

- 最新教材的主要知识点
- 全国研究生入学试题
- 全国重点院校试题

# 医学**考研**系列

## 辅导丛书

# 生物化学

王 炜 汪炳华 编

华中科技大学出版社  
<http://press.hust.edu.cn>

医学考研系列辅导丛书

# 生物化学

王 炜 汪炳华 编

华中科技大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

医学考研系列辅导丛书生物化学/王 炜 汪炳华 编  
武汉:华中科技大学出版社,2005 年 9 月

ISBN 7-5609-3520-6

I. 医…

II. ①王… ②汪…

III. 生物化学

IV. Q5

医学考研系列辅导丛书生物化学

王 炜 汪炳华 编

责任编辑:叶 兰

封面设计:潘 群

责任校对:刘 竣

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山

邮编:430074

电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉市新华印刷有限责任公司

开本:850×1168 1/32

印张:12.5

字数:300 000

版次:2005 年 9 月第 1 版

印次:2005 年 9 月第 1 次印刷

定价:18.00 元

ISBN 7-5609-3520-6/Q·20

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

## 内 容 提 要

本书是医学考研系列辅导丛书中的《生物化学》分册。生物化学是一门重要的医学基础理论课,它是“西医综合试题”和“生物综合试题”等的组成学科之一,还是免疫学、遗传学、生理学、病理学、病理生理学、卫生毒理学、营养与食品卫生学、热带医学、内分泌与代谢病等学科专业基础课的考试科目。

作者收集、分析了1989—2005年“西医综合试题”中的生物化学试题,并根据各试题的知识点将全部生物化学试题归纳到“十五”国家级规划教材《生物化学》(第六版,人卫社)的各章之中。此外,本书还参考北京大学医学部(原北京医科大学)、复旦大学医学部(原上海医科大学)、中山大学广州北校区(原中山医科大学)、华中科技大学同济医学院(原同济医科大学)、上海第二医科大学、第二军医大学、第四军医大学等全国12所重点医学院校最近几年的生物化学研究生入学考试试卷,选录了部分试题作为“模拟试题”及“冲刺试题”。编者在剖析上述大量试题后,为生物化学各章的复习内容提出了“提示”与“要点”,使考生能在备考过程中有的放矢、提高复习效率、最终获得理想的成绩。

本书每章的内容包括四部分:复习指南、考研真题(西医综合)、模拟试题(西医综合)、冲刺习题(名词解释和问答题)。本书重点突出,覆盖面广;分析归纳条理清楚,内容系统全面。

本书能助有志于攻读研究生的青年复习应试一臂之力,对于从事生物化学的授课教师及命题教师,亦有一定的参考价值。

## 前 言

本书是医学考研系列辅导丛书中的《生物化学》分册。考取研究生是人生旅途中“鲤鱼跳龙门”的关键一步。编辑此书的目的是助有志于攻读研究生的青年一臂之力。

生物化学是一门重要的医学基础理论课,它是“西医综合试题”和“生物综合试题”等的组成学科之一,还是免疫学、遗传学、生理学、病理学、病理生理学、卫生毒理学、营养与食品卫生学、热带医学、内分泌与代谢病等学科专业基础课的考试科目。当然,对于报考具有良好发展前景的生物化学及分子生物专业的考生来说,备考生物化学专业课自不待言。

在编写该书时,作者收集、分析了 1989—2005 年“西医综合试题”中的生物化学试题,并根据试题所涉及的知识点将全部生物化学试题归纳到“十五”国家级规划教材《生物化学》(第六版,人卫社)的各章之中。此外,本书还参考北京大学医学部(原北京医科大学)、复旦大学医学部(原上海医科大学)、中山大学广州北校区(原中山医科大学)、华中科技大学同济医学院(原同济医科大学)、上海第二医科大学、第二军医大学、第四军医大学等全国 12 所重点医学院校最近几年的生物化学研究生入学考试试卷,选录了部分试题作为“模拟试题”及“冲刺试题”。编者在剖析上述大量试题后,为生物化学各章的复习内容提出了“提示”与“要点”,使考生能在备考过程中有的放矢、提高复习效率、最终获得理想的成绩。

本书每章的内容包括以下四部分。

(1) 复习指南:根据对历年考研试题的分析、归纳和多年的教学经验列出了“提示”和“要点”,以便考生掌握生物化学的应试内容。

(2) 考研真题(西医综合):包含了 1989—2005 年间“西医综合试题”中的生物化学试题,每个题干后括号内为真题所在的试卷,并对每题做出了详尽的解答。考生可从中悟出历年考研命题的重点。

(3) 模拟试题(西医综合):根据全国 12 所重点医学院校最近几年的生物化学研究生入学考试试卷,以及《生物化学》教材的不断更新和发展,编者选录了部分试题作为模拟试题,供考生应试参考。

(4) 冲刺习题:包括“名词解释”和“问答题”。根据全国 12 所重点医学院校最近几年的生物化学研究生入学考试试卷,以生物化学作为专业基础课或生化专业课的考试中多数采用“名词解释”和“问答题”。

本书由王伟(华中科技大学同济医学院)和汪炳华(武汉大学医学院)编写。由于编者知识水平有限,加之时间仓促,书中的不足之处欢迎广大同仁及读者批评指正,以便再版时得以改正。

王 伟

2005 年 8 月

于华中科技大学同济医学院

# 目 录

|       |                  |       |
|-------|------------------|-------|
| 第一章   | 蛋白质的结构与功能        | (1)   |
| 第二章   | 核酸的结构与功能         | (20)  |
| 第三章   | 酶                | (37)  |
| 第四章   | 糖代谢              | (58)  |
| 第五章   | 脂类代谢             | (91)  |
| 第六章   | 生物氧化             | (123) |
| 第七章   | 氨基酸代谢            | (141) |
| 第八章   | 核苷酸代谢            | (167) |
| 第九章   | 物质代谢的联系与调节       | (178) |
| 第十章   | DNA 的生物合成(复制)    | (193) |
| 第十一章  | RNA 的生物合成(转录)    | (215) |
| 第十二章  | 蛋白质的生物合成(翻译)     | (232) |
| 第十三章  | 基因表达调控           | (252) |
| 第十四章  | 基因重组与基因工程        | (271) |
| 第十五章  | 细胞信息转导           | (285) |
| 第十六章  | 血液的生物化学          | (303) |
| 第十七章  | 肝的生物化学           | (312) |
| 第十八章  | 维生素与微量元素         | (331) |
| 第十九章  | 糖蛋白、蛋白聚糖和细胞外基质   | (341) |
| 第二十章  | 癌基因、抑癌基因与生长因子    | (351) |
| 第二十一章 | 基因诊断与基因治疗        | (362) |
| 第二十二章 | 常用分子生物学技术的原理及其应用 | (371) |
| 第二十三章 | 基因组学与医学          | (383) |

# 第一章 蛋白质的结构与功能

## 复习指南

### 第一节 蛋白质的分子组成

#### 提示

掌握蛋白质元素组成的特点。掌握氨基酸是蛋白质的基本组成单位及氨基酸的分类。熟悉氨基酸的理化性质。

掌握肽键的概念。熟悉肽的概念。了解生物活性肽。

#### 要点

蛋白质(protein)是由许多氨基酸通过肽键相连形成的生物大分子。蛋白质在体内分布广、含量高,是生物体的重要组成成分。各种蛋白质均有特定的结构和功能,具有重要的生物学功能。在体内氧化可提供能量。

蛋白质元素组成的特点:各种蛋白质含氮量平均为 16%,只要测出样品中的含氮量就可推算出蛋白质的大致含量,即  $1\text{ g 样品中含氮的质量(g)} \times 6.25 \times 100 = 100\text{ g 样品中蛋白质含量(g)}$ 。

#### 一、氨基酸

氨基酸(amino acid, AA)是蛋白质的基本组成单位。20 种编码氨基酸均属于 L- $\alpha$ -氨基酸(甘氨酸除外),脯氨酸属于亚氨基酸。

##### (一) 氨基酸的分类

根据氨基酸侧链的结构和理化性质,氨基酸分为四类:①非极性侧链氨基酸;②非电离极性侧链氨基酸;③酸性氨基酸,包括谷氨酸(Glu)、天冬氨酸(Asp);④碱性氨基酸,包括赖氨酸(Lys)、精氨酸(Arg)、组氨酸(His)。

## (二) 氨基酸的理化性质

1. 两性解离与等电点: 氨基酸具有两性解离的特性。在某一 pH 值的溶液中, 氨基酸解离成阳离子和阴离子的趋势及程度相等, 净电荷为零, 呈电中性, 此时溶液的 pH 值称为该氨基酸的等电点(pI)。

2. 紫外吸收性质: 由于色氨酸、酪氨酸含有共轭双键, 其紫外吸收峰在 280 nm 波长附近。

3. 茚三酮反应:  $\alpha$ -氨基酸与水合茚三酮共同加热, 生成蓝紫色化合物。

## 二、肽

### (一) 肽

氨基酸通过肽键相连形成的化合物称为肽。肽键是由氨基酸的  $\alpha$ -羧基与相邻的另一氨基酸的  $\alpha$ -氨基脱水缩合形成的连接键。

由许多氨基酸组成的肽链称为多肽链, 多肽链中的不完整的氨基酸分子称为氨基酸残基。多肽链的两端分别称为氨基末端(N-端)和羧基末端(C-端)。

10 个以内的氨基酸残基形成的肽称为寡肽, 如二肽、三肽等; 10 个以上的氨基酸残基形成的肽称为多肽; 50 个以上的氨基酸残基形成的肽则称为蛋白质。

### (二) 生物活性肽

人体内存在许多具有生物活性的肽, 有的仅是三肽, 有的属于寡肽或多肽, 在神经传导、代谢调节等方面起着重要作用, 如谷胱甘肽、多肽类激素及神经肽等。

## 第二节 蛋白质的分子结构



掌握蛋白质一级结构的概念及主要化学键。

掌握蛋白质二级结构的概念及其基本形式。了解肽单元、模体、氨基酸残基侧链对二级结构形成的影响。

掌握蛋白质三级结构的概念。了解结构域、分子伴侣。

掌握蛋白质四级结构的概念。了解亚基的概念。

了解蛋白质的分类。

### 要点

蛋白质的分子结构分为一级、二级、三级、四级结构,后三者统称为高级结构或空间构象。维持蛋白质空间结构的化学键主要是次级键,如氢键、疏水键、离子键(盐键)、Van der Waals 力(范德华力)等。

## 一、蛋白质一级结构

蛋白质分子中氨基酸的排列顺序称为蛋白质的一级结构。一级结构中的主要化学键是肽键,有些蛋白质还包括二硫键。

## 二、蛋白质二级结构

蛋白质的二级结构是指多肽链中主链骨架原子的空间排布(不涉及 R 基团构象)。其基本形式包括: $\alpha$ -螺旋、 $\beta$ -折叠、 $\beta$ -转角及无规卷曲。

### (一) 肽单元

由于肽键具有双键不能自由旋转的特性,参与肽键的六个原子所处的同一平面称为肽单元(或称肽键平面)。

### (二) $\alpha$ -螺旋

多肽链主链围绕中心轴形成的右手螺旋,氢键维持  $\alpha$ -螺旋结构的稳固。

### (三) $\beta$ -折叠

多肽链充分伸展并折叠成锯齿状结构,肽链间通过氢键相连。

### (四) $\beta$ -转角和无规卷曲

$\beta$ -转角常发生在肽链进行  $180^\circ$  回折的转角上。 $\beta$ -转角通常由

四个氨基酸残基组成,其中第二个残基常为脯氨酸。无规卷曲是指无确定规律性的肽链结构。

### (五) 模体

在许多蛋白质分子中,由两个或三个具有二级结构的肽段,在空间上相互接近,形成一个具有特殊功能的空间结构称为模体(motif)。一个模体总有其特征性的氨基酸序列,并发挥特殊功能,如锌指结构等。

### (六) 氨基酸残基侧链对二级结构形成的影响

氨基酸残基侧链的结构和性质影响蛋白质二级结构的形成。

## 三、蛋白质三级结构

### (一) 三级结构

蛋白质三级结构是指整条多肽链中全部氨基酸残基的相对空间位置,即整条肽链所有原子在三维空间的排布位置。

### (二) 结构域

蛋白质三级结构中某些部分折叠得很紧密,并与其他部位明显区别,且有一定功能的区域,称为结构域(domain)。

### (三) 分子伴侣

分子伴侣(Chaperon)是一类蛋白质如热休克蛋白,它能提供一个保护环境加速蛋白质折叠成天然构象或形成四级结构。

## 四、蛋白质四级结构

蛋白质四级结构是指蛋白质分子中各亚基的空间排布及亚基接触部位的布局和相互作用。

亚基是指蛋白质中具有独立三级结构的多肽链。单个亚基没有活性,当它们构成具有完整结构的蛋白质时才表现出生物学活性。

## 五、蛋白质的分类

根据组成成分的差异,蛋白质可分成单纯蛋白质和结合蛋白

质,根据形状的不同,蛋白质分为纤维状蛋白和球状蛋白。

### 第三节 蛋白质结构与功能的关系

#### 提示

熟悉蛋白质一级结构与功能的关系。

掌握蛋白质空间结构与功能的关系。熟悉血红蛋白与肌红蛋白的氧解离曲线及S形曲线的生理意义。了解蛋白质构象改变与疾病。

#### 要点

#### 一、蛋白质一级结构与功能的关系

1. 一级结构是空间构象的基础。

2. 一级结构与功能的关系:一级结构相似的多肽或蛋白质,其空间构象以及功能也相似,如胰岛素。

比较一级结构,可以帮助了解物种间的进化关系。测定一级结构有助于阐明某些先天性疾病的发病机制,如镰刀形红细胞性贫血。

#### 二、蛋白质空间结构与功能的关系

体内蛋白质所具有的特定空间构象都与其发挥特殊的生理功能有着密切的关系。

##### (一) 肌红蛋白和血红蛋白的结构

肌红蛋白(Mb)和血红蛋白(Hb)都是含有血红素辅基的蛋白质。Mb是一个只有三级结构的单链蛋白质。Hb具有四个亚基组成的四级结构,每个亚基都卷曲成球状,其内部有一疏水性袋形空穴容纳一个血红素分子,能可逆地与 $O_2$ 结合。一分子Hb能与四分子 $O_2$ 结合。

##### (二) 血红蛋白的构象变化与结合氧

Hb与Mb一样可逆地与 $O_2$ 结合,氧合血红蛋白占总血红蛋白的百分数称为百分饱和度(或称氧饱和度)。Mb的氧解离曲线

为直角双曲线,而 Hb 的氧解离曲线为 S 形曲线,可见 Hb 与  $O_2$  结合呈正协同效应。

协同效应是指一个亚基与其配体(Hb 的配体为  $O_2$ )结合后,能影响此寡聚体中另一亚基与配体的结合能力。如果是促进作用则称为正协同效应,反之则为负协同效应。

当 Hb 与  $O_2$  结合时,Hb 的构象从紧张态(T 态)转变为松弛态(R 态),Hb 被称为变构蛋白。因此,一个蛋白质与它的配体(或其他蛋白质)结合后,蛋白质的构象发生变化称为变构效应。

### (三) 蛋白质构象改变与疾病

蛋白质的构象改变所引起的疾病称为蛋白构象疾病,如老年痴呆症、疯牛病等。

## 第四节 蛋白质的理化性质及其分离纯化

### 提示

掌握蛋白质的两性电离及等电点。熟悉蛋白质的胶体性质。掌握蛋白质变性的概念、机制、影响因素及其应用。了解蛋白质沉淀和凝固。掌握蛋白质的紫外吸收峰在 280 nm。了解蛋白质的呈色反应。

熟悉蛋白质分离和纯化的方法。了解氨基酸序列分析的原理和方法、蛋白质空间结构测定的方法。

### 要点

## 一、蛋白质的理化性质

### (一) 蛋白质的两性电离

蛋白质是由氨基酸组成的,既含有酸性基团,又含有碱性基团,因此蛋白质分子为两性电解质。蛋白质溶液的净电荷等于零、呈兼性离子时溶液的 pH 值称为该蛋白质的等电点(pI)。当蛋白质溶液的 pH 值大于 pI 值时,该蛋白质颗粒带负电荷。

## (二) 蛋白质的胶体性质

蛋白质溶液属于亲水胶体,其稳定因素有两个:表面电荷和水化膜。

## (三) 蛋白质的变性、沉淀和凝固

蛋白质在某些理化因素的作用下,空间结构发生改变,失去天然蛋白质的特性,尤其丧失生物学活性或功能的过程称为蛋白质的变性。其实质是次级键和二硫键被破坏,不涉及一级结构的改变。蛋白质变性后,溶解度降低;黏度增加;生物活性丧失;易被蛋白酶水解。引起蛋白质变性的理化因素有加热、紫外线照射,强酸、强碱、有机溶剂、生物碱试剂等。

蛋白质变性后,溶解度降低,从溶液中析出的现象称为蛋白质沉淀。变性的蛋白质容易沉淀,但沉淀的蛋白质不一定变性(如盐析法沉淀)。

变性的蛋白质在去除变性因素后,可恢复原有的构象和功能,称为蛋白质的复性。

## (四) 蛋白质的紫外吸收

由于蛋白质分子中含有酪氨酸及色氨酸残基,因此在 280 nm 波长处有特征性吸收峰,可用于蛋白质定量测定。

## (五) 蛋白质的呈色反应

茚三酮反应及双缩脲反应。

## 二、蛋白质的分离和纯化

分离和纯化蛋白质的常用方法:透析及超滤法;丙酮沉淀、盐析及免疫沉淀;电泳;层析;超速离心等。

## 三、多肽链中氨基酸序列分析

常用 Sanger 改良分析法。

## 四、蛋白质空间结构测定

X 射线衍射法、核磁共振技术是研究蛋白质三维空间结构最

准确的方法。

## 考研真题(西医综合)

(题干后括号内为真题所在的试卷)

### 【A型题】

1. 含有两个氨基的氨基酸是(1992. 39)

A. 谷氨酸                      B. 丝氨酸                      C. 酪氨酸  
D. 赖氨酸                      E. 苏氨酸

答 D 赖氨酸除含有  $\alpha$ -氨基之外,还含有  $\epsilon$ -氨基。其余四种氨基酸都只含有一个氨基。

2. 含有两个氨基的氨基酸是(2004. 19)

A. Lys                          B. Trp                          C. Val  
D. Glu                          E. Leu

答 A Lys(赖氨酸)除含有  $\alpha$ -氨基之外,还含有  $\epsilon$ -氨基。其余四种氨基酸都只含有一个氨基。

3. 在生理 pH 值条件下,下列哪种氨基酸带正电荷?(1989. 51)

A. 丙氨酸                      B. 酪氨酸                      C. 赖氨酸  
D. 色氨酸                      E. 异亮氨酸

答 C 碱性氨基酸(包括赖氨酸、精氨酸、组氨酸)在生理 pH 值条件下带正电荷。

4. 含有两个羧基的氨基酸是(1997. 19)

A. 谷氨酸                      B. 丝氨酸                      C. 酪氨酸  
D. 赖氨酸                      E. 苏氨酸

答 A 谷氨酸除含有  $\alpha$ -羧基之外,还含有  $\gamma$ -羧基。其余四种氨基酸都只含有一个羧基。谷氨酸与天冬氨酸都属于酸性氨基酸。

5. 当溶液的 pH 值与某种氨基酸的 pI 值一致时,该氨基酸在此溶液中的存在形式是(2005. 23)

A. 兼性离子                      B. 非兼性离子                      C. 带单价正电荷

D. 疏水分子                      E. 带单价负电荷

答 A 氨基酸是一种两性电解质,具有两性解离的特性。氨基酸的解离方式取决于其所处溶液的 pH 值。在某一 pH 值的溶液中,氨基酸解离成阳离子和阴离子的趋势及程度相等,成为兼性离子,呈电中性,此时溶液的 pH 值称为该氨基酸的 pI 值。

6. 下列哪一种氨基酸是亚氨基酸? (2000. 19)

A. 赖氨酸                      B. 脯氨酸                      C. 组氨酸  
D. 色氨酸                      E. 异亮氨酸

答 B 组成天然蛋白质的 20 种编码氨基酸中只有脯氨酸没有自由氨基,而是含亚氨基,所以为亚氨基酸。其他四种氨基酸都含有自由的  $\alpha$ -氨基。

7. 以下哪种氨基酸是含硫的氨基酸? (1998. 19)

A. 谷氨酸                      B. 赖氨酸                      C. 亮氨酸  
D. 蛋氨酸                      E. 酪氨酸

答 D 蛋氨酸又称甲硫氨酸,分子中的硫甲基含硫。20 种编码氨基酸中除蛋氨酸之外,还有半胱氨酸(含巯基)是含硫的氨基酸,其他编码氨基酸都不含硫。

8. 下列氨基酸中哪一种蛋白质内所没有的含硫氨基酸? (1990. 58)

A. 同型半胱氨酸              B. 甲硫氨酸                      C. 半胱氨酸  
D. 胱氨酸                      E. 鸟氨酸

答 A 同型半胱氨酸含硫,它是蛋氨酸循环的中间产物,在蛋白质中不存在同型半胱氨酸。鸟氨酸也不存在于蛋白质中,但它不含硫,不属于含硫氨基酸。

9. 不出现在蛋白质中的氨基酸是(1995. 1)

A. 半胱氨酸                      B. 胱氨酸                      C. 瓜氨酸  
D. 精氨酸                      E. 赖氨酸

答 C 瓜氨酸不存在于蛋白质结构中,只是以氨基酸的形式

参与尿素合成。其余四种氨基酸都存在于蛋白质结构中。

10. 天然蛋白质中不存在的氨基酸是(1999. 19)

A. 蛋氨酸                  B. 胱氨酸                  C. 羟脯氨酸  
D. 同型半胱氨酸      E. 精氨酸

答 D 天然蛋白质中不存在同型半胱氨酸,它是蛋氨酸循环的中间产物。

11. 在 280 nm 波长附近具有最大光吸收峰的氨基酸是(2002. 19)

A. 天冬氨酸                  B. 丝氨酸                  C. 苯丙氨酸  
D. 色氨酸                  E. 赖氨酸

答 D 根据氨基酸的吸收光谱,色氨酸、酪氨酸的最大吸收峰在 280 nm 波长附近,其中以色氨酸的光吸收更强。其余如天冬氨酸、丝氨酸、赖氨酸及苯丙氨酸则在 280 nm 波长附近没有明显的吸收峰。

12. 蛋白质二级结构中通常不存在的构象是(1991. 7)

A.  $\alpha$ -螺旋                  B.  $\beta$ -折叠                  C.  $\alpha$ -转角  
D.  $\beta$ -转角                  E. 无规卷曲

答 C 蛋白质二级结构中无  $\alpha$ -转角的构象。其余四种构象都属于蛋白质二级结构。

13. 维系蛋白质一级结构的化学键是(1992. 40)

A. 盐键                  B. 疏水键                  C. 氢键  
D. 二硫键                  E. 肽键

答 E 构成蛋白质多肽链的氨基酸通过肽键相连。其余四种化学键参与蛋白质空间结构的形成。

14. 维系蛋白质分子中  $\alpha$ -螺旋和  $\beta$ -片层的化学键是(1994. 1)

A. 肽键                  B. 离子键                  C. 二硫键  
D. 氢键                  E. 疏水键

答 D 维系蛋白质分子中  $\alpha$ -螺旋和  $\beta$ -片层(现称为  $\beta$ -折叠)的主要化学键是氢键。而二硫键、离子键(或称盐键)及疏水键主要用于稳定蛋白质三级结构。肽键是维系蛋白质一级结