

中国乡村医生教材

生物化学

王殿鸿 主编

人民卫生出版社

中国乡村医生教材

生 物 化 学

王 殿 鸿 主 编

王殿鸿 张岐山 于成国 编写

人 民 卫 生 出 版 社

生 物 化 学

王殿鸿 主编

人民卫生出版社出版

(北京市崇文区天坛西里10号)

北京市房山区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米32开本 5 $\frac{3}{4}$ 印张 126千字

1989年4月第1版 1989年4月第1版第1次印刷

印数: 00,001—9,500

ISBN 7-117-00971-3/R·972 定价: 2.30元

〔科技新书目187—129〕

出版说明

为了贯彻落实1988年全国卫生厅局长会议精神，加速培养农村基层卫生人员，使之逐步达到相当于医士的专业水平，特组织编写了《中国乡村医生教材》。这套教材共计20种，包括《医用物理学》、《医用化学》、《医用生物学》、《解剖学与组织胚胎学》、《生理学》、《生物化学》、《微生物学与寄生虫学》、《病理学》、《药理学》、《中医学概要》、《诊断学基础》、《内科学》、《外科学》、《妇产科学》、《儿科学》、《急救医学》、《五官科学》、《皮肤科学》、《传染病学与流行病学》和《卫生学》。

全套教材的要求是通过系统学习，使乡村医生充实基础理论知识，提高诊疗技术水平，能够从事预防、诊断、治疗常见病多发病，能开展初级卫生保健工作。编写过程中注意联系当前农村的现实条件和医疗卫生工作的实际，因此具有实用性和适用性。

本教材可供乡村医生自学、函授和举办训练班之用。经卫生部科教司和国家教委教材办公室同意列入新华书店科技发行所教材征订目录。

人民卫生出版社

目 录

绪论	1
第一章 蛋白质的化学	2
第一节 蛋白质是生命的基础	2
第二节 蛋白质的分子组成	4
第三节 组成蛋白质的基本单位——氨基酸	4
第四节 蛋白质的分子结构	8
第五节 蛋白质的理化性质	14
第六节 蛋白质的分类	21
第二章 酶	26
第一节 酶的作用特点	27
第二节 酶的分子组成、结构与功能的关系	30
第三节 影响酶作用的因素	36
第四节 酶在医学上的应用	46
第三章 生物氧化	50
第一节 生物氧化的特点及二氧化碳的生成	51
第二节 生物氧化中水的生成	52
第三节 生物氧化中能量的生成	59
第四章 糖代谢	68
第一节 糖的生理功用及消化吸收	68
第二节 糖的分解代谢	70
第三节 糖原的合成与分解	80
第四节 糖的异生作用	82
第五节 血糖	83
第五章 脂类代谢	88

第一节	脂类的消化、吸收及运输·····	88
〔第二节	脂肪的分解代谢·····	91
第三节	胆固醇的代谢·····	97
第六章	蛋白质的分解代谢·····	104
第一节	蛋白质的营养功用·····	104
第二节	氨基酸在体内的一般代谢·····	107
第三节	个别氨基酸的代谢·····	116
第七章	核酸与蛋白质的生物合成·····	125
第一节	核酸化学·····	125
第二节	核酸代谢·····	131
第三节	核酸在蛋白质生物合成中的作用·····	134
第四节	核酸代谢与肿瘤及某些抗生素的关系·····	139
第八章	肝在物质代谢中的作用·····	143
第一节	肝在糖、脂类和蛋白质代谢中的作用·····	143
第二节	肝在维生素及胆色素代谢中的作用·····	146
第三节	肝与解毒·····	151
第九章	水盐代谢与酸碱平衡·····	156
第一节	水和电解质平衡·····	156
第二节	酸碱平衡·····	168

绪 论

生物化学是生命的化学，用化学的原理及方法研究生命现象的一门科学。生命现象是复杂的，有生、老、病、死及传代等现象。要知道这些现象的由来，就必须从组成生体的物质的结构、功能及其变化来探讨；也就是必须从分子水平上来研究生命的秘密。这就是生物化学的根本任务。

50年前，生物化学还不够发达的时候，作为医生，有许多人对生物化学几乎一无所知。当时学习生物化学的人也不多，医生们曾经以为不知道生物化学也可以当好医务工作者。但是由于生物化学工作者的努力和医学的进展，人们逐渐弄清了许多以前不知道的疾病病因，不仅为疾病的诊断打下了基础，而且为疾病建立新的治疗方案提供了充分的依据。从而使人们确信，生物化学是医生所不可缺少的一门主要科学。

生物化学是以生物体为研究对象的，依对象的不同，可分成动物生物化学、植物生物化学，微生物生物化学等等。本书重点以人体为对象讨论与医学关系密切的生物化学课题。主要内容包括：蛋白质化学、酶、生物氧化、糖代谢、脂类代谢、蛋白质的分解代谢、核酸与蛋白质的生物合成、肝在物质代谢中的作用、水盐代谢与酸碱平衡等。

本书在内容的选择上，力求适应乡村医生的需要，编写的都是基本的内容。为了方便自学，本书努力用通俗易懂的语言和实例，并尽量结合临床实际。在每章的最后都附有内容摘要，简明扼要地对每章的重点内容加以总结概括。各章的思考题都是围绕着重点内容出的，希望学生能认真地复习做出答案。

第一章 蛋白质的化学

第一节 蛋白质是生命的基础

一切有生命存在的地方，从原始的生命形态，直到高等动物的组织器官，都有蛋白质的存在。最简单的生命存在形式是病毒。它在一定条件下可以生长繁殖、遗传同时致病。它本身既没有细胞的结构又没有细胞的形态，它只是蛋白质和核酸结合而成的核蛋白。

在高等动物，蛋白质也是它们生存的物质基础。这可以从蛋白质在组织、细胞的组成上，在维持生命活动的重要性方面加以说明。

蛋白质是高等动物的组织、细胞的基本组成成分。除脂肪细胞由于含脂肪特多以外，所有的组织、细胞中以蛋白质含量为最多（表1-1）。

从表1-1可见，人体各组织除去水分，剩下的组成成分主要是蛋白质。按干重计算蛋白质的含量占过半。不仅蛋白质从含量上高，而且这些细胞的结构蛋白质即使在饥饿状态下也不会明显减少，因为有了它们，组织、细胞就死亡。这点与脂肪细胞中的脂肪有明显的不同。当饥饿时脂肪细胞的脂肪可以因消耗而消失，但结构蛋白质却依然存在。这说明了蛋白质不仅是低级生命形式的物质基础，也是高等动物的生命基础。

从生理功能来看，蛋白质也是十分重要的。肌肉收缩是人体运动、劳动、行走、胃肠蠕动、心脏跳动、肺呼吸活动

表1-1 成年人体化学组成成分

器官组织	占体重的%数	占湿重的%数				
		水	蛋白质	脂类	糖类	矿物质
肌肉	40	70	22	7	微量	1.0
骨骼	18	28	20	25	微量	26.0
血液	8	79	20	<1	微量	微量
皮肤	6	57	27	14	微量	0.6
神经	3	75	12	12	微量	微量
肝	2.5	71	22	3	—*	1.4
心	0.5	63	17	16	微量	0.6
脂肪	11	23	6	72	微量	微量
完整人体	100	59	18.0	18.0	微量	4

* 肝糖原含量有明显变化

所必需的。而肌肉收缩却正是具有收缩活性的蛋白质的功能。生命活动离不开物质代谢。而物质代谢的顺利进行是依靠具有催化活性的蛋白质即酶的催化来实现的。人体有成千上万种的酶，各自催化一种独特的化学反应，使得各种化学反应可根据生理需要而顺利地进行。酶所催化的这些反应就是人体赖以生存的物质基础。

人体在呼吸过程中，需要将肺吸入的氧气随血液运到全身各组织，氧的运输是靠血液中的血红蛋白实现的。

血液中还有调节物质代谢的激素。它们可根据机体的需要调节代谢的速度和方向。这些激素中有不少是蛋白质。血液中还有能抵抗外来有害物质的蛋白质，免疫球蛋白类。它们能抵抗细菌的入侵，所以称为抗体。

高等动物的生长、繁殖和遗传也和低级生物一样，是由核蛋白完成的。

第二节 蛋白质的分子组成

蛋白质的元素组成

蛋白质种类很多，但它们的元素组成都很相似。所有的蛋白质都含有碳（50~56%）、氢（6~8%）、氧（19~24%）、氮（13~19%）、硫（0~4%）。除此之外，有些蛋白质还含有少量磷；部分蛋白质含有金属元素；个别蛋白质含有碘。这些元素中，碳、氢、氧、氮是构成蛋白质的主要成分。其中以氮为最重要。原因是蛋白质都含有氮，且含氮量比较恒定。相反，糖类和脂类虽然有的也含氮，但不普遍。因此，利用蛋白质的含氮量来测定蛋白质是常用的一种方法。大多数蛋白质的含氮量在16%左右。1克氮相当于100/16即6.25克蛋白质。由于动植物组织里的含氮物质主要是蛋白质，其它含氮物甚少。在分析生物组织成分时，只要测出其含氮量，就可以按下式换算成蛋白质的大致含量：

每克样品中含氮的克数 $\times 6.25 \times 100 = 100$ 克样品中蛋白质的克数（克%）

当然，为得确实的蛋白质含量，应先将蛋白质用沉淀剂沉淀下来，再进行测定就更可靠。

第三节 组成蛋白质的基本

单位——氨基酸

氨基酸是蛋白质的基本组成单位。自然界的蛋白质用酸、碱或酶加水分解时，最后可以得到约20种不同的氨基酸。

一、氨基酸的基本结构

各种氨基酸的结构虽然各不相同，但它们在化学结构上也有共同性。它们都属于 α -氨基酸，即在与羧基相邻的 α -碳原子上都连接一个氨基。 α -氨基酸的一般结构如图 1-1 所示。

各种氨基酸的差别主要表现在 R-基团，R-基团的不同就形成不同的氨基酸。 α -氨基酸中，除甘氨酸的 R-基团为 H，因而没有不对称碳原子外，其余各氨基酸的 α -碳原子都是不对称的。因此，它们都有两种立体异构体，即 D 型和 L-型。

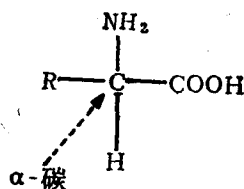
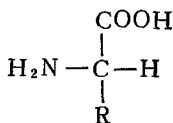
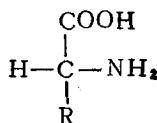


图 1-1 α -氨基酸的结构



L- α -氨基酸



D- α -氨基酸

天然蛋白质的水解产物都是 L- α -氨基酸。D- α -氨基酸不是天然蛋白质的成分。须注意的是：脯氨酸与其它 α -氨基酸不同，它是一种 α -亚氨基酸。

二、氨基酸的分类

氨基酸的分类是根据 α -碳原子上 R-基团的不同来实现的：①根据 R-基团的化学结构可将氨基酸分为脂肪族氨基酸、芳香族氨基酸和杂环氨基酸；②根据 R-基团是否有酸性

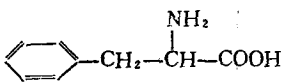
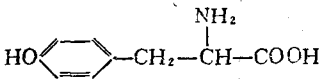
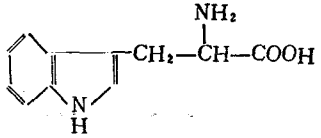
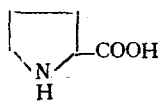
或碱性基团,可分为中性氨基酸、酸性氨基酸和碱性氨基酸;

③根据R-基团是否有极性,可分为极性氨基酸(R-基团含有羧基、氨基和羟基等)和非极性氨基酸(R-基团含有烃基、苯基和吡啶基等)(表1-2)。

值得注意的是:体内游离存在的鸟氨酸、瓜氨酸在蛋白质中并不存在。它们可以由精氨酸生成。有些氨基酸如胱氨酸是由蛋白质分子上的两个半胱氨酸经氧化作用生成的;羟脯氨酸和羟赖氨酸分别是由合成后的蛋白质分子中的脯氨酸

表1-2 组成蛋白质的二十种氨基酸

分类		名称 (简称)	结 构 式
中 性 氨 基 酸	脂 肪 族 氨 基 酸	甘氨酸 (甘)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
		丙氨酸 (丙)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
		缬氨酸 (缬)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \text{ NH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$
		亮氨酸 (亮)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$
		异亮氨酸 (异亮)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \text{ NH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$
	羟 基 氨 基 酸	丝氨酸 (丝)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$
		苏氨酸 (苏)	$\begin{array}{c} \text{OH} \text{ NH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$

分类	名称 (简称)	结 构 式
中 性 氨 基 酸	苯丙氨酸 (苯)	
	酪氨酸 (酪)	
	色氨酸 (色)	
	含硫氨基酸	半胱氨酸(半) $\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$ 蛋氨酸(蛋) $\text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$
酰 胺	亚氨基酸	
	天冬酰胺 (天-NH ₂) 谷氨酰胺 (谷-NH ₂)	$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$ $\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$
酸 性 氨 基 酸	天冬氨酸 (天)	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$
	谷氨酸 (谷)	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$

分类	名称 (简称)	结 构 式
碱性氨基酸	赖氨酸 (赖)	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-(\text{CH}_2)_3-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$
	精氨酸 (精)	$\begin{array}{c} \text{NH} \\ \\ \text{C}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
	组氨酸 (组)	$\begin{array}{c} \text{N} \quad \text{NH} \\ \diagdown \quad / \\ \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$

和赖氨酸羟化生成的。因而这些氨基酸未列入表内。

第四节 蛋白质的分子结构

蛋白质分子是由氨基酸组成的。而20种氨基酸在蛋白质中排列顺序的不同就决定了各种蛋白质的基本差别。蛋白质的分子结构就包括蛋白质分子中氨基酸的连接方式和排列顺序以及蛋白质分子的空间（立体）结构。蛋白质的分子结构的不同决定了蛋白质的理化性质和生物学性质的不同。

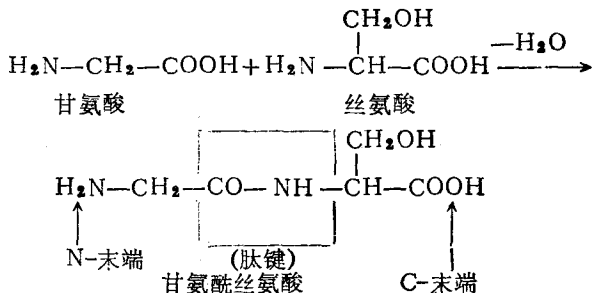
一、肽键和肽

一个氨基酸的 α -羧基与另一个氨基酸的 α -氨基脱水缩合

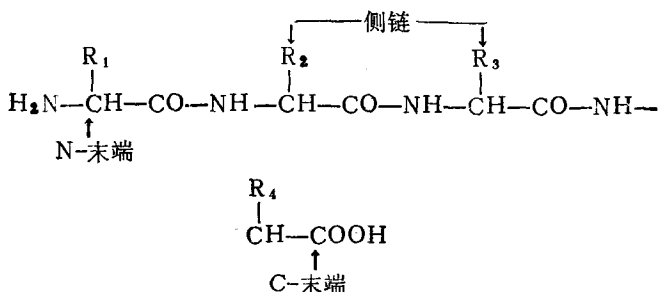
形成的键 $\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{N}- \\ | \\ \text{H} \end{array} \right)$ 称为肽键。氨基酸通过肽键连接而成

的化合物称为肽。两个氨基酸分子缩合而成的化合物称为二肽；三个氨基酸缩合而成的称为三肽；依此类推，由多个氨

基酸形成的肽称多肽。多肽是链状化合物，也称作多肽链。肽键是蛋白质中氨基酸的根本连接方式。以甘氨酸与丝氨酸为例，可按下列方式脱水缩合生成二肽甘氨酸丝氨酸：



多肽链的结构可以以下式表示之：



多肽链中每个氨基酸单位也称为氨基酸残基，这是因为它们在蛋白质分子中由于缩合形成肽键，已经不是原来的氨基酸，只残剩氨基酸的一部分，故而得名。其中的 R_1 、 R_2 、 R_3 ……均是氨基酸残基的侧链。依残基的不同，其侧链也不一样。如有的侧链有羧基，有的有氨基，有的有羟基等等。肽链有两端，一端为 N-末端也称氨基末端，另一端为 C-末端也称羧基末端。一般 N-末端写在左侧，C-末端写在右侧。

二、蛋白质分子的一级结构及空间结构

蛋白质分子的一级结构是指蛋白质分子内氨基酸在多肽链中的排列顺序,包括氨基酸种类及各种氨基酸的相对比例。

一级结构是蛋白质的最基本的结构,它决定蛋白质的高级结构(空间结构)以及蛋白质的理化性质和功能。例如,胰岛素的一级结构(图1-2)是由A和B两条链组成,A链由21个氨基酸组成,B链由30个氨基酸组成,两条链间由两个二硫键连接。

在一级结构的基础上,多肽链常盘绕成螺旋状,似弹簧状。但螺旋方向是右手螺旋。即右手握拳,拇指向上时,四个手指的方向是螺旋旋转的方向,拇指指向螺旋上升的方向(图1-3)。

这种在一级结构的基础上盘绕而成的螺旋状结构就是蛋白质的二级结构,也称 α -螺旋。二级结构也包括片层状的 β -片层结构。

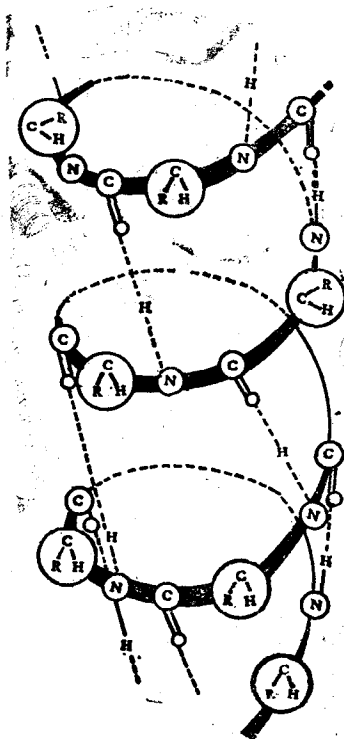


图1-3 蛋白质分子的 α -螺旋结构