达、机体防御、协调运动、细胞信号转导、异源物质识别等方面具有不可替代的作用。它与核酸、脂等其他生物分子共同构成了生命的物质基础。

第一节 蛋白质的分子组成

蛋白质的主要化学成分是碳(50%~55%)、氢(6%~7%)、氧(19%~24%)、氮(13%~19%)和硫(0~4%)。有些蛋白质含有少量的磷或金属元素铁、铜、锌、碘、硒等。蛋白质是体内主要的含氮物质,不同蛋白质的含氮量很接近,约为16%。因此可根据生物样品中的含氮量由下面的公式推算出样品中的蛋白质含量。

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

一、氨基酸

1. 氨基酸的结构通式 氨基酸是组成蛋白质的基本单位。存在于自然界中的氨基酸有300余种,但是构成人体内蛋白质的编码氨基酸仅有20种,并且都具有L- α -构型(甘氨酸除外)。自然界中也有D-构型的氨基酸,但是大多存在于某些细胞产生的抗生素及个别植物的生物碱中。

氨基酸是带有氨基的有机酸,连接在中心碳原子的4个基团分别是氨基($-\text{NH}_2$)或亚氨基($-\text{NH}-$)、羧基($-\text{COOH}$)、氢原子($-\text{H}$)和侧链($-\text{R}$)。这表明中心碳原子是一个手性原子,因此,氨基酸具有光学活性(图1-1)。

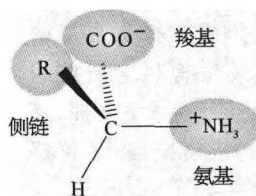


图1-1 L-氨基酸的化学结构通式

2. 氨基酸的分类 根据氨基酸侧链(side chain)的结构、电离状态以及疏水特性,20种氨基酸可以分为四类(表1-1)。

表 1-1 构成蛋白质的 20 种编码氨基酸

中文名	英文名	化学结构式	三字符号	一字符号	等电点 (pI)	分子量 (D _a)
非极性的疏水性氨基酸						
甘氨酸(甘)	Glycine	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Gly	G	5.97	77
丙氨酸(丙)	Alanine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Ala	A	6.00	89
缬氨酸(缬)	Valine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$	Val	V	5.96	117
亮氨酸(亮)	Leucine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$	Leu	L	5.98	131
异亮氨酸(异亮)	Isoleucine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$	Ile	I	6.02	131
苯丙氨酸(苯)	Phenylalanine	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Phe	F	5.48	165
脯氨酸(脯)	Proline	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \quad \\ \text{CH}_2 \quad \text{NH}_3^+ \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$	Pro	P	6.30	115
极性的电中性氨基酸						
色氨酸(色)	Tryptophan	$\begin{array}{c} \text{C}_8\text{H}_7-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Trp	W	5.89	204
丝氨酸(丝)	Serine	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Ser	S	5.68	105
酪氨酸(酪)	Tyrosine	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Tyr	Y	5.66	181
半胱氨酸(半)	Cysteine	$\begin{array}{c} \text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Cys	C	5.07	121
甲硫氨酸(甲硫)	Methionine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Met	M	5.74	149
天冬酰胺(天胺)	Asparagine	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Asn	N	5.41	132

(续表)

中文名	英文名	化学结构式	三字符号	一字符号	等电点 (pI)	分子量 (D _a)
谷氨酰胺(谷胺)	Glutamine	$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$	Gln	Q	5.65	146
苏氨酸(苏)	Threonine	$\text{HO}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$	Thr	T	5.60	119
酸性氨基酸						
天冬氨酸(天)	Aspartic acid	$\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$	Asp	D	2.97	133
谷氨酸(谷)	Glutamic acid	$\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$	Glu	E	3.22	147
碱性氨基酸						
赖氨酸(赖)	Lysine	$\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$	Lys	K	9.74	146
精氨酸(精)	Arginine	$\text{NH}_2-\overset{\text{NH}}{\parallel}\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$	Arg	R	10.76	174
组氨酸(组)	Histidine	$\begin{array}{c} \text{HC}=\text{C}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^- \\ \text{N} \quad \text{NH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2 \end{array}$	His	H	7.59	155

非极性的疏水性氨基酸的侧链含有碳氢链或芳香基团,因此水溶性较差;而极性的电中性氨基酸的侧链都具有形成氢键的能力,有较好的水溶性;酸性氨基酸的侧链都含有羧基;而碱性氨基酸的侧链分别含有氨基、胍基或咪唑基。

氨基酸的系统命名法是以羧基为母体的,其他碳原子依次用希腊字母 α , β , γ ……表示。因此连接侧链的碳原子称为 C_α 原子,连接在 C_α 原子上的氨基和羧基分别称为 α -氨基和 α -羧基,以示区别于侧链上的基团。



20 种氨基酸中有 3 种氨基酸比较特殊。甘氨酸的侧链也是氢原子,因此它不是手性分子,没有光学活性。脯氨酸侧链上 δ 原子连接在 α -氨基上,构成了环状结构,使 C_{α} 原子上的氨基成为亚氨基。半胱氨酸的侧链末端是一个巯基($-SH$),具有较强的失去质子的倾向,其反应性最强;二个半胱氨酸的巯基脱氢后可生成二硫键(disulfide bond),形成一个胱氨酸(图 1-2)。蛋白质中有不少的半胱氨酸都是以胱氨酸的形式存在。

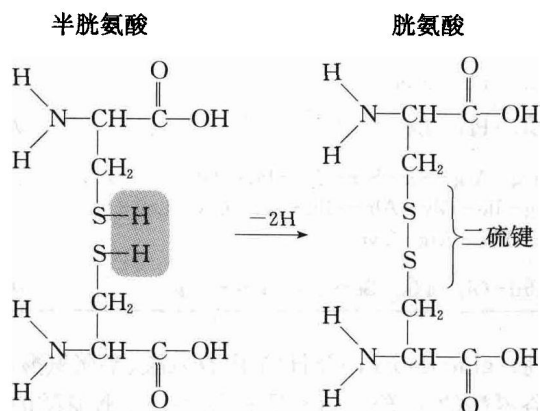


图 1-2 半胱氨酸的巯基脱氢形成二硫键

以 RNA 为模板合成出来的蛋白质需要一些化学修饰后成为成熟的蛋白质。这些修饰通常发生在氨基酸的侧链上。氨基酸侧链的基团可以被甲基化、甲酰化、乙酰化、异戊二烯化和磷酸化等。这些修饰可以改变蛋白质的溶解度、稳定性、亚细胞定位以及与其他蛋白质的相互作用,体现了蛋白质的生物多样性。

二、肽

1. 肽键 一个氨基酸分子的 α -羧基与另一个氨基酸分子的 α -氨基通过缩合反应形成一个肽键(peptide bond)(图 1-3)。由两个氨基酸缩合而成的物质称为二肽(dipeptide)。这个最简单的二肽仍然有一个游离的 α -氨基和一个游离的 α -羧基。二肽还可以与第三个氨基酸分子缩合生成第二个肽键,形成一个三肽分子(tripeptide)。以此类推,可以延伸下去形成四肽、寡肽(10 个以内氨基酸相连而成的肽)和多肽(具有更多氨基酸的肽)等。但是无论这个肽链的长短如何,它总具有两个末端。含有游离 α -氨基的一端称为氨基末端(amino terminus),或称为 N-端;含有游离 α -羧基的一端称为羧基末端(carboxyl terminus),简称为 C-端。肽链中的氨基酸由于脱水而基团不全,被称为氨基酸残基(residue)。

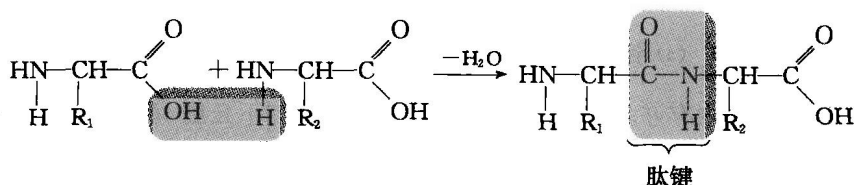


图 1-3 二肽以及多肽链的形成

2. 生物活性肽 生物体中存在着许多具有生物活性的低分子量的肽,被称为寡肽和多肽。它们在代谢调节和神经信息转导等方面发挥着重要的作用,故称为生物活性肽(表 1-2)。