



全国医学高等教育专升本教材（供护理专业用）

QUANGUO YIXUE GAODENG JIAOYU ZHUANSHENGBEN JIAOCAI (GONG HULI ZHUANYE YONG)

生物化学

主 编 岳秀兰 王映强 章 尧

SHENGWU
HUAXUE



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

• 全国医学高等教育专升本教材（供护理专业用） •

生 物 化 学

SHENGWU HUAXUE

主 编 岳秀兰 王映强 章 尧

副主编 柳明洙 李 林

编 者 （以姓氏笔画为序）

王映强 李 林 李惠芳 陈治文 岳秀兰

周立社 柳明洙 章 尧 路 萍

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/岳秀兰,王映强,章尧主编. —北京:人民军医出版社,2004.1

全国医学高等教育专升本教材(供护理专业用)

ISBN 7-80157-937-2

I. 生… II. ①岳…②王…③章… III. 基础医学:生物化学—医学教育:高等教育
IV. R362

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 049616 号

主 编:岳秀兰 王映强 章 尧

出 版 人:齐学进

策划编辑:张 峥等

责任审读:李 晨

版式设计:赫英华

封面设计:龙 岩

出版发行:人民军医出版社

地址:北京市复兴路 22 号甲 3 号,邮编:100842,电话:(010)66882586、66882585、51927258

传真:(010)68222916,网址:www. pmmp. com. cn

印 刷:潮河印刷厂

装 订:春园装订厂

版 次:2004 年 1 月第 1 版,2004 年 1 月第 1 次印刷

开 本:787×1092mm 1/16

印 张:15.25

字 数:363 千字

印 数:0001~3500

定 价:23.00 元

(凡属质量问题请与本社联系,电话:(010)51927289、51927290)

编审委员会名单

主任委员

钟世镇 王春生 马建中

常务副主任委员

高体健 齐学进

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

王仙园	王庸晋	田晓丽	白 琴	刘国强	刘爱国
孙 红	李铨万	李朝品	何 利	张文清	陈胜秋
范振华	和彦玲	郑木明	闻宏山	姜凤兰	洪先本
姚 磊	唐 军	黄伟灿	曹 凯	常兴哲	焦解歌

常务委员 (以姓氏笔画为序)

王志红	王丽莎	王培华	朱京慈	庄 平	刘冬焕
刘纯艳	李 砾	李治淮	汪初球	陈忠义	柳明洙
袁爱华	郭永洪	桑瑞兰			

委 员 (以姓氏笔画为序)

王亚峰	王庸晋	吕路线	伍素华	刘晓红	刘德纯
刘燕燕	安建钢	杨保胜	张改叶	张金钟	张翼翔
陈正跃	岳秀兰	赵 莉	姜安丽	徐 燕	郭明贤
黄正明	崔存德	雷 鹤			

** ** *

总策划编辑	齐学进	陈琪福	姚 磊
编辑办公室	姚 磊	杨磊石	丁金玉
	秦素利	张 峥	

第一主编名单

- | | |
|-------------|-----|
| 1 人文社会医学概论 | 王亚峰 |
| 2 护理科研基本方法 | 徐 燕 |
| 3 护理伦理学 | 张金钟 |
| 4 护理心理学 | 刘晓红 |
| 5 护理管理学 | 姜凤兰 |
| 6 护理教育学 | 张改叶 |
| 7 护理美学 | 雷 鹤 |
| 8 遗传与生殖科学 | 杨保胜 |
| 9 临床解剖学 | 赵 莉 |
| 10 临床免疫学 | 李朝品 |
| 11 医院感染护理学 | 伍素华 |
| 12 临床营养学 | 安建钢 |
| 13 临床病理生理学 | 陈正跃 |
| 14 临床病理解剖学 | 刘德纯 |
| 15 预防医学 | 张翼翔 |
| 16 生物化学 | 岳秀兰 |
| 17 临床生理学 | 崔存德 |
| 18 临床药理学 | 黄正明 |
| 19 现代医学导论 | 高体健 |
| 20 护理学导论 | 姜安丽 |
| 21 健康教育学 | 郭明贤 |
| 22 现代护理实践技能 | 朱京慈 |
| 23 现代内科护理学 | 王仙园 |
| 24 现代外科护理学 | 袁爱华 |
| 25 危重症护理学 | 王庸晋 |
| 26 精神科护理学 | 吕路线 |
| 27 老年护理学 | 王志红 |
| 28 社区护理学 | 刘纯艳 |
| 29 康复护理学 | 王培华 |
| 30 健康评估 | 刘燕燕 |

前 言

本生物化学教材是医学专科起点本科学历教育教材。

近年来随着医学的发展,全国广大专科学历医学工作者迫切需要进一步提高自己的基本知识、基本理论、基本技能,使之达到本科水平,以适应时代的要求。因此,我们编写了这本专升本教材。本教材的教育对象是从事多年临床实践的临床医学工作者。本书的编写内容以介绍生物化学基本知识、基本理论和基本技能为重点,注重基本理论和临床医学相结合,反映生物化学领域的新进展,并适当地增加了分子生物学内容。

全书共分三部分、12章。第一部分包括第1~3章,介绍生物大分子的结构和功能,即蛋白质、核酸和酶的结构和功能;第二部分第4~8章为物质代谢及调控,包括糖代谢、脂类代谢、含氮化合物代谢、能量代谢及物质代谢的联系和调节;第三部分第9~12章介绍遗传信息的传递和表达,包括复制、转录、翻译和基因表达的调控。

本书编写深度要求达到本科水平。重点介绍生物化学基本知识、基本理论和基本技能,使学生能获得系统的生物化学基本知识。注重与临床医学相结合,在每一章中都列出专题,介绍与本章基本理论有关的临床疾病。

针对教育对象的特点,本教材尽量删除了复杂的化学结构推导,采用简单明了的简图。对于专科已经讲授过的内容,采用简单概括的方式处理,尽量减少不必要的重复。根据分子生物学在各学科中的重要地位,我们适当增加了分子生物学内容。在选材时选择了学生最需要掌握的而且目前已研究相对成熟的理论如基因工程及基因表达的调控等内容。

本教材由主编拟定大纲,由六所医学院校九位教授分工编写,相互审阅,最后集体定稿。参编人员都是在教学第一线从事多年生物化学教学、有丰富教学经验的教授。本教材可供医疗专业、护理专业和预防医学专业专升本学历教育使用。由于时间仓促,不当之处在所难免,敬请广大使用本教材的师生及广大同行给予批评指正。

编 者

2002年12月

目 录

第 1 章 蛋白质的结构和功能	(1)
第一节 蛋白质的一级结构	(1)
一、蛋白质的基本组成单位——氨基酸	(1)
二、肽键和多肽链	(4)
三、蛋白质的一级结构	(5)
第二节 蛋白质的空间结构	(6)
一、肽键平面	(6)
二、蛋白质分子的二级结构	(6)
三、蛋白质分子的三级结构	(8)
四、蛋白质分子的四级结构.....	(10)
第三节 蛋白质的结构和功能的关系	(10)
一、一级结构和功能的关系.....	(10)
二、空间结构和功能的关系.....	(11)
第四节 蛋白质的理化性质与分离纯化	(13)
一、蛋白质的理化性质.....	(13)
二、蛋白质的分离和纯化.....	(14)
第五节 蛋白质的生理功能	(16)
一、蛋白质的营养作用.....	(16)
二、催化和调控作用.....	(16)
三、转运和储存功能.....	(16)
四、免疫、保护功能	(17)
五、接受和传递信息.....	(17)
六、控制遗传信息的传递和表达.....	(17)
第 2 章 核酸的结构与功能	(19)
第一节 核酸的一级结构	(19)
一、核酸的基本组成单位——单核苷酸.....	(19)
二、核酸的基本结构.....	(22)
第二节 核酸的空间结构与功能	(24)
一、DNA 的空间结构与功能	(24)
二、RNA 的空间结构与功能	(27)
第三节 核酸的理化性质及应用	(30)
一、核酸的一般理化性质.....	(30)
二、DNA 的变性	(30)

三、DNA 的复性	(32)
四、DNA 的分子杂交及应用	(32)
第 3 章 酶	(35)
第一节 酶催化作用的特殊性	(35)
一、酶的特殊含义与相关术语	(35)
二、酶与一般催化剂的共性	(35)
三、酶催化作用的特殊性	(35)
第二节 酶分子类型、结构特点与调节方式	(37)
一、酶分子的类型	(37)
二、酶分子的结构特点	(37)
三、酶分子的调节方式	(39)
第三节 维生素与辅酶	(41)
一、B 族维生素的概念	(41)
二、B 族维生素与辅酶的关系	(41)
第四节 酶促反应机制与酶促反应动力学	(43)
一、酶促反应机制	(43)
二、酶活性测定与酶活性单位	(44)
三、酶促反应动力学	(44)
第五节 酶与医学的关系	(49)
一、酶与疾病	(49)
二、酶在临床医学和科研工作中的应用	(52)
第 4 章 糖代谢	(55)
第一节 概述	(55)
一、糖的生理功能	(55)
二、糖代谢概况	(55)
第二节 糖原的合成与分解	(56)
一、糖原的合成代谢	(56)
二、糖原的分解代谢	(58)
三、糖原合成与分解的调节	(59)
第三节 糖酵解	(59)
一、组织器官与细胞定位	(60)
二、反应过程与代谢特点	(60)
三、代谢调节与生理意义	(62)
第四节 糖异生作用	(62)
一、组织器官与细胞定位	(62)
二、反应过程与代谢特点	(63)
三、糖异生作用的调节与生理功能	(64)

第五节 糖的有氧氧化	(65)
一、组织器官与细胞定位	(65)
二、反应过程与代谢特点	(65)
三、代谢调节与生理意义	(69)
第六节 磷酸戊糖途径	(70)
一、组织器官与细胞定位	(70)
二、反应过程与代谢特点	(70)
三、生理功能	(71)
第七节 血糖及其调节	(71)
第八节 糖代谢异常与疾病	(73)
一、糖耐量及其试验	(73)
二、低血糖及其原因	(74)
三、高血糖及其原因	(74)
四、糖代谢先天异常	(75)
 第5章 脂类代谢	(78)
第一节 三酰甘油的代谢	(78)
一、三酰甘油的分解代谢	(78)
二、三酰甘油的合成代谢	(82)
第二节 磷脂和胆固醇的代谢	(86)
一、磷脂的代谢	(86)
二、胆固醇的代谢	(89)
第三节 血浆脂蛋白代谢	(93)
一、血脂	(93)
二、血浆脂蛋白的分类、组成及结构	(93)
三、血浆脂蛋白的代谢	(95)
四、高脂血症	(98)
 第6章 含氮化合物代谢	(101)
第一节 氨基酸的一般代谢	(101)
一、氨基酸的脱氨基作用	(102)
二、 α -酮酸的代谢	(106)
三、氨的代谢	(108)
第二节 个别氨基酸的代谢	(112)
一、一碳单位的代谢	(112)
二、含硫氨基酸代谢	(114)
三、芳香族氨基酸的代谢	(117)
第三节 氨基酸代谢异常	(119)
一、高血氨症和肝昏迷	(119)

二、巨幼红细胞贫血	(119)
三、苯丙酮酸尿症	(119)
四、白化病	(120)
五、嗜铬细胞瘤	(121)
第四节 核苷酸代谢.....	(121)
一、嘌呤核苷酸的代谢	(122)
二、嘧啶核苷酸的代谢	(125)
三、脱氧核苷酸的生成	(128)
四、核苷酸的抗代谢物	(129)
五、核苷酸代谢酶类与细胞周期	(130)
第7章 能量代谢	(133)
第一节 人体内 ATP 的生成和利用	(133)
一、高能化合物与高能磷酸化合物	(133)
二、人体内 ATP 生成的主要方式	(134)
第二节 线粒体内重要的电子传递链.....	(136)
一、电子传递链的组成	(136)
二、呼吸链中传递体的排列顺序	(139)
第三节 氧化磷酸化.....	(140)
一、线粒体结构	(140)
二、氧化磷酸化的偶联部位	(141)
三、氧化磷酸化的机制	(143)
四、氧化磷酸化的调节	(144)
第四节 线粒体外 NADH 的氧化	(145)
一、 α -磷酸甘油穿梭	(145)
二、苹果酸-天冬氨酸穿梭	(145)
第8章 物质代谢的联系与调节	(148)
第一节 物质代谢的相互联系.....	(148)
一、糖、脂肪和蛋白质代谢的相互联系.....	(148)
二、ATP 是生命活动能量的直接供应者	(150)
三、合成代谢所需的还原当量是 NADPH	(150)
第二节 物质代谢的调节.....	(150)
一、细胞水平的调节	(150)
二、激素水平的调节	(155)
三、整体调节	(158)
第三节 重要器官及组织的代谢特点.....	(160)
一、肝	(160)
二、红细胞	(161)

三、心脏	(161)
四、脂肪组织	(162)
五、脑组织	(162)
六、肾组织	(162)
七、肌肉组织	(162)
第9章 DNA的生物合成——复制	(165)
第一节 遗传信息传递的中心法则	(165)
第二节 半保留复制	(166)
一、半保留复制的概念和意义	(166)
二、参与 DNA 复制的物质	(168)
三、DNA 复制过程	(172)
第三节 逆转录	(177)
第四节 DNA 的损伤与修复	(177)
一、突变	(178)
二、DNA 损伤的修复	(178)
第五节 重组 DNA 技术	(180)
一、概念	(180)
二、重组 DNA 技术的基本步骤	(181)
三、重组 DNA 技术在医学中的应用	(185)
第10章 RNA的生物合成——转录	(189)
第一节 转录体系	(189)
一、DNA 模板	(189)
二、RNA 聚合酶	(190)
第二节 转录过程	(190)
一、转录的起始	(190)
二、转录的延长	(192)
三、转录的终止	(193)
第三节 真核生物转录后的加工修饰	(195)
一、mRNA 前体的加工修饰	(195)
二、tRNA 前体的加工	(197)
三、rRNA 前体的加工	(198)
第11章 蛋白质的生物合成——翻译	(202)
第一节 蛋白质生物合成体系	(202)
一、参与合成蛋白质的主要 RNA	(202)
二、参与蛋白质生物合成的蛋白因子	(206)
第二节 蛋白质生物合成的过程	(207)

一、肽链合成的起始	(207)
二、肽链的延长	(210)
三、肽链合成的终止和释放	(211)
四、蛋白质生物合成中的能量消耗	(212)
第三节 翻译后的加工	(212)
一、一级结构的修饰	(212)
二、高级结构的修饰	(213)
三、蛋白质的靶向运输	(213)
第四节 蛋白质生物合成与医学	(214)
一、蛋白质生物合成的抑制剂	(214)
二、分子病	(215)
三、遗传性代谢病	(216)
 第 12 章 基因表达与调控	(219)
第一节 基因表达的调控概述	(219)
一、基因表达的概念	(219)
二、基因表达的方式	(220)
三、基因表达调控的基本原理	(221)
第二节 原核生物基因表达的调控	(221)
一、转录水平的调控	(221)
二、翻译水平的调控	(226)
第三节 真核生物基因的调节	(227)
一、真核生物 DNA 的特点	(227)
二、真核生物基因的转录调节	(228)

第 1 章 蛋白质的结构和功能

教学目标

1. 掌握蛋白质分子组成、一级、二级、三级结构和血红蛋白的四级结构。
2. 熟悉蛋白质的一级结构、空间结构和功能的关系。
3. 熟悉蛋白质的理化性质和生理功能。
4. 了解蛋白质的分离纯化。

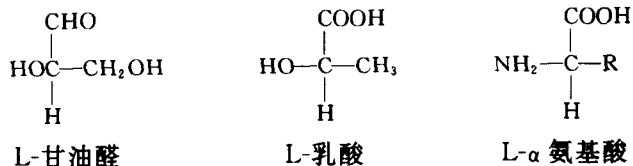
蛋白质(protein)是生命的物质基础,它是人体内含量最多的高分子有机化合物。蛋白质是构成组织细胞的基本成分,不仅维持组织的更新和修复,而且还有许多重要的特殊功能。例如酶有催化作用,蛋白质、多肽类激素具有调节代谢的功能, γ 球蛋白具有免疫功能等。因此,可以说没有蛋白质就没有生命。本章将阐述蛋白质的结构和功能以及结构与功能之间的关系。

第一节 蛋白质的一级结构

一、蛋白质的基本组成单位——氨基酸

(一)氨基酸(amino acid)的结构特点

氨基酸是蛋白质的基本组成单位,组成人体蛋白质的氨基酸共 20 种,除甘氨酸外,它们都属于 L-型的 α -氨基酸。即 α -碳原子上既连有氨基也连有羧基,并且所连的 4 个基团都不相同(甘氨酸除外),因此, α -碳原子为手性碳原子。因各基团的排列与 L-甘油醛或 L-乳酸的排列相似,故可确定都属于 L-型。因此,这 19 种氨基酸都属于 L- α 氨基酸。

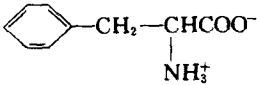
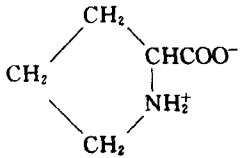
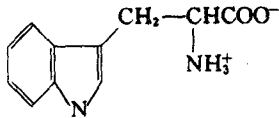
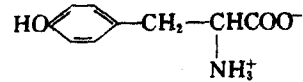


20 种氨基酸中只有脯氨酸 α -碳原子所连的氨基不是游离氨基,而是亚氨基。氨基酸可用三字母符号或一字母符号表示。

(二)氨基酸的分类

20 种氨基酸 α -碳原子所连的 4 个基团分别是氢(—H)、氨基(—NH₂)、羧基(—COOH)和侧链(R 基团),不同的氨基酸只是侧链 R 基团不同。因此,习惯上氨基酸按 R 基团的极性分为 4 类(表 1-1)。

表 1-1 氨基酸分类

结 构 式	中文名	英文名	三字符号	一字符号	等电点(pI)
1. 非极性疏水性氨基酸					
$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CHCOO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	甘氨酸	glycine	Gly	G	5.97
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CHCOO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	丙氨酸	alanine	Ala	A	6.00
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CHCOO}^- \\ \quad \\ \text{CH}_3 \text{ NH}_3^+ \end{array}$	缬氨酸	valine	Val	V	5.96
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$	亮氨酸	leucine	Leu	L	5.98
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CHCOO}^- \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \text{CH}_3 \text{ NH}_3^+ \end{array}$	异亮氨酸	isoleucine	Ile	I	6.02
	苯丙氨酸	phenylalanine	Phe	F	5.48
	脯氨酸	proline	Pro	P	6.30
2. 极性中性氨基酸					
	色氨酸	tryptophane	Trp	W	5.89
$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	丝氨酸	serine	Ser	S	5.68
	酪氨酸	tyrosine	Tyr	Y	5.66
$\begin{array}{c} \text{HS}-\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	半胱氨酸	cysteine	Cys	C	5.07

(续表)

结 构 式	中文名	英文名	三字符号	一字符号	等电点(pI)
$\text{CH}_3\text{SCH}_2\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CHCOO}^-}$	甲硫氨酸 (蛋氨酸)	methionine	Met	M	5.74
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CHCOO}^-} \end{array}$	天冬酰胺	asparagine	Asn	N	5.41
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CHCOO}^-} \end{array}$	谷氨酰胺	glutamine	Gln	Q	5.65
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{HO}-\text{CH}-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CHCOO}^-} \end{array}$	苏氨酸	threonine	Thr	T	5.60
3. 酸性氨基酸					
$\text{HOOCCH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CHCOO}^-}$	天冬氨酸	aspartic acid	Asp	D	2.97
$\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CHCOO}^-}$	谷氨酸	glutamic acid	Glu	E	3.22
4. 碱性氨基酸					
$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CHCOO}^-}$	赖氨酸	lysine	Lys	K	9.74
$\begin{array}{c} \text{NH} \\ \parallel \\ \text{NH}_2\text{CNHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CHCOO}^-} \end{array}$	精氨酸	arginine	Arg	R	10.76
$\begin{array}{c} \text{HC}=\text{C}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CHCOO}^-} \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{NH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	组氨酸	histidine	His	H	7.59

1. 非极性疏水性氨基酸 这类氨基酸的 R 基团是无极性的脂肪烃或芳香烃类。包括丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、脯氨酸和甘氨酸。这些氨基酸都有不同程度的疏水性。甘氨酸的侧链是氢,无疏水性。

2. 极性不带电荷的氨基酸 这类氨基酸的 R 基团有极性,例如羟基、巯基、酰胺基等,但

在中性条件下不电离。它们是丝氨酸、苏氨酸、酪氨酸、半胱氨酸、甲硫氨酸(蛋氨酸)、天冬酰胺、谷氨酰胺和色氨酸。

3. 酸性氨基酸 这类氨基酸的侧链有羧基,在中性溶液中可电离出氢离子,显酸性。它们是天冬氨酸和谷氨酸。

4. 碱性氨基酸 这类氨基酸的 R 基团中有氨基、胍基或咪唑基,可以接受氢离子,显碱性,它们是精氨酸、组氨酸和赖氨酸。

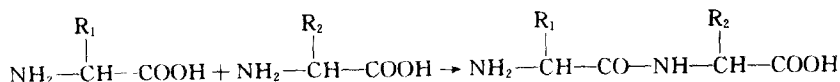
在蛋白质分子中还存在着一些经过修饰的氨基酸,常见的有羟脯氨酸、羟赖氨酸、甲基组氨酸、一碘酪氨酸等,这些修饰使蛋白质分子具有了新的结构和功能。例如胶原蛋白中的羟脯氨酸和羟赖氨酸使胶原蛋白形成坚韧的胶原纤维。

所有的氨基酸都具有两性解离的性质,可与茚三酮形成蓝紫色化合物。色氨酸和酪氨酸等芳香族氨基酸对 280nm 的紫外光有特异的吸收峰。蛋白质分子中含有这些氨基酸,因此,蛋白质在 280nm 也有特异的吸收峰,此性质可用于蛋白质的定量分析。

二、肽键和多肽链

(一) 肽键(peptide bond)

肽键是指一个氨基酸的 α -羧基与另一个氨基酸的 α -氨基脱去一分子水形成的化学键。它是蛋白质分子中最主要的共价键。

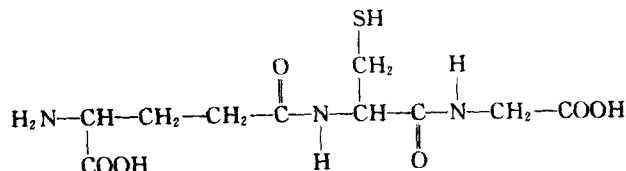


氨基酸借肽键连接而成的化合物称为肽(peptide),一般把 10 个氨基酸以下的肽称为寡肽(oligopeptide),10 个氨基酸以上的肽称为多肽(polypeptide)。蛋白质和多肽之间没有明确的界限。分子量最小的蛋白质胰岛素由 51 个氨基酸组成。蛋白质分子就是由许多氨基酸借肽键连成的多肽链。多肽链中 α -碳原子和肽键相连的若干重复结构称为多肽主链,各氨基酸的 R 基团称为侧链。在多肽链中只有侧链基团、末端 α -氨基和末端 α -羧基是游离的。多肽链中有游离 α -氨基的末端称为 N 端,有游离 α -羧基的另一个末端称为 C 端。习惯上将 N 端写在左边,C 端写在右边。多肽链的阅读方向是从 N 端 $\rightarrow$ C 端。当氨基酸彼此借肽键连成蛋白质时,多肽链中的每一个氨基酸都不是完整的分子,这样的氨基酸称为氨基酸残基(amino acid residue)。

(二) 重要的生物活性肽

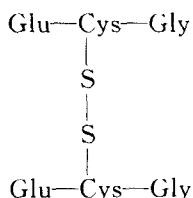
在生物体内有一些重要的小分子肽,在调节代谢和神经传导方面发挥重要作用。

1. 谷胱甘肽(GSH) 它是由谷氨酸、半胱氨酸和甘氨酸结合成的三肽,它的连接方式特殊之处是谷氨酸的 γ -羧基与半胱氨酸的 α -氨基构成肽键。结构式如下:



这个三肽的重要生理功能是对抗氧化剂,保护细胞内含巯基的蛋白质和酶。GSH 分子中的巯基可与毒物、药物、致癌物等结合,从而阻断这些物质和细胞内含巯基的蛋白质以及 DNA

和 RNA 结合,因而起到保护细胞的作用。例如 2 分子谷胱甘肽可与强氧化剂 H_2O_2 作用生成水,从而清除过氧化氢对细胞的破坏,而 2 分子 GSH 脱去 2 个氢后,由半胱氨酸的 SH 形成二硫键变为氧化型 G-S-S-G 。



氧化型的谷胱甘肽可由 NADPH 提供氢还原,继续执行保护细胞的功能(图 1-1)。

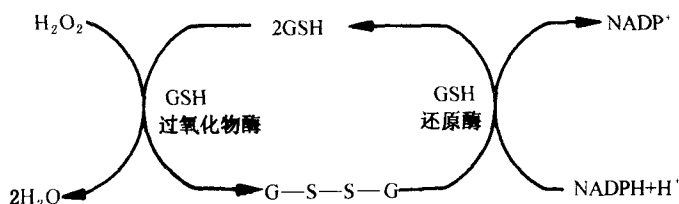
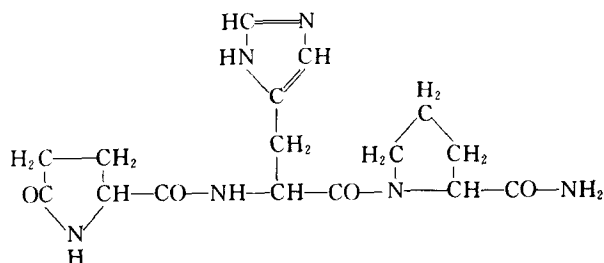


图 1-1 GSH 的作用

2. 肽类激素和神经肽 体内有许多激素属于肽类激素。例如神经垂体分泌的抗利尿激素是 9 肽,催产素是 9 肽,促肾上腺皮质激素是 39 肽,下丘脑分泌的促甲状腺素释放激素是 3 肽等。这个 3 肽是由谷氨酸、组氨酸和脯氨酸结合而成,结构比较特殊。N 端谷氨酸的 γ 羧基与 α -氨基脱水缩合环化为焦谷氨酸,C 端脯氨酸的羧基酰胺化为脯氨酰胺。



这些肽在调节物质代谢方面都起重要作用。另外还有一些在神经传导中发挥信号作用的肽称为神经肽,它们在神经系统中生成。如脑啡肽是 5 肽, β -内啡肽是 31 肽和孤啡肽是 17 肽等。它们都是具有类吗啡作用的活性肽,有很强的镇痛作用。

三、蛋白质的一级结构

多肽链中氨基酸残基的排列顺序称为蛋白质的一级结构(primary structure)。维持蛋白质分子一级结构的化学键是肽键。因此,肽键是蛋白质分子最基本的结合键。某些蛋白质分子的一级结构中还有二硫键。氨基酸的排列顺序有方向性即从 N 端到 C 端。世界上第一个