

第二辑

普通高等教育“十五”国家级规划教材  
新世纪全国高等中医药院校规划教材

● 配套教学用书 ●

易

学助考

口袋丛书

北京中医药大学 组织编写

# 生物化学

主编 唐炳华 王继峰

● 学习重点

● 复习要点

中国中医药出版社

● 考试难点

普通高等教育“十五”国家级规划教材

配套教学用书

新世纪全国高等中医药院校规划教材

易学助考口袋丛书(第二辑)  
**生物化学**

主 编 唐炳华 王继峰

副 主 编 金国琴 郑晓珂

编 委 于英君 文朝阳 任 颖

主编单位 北京中医药大学

中国中医药出版社

·北 京·

## 图书在版编目(CIP)数据

生物化学 / 唐炳华、王继峰主编. —北京: 中国中医药出版社, 2005.9 (2007.8 重印)

(易学助考口袋丛书. 第二辑)

ISBN 7-80156-819-2

I. 生... II. ①唐... ②王... III. 生物化学 - 中医学院 - 教学参考资料 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 038635 号

中国中医药出版社出版

发行者: 中国中医药出版社

(北京市朝阳区北三环东路 28 号易亨大厦 电话: 64405750

邮编: 100013)

(邮购联系电话: 84042153 64065413)

印刷者: 北京泰锐印刷有限责任公司

经销者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 毫米 32 开

字 数: 217 千字

印 张: 8.75

版 次: 2005 年 9 月第 1 版

印 次: 2007 年 8 月第 2 次印刷

册 数: 5001—10000

书 号: ISBN 7-80156-819-2/R·819

定 价: 13.00 元

如有质量问题, 请与出版社出版部调换。

HTTP://WWW.CPTCM.COM

# 出版前言

针对目前中医药院校学生在专业学习中普遍反映课本内容多、抓不住重点、理解记忆困难等问题，在 2003 年“新世纪全国高等中医药院校规划教材”全面启用之际，我们适时策划了这套“易学助考口袋丛书”，作为新世纪规划教材的配套辅导读物，旨在帮助中医药院校学生及其他学习中医专业的爱好者掌握各科学学习要点，提高专业学习效率，从容应对各种考试。

先期出版的 12 种中医基础与临床课程“易学助考口袋丛书”，在不到半年的时间里就已重印，很受学生的喜爱。这次我们继续组织全国各大中医药院校具有丰富教学经验的一线骨干教师编写中医药专业的其他 15 种主干课程的“易学助考口袋丛书”，主要有中医专业中的西医基础与临床课程（第二辑）、中药专业课程（第三辑）等，完全以新世纪规划教材为蓝本，紧扣教学大纲，将新教材中的每门课程所要掌握的要点、重点、难点等关键核心内容，提炼浓缩，以类似于教师授课板书和学生课堂笔记的新颖形式精心编排，力求简洁、清晰，一目了然，使学生易学易记。

此外，疏朗的版式设计，留给学生自由补注加释的空间；小开本印刷，便于携带，可随时翻阅温习。

我们希望本套丛书能真正成为广大中医学子专业学习、应对考试的好帮手。

# 编写说明

生物化学是在分子水平上研究生命的化学组成、生命活动过程中的化学变化及其规律的科学，是生命科学、特别是医学的基础学科。

生物化学内容深奥繁多且抽象难解，广大学生普遍感到理解难、记忆难、应用难。为指导中医学生明确学习要求，掌握学习重点，提高学习效率，我们以新世纪规划教材为蓝本，严格按照教学大纲要求，以授课提纲、表格及图例的形式编写了本书，以期用简明、精炼的文字，帮助学生掌握生物化学的基本内容。

本书的编写与教学大纲及新世纪规划教材结构同步，内容一致。以“★”、“▲”、“●”符号分别标示教学大纲所要求达到的三个不同层次：★表示要求掌握的内容，▲表示要求熟悉的内容，●表示要求了解的内容。“重点提示”为本书的主要部分，目的是帮助学生在短时间内领会、理解教材的主要内容。我们在编写中力求做到标题醒目，文字概括，重点突出。“难点提示”主要是一些综合性强，难以在“重点提示”的某一部分得到恰当体现，但又必须掌握的内容。

本书可供中医药本科、专科学生及其他新世纪规划教材《生物化学》的学习对象使用，可起助学、助考、解难的作用。

由于我们学识有限，编写时间仓促，书中不当之处，敬请读者不吝指正。

王继峰

2005年4月

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第一章 绪论 .....                | 1  |
| 第一节 生物化学发展简史 .....          | 2  |
| 第二节 生物化学的主要内容 .....         | 2  |
| 第三节 生物化学与医学及中医药学的关系 .....   | 3  |
| 第二章 糖类化学 .....              | 5  |
| 第一节 糖的概念、分类和命名 .....        | 6  |
| 第二节 单糖 .....                | 6  |
| 第三节 寡糖 .....                | 9  |
| 第四节 多糖 .....                | 9  |
| 第三章 脂类化学 .....              | 13 |
| 第一节 脂肪酸与多不饱和脂肪酸的重要衍生物 ..... | 14 |
| 第二节 脂肪 .....                | 15 |
| 第三节 磷脂和糖脂 .....             | 16 |
| 第四节 类固醇 .....               | 18 |
| 第四章 蛋白质化学 .....             | 21 |
| 第一节 蛋白质的分子组成 .....          | 22 |
| 第二节 蛋白质的分子结构 .....          | 24 |
| 第三节 蛋白质的生理功能 .....          | 28 |
| 第四节 蛋白质结构与功能的关系 .....       | 29 |
| 第五节 蛋白质的理化性质 .....          | 30 |
| 第五章 核酸化学 .....              | 35 |
| 第一节 核酸的结构单位 .....           | 36 |
| 第二节 核酸的分子结构 .....           | 37 |
| 第三节 核酸的理化性质 .....           | 42 |
| 第六章 酶 .....                 | 45 |

|     |                    |     |
|-----|--------------------|-----|
| 第一节 | 酶的分子结构 .....       | 46  |
| 第二节 | 酶促反应的特点和机制 .....   | 48  |
| 第三节 | 酶促反应动力学 .....      | 50  |
| 第四节 | 酶的命名、分类和活性测定 ..... | 54  |
| 第五节 | 酶与医学的关系 .....      | 55  |
| 第七章 | 维生素 .....          | 57  |
| 第一节 | 概述 .....           | 58  |
| 第二节 | 水溶性维生素 .....       | 59  |
| 第三节 | 脂溶性维生素 .....       | 66  |
| 第八章 | 生物氧化 .....         | 71  |
| 第一节 | 概述 .....           | 72  |
| 第二节 | 生物氧化的方式 .....      | 73  |
| 第三节 | 线粒体氧化体系 .....      | 73  |
| 第四节 | 生物氧化与能量代谢 .....    | 76  |
| 第五节 | 非线粒体氧化体系 .....     | 79  |
| 第九章 | 糖代谢 .....          | 81  |
| 第一节 | 糖的生理功能 .....       | 82  |
| 第二节 | 糖的消化和吸收 .....      | 82  |
| 第三节 | 血糖 .....           | 83  |
| 第四节 | 糖的氧化分解 .....       | 84  |
| 第五节 | 糖原的合成与分解和糖异生 ..... | 91  |
| 第六节 | 其他单糖的代谢 .....      | 95  |
| 第七节 | 糖代谢紊乱 .....        | 96  |
| 第十章 | 脂类代谢 .....         | 103 |
| 第一节 | 脂类的分布和生理功能 .....   | 104 |
| 第二节 | 脂类的消化和吸收 .....     | 105 |
| 第三节 | 血脂 .....           | 105 |
| 第四节 | 甘油三酯的中间代谢 .....    | 109 |
| 第五节 | 类脂的代谢 .....        | 117 |

|      |                      |     |
|------|----------------------|-----|
| 第六节  | 脂类代谢紊乱 .....         | 122 |
| 第十一章 | 蛋白质的分解代谢 .....       | 125 |
| 第一节  | 蛋白质的营养作用 .....       | 126 |
| 第二节  | 蛋白质的消化、吸收和腐败 .....   | 127 |
| 第三节  | 氨基酸的一般代谢 .....       | 129 |
| 第四节  | 一些氨基酸的特殊代谢 .....     | 136 |
| 第五节  | 激素对蛋白质代谢的调节 .....    | 140 |
| 第十二章 | 核苷酸代谢 .....          | 143 |
| 第一节  | 核苷酸的合成代谢 .....       | 144 |
| 第二节  | 核苷酸的分解代谢 .....       | 146 |
| 第三节  | 核苷酸的抗代谢物 .....       | 147 |
| 第十三章 | 代谢调节 .....           | 149 |
| 第一节  | 物质代谢的相互联系 .....      | 150 |
| 第二节  | 细胞水平的代谢调节 .....      | 152 |
| 第三节  | 激素水平的代谢调节 .....      | 155 |
| 第四节  | 整体调节 .....           | 158 |
| 第十四章 | 核酸的生物合成 .....        | 161 |
| 第一节  | DNA的生物合成 .....       | 162 |
| 第二节  | RNA的生物合成 .....       | 169 |
| 第十五章 | 蛋白质的生物合成 .....       | 175 |
| 第一节  | 参与蛋白质生物合成的主要物质 ..... | 176 |
| 第二节  | 蛋白质生物合成过程 .....      | 180 |
| 第三节  | 翻译后的加工 .....         | 183 |
| 第四节  | 蛋白质生物合成的抑制剂 .....    | 185 |
| 第十六章 | 基因表达调控 .....         | 187 |
| 第一节  | 基因表达调控的基本概念和原理 ..... | 188 |
| 第二节  | 原核生物基因转录调控 .....     | 193 |
| 第三节  | 真核生物基因表达调控 .....     | 195 |
| 第十七章 | 基因重组与基因工程 .....      | 199 |



|      |                        |     |
|------|------------------------|-----|
| 第一节  | 重要的工具酶 .....           | 200 |
| 第二节  | 基因克隆常用的载体 .....        | 203 |
| 第三节  | 重组DNA基本原理 .....        | 205 |
| 第四节  | 重组技术在医学和制药工业中的应用 ..... | 209 |
| 第十八章 | 基因诊断与基因治疗 .....        | 211 |
| 第一节  | 基因诊断 .....             | 212 |
| 第二节  | 基因治疗 .....             | 217 |
| 第十九章 | 肝胆生化 .....             | 221 |
| 第一节  | 概述 .....               | 222 |
| 第二节  | 肝脏在代谢中的作用 .....        | 223 |
| 第三节  | 胆汁酸代谢 .....            | 223 |
| 第四节  | 胆色素代谢 .....            | 225 |
| 第五节  | 肝脏的生物转化作用 .....        | 227 |
| 第六节  | 肝脏的排泄功能 .....          | 228 |
| 第七节  | 肝功能检查的意义 .....         | 229 |
| 第二十章 | 水盐代谢与酸碱平衡 .....        | 231 |
| 第一节  | 水和无机盐的生理功能 .....       | 232 |
| 第二节  | 体液的含量和分布 .....         | 232 |
| 第三节  | 体液平衡及调节 .....          | 233 |
| 第四节  | 水盐代谢紊乱 .....           | 238 |
| 第五节  | 酸碱平衡 .....             | 239 |
| 附录   | 模拟试卷 .....             | 243 |
|      | 模拟试卷(一) .....          | 244 |
|      | 模拟试卷(二) .....          | 257 |

# 第一章

## 绪论

★掌握生物化学的含义

▲熟悉生物化学研究的主要内容

●了解生物化学的发展史,在医学中的地位和作用及与中医药学的关系

## 重点提示

## 第一节 生物化学发展简史

## ★概念

生物化学是一门用化学的理论和方法、在分子水平上研究生物体的化学组成、生命活动过程中的化学变化规律和生命本质的科学。

## ▲生物化学发展阶段（三个阶段）

## 1. “叙述生物化学”或“静态生物化学”

研究生命物质的组成和性质。

## 2. “动态生物化学”

研究生命物质在体内的代谢变化，以及酶、维生素、激素等在代谢中的作用。

## 3. “机能生物化学”

研究生物分子、亚细胞、细胞、组织和器官的结构与功能的关系，从生物机体的整体角度研究生命。

## 第二节 生物化学的主要内容

## ▲生物化学研究内容

## 1. 生物体的物质组成及生物分子的结构与功能

生命物质包括蛋白质、核酸、糖类、脂类、水和无机盐等。其中蛋白质与核酸是生物大分子，是由一些基本结构单位构成的多聚体，这些基本结构单位也称作构件分子。不同生物体内

的构件分子都一样，但每个生物大分子中构件分子的数量、种类、连接不同，因而大分子的结构不同，有着不同的生物学功能。结构与功能密切相关。结构是功能的基础，功能是结构的体现。

### 2. 物质代谢及其调节

通过代谢，生命既得到生命活动所需的能量，也得到物质更新。代谢是机体与环境之间进行的物质与能量交换。生命既要适应环境的变化，又要维持机体组成的相对稳定，这就需要协调各种代谢。一旦代谢紊乱，则可发生疾病。

### 3. 基因表达及其调控

基因表达是指特定结构基因经转录、翻译等指导合成蛋白质，发挥生物学功能。基因表达调控可在多阶段、多水平上进行，是一个十分复杂而又协调有序的过程。这一过程与细胞的生长、发育和分化等密切相关。

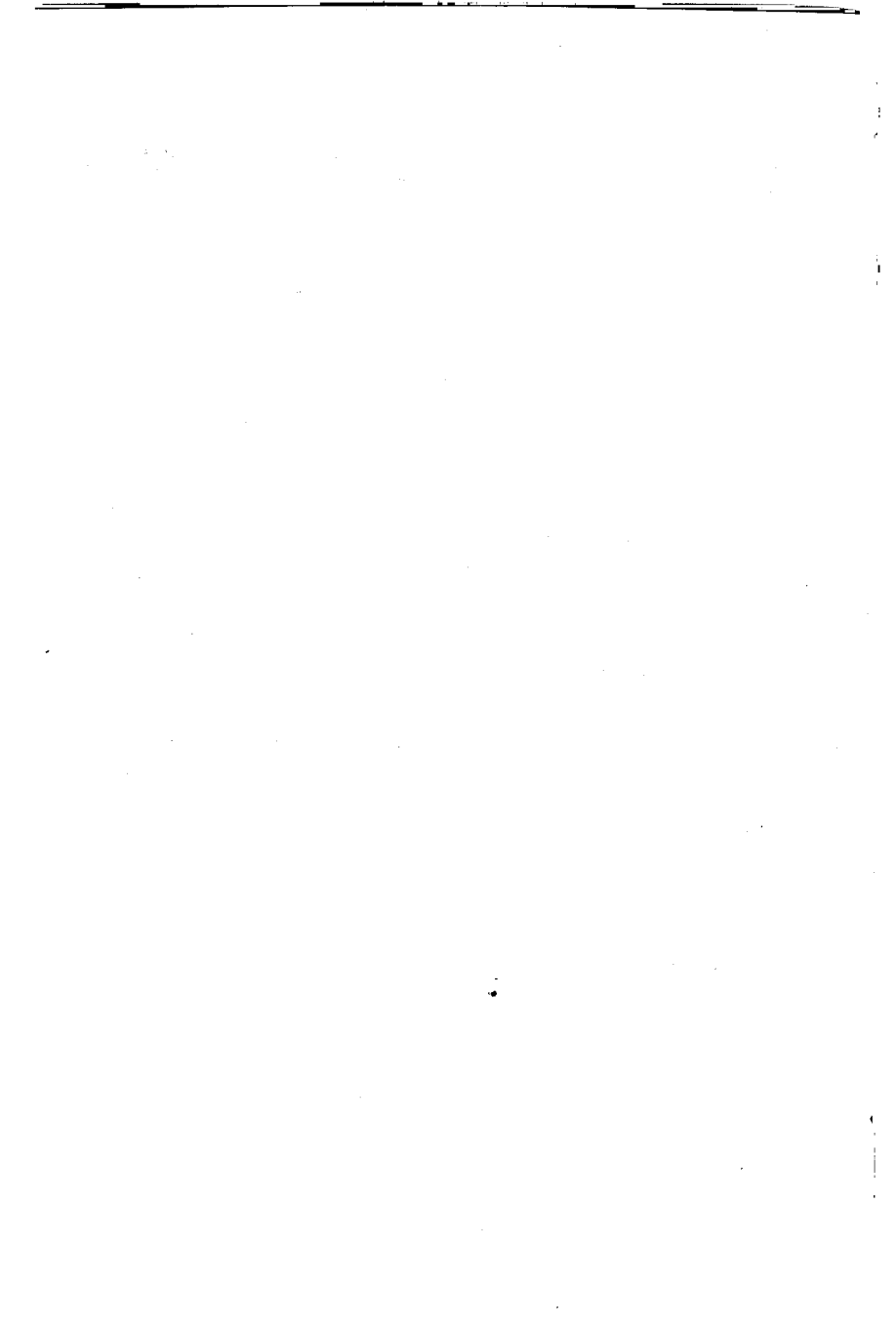
## 第三节 生物化学与医学及中医药学的关系

### ●生物化学与医学的关系

生物化学与医学发展密切相关。一方面生物化学是医学体系的基础学科之一；另一方面医学发展是推动生物化学，特别是医学生物化学飞速发展的主要动力源。

### ●生物化学与中医药学的关系

生物化学应用于中医药学促进其发展。中医药要面向世界、面向现代化、面向未来，就要与现代科学，特别是现代医学相结合。生物化学在这方面起重要作用。



## 第二章

# 糖类化学

★掌握重要单糖、双糖的结构

▲熟悉单糖、双糖的主要性质及常见同多糖的组成、结构和主要性质

●了解糖的分类、命名、构象及杂多糖

## 重点提示

### 第一节 糖的概念、分类和命名

#### ★糖的概念

糖类化合物亦称碳水化合物，是一类多羟基醛或多羟基酮及其缩聚物或衍生物。

#### ●糖的分类

糖根据能否水解以及水解产物情况分为以下三类：

##### 1. 单糖

单糖不能再被水解为更小的糖单位。单糖又分醛糖和酮糖。

##### 2. 寡糖

寡糖又称低聚糖，是由几个（一般为2~10个）单糖脱水缩合而成的化合物，其中以二糖最为重要。

##### 3. 多糖

多糖是由许多（一般为10个以上）单糖脱水缩合而成的化合物。

#### ●糖的命名

大多数糖是根据其来源采用俗名命名。

### 第二节 单糖

#### 一、单糖的结构

#### ★概念

### 1. 手性碳原子

连接了四个各不相同的原子或基团的碳原子称为手性碳原子。

### 2. 构型

构型是指手性碳原子所连的四个原子或基团所形成的不同空间排列方式。构型常用费歇尔投影式表示，有两种，用D/L标记法表示。

### 3. 旋光性

旋光性是某些化学物质能够使偏振光的偏振面发生旋转的性质。分子中含有手性碳原子，分子内部没有对称因素的化合物都具有旋光性。

### 4. 构象

构象是指有机物分子中，由于单键的旋转或环的扭曲，使分子中的原子或基团在空间产生的不同排列形式。

## ★葡萄糖

### 1. 葡萄糖的开链结构和构型

葡萄糖的分子式为 $C_6H_{12}O_6$ ，根据性质推断并证明其具有开链的五羟基己醛结构。该结构中的C-2、C-3、C-4、C-5为手性碳原子。天然葡萄糖为D-构型，并能使偏振光右旋。

### 2. 葡萄糖的环式结构和变旋光现象

葡萄糖可以形成两种结晶，其熔点及比旋光度均不同，且刚溶于水时具有变旋光现象。葡萄糖的环式结构很好地解释了上述性质。

葡萄糖分子中同时存在醛基和羟基，所以可以形成含六元环的吡喃糖结构，醛基氧形成半缩醛羟基。葡萄糖成环后C-1成为手性碳原子，因而环式葡萄糖有 $\alpha$ 、 $\beta$ 两种构型。在水溶液中，两种环式结构通过开链结构互变，形成一个动态平衡体系。

用哈沃斯透视式表示糖的环式结构更合理。



### 3. 葡萄糖的构象

吡喃葡萄糖有椅式和船式等构象，其中椅式构象比较稳定。

#### ★果糖、半乳糖

果糖和半乳糖也是己糖，也有环式结构和开链结构。果糖为己酮糖，结合状态的果糖为呋喃糖；半乳糖为己醛糖，结合状态的半乳糖为吡喃糖。

#### ★核糖、脱氧核糖

核糖和脱氧核糖都是五碳醛糖，也具有开链结构和环式结构，在核酸分子中都以呋喃糖形式存在。

## 二、单糖的性质

### ▲物理性质

单糖是无色结晶，有甜味，有吸湿性，易溶于水，难溶于乙醇，不溶于乙醚。绝大多数单糖都具有旋光性，许多单糖还具有变旋光现象。

### ▲化学性质

#### 1. 成苷反应

单糖的环式结构中含有半缩醛羟基，可与其他分子中的羟基(或活泼氮原子)作用，缩去1分子水而形成糖苷。

#### 2. 成酯反应

单糖分子中所有的羟基都能和酸脱水成酯。

#### 3. 氧化反应

一定条件下，单糖分子中的醛基和羟甲基可被氧化，氧化条件不同则氧化产物也不同(表2-1)。

#### 4. 还原反应

醛糖和酮糖可以被还原成相应的糖醇。

凡是能被碱性弱氧化剂氧化的糖，都称为还原糖。单糖都是还原糖。