



农村初级卫生保健用书

# 人体机能学

Anthrophysiology

主编 谢诗占

人民卫生出版社

农村初级卫生保健用书

**人体机能学**

谢诗占 主编

人民卫生出版社出版  
(北京市崇文区天坛西里10号)

北京市卫顺印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

850×1168 毫米 32 开本 9<sup>1</sup>/<sub>4</sub>印张 247千字

1991年8月第1版 1991年8月第1版第1次印刷

印数：00 001—12,100

ISBN 7-117-01625 -6/R·1626 定价：5.00元

## 编写说明

“2000年人人享有卫生保健”，是世界卫生组织提出的全球性战略目标，初级卫生保健是实现这一目标的关键。为培养适应农村卫生保健工作的初级卫生技术人员，河北省卫生厅组织编写了农村初级卫生保健医士专业系列教材，供各级各类培训机构培养初级卫生保健人员使用，也可作为从事初级卫生保健工作管理人员学习的参考书。

这套教材共16种，包括医用语文、医用化学、初级卫生保健概论、人体形态学、人体机能学、病因病理学、药理学、农村常用诊疗技术、农村保健医学、农村卫生学、农村常见病防治学、健康教育学、流行病与地方病学、中医中药学、计划生育学、医学导论等。

全国乡村医生培训规划要求，今后对乡村医生要实施正规化、系统化教育，使之达到中专水平，把乡村医生培养成为在知识、技术和思想上能适应农村初级卫生保健工作需要的实用型人才。为了实现这一目标，在教材编写中，始终坚持以农村初级卫生保健工作内容为主体，以新的医学模式和新卫生观念为指导，力争体现总体观念新、内容切合实际的思想。因此，在教材结构、内容上作了一些改革与尝试。

编写过程中，我们曾得到各学校、部门许多同志的热情支持，特表示衷心的感谢。编写这样的教材，尚属第一次尝试，缺点和错误在所难免，恳请广大师生批评指正。

编 者

# 目 录

绪论	1
<b>第一章 细胞的化学组成和基本功能</b>	<b>1</b>
第一节 细胞的组成成分	2
一、细胞的元素组成	2
二、细胞的化合物组成	2
第二节 生物分子的化学和功能	3
一、蛋白质	3
二、核酸	8
三、糖类	11
四、脂类	12
五、酶	12
第三节 生命的基本特征	17
一、新陈代谢	17
二、兴奋性	18
三、生殖	19
第四节 细胞膜的物质转运功能	19
一、被动转运	20
二、主动转运	21
第五节 生物电	21
一、静息电位及其产生原理	21
二、动作电位及其产生原理	23
<b>第二章 营养和健康</b>	<b>25</b>
第一节 人体需要的营养素	25
一、糖类	26
二、脂类	26
三、蛋白质	27

四、水和无机盐·····	29
五、维生素·····	29
第二节 能量代谢·····	35
一、人体的能量来源·····	35
二、能量的去路·····	35
三、人体的能量代谢率·····	36
第三节 营养和健康的关係·····	39
<b>第三章 物质代谢</b> ·····	<b>41</b>
第一节 食物的消化和吸收·····	41
一、消化·····	41
二、吸收·····	46
第二节 物质代谢·····	48
一、糖的氧化分解·····	48
二、脂肪的氧化·····	53
三、蛋白质的分解代谢·····	57
四、糖、脂肪、蛋白质在代谢中的相互关系·····	62
五、能量的释放和利用·····	62
六、体内的合成代谢·····	65
七、血糖与血脂·····	75
第三节 代谢与疾病·····	80
一、代谢障碍性疾病·····	80
二、疾病引起的代谢障碍·····	82
<b>第四章 体温</b> ·····	<b>85</b>
第一节 正常体温及生理变动·····	85
一、体温正常值·····	85
二、生理变动·····	85
第二节 机体的产热与散热·····	87
一、产热过程·····	87
二、散热过程·····	87
第三节 体温的调节·····	89
一、体温中枢·····	89

二、温度感受器·····	89
三、体温调节过程·····	90
<b>第五章 血液·····</b>	<b>91</b>
第一节 概述·····	91
一、体液与内环境·····	91
二、血液的组成及生理功能·····	92
第二节 血浆·····	94
一、血浆的主要化学成分·····	94
二、血浆的理化特性·····	95
第三节 血细胞·····	96
一、红细胞·····	96
二、白细胞·····	100
三、血小板·····	101
第四节 血液凝固与纤维蛋白溶解·····	102
一、血液凝固·····	102
二、纤维蛋白溶解·····	105
第五节 血量、血型 and 输血·····	105
一、血量·····	105
二、输血和血型·····	106
<b>第六章 血液循环·····</b>	<b>109</b>
第一节 心脏的功能·····	109
一、心脏的泵血功能·····	109
二、心肌的生理特性·····	114
三、心电图基本知识·····	116
四、心肌的代谢特点·····	117
第二节 血管的功能·····	118
一、动脉血压和脉搏·····	118
二、静脉血压和静脉回心血量·····	121
三、微循环·····	123
四、组织液循环及其影响因素·····	124
第三节 心血管活动的调节·····	125

一、神经调节·····	126
二、体液调节·····	129
三、血量调节·····	130
四、冠脉循环的特点·····	130
第四节 小儿与老年人心血管特点·····	131
一、小儿心血管特点·····	131
二、老年人心血管特点·····	131
<b>第七章 呼吸·····</b>	<b>132</b>
第一节 肺通气·····	133
一、肺通气的动力·····	134
二、肺通气的阻力·····	137
三、肺通气的指标·····	138
第二节 气体交换·····	140
一、气体交换原理·····	140
二、肺换气·····	141
三、组织换气·····	142
第三节 气体在血液中的运输·····	143
一、氧的运输·····	143
二、二氧化碳的运输·····	145
第四节 呼吸的调节·····	146
一、呼吸中枢·····	146
二、呼吸反射·····	147
三、周期性呼吸·····	148
<b>第八章 肾的功能·····</b>	<b>150</b>
第一节 尿的组成及理化性质·····	151
一、尿量·····	151
二、尿的化学成分·····	151
三、尿液的理化性质·····	152
第二节 尿的生成·····	152
一、肾的结构及血液循环特点·····	152
二、尿生成过程·····	154

第三节	影响和调节尿生成的因素·····	159
一、	影响血管球滤过的因素·····	159
二、	影响肾小管和集合管重吸收的因素·····	160
三、	肾小管和集合管作用的调节·····	160
四、	尿液的浓缩与稀释·····	162
第四节	排尿·····	162
一、	膀胱的功能·····	162
二、	排尿反射及其障碍·····	163
第五节	肾的内分泌功能·····	163
一、	对维生素D <sub>3</sub> 的转化作用·····	163
二、	生成促红细胞生成素·····	164
<b>第九章</b>	<b>水与无机盐的代谢</b> ·····	<b>164</b>
第一节	水的代谢·····	165
一、	体液的含量与分布·····	165
二、	水的功能、来源和去路·····	166
三、	体内各部分体液间水的交换·····	169
第二节	无机盐代谢·····	170
一、	电解质的含量及生理功用·····	170
二、	钠和氯的代谢·····	173
三、	钾的代谢·····	173
四、	钙、磷代谢·····	174
五、	几种微量元素的代谢·····	177
第三节	水、电解质平衡紊乱·····	180
一、	脱水·····	180
二、	水中毒·····	181
三、	高血钾与低血钾·····	181
<b>第十章</b>	<b>酸碱平衡</b> ·····	<b>183</b>
第一节	体内酸碱物质的来源·····	184
一、	酸性物质的来源·····	184
二、	硷性物质的来源·····	185
第二节	体内调节酸碱平衡的机构·····	186



一、血液的缓冲作用·····	186
二、肺对酸碱平衡的调节·····	188
三、肾对酸碱平衡的调节·····	189
四、酸碱平衡失调·····	190
五、判断酸碱平衡的生化指标·····	192
<b>第十一章 肝的功能·····</b>	<b>194</b>
<b>第一节 肝在物质代谢中的作用·····</b>	<b>195</b>
一、肝在糖代谢中的作用·····	195
二、肝在脂类代谢中的作用·····	195
三、肝在蛋白质代谢中的作用·····	196
四、肝在维生素代谢中的作用·····	196
五、肝在激素代谢中的作用·····	197
<b>第二节 肝的生物转化·····</b>	<b>197</b>
一、生物转化的概念·····	197
二、生物转化反应的类型·····	198
<b>第三节 肝分泌胆汁的功能·····</b>	<b>199</b>
一、胆汁·····	199
二、胆汁酸的合成与功用·····	199
<b>第四节 肝与胆色素代谢·····</b>	<b>200</b>
一、胆红素的生成·····	201
二、胆红素在肝的代谢·····	201
三、胆红素在肠腔内的转变·····	201
四、胆色素代谢异常·····	203
<b>第十二章 人体机能的调节·····</b>	<b>204</b>
<b>第一节 概述·····</b>	<b>204</b>
一、人体机能调节的基本方式·····	204
二、人体机能调节的反馈控制·····	206
<b>第二节 神经系统·····</b>	<b>207</b>
一、神经元活动的一般规律·····	207
二、神经系统的感觉功能·····	209
三、神经系统对躯体运动的调节·····	213

四、神经系统对内脏功能的调节·····	219
五、脑的高级功能·····	222
六、小儿和老年人神经系统生理特点·····	226
第三节  内分泌系统·····	227
一、概述·····	227
二、主要内分泌腺分泌的激素及其生理作用·····	228
三、小儿和老年期内分泌生理特点·····	236
<b>第十三章  感觉器官</b> ·····	<b>238</b>
第一节  视觉器官的功能·····	238
一、折光系统的功能·····	239
二、感光系统的功能·····	242
三、与视觉有关的几种现象·····	243
第二节  位听觉器官的功能·····	245
一、外耳和中耳的传音功能·····	245
二、内耳耳蜗的感音功能·····	245
三、内耳前庭器官的功能·····	246
<b>第十四章  生殖</b> ·····	<b>247</b>
第一节  男性生殖生理·····	247
一、睾丸的生理·····	247
二、睾丸功能活动的调节·····	248
第二节  女性生殖生理·····	249
一、卵巢的功能·····	249
二、月经周期及其形成原理·····	250
三、更年期卵巢的变化·····	251
四、妊娠及分娩·····	253
<b>实验指导</b> ·····	<b>254</b>

# 绪 论

人体是由很多器官和系统组成的极其复杂的有机体。这些器官和系统各自执行不同的机能活动，但又互相协调，从而保证人体的正常生长、发育、健康地生活和从事劳动。人的复杂性还在于：人与其他高等动物相比，有本质的不同。首先，人有高度发达的大脑和灵巧的双手，能进行有意识、有目的的活动。人具有语言的功能，有抽象思维的能力，因而有改造客观世界的能力。其次，每个人都生活在一定的社会环境中，社会环境对人的身体和精神两方面都有重要的影响。

医学的任务是保护和增进人类健康、预防疾病和治疗疾病。因此，医务人员必须首先了解正常人体的机能活动及其规律。人体机能学包括生理学和生物化学两门学科的内容。生理学是研究人体整体及其各个系统、器官的机能活动的学科。生物化学是研究人体生命活动的物质基础和物质代谢规律的学科。通过学习这门课程，能使我们得到为进一步学习其他课程所必需的基本理论和知识。

## 第一章 细胞的化学组成和基本功能

**重点内容：**细胞的元素组成，生物分子的概念；蛋白质的元素组成和组成单位，蛋白质分子内氨基酸的连接方式和一级结构，蛋白质的生物功能；核酸的组成成分、组成单位和分类，核苷酸的命名，DNA 分子中的碱基互补关系；糖和脂类的生物功能；酶的概念及其特点，辅酶的概念，酶的活性中心，酶作用的最适条件，体内酶活性调节的机理，酶原、同工酶的概念。生命的基本特征：新陈代谢、兴奋性和生殖；细胞膜的物质转运形式：被动转运及主动转运；细胞的静息电位及动作电位的概念。

## 第一节 细胞的组成成分

人体的机能是奥妙复杂的。但是人体的机能活动也属于物质的运动形式，也遵守物理学和化学的基本规律。生命活动是一种更为高级的运动形式。在辩证唯物主义观点的指导下，人体生命活动的奥秘正在不断被人们所认识和掌握。在学习人体的机能活动之前，我们首先要学习构成细胞的化学基础。

### 一、细胞的元素组成

人体所有细胞都含有碳、氢、氧、氮、磷、硫、氯、钙、钠、钾、镁、铁等元素。其中，碳、氢、氧、氮四种元素的含量最多。此外，还有少量微量元素如铜、锌、碘、钴、锶、钡等。人体内含有的上述元素也都存在于自然界。说明生物界与非生物界具有同一性。

### 二、细胞的化合物组成

细胞内的各种元素都以不同形式的化合物存在。这些化合物可分为无机化合物和有机化合物两大类。无机化合物包括水和无机盐。有机化合物中主要的是蛋白质、核酸、糖类、脂类等。以上各类化合物在体内的含量占体重的百分比大致如下：水占体重的55~67%、蛋白质占15~18%、脂类占10~15%、糖类占1~2%、无机盐占3~4%。细胞中的蛋白质、核酸、脂类和糖类虽然是由碳、氢、氧、氮等元素组成的，但这四类化合物却是生物界所特有的。因此，我们将这四类化合物称为生物分子。生物分子是构成生物体各种结构的主体。例如，病毒是最简单的生物，它的组成成分只含有蛋白质与核酸。生物分子有很强的种系特异性和个体特异性。生物分子的结构复杂，有多种多样的特性。这些特点成为细胞完成各种功能的物质基础。

除上述的生物分子外，细胞内还含有其他分子量小的有机化合物如氨基酸、肽、核苷酸、葡萄糖等。

## 第二节 生物分子的化学和功能

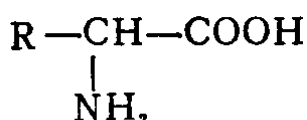
### 一、蛋白质

蛋白质是以氨基酸为组成单位的高分子有机化合物。蛋白质的种类很多。不同的生物有不同的蛋白质，而且在同一生物体内也有多种蛋白质。据估计，人体内的蛋白质大约不少于 10 万种。如此之多的蛋白质显然和人体的复杂的生命活动有关。

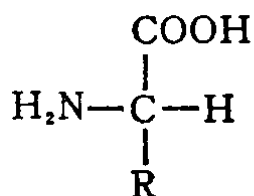
#### (一) 蛋白质的化学

1. 蛋白质的元素组成 蛋白质的组成元素主要有碳、氢、氧、氮和硫等。各种蛋白质的含氮百分含量都很接近，其平均含量是 16%，亦即 1 克氮相当于 6.25 克蛋白质。在测定生物组织中蛋白质含量时，就可以根据生物组织中的含氮量计算出蛋白质的量。

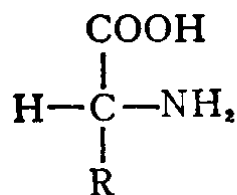
2. 蛋白质的组成单位 蛋白质的组成单位是氨基酸。已经证明，组成蛋白质的氨基酸有 20 种（表 1-1）。这些氨基酸在分子结构上有以下特点：① 它们都是 $\alpha$ -氨基酸。可用通式表示如下：



各氨基酸之间的区别在于 R 基团的不同。②  $\alpha$ -氨基酸有两种立体构型即 L-型和 D-型。但甘氨酸除外。



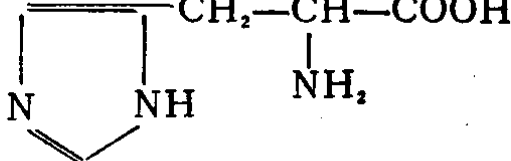
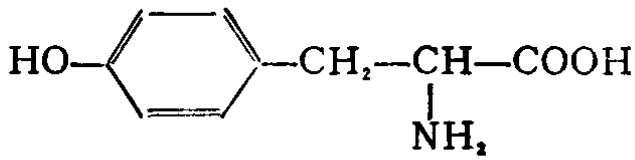
L,  $\alpha$ -氨基酸



D,  $\alpha$ -氨基酸

组成天然蛋白质的氨基酸都是 L 型的  $\alpha$ -氨基酸。

表 1-1 组成蛋白质的20种氨基酸

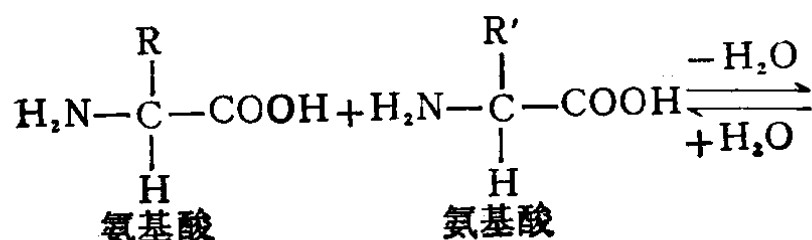
名称(缩写符号)	结 构 式
天门冬氨酸(天)	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
谷氨酸(谷)	$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
赖氨酸(赖)	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
精氨酸(精)	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{NH}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\underset{\text{H}}{\text{N}}-(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
组氨酸(组)	
酪氨酸(酪)	
天门冬酰胺(天胺)	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
谷氨酰胺(谷胺)	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
丝氨酸(丝)	$\text{HO}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
苏氨酸(苏)	$\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
甘氨酸(甘)	$\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}_2}-\text{COOH}$
丙氨酸(丙)	$\text{CH}_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
缬氨酸(缬)	$(\text{CH}_3)_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$

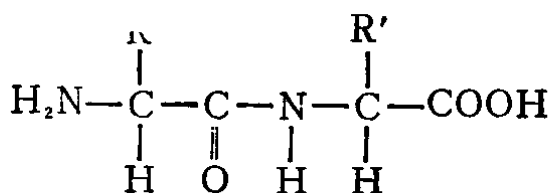
名称 (缩写符号)	结构式
亮氨酸(亮)	$  \begin{array}{c}  (\text{CH}_3)_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\    \\  \text{NH}_2  \end{array}  $
异亮氨酸(异)	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_3-\text{CH}_2 \\  \quad \quad \quad \diagdown \\  \quad \quad \quad \text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\  \quad \quad \quad \diagup \\  \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\    \\  \text{NH}_2  \end{array}  $
蛋氨酸(蛋)	$  \begin{array}{c}  \text{H}_3\text{C}-\text{S}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}-\text{COOH} \\    \\  \text{NH}_2  \end{array}  $
脯氨酸(脯)	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\    \quad \quad   \\  \text{CH}_2 \quad \text{CH}-\text{COOH} \\  \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\  \quad \quad \quad \text{N} \\  \quad \quad \quad \text{H}  \end{array}  $
苯丙氨酸(苯)	$  \begin{array}{c}  \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\    \\  \text{NH}_2  \end{array}  $
色氨酸(色)	$  \begin{array}{c}  \text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\    \\  \text{NH}_2  \end{array}  $

## (二) 蛋白质的分子结构

蛋白质分子是由大约一百个到数千个氨基酸连接组成的。蛋白质的分子量大约在一万到一百万之间。蛋白质的分子量愈大，所含的氨基酸数目也愈多。

1. 蛋白质分子内氨基酸的连接方式 蛋白质分子内的氨基酸相互间以肽键(酰胺键)的方式连接。在化学课中，已知氨基酸有成肽反应的性质。两个氨基酸在适当条件下，一个氨基酸的氨基可与另一个氨基酸的羧基通过脱水缩合生成二肽：





二肽

二肽中的一  $\begin{array}{c} \text{C} - \text{N} \\ || \quad | \\ \text{O} \quad \text{H} \end{array}$  就是肽键。二肽又可与另一个氨基酸生成三

肽。依此类推，由多个氨基酸通过肽键连接而生成的化合物是多肽。蛋白质分子就是多个氨基酸由肽键连接而形成的。关于多肽和蛋白质的界限还很难作出明确的划分。但蛋白质比多肽的分子量更高，结构也更复杂。由于蛋白质化学的进展，科学家已弄清了蛋白质分子中氨基酸的排列顺序。蛋白质分子中各个氨基酸的排列顺序称为蛋白质的一级结构，它是由遗传决定的。组成蛋白质的氨基酸虽然只有 20 种，但在不同的蛋白质中，氨基酸的数目、种类(不是任何一种蛋白质都含有全部 20 种氨基酸)都有很大不同，而且每种蛋白质分子的一级结构也各不相同，因而使生物体内具有多种蛋白质。不同的蛋白质有不同的功能。维持蛋白质一级结构的主要化学键是肽键。肽键属于共价键。

2. 蛋白质分子的空间结构 在蛋白质分子中，由于氨基酸 R 基团的影响，使蛋白质多肽链不是笔直地延伸，而呈螺旋式地延伸(螺旋结构)或锯齿式地延伸(片层结构)。蛋白质分子中的螺旋结构或片层结构称为二级结构。在此基础上，蛋白质多肽链还可以发生多次转折、盘曲形成蛋白质的三级结构。由于蛋白质具有二级、三级结构，从而使其具有复杂的功能，在生命活动中起重要作用。维持蛋白质二级、三级结构的化学键都是非共价键(如氢键、疏水键等)。以上讲的蛋白质的空间结构是以一条蛋白质多肽链为基础形成的。例如肌红蛋白，它由 153 个氨基酸组成。从链的一端至另一端发生 6 次转折，形成相互重叠的 8 个节段，每个节段中主要是螺旋结构。(图 1-1)

人体内还有很多蛋白质是由两条或两条以上已具备三级结构



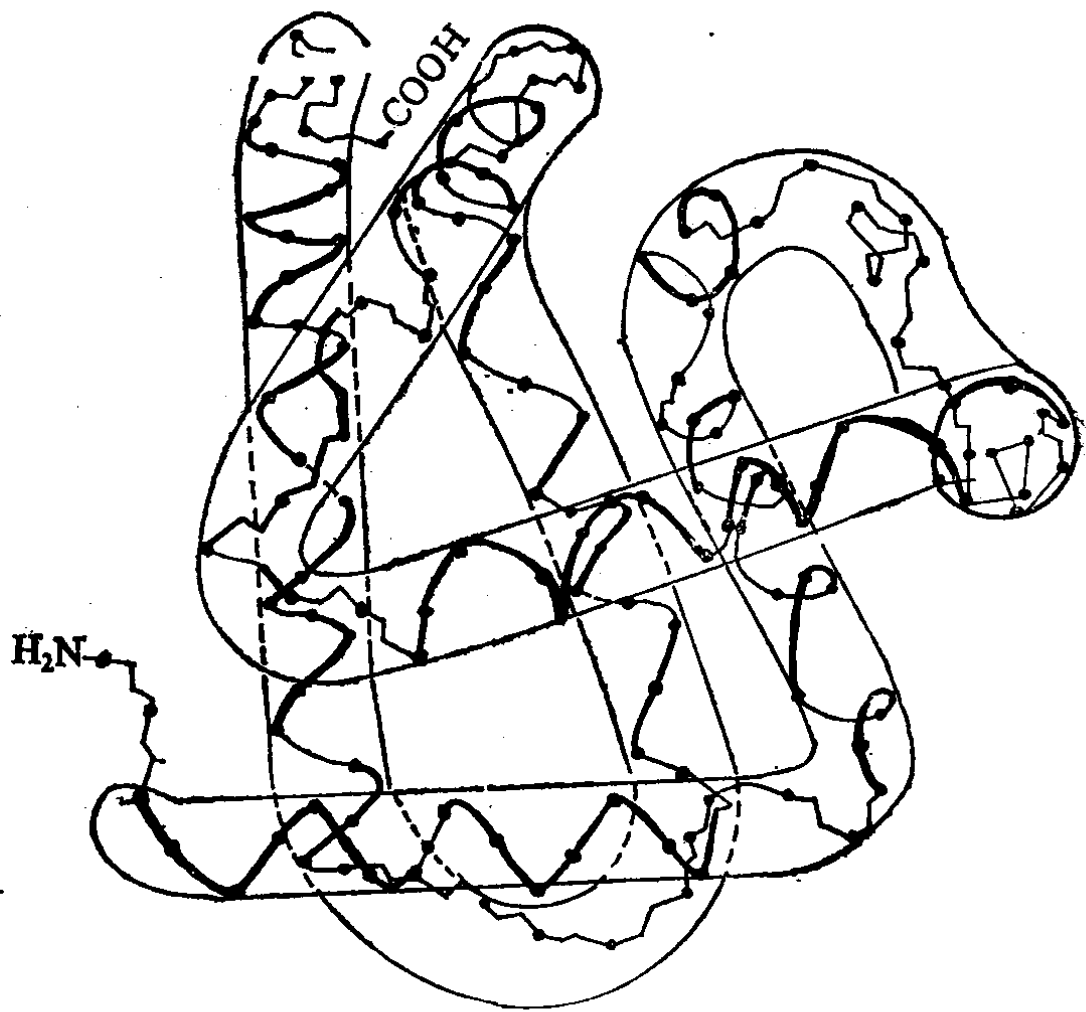


图 1-1 肌红蛋白的三级结构

(血红蛋白部分已略去)

的蛋白质多肽链缔合而成的。这样的蛋白质称为寡聚蛋白质，其中的一个蛋白质多肽链称为亚基。例如，血红蛋白的蛋白质部分叫珠蛋白。珠蛋白是由 4 个亚基组成的。其中两个是 $\alpha$ -亚基，两个是 $\beta$ -亚基。每个亚基各与一个血红素结合。寡聚蛋白质中亚基和亚基之间的连接方式与排列关系称为蛋白质的四级结构。寡聚蛋白质的功能更复杂、更灵活，但如果解聚，则单个亚基不能起作用。

### (三) 蛋白质的生物功能

恩格斯曾指出“蛋白体是生命存在的形式”。按照现代生物学的理解，“蛋白体”可能指的就是蛋白质与核酸。也就是说，蛋白质与核酸是生命的基础。蛋白质和生命活动的关系可从以下几方面说明：① 结构功能。蛋白质是人体所有细胞和组织的结构成分。② 催化和调节功能。人体新陈代谢包括一系列复杂的化学反