

· 中等卫生学校教材 ·

生物化学

(供护士专业用)

刘绍均 主编

王明运 主审

山东科学技术出版社

中等卫生学校教材

生 物 化 学

(供护士专业用)

主 编 刘绍钧
编 者 刘绍钧 王中琰
杨桂文
主 审 王明运

山东科学技术出版社

中等卫生学校教材

生 物 化 学

(供护士专业用)

刘绍钧 主编

*

山东科学技术出版社出版

(济南市玉函路)

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂德州厂印刷

*

787×1092毫米16开本 11.5印张 200千字

1989年10月第1版 1989年10月第1次印刷

印数: 1—15903

ISBN 7—5331—0565—6/R·150 (课)

定价 3.75 元

编写说明

随着卫生事业的发展和医学教育改革的深入，需要培养大批具有一定理论知识和实际操作技能的实用型中级护理人才。全国中等卫校护士专业统编教材历经数年，已不能完全适应新的培养目标要求。为此，我厅和山东科学技术出版社共同组织编写了这套供护士专业使用的教材。

这套教材共计16门，可供招收初中毕业生、学制三年的卫校护士专业学生，以及各类有关学校的干部职工中专班和职业中专班的护士专业学生使用，也可作为护士专业自学考试参考书和护理人员培训班教材。

在教材编写过程中，始终贯彻了改革的精神，以1982年卫生部颁布的教学计划为依据，以原统编教材为基础，进行了大胆的改革和探索。教材内容充分体现护士专业的特点，针对性较强，注意理论联系实际，既保持了基本理论的系统性和科学性，又重视了护士实际操作技能的训练。各门教材均附有教学大纲和实验指导，供教学实践时参考使用。各临床课教材尽量把临床学科和护理两部分内容有机地结合起来，使之融为一体。其内容的取舍、详略及描述方法，都从护士工作的实际需要出发，经过认真讨论后加以确定，结构较为合理。

这套教材的编写出版是多方共同努力的结果，各位主编都是从中等卫校教学第一线上遴选产生的，各编写组由具有丰富教学经验和一定写作水平的教师组成，并聘请高等医学院校相同学科的教授担任主审。许多中等卫校热情相助，为这套教材的编写出版做出了积极贡献。在此一并表示诚挚的谢意。

这套新教材的编写尚属探索性的尝试，由于经验不足，水平有限，不妥之处在所难免，恳请批评指正。

山东省卫生厅

1989年1月

前 言

本教材是根据中央卫生部颁发的中等卫生学校教学计划和护士专业培养目标，在山东省卫生厅的直接领导与组织下，进行编写的。

全书共分11章，主要内容包括绪论、蛋白质和核酸化学、酶、糖代谢、生物氧化、脂类代谢、氨基酸代谢、核酸代谢与蛋白质生物合成、肝脏生化、水、无机盐代谢及酸碱平衡和营养生化等，书末附有实验指导和教学大纲。内容简明，篇幅适中，文字精炼，图表清晰。既重点介绍了生物化学的基础理论和基本知识，又注意到联系与护士专业有关的临床知识，适合培养实用型护士专业人才的实际需要。可供作中等卫生学校三年制护士专业学生教材，也可作为从事护理工作的业务人员及初级护理人员自学参考。

本书初稿写成后，曾在全省中等卫生专业学校生物化学学校际学科会议上，邀请部分从事护士专业教学的中、青年教师参加讨论，大家提出许多中肯意见。此后，又在山东医科大学王明运教授主持下，邀请济南铁路卫生学校亢来宾、聊城卫生学校彭秀桂和山东医科大学卫生学校郑延玲三位讲师参加审稿，对教材进行了逐章逐节的修改与审定。借此，一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限，教材中难免存有某些缺点、错误或不妥之处，诚恳希望各校师生提出批评、指正。

编 者

1989年6月

目 录

第一章 绪论	1
第二章 蛋白质与核酸化学	3
第一节 蛋白质化学	3
蛋白质的分子组成	3
蛋白质的分子结构	6
蛋白质结构与功能的关系	10
蛋白质的理化性质	10
蛋白质的分类	15
第二节 核酸化学	16
核酸的分类	16
核酸的分子组成	17
核酸的分子结构	20
几种重要的游离核苷酸	22
第三章 酶	25
第一节 酶的作用特点	25
第二节 酶的化学结构与催化活性	25
第三节 酶的作用机理	29
第四节 影响酶促反应速度的因素	31
第五节 酶的分类和命名	35
第六节 酶在医学上的应用	35
第四章 糖代谢	37
第一节 概述	37
第二节 糖的分解代谢	38
糖酵解	38
糖的有氧氧化	43
磷酸戊糖途径	46
第三节 糖原的合成与分解	47
糖原的合成	47
糖原的分解	48
第四节 糖异生作用	49
糖异生作用的反应途径	49
糖异生作用的生理意义	50
第五节 血糖	51
血糖的来源和去路	51
血糖浓度的调节	52

高血糖和低血糖	53
糖耐量	54
第五章 生物氧化	55
第一节 呼吸链	55
呼吸链的组成	55
呼吸链传递体的排列顺序	57
第二节 ATP的生成和利用	58
ATP的生成	59
ATP的贮存和利用	61
第三节 二氧化碳的生成	62
第六章 脂类代谢	64
第一节 概述	64
第二节 血脂	65
血脂的组成与来源	65
血浆脂蛋白	66
第三节 脂肪代谢	68
脂肪的分解代谢	68
脂肪的合成代谢	72
第四节 类脂的代谢	74
甘油磷脂的代谢	74
胆固醇的代谢	75
第七章 氨基酸代谢	78
第一节 蛋白质的消化、吸收和腐败	78
第二节 氨基酸的一般代谢	79
氨基酸的脱氨基作用	80
氨的代谢	83
α -酮酸的去向	85
氨基酸的脱羧基作用	86
“一碳基团”	87
第三节 糖、脂类和蛋白质代谢的相互关系	87
第八章 核苷代谢与蛋白质的生物合成	91
第一节 核酸代谢	91
核苷酸的代谢	91
DNA的合成	94
RNA的合成	97
第二节 蛋白质的生物合成	98
RNA在蛋白质合成中的作用	99
蛋白质生物合成过程	101
蛋白质生物合成与医学的关系	104
第九章 肝脏生化	105

第一节 肝脏在物质代谢中的作用	105
第二节 肝脏的生物转化功能	108
第三节 胆汁酸代谢	110
第四节 胆色素代谢	111
第五节 肝脏功能检查原则	115
第十章 水、无机盐代谢及酸碱平衡	116
第一节 体液	116
第二节 水代谢	118
第三节 无机盐代谢	120
无机盐的生理功用	120
钠、氯代谢	120
钾代谢	121
水和电解质平衡调节	121
水和电解质平衡失调	122
钙磷代谢	123
第四节 酸碱平衡	125
体内酸碱的来源	125
酸碱平衡的调节	126
酸碱平衡紊乱	130
酸碱平衡紊乱与血钾异常的关系	131
检验酸碱平衡紊乱的几项指标	132
第十一章 营养生化	134
第一节 各种营养素的生化功能	134
蛋白质	137
脂类	134
糖类	133
无机盐和微量元素	140
维生素	142
第二节 能量	144
影响人体能量需要的因素	144
人体对能量的需要和供给量标准	145
实验指导	147
概述	147
实验一 蛋白质变性沉淀	149
实验二 酪蛋白等电点的测定	150
实验三 温度对酶作用的影响	151
实验四 pH值对酶作用的影响	152
实验五 酶的特异性	153
实验六 有机磷中毒及解救(示数)	154
实验七 运动对尿中乳酸含量的影响	155

实验八 饥饿对肝糖原含量的影响	155
实验九 琥珀酸脱氢酶的作用及其抑制	156
实验十 食物对酮体生成的影响	157
实验十一 酮体的生成	158
实验十二 不同组织转氨酶含量比较	159
实验十三 氨中毒及解毒 (示数)	16'
实验十四 血液的缓冲作用	160
实验十五 血浆二氧化碳结合力测定 (示数)	162
教学大纲	165

第一章 绪 论

一、生物化学的概念及其研究内容

生物化学就是生命的化学。它主要是运用化学的理论和方法,从分子水平研究生物体的化学组成和生命活动过程中所进行的化学变化的规律,从而阐明生命现象本质的一门科学。其研究内容大致可以概括为:

1.探讨生物体的物质组成和这些组分的结构、性质、功能以及结构及功能的关系。组成人体的基本组分是蛋白质、核酸、脂类、糖类、水和无机盐等,这些组分又是按着严格的方式构成各种能够体现多种功能的生物结构。蛋白质和核酸等是生物体内特有的大分子有机化合物,常称为生物分子。生物分子种类繁多,结构复杂,是体现生命现象最基本的物质,如繁殖、遗传、神经兴奋、肌肉收缩等,无不依赖于生物分子特有的结构与功能。

2.生物体内的各种组分在生命活动中不断进行着一系列有规律的化学变化。通过这些化学变化,生物体才能与外界环境进行物质交换,这一系列化学变化过程称为物质代谢。通过物质代谢为生命活动提供能量,而且使各种组织的化学成分不断得到更新,所以物质代谢是生命的基本特征之一。因此,研究体内各种代谢变化与其生理功能的关系,以及在代谢过程中能量的释放和利用,也是生物化学研究的重要内容。

3.体内各种代谢途径要适应内外环境的变化,各种代谢途径之间需要互相协调、互相制约,这种复杂的相互关系是通过多种调节因素实现的。因此,生物化学还要从各个方面探讨物质代谢调节的规律。

二、生物化学的发展

人类在漫长的历史发展过程中,通过生活和生产实践,很早就积累了很多有关生物化学的知识和经验。例如,我国古代人民在酶、营养和医药等方面有许多发明创造,从中获得一些与生物化学有关的经验和知识,为生物化学的发展作出了一定贡献。

近代生物化学的发展,欧洲处于领先地位。18世纪中期,谢利研究了动植物的化学组成,这为生物化学的发展奠定了基础。随后拉瓦锡阐明了机体呼吸的本质,这是生物化学史上一个重大发现。19世纪初魏勒用人工方法从无机物氰酸铵合成尿素,从而推翻了有机物只能在生物体内合成的错误认识,这不但为有机化学的发展扫清了障碍,也为生物化学的发展开辟了广阔道路。此后,生物体内的物质,如脂类、糖类、氨基酸等得到深入的研究,到了19世纪末期,由于生产的需要和其他科学技术的发展,生物化学逐渐从有机化学和生理学中分支出来。1903年纽堡提出了“生物化学”的名称,从此生物化学才成为一门独立的新学科。

从本世纪50年代以来,生物化学有了突飞猛进的发展。生物科学的研究已从过去的整体、组织器官、细胞等宏观水平进入到现在的亚细胞和分子等微观水平。许多生命现象和本质,可以在分子水平上得到阐明。生物化学作为生命的化学,已发展成为新领域

中一门带头学科——分子生物学，成为人类在探索生命世界的奥秘和为人类谋取健康的有力武器之一。

现代生物化学，依其发展可分为叙述生物化学、动态生物化学和机能生物化学三个阶段。如果没有对生物体的物质组成、结构、性质及其在各组织、器官的分布、含量和存在形式（叙述生物化学）的了解，研究物质代谢和酶、维生素、激素在代谢过程中的作用（动态生物）就无从着手，只有了解了物质代谢及其调节，才能进一步探讨物质代谢与生理机能的关系（机能生物化学）。所以，这三个阶段密切联系、相互衔接、相互促进。

三、生物化学与医药、护理各学科的关系

生物化学是医药、护理等专业的重要基础理论课之一。它不仅与临床医学有密切关系，也与其他基础理论课有着广泛的联系。近年来，生物学、生理学、组织学、微生物学、药理学和病理学等的研究也都深入到分子水平，并运用生物化学的理论和解决各自学科的问题。例如，药理学就是运用生物化学的理论和解决，从分子水平探讨药物对酶的活性、激素的作用以及对物质代谢的影响，以便应用药物纠正机体的异常变化，使之纳入正常的代谢轨道，恢复身体健康。临床医疗、护理及卫生保健等在分子水平上探讨病因，作出诊断，寻求防治，增进健康，无不运用生物化学的知识和技术。例如，对人类健康危害极大的肿瘤，尽管目前对其病因、发病机理还不十分清楚，但已经了解癌变的本质是由物理、化学或生物因素直接或间接作用于细胞内的脱氧核糖核酸（DNA）分子，而引起的基因突变或基因表达调控失控，继而表现出蛋白质、酶及细胞表面成分的改变，结果造成细胞形态异常，导致肿瘤的发生。目前治疗肿瘤常用方法中的放射疗法或化学疗法，都是使肿瘤细胞中重要的生物分子（如核酸、蛋白质等），改变或破坏其结构，或抑制其生物合成。

在护理工作中，观察病情，协助诊断，执行医嘱，配合治疗等方面，均需具有一定的生物化学知识。例如，抽血留取血标本时，应严防红细胞破裂而造成溶血，因为红细胞内的电解质（如钾离子等）和酶（如乳酸脱氢酶等）的含量与血液中有很大差异，溶血时会使血液中电解质和酶的含量发生改变，导致检验结果出现误差而延误诊断。

（山东省滕州卫生学校 刘绍钧）

第二章 蛋白质与核酸化学

生物体的基本结构单位是细胞。细胞是由蛋白质、核酸、脂类、糖类、水和无机盐等物质有机组装而成。其中最重要的是蛋白质、核酸等生物大分子。这些大分子，一部分溶解于胞液中；另一部分则以各种复合体的形式组装成各种亚细胞结构。所以，蛋白质、核酸等生物分子是生物体的重要组成成分。不仅如此，它们还是生命活动中最重要的基础物质。生命的基本特征自我复制和自我更新，而自我复制的物质基础是核酸；自我更新的物质基础是蛋白质。生物体只有通过自我复制和自我更新，才能繁殖、遗传、生长和发育。由此可见，蛋白质和核酸不仅是生物体的重要组成成分，而且是生命活动的主要物质基础。

第一节 蛋白质化学

蛋白质是生物体内含量最多的一类生物分子。在人体中，其含量约占整体干重的45%。蛋白质种类繁多，在最简单的单细胞生物如大肠杆菌体内约含3000种不同的蛋白质，而人体内蛋白质的种类约在10万种以上。至于自然界存在的蛋白质，据估计约有百亿种。这些结构不同的蛋白质，各具有特异的生物学功能，它们与生命活动有着极为密切的关系。许多重要的生命现象和生理活动，往往都是通过蛋白质来实现的。例如，肌肉的收缩，腺体的分泌，某些营养物质在血液中运输和免疫作用等，都是由蛋白质完成的。催化代谢反应的酶和调节代谢的某些激素（如胰岛素、生长素和催乳素等），其化学本质都是蛋白质。

蛋白质的分子组成

一、蛋白质的元素组成特点

从动物和植物组织细胞中提取出来的各种蛋白质，经化学分析，其元素组成为：碳50~56%、氢6~8%、氧19~24%、氮13~19%、硫0~4%。有些蛋白质还含有少量的磷，少数蛋白质含有铁、铜、锌、锰、钴、钼和硒等元素，个别蛋白质含有碘。在这些元素中，碳、氢、氧和氮是构成蛋白质的主要成分，而且各种蛋白质的含氮量相当恒定，平均为16%，这是蛋白质元素组成的一个重要特点。动植物组织中的含氮物质又以蛋白质为主，其他含氮物质只有极少量。因此，只要测得样品中的含氮量，就可以计算出样品中蛋白质的含量。

100克样品中蛋白质含量（克%）= 每克样品中含氮克数 $\times 100 \times 6.25$ （蛋白质系数）

二、蛋白质的基本组成单位—氨基酸

蛋白质是高分子化合物，其分子量大者可达数千万，小者也在一万以上，而且种类

繁多，结构复杂，但其水解的最终产物都是氨基酸，所以组成蛋白质的基本单位是氨基酸。

(一) 氨基酸的结构特点 组成蛋白质分子的氨基酸有20种，但在一种蛋白质分子中并非完全具备这些氨基酸，例如胰岛素是由18种氨基酸组成。组成蛋白质的各种氨基酸在结构上的共同特点是分子中的 α -碳原子（与羧基相邻的碳原子）上连有氨基，故称为 α -氨基酸，其结构通式为：



R代表氨基酸的侧链，各种氨基酸的差异都表现在侧链上。从表2-1可以看出，不同的氨基酸的侧链（R）不同。例如，甘氨酸的R是-H，丙氨酸的R是-CH₃，缬氨酸的R则是异丙基（CH₃-CH-CH₃）。

(二) 氨基酸的分类 目前常根据侧链R基团的结构和性质，将氨基酸分为四大类：

1. 非极化中性氨基酸 这类氨基酸（表中1~9氨基酸），其分子中的侧链无极性，呈中性，具有疏水性。

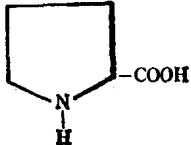
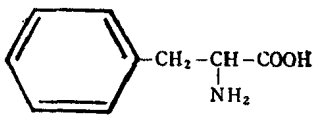
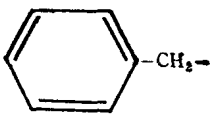
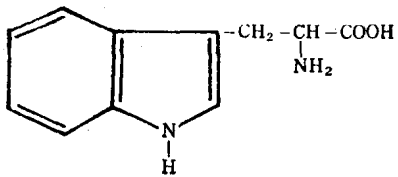
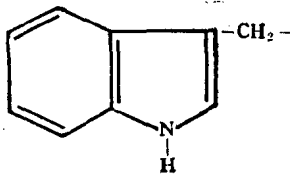
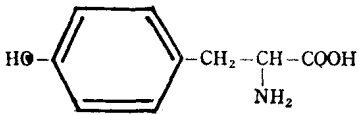
2. 极化中性氨基酸 这类氨基酸（表中10~15氨基酸），其分子中的侧链有极性，但不能解离或有较弱的解离（后两种），于中性溶剂中显中性。它们的R基团有亲水性。

3. 酸性氨基酸 这类氨基酸（表中16~17），其侧链中含有羧基，有极性且解离，于中性溶剂中显酸性，具有较强的亲水性。

4. 碱性氨基酸 这类氨基酸（表中18~20），其侧链中含氨基、胍基和咪唑基等，有极性且解离，于中性溶剂中显碱性，具有较强的亲水性。

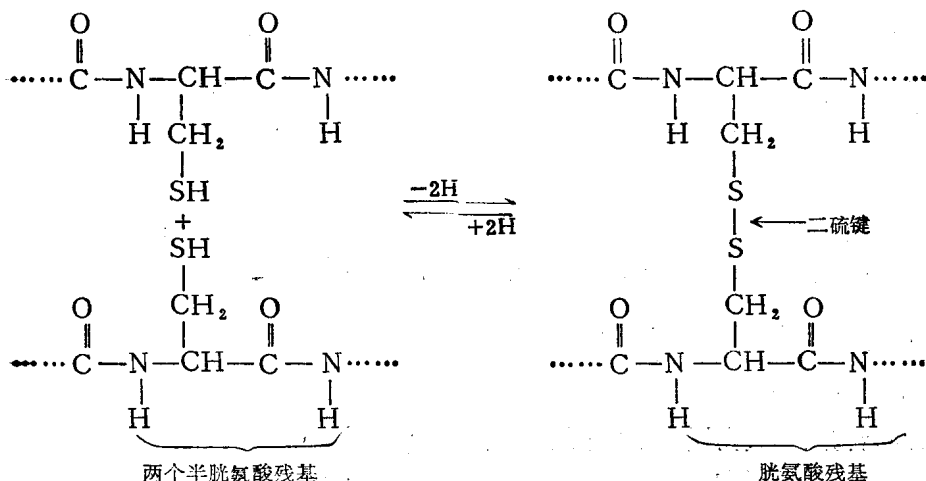
表 2-1 组成蛋白质的氨基酸

分类	名称 (缩写号)	结 构 式	R
非极化中性氨基酸	1. 甘氨酸 (甘)	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	H-
	2. 丙氨酸 (丙)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	CH ₃ -
	3. 缬氨酸 (缬)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \text{ NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

非 极 化 中 性 氨 基 酸	4. 亮氨酸 (亮)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
	5. 异亮氨酸 (异)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
	6. 蛋氨酸 (蛋)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \end{array}$
	7. 脯氨酸 (脯)		
	8. 苯丙氨酸 (苯)		
极 化 中 性 氨 基 酸	9. 色氨酸 (色)		
	10. 丝氨酸 (丝)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2- \\ \\ \text{OH} \end{array}$
	11. 苏氨酸 (苏)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}- \\ \\ \text{OH} \end{array}$
	12. 天冬酰胺 (天胺)	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{O} \end{array}$
	13. 谷氨酰胺 (谷胺)	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \\ \\ \text{O} \end{array}$
	14. 酪氨酸 (酪)		
	15. 半胱氨酸 (半)	$\begin{array}{c} \text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	$\text{HS}-\text{CH}_2-$

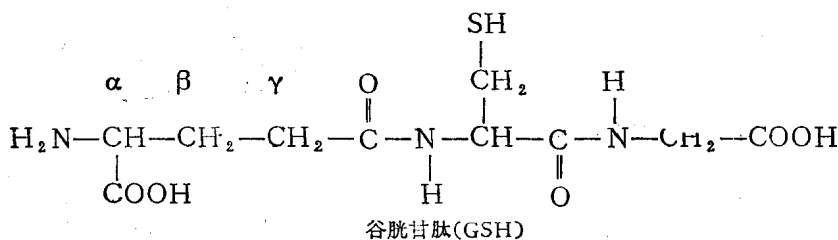
右侧。

蛋白质分子中氨基酸相互连接除肽键外，还可通过二硫键相连。在多肽链中，两个半胱氨酸残基上的巯基（-SH）通过氧化可以形成二硫键。



这种二硫键（-S-S-）既可存在于两条肽链之间，也可以存在于一条肽链之内。二硫键的形成属于可逆反应，因而肽链间的二硫键可被巯基化合物还原成自由巯基，从而使它所连接的多肽链被拆开。二硫键对蛋白质结构的稳定起一定作用。

生物体内还含有一些具有特殊生理功能的肽类，称为活性肽。活性肽是由几个至几十个氨基酸残基组成。例如，广泛存在于动植物和微生物细胞中的谷胱甘肽（GSH），是由谷氨酸、半胱氨酸和甘氨酸组成的三肽，在体内具有重要的生理功能，可参与体内的氧化还原反应。此外，人体内还有很多活性肽，例如胰高血糖素（29肽）、抗利尿素（9肽）等，它们对体内的物质代谢起着调节和控制的作用。谷胱甘肽的结构式如下：



二、蛋白质的一级结构

蛋白质的一级结构是指组成蛋白质分子中的多肽链内氨基酸残基的排列顺序。蛋白质分子中所含的氨基酸虽然只有20种，但组成一分子蛋白质时，氨基酸的数目却很多，少者有数十个，多者可达数万个，因此蛋白质分子是非常巨大的。此外，不同蛋白质所含的氨基酸种类不同，而且氨基酸残基在蛋白质分子中排列顺序也不同。因此，20种氨基酸就可以组合成千上万的结构和功能各异的蛋白质。

蛋白质的一级结构是最基本的结构，它决定蛋白质的高级结构。近年来，蛋白质研究进展很快，已有1000多种蛋白质的一级结构被全部研究清楚。例如人胰岛素是由51个

氨基酸残基组成两条多肽链(A链和B链)的蛋白质。A链由21个氨基酸残基组成,在A₆和A₁₁之间有一个二硫键;B链由30个氨基酸残基组成。A链和B链通过A₇与B₇和A₂₀与B₁₀之间的两个二硫链连接,其一级结构如下:

