

医学生物化学 学习指导

Guide to Learning of
Medical Biochemistry

主 编 李 凌 朱利娜



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

医学生物化学 学习指导

Guide to Learning of
Medical Biochemistry

■ ■ ■ ■ ■

本书是《医学生物化学》课程的学习指导，旨在帮助学生掌握生物化学的基本概念、原理和方法，提高学习效率和成绩。本书内容涵盖了生物化学的各个方面，包括蛋白质、核酸、酶、糖、脂、维生素和无机盐等。本书可作为医学院校生物化学课程的教学参考书，也可供从事生物化学工作的科研人员参考。



人民卫生出版社

医学生物化学学习指导

Guide to Learning of Medical Biochemistry

主 编 李 凌 朱丽娜

副主编 张 宝 赵 卫 周 烨

编 者 (以姓氏汉语拼音为序)

蔡翠霞 李 凌 欧阳鸿 彭翼飞

吴清华 肖维威 余海浪 张 宝

赵 卫 周 烨 朱丽娜



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

医学生物化学学习指导/李凌,朱利娜主编. —北京:人民军医出版社,2011.11

ISBN 978-7-5091-5329-1

I. ①医… II. ①李… ②朱… III. ①医用化学:生物化学—医学院校—教学参考资料
IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 216170 号

策划编辑:吴磊 王海燕 文字编辑:冯海凉 刘新瑞 责任审读:周晓洲

出版人:石虹

出版发行:人民军医出版社

经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱

邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300—8751

网址:[www. pmmp. com. cn](http://www.pmmp.com.cn)

印、装:北京国马印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:17 字数:410 千字

版、印次:2011 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001—3000

定价:35.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

内容提要

本书共分四篇、22章,内容涵盖《生物化学》(查锡良,人民卫生出版社,第7版)中20章、执业医师考试大纲要求中16章、西医综合考试大纲中4大篇章内容,具体包括:①生物大分子的结构与功能;②物质代谢及其联系与调节;③基因信息的传递;④分子生物学基础。各章内容包括学习要点、考点细目表、知识要点解析及配套练习、配套练习答案及解析和综合练习五部分。每章紧扣学习要点,分析历年考点分布,对知识点进行高度概括、总结,同时配套针对性习题,强化学习效果。附录中还有一套模拟试题帮助读者检验对全书内容掌握的程度,并丰富应考经验。本书主要面向医学院校的本科生,同时可供执业医师考试、研究生入学考试复习参考使用,也可作为生物化学及相关专业人员的教学参考书以及知识更新和继续教育的辅助工具书。

前 言

生物化学是一门重要的医学专业基础课程,并且是执业医师资格考试和研究生入学统一考试西医综合科目必不可少的内容。但由于其理论的抽象性和知识体系的复杂性,被临床医学学生看作是颇具难度的一门课程。

为了帮助学生更好地学习生物化学,顺利通过各种考试,我们编写了这本《医学生物化学学习指导》,在内容的组织上力求突出以下特色。

1. 以学习要点为依据,解析知识点,构建生物化学基本知识框架体系。

本书的学习要点紧扣教材《生物化学》(查锡良,人民卫生出版社,第7版),综合执业医师和西医综合考试的要求而得(要点后若无标注则为两种考试均要求)。编者结合多年的教学经验,运用了大量图表,对每个章节知识点进行高度概括、总结,旨在加强生物化学知识的内在联系,使重点突出、难点简化。学生在系统复习生物化学教材的基础上,通过本书的辅导,能够理清生物化学的知识体系,能快速、系统地掌握生化基本知识(概念和理论),并融会贯通,在生物化学课程考试、执业医师资格考试及研究生入学考试中“以不变应万变”,达到事半功倍的效果。

2. 以针对性习题配合知识点解析,强化学习效果。

在解析每章知识点的基础上,采用针对性习题进行强化训练,每一道题均给出了参考答案及解析。通过配套练习与知识点的直接对应,让学生能够抓住重点,有的放矢。

3. 综合测试,提高应考经验。

本书每章配备了综合练习题,最后还附一套模拟试题。学生通过解题不但便于自我检测对生物化学基础理论知识的掌握程度,还有助于增加应考的经验。

本书主要面向医学院校的本科生,同时也可供执业医师考试、研究生入学考试复习参考使用,也可作为生物化学和相关专业人员的教学参考书以及知识更新和继续教育的辅助工具书。

本书在编写过程中得到了国家精品课程、国家双语教学示范课程、国家教学团队项目的支持,在此一并表示感谢。

对于书中不足之处,敬请广大师生批评指正,以使本书日趋完善。

李 凌 朱利娜

2011年10月于广州

目 录

第一篇 生物大分子的结构与功能

第 1 章 蛋白质的结构与功能	(1)
一、学习要点	(1)
二、考点细目表	(1)
三、知识要点解析及配套练习	(2)
四、配套练习答案及解析	(16)
五、综合练习	(19)
第 2 章 核酸的结构与功能	(22)
一、学习要点	(22)
二、考点细目表	(22)
三、知识要点解析及配套练习	(23)
四、配套练习答案及解析	(36)
五、综合练习	(38)
第 3 章 酶	(41)
一、学习要点	(41)
二、考点细目表	(41)
三、知识要点解析及配套练习	(42)
四、配套练习答案及解析	(55)
五、综合练习	(57)
第 4 章 维生素	(60)
一、学习要点	(60)
二、考点细目表	(60)
三、知识要点解析	(60)
四、综合练习	(62)

第二篇 物质代谢及其联系与调节

第 5 章 糖代谢	(64)
一、学习要点	(64)
二、考点细目表	(65)
三、知识要点解析及配套练习	(65)
四、配套练习答案及解析	(78)
五、综合练习	(80)
第 6 章 生物氧化	(84)

一、学习要点·····	(84)
二、考点细目表·····	(84)
三、知识要点解析及配套练习·····	(85)
四、配套练习答案及解析·····	(90)
五、综合练习·····	(92)
第7章 脂类代谢 ·····	(94)
一、学习要点·····	(94)
二、考点细目表·····	(95)
三、知识要点解析及配套练习·····	(95)
四、配套练习答案及解析·····	(104)
五、综合练习·····	(106)
第8章 氨基酸代谢 ·····	(109)
一、学习要点·····	(109)
二、考点细目表·····	(109)
三、知识要点解析及配套练习·····	(110)
四、配套练习答案及解析·····	(117)
五、综合练习·····	(118)
第9章 核苷酸代谢 ·····	(120)
一、学习要点·····	(120)
二、考点细目表·····	(120)
三、知识要点解析及配套练习·····	(120)
四、配套练习答案及解析·····	(123)
五、综合练习·····	(124)
第10章 血液生化 ·····	(126)
一、学习要点·····	(126)
二、考点细目表·····	(126)
三、知识要点解析及配套练习·····	(127)
四、配套练习答案及解析·····	(131)
五、综合练习·····	(131)
第11章 肝生化 ·····	(133)
一、学习要点·····	(133)
二、考点细目表·····	(133)
三、知识要点解析及配套练习·····	(134)
四、配套练习答案及解析·····	(140)
五、综合练习·····	(141)
第12章 物质代谢的联系与调节 ·····	(143)
一、学习要点·····	(143)
二、考点细目表·····	(143)
三、知识要点解析及配套练习·····	(143)

四、配套练习答案及解析	(147)
五、综合练习	(148)

第三篇 基因信息的传递

第 13 章 DNA 的生物合成	(150)
一、学习要点	(150)
二、考点细目表	(150)
三、知识要点解析及配套练习	(151)
四、配套练习答案及解析	(155)
五、综合练习	(157)
第 14 章 RNA 的生物合成	(159)
一、学习要点	(159)
二、考点细目表	(159)
三、知识要点解析及配套练习	(159)
四、配套练习答案及解析	(164)
五、综合练习	(165)
第 15 章 蛋白质的生物合成	(167)
一、学习要点	(167)
二、考点细目表	(167)
三、知识要点解析及配套练习	(167)
四、配套练习答案及解析	(175)
五、综合练习	(176)
第 16 章 基因表达调控	(178)
一、学习要点	(178)
二、考点细目表	(178)
三、知识要点解析及配套练习	(178)
四、配套练习答案及解析	(184)
五、综合练习	(184)

第四篇 分子生物学基础

第 17 章 信息物质、受体与信号转导	(187)
一、学习要点	(187)
二、考点细目表	(187)
三、知识要点解析及配套练习	(188)
四、配套练习答案及解析	(193)
五、综合练习	(194)
第 18 章 重组 DNA 技术	(196)
一、学习要点	(196)
二、考点细目表	(196)

三、知识要点解析及配套练习	(197)
四、配套练习答案及解析	(201)
五、综合练习	(202)
第 19 章 癌基因、抑癌基因与生长因子	(204)
一、学习要点	(204)
二、考点细目表	(204)
三、知识要点解析及配套练习	(204)
四、配套练习答案及解析	(208)
五、综合练习	(208)
第 20 章 基因诊断与基因治疗	(210)
一、学习要点	(210)
二、考点细目表	(210)
三、知识要点解析及配套练习	(210)
四、配套练习答案及解析	(215)
五、综合练习	(216)
第 21 章 常用分子生物学技术的原理及其应用	(218)
一、学习要点	(218)
二、考点细目表	(218)
三、知识要点解析	(218)
四、综合练习	(224)
第 22 章 基因组学与医学	(226)
一、学习要点	(226)
二、考点细目表	(226)
三、知识要点解析	(226)
四、综合练习	(227)
附录 A 综合练习答案	(229)
附录 B 医学生物化学模拟试卷	(234)

第一篇 生物大分子的结构与功能

第 1 章 蛋白质的结构与功能

一、学习要点

1. 氨基酸与多肽

- (1) 氨基酸的结构与分类。
- (2) 肽键与肽链。
- (3) 氨基酸的理化性质(西医综合考试)。

2. 蛋白质的结构

- (1) 一级结构概念。
- (2) 二级结构— α 螺旋。
- (3) 三级和四级结构概念。

3. 蛋白质结构与功能的关系

- (1) 蛋白质一级结构与功能的关系。
- (2) 蛋白质高级结构与功能的关系。

4. 蛋白质的理化性质

- (1) 蛋白质的变性。
- (2) 两性解离、沉淀、凝固及呈色反应等(西医综合考试)。

5. 分离、纯化蛋白质的一般原理与方法(西医综合考试)

二、考点细目表

(一) 执业医师考试

知识点	2000—2009 年考题分布数
1. 氨基酸与多肽	4
2. 蛋白质的结构	8
3. 蛋白质结构与功能的关系	2
4. 蛋白质的理化性质	4

(二) 西医综合考试

知识点	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1. 氨基酸的结构和分类	1				1		1		1	1	
2. 氨基酸的理化性质			1			1					
3. 肽键和肽											
4. 一级结构及高级结构				1		2		1			1
5. 结构和功能的关系		1									1
6. 理化性质								1		1	
7. 蛋白质的分离、纯化	1	1									

三、知识要点解析及配套练习

蛋白质(protein)是以氨基酸为基本组成单位、经肽键连接而成的生物大分子,具有“三多一复杂”(含量多、种类多、功能多、结构复杂)的特点。蛋白质是生命的物质基础,参与了几乎所有的生命活动过程。

(一) 氨基酸的结构与分类

1. 氨基酸的结构 存在于自然界中的氨基酸有 300 多种,但是构成人体蛋白质的氨基酸只有 20 种。除甘氨酸外,其他 19 种氨基酸均属于 L- α -氨基酸; α -指氨基的位置;L-指氨基酸的构型(configuration); α -碳原子为不对称碳原子。氨基酸的一般结构式如图 1-1。

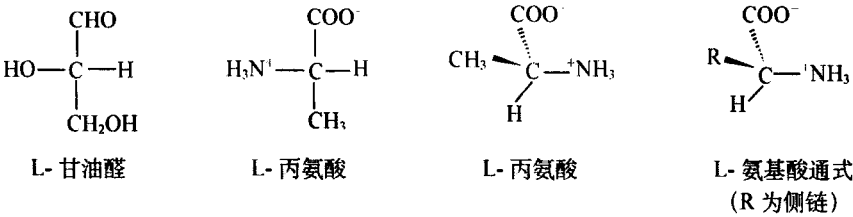


图 1-1 L-氨基酸的结构式

2. 氨基酸的分类 根据氨基酸侧链(R 基)的结构及理化性质,可分为非极性氨基酸与极性氨基酸两大类,具体又可细分为 4 类:①非极性、疏水性氨基酸;②极性、中性氨基酸;③酸性氨基酸;④碱性氨基酸(表 1-1)。

表 1-1 氨基酸的分类

分类	中文	英文	三字符号	单字符号
①非极性、疏水性氨基酸(7个)	甘氨酸	Glycine	Gly	G
	丙氨酸	Alanine	Ala	A
	缬氨酸	Valine	Val	V
	亮氨酸	Leucine	Leu	L
	异亮氨酸	Ileucine	Ile	I
	脯氨酸	Proline	Pro	P
	苯丙氨酸	Phenylalanine	Phe	F
②极性、中性氨基酸(8个)	丝氨酸	Serine	Ser	S
	苏氨酸	Threonine	Thr	T
	酪氨酸	Tyrosine	Tyr	Y
	色氨酸	Tryptophan	Trp	W
	半胱氨酸	Cysteine	Cys	C
	甲硫氨酸	Methionine	Met	M
	天冬酰胺	Asparagine	Asn	N
③酸性氨基酸(2个)	谷氨酸	Glutamate	Glu	E
	天冬氨酸	Aspartate	Asp	D
	赖氨酸	Lysine	Lys	K
④碱性氨基酸(3个)	组氨酸	Histidine	His	H
	精氨酸	Arginine	Arg	R

(1) 几类含特定基团的氨基酸

- 芳香族氨基酸: 苯丙氨酸、酪氨酸、色氨酸。
- 含羟基的氨基酸: 丝氨酸、苏氨酸、酪氨酸。
- 含硫原子的氨基酸: 半胱氨酸、甲硫氨酸(蛋氨酸)。
- 亚氨基酸: 脯氨酸。
- 营养必需氨基酸(8种): 即赖氨酸(K)、苏氨酸(T)、色氨酸(W)、苯丙氨酸(F)、蛋氨酸(M)、异亮氨酸(I)、缬氨酸(V)、亮氨酸(L)。记忆口诀: 赖苏色苯蛋, (用卡车来拉) 一辆(异亮)接(缬)一辆(亮)。或三字缩写: W-KTV-FILM。

(2) 氨基酸轮: 见图 1-2。

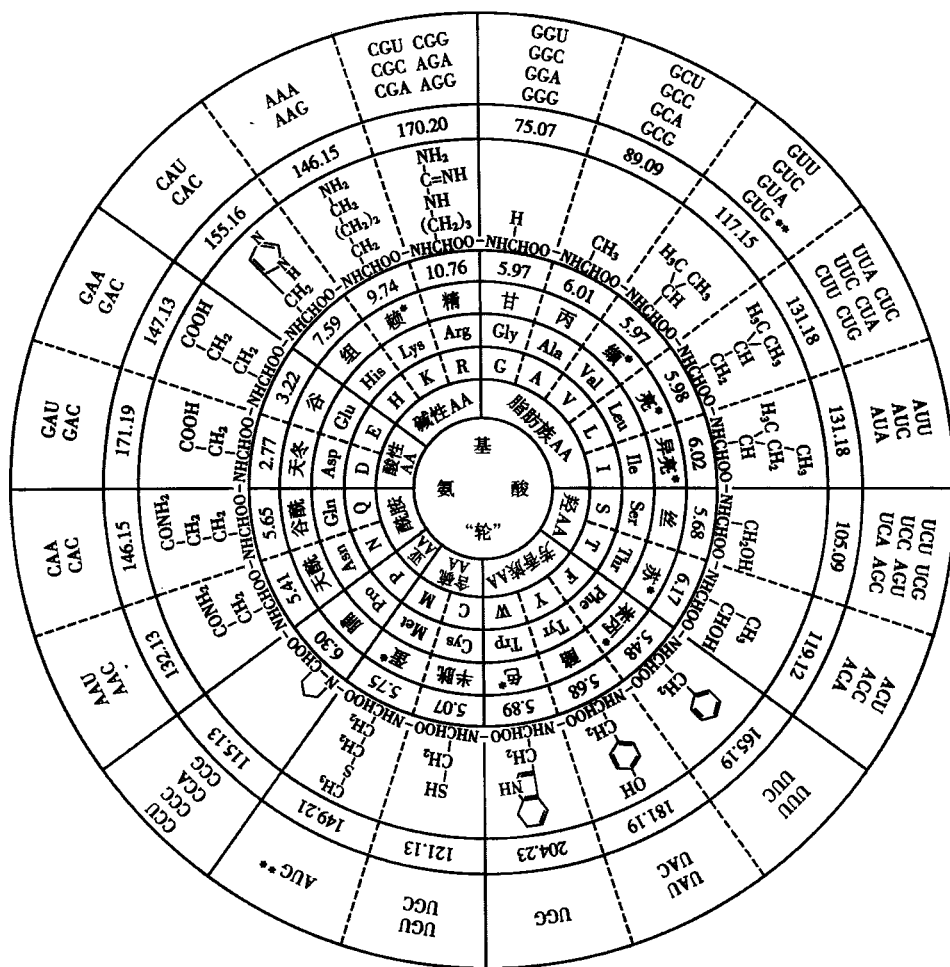


图 1-2 氨基酸轮

[引自:方振伟. 介绍一个实用的氨基酸轮. 第一军医大学学报, 1996, 16(3): 235]

配套练习

【A1 型题】

- [1] 含有两个羧基的氨基酸是()
 - A. 半胱氨酸
 - B. 苏氨酸
 - C. 苯丙氨酸
 - D. 谷氨酸
 - E. 组氨酸
- [2] 属于碱性氨基酸的是()
 - A. Lys
 - B. Trp
 - C. Val
 - D. Glu
 - E. Leu
- [3] 含巯基的氨基酸是()
 - A. 半胱氨酸
 - B. 丝氨酸
 - C. 蛋氨酸
 - D. 脯氨酸
 - E. 鸟氨酸

- [4] 下列哪一种氨基酸是亚氨基酸()
 A. 赖氨酸 B. 脯氨酸 C. 组氨酸
 D. 色氨酸 E. 异亮氨酸
- [5] 下列哪种氨基酸属于营养必需氨基酸()
 A. 缬氨酸 B. 精氨酸 C. 半胱氨酸
 D. 组氨酸 E. 丝氨酸
- [6] 不参与蛋白质组成的天然氨基酸是()
 A. 精氨酸 B. 瓜氨酸 C. 半胱氨酸
 D. 脯氨酸 E. 色氨酸
- [7] 天然蛋白质中不存在的氨基酸是()
 A. 蛋氨酸 B. 胱氨酸 C. 同型半胱氨酸
 D. 脯氨酸 E. 羟脯氨酸

【B1 型题】

8—9 题共用备选答案

- A. 半胱氨酸 B. 丝氨酸 C. 蛋氨酸
 D. 脯氨酸 E. 鸟氨酸

[8] 含巯基的氨基酸是()

[9] 天然蛋白质中不含的是()

(二) 氨基酸的理化性质

1. 两性解离及等电点 由于所有氨基酸在酸性溶液中与质子(H^+)结合呈带正电荷的阳离子($-NH_3^+$),也可在碱性溶液中与 OH^- 结合,失去质子变成带负电荷的阴离子($-COO^-$),因此氨基酸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酸碱度。

概念:在某一 pH 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 称为该氨基酸的等电点(isoelectric point, pI)。简而言之,等电点是指氨基酸所带正负电荷相等、呈电中性时溶液的 pH。

- 当溶液的 pH 大于氨基酸的等电点时(可理解为溶液偏碱性),氨基酸带负电。
- 当溶液的 pH 小于氨基酸的等电点时(可理解为溶液偏酸性),氨基酸带正电。

2. 紫外吸收性质 芳香族氨基酸含有共轭双键,可吸收紫外线,其中色氨酸、酪氨酸的最大吸收峰在 280nm 波长附近。由于大多数蛋白质含有酪氨酸和色氨酸残基,所以测定蛋白质溶液 280nm 的吸光度值,可快速简便地测定溶液中蛋白质的含量。

3. 茚三酮反应 氨基酸与茚三酮水合物共热、生成蓝紫色化合物(其最大吸收峰在 570nm 波长)。由于在此吸收峰处吸光度值的大小与氨基酸释放出的氨量成正比,因此可作为氨基酸定量分析方法。

配套练习
【A1 型题】

- [10] 当溶液的 pH 与某种氨基酸的 pI 一致时,该氨基酸在此溶液中的存在形式是()
 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

[11] 在 280nm 波长附近具有最大光吸收峰的氨基酸是()

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

(三) 肽和肽键

1. 肽键与肽链 肽键是由一个氨基酸的 α -羧基($-\text{COOH}$)与另一个氨基酸的 α -氨基($-\text{NH}_2$)脱水缩合而形成的化学键。

许多氨基酸通过肽键相连而成的链状结构称为多肽链(polypeptide chain)。

多肽链有两端。

- N 末端(氨基端):多肽链中有自由氨基的一端。
- C 末端(羧基端):多肽链中有自由羧基的一端。

多肽链骨架: $\text{NH}_2\text{-CH-CO-NH-CH-CO-NH-CH-CO}\cdots\text{NH-CH-COOH}$ (或简写为 $\text{NCC NCC NCC}\cdots$)。氨基酸分子因脱水缩合而基团不全,被称为氨基酸残基。

- 寡肽:由 10 个以内氨基酸相连而成的肽。
- 多肽:由更多的氨基酸相连形成的肽。

2. 重要的生物活性肽

(1)谷胱甘肽(GSH):由谷、半胱和甘氨酸组成的三肽(全称: γ -谷氨酰半胱氨酰甘氨酸)。第一个化学键由谷氨酸的 γ -羧基与半胱氨酸的氨基组成,分子中半胱氨酸的巯基是该化合物的主要功能基团。GSH 的巯基具有还原性,可作为体内重要的还原剂保护体内蛋白质或酶分子中巯基免遭氧化,使蛋白质或酶处在活性状态。

(2)多肽类激素及神经肽:体内有许多激素属寡肽或多肽,例如属于下丘脑-垂体-肾上腺皮质轴的催产素(9 肽)、加压素(9 肽)、促肾上腺皮质激素(39 肽)、促甲状腺素释放激素(3 肽)等。有一类在神经传导过程中起信号转导作用的肽类被称为神经肽,如脑啡肽(5 肽)、 β -内啡肽(31 肽)和强啡肽(17 肽)、孤啡肽(17 肽)、P 物质(10 肽)、神经肽 Y 等。

配套练习

【A1 型题】

[12] 关于肽键的性质和组成,叙述正确的是()

- A. 由 $\text{C}_{\alpha 1}$ 和 C-COOH 组成 B. 由 $\text{C}_{\alpha 1}$ 和 $\text{C}_{\alpha 2}$ 组成
C. 由 C_{α} 和 N 组成 D. 肽键有一定程度双键性质
E. 肽键可以自由旋转

[13] 下列关于谷胱甘肽的叙述中,哪一个说法是错误的()

- A. 它是一个三肽 B. 是一种具有两性性质的肽
C. 是一种酸性肽 D. 在体内是一种还原剂
E. 它有两种离子形式

(四) 蛋白质的一级结构及高级结构

蛋白质的一级结构又称为初级结构;蛋白质的高级结构又称为空间结构或构象(conformation),其层次可分为二级、三级、四级结构。

1. 蛋白质的一级结构

- 概念:蛋白质分子中从 N 端至 C 端的氨基酸排列顺序。



• 维持的主要化学键:肽键。此外,蛋白质分子中所有二硫键的位置也属于一级结构范畴。

一级结构是蛋白质空间构象和特异生物学功能的基础,但不是决定蛋白质空间构象的唯一因素。

2. 蛋白质的二级结构

• 概念:指蛋白质分子中某一段肽链的局部空间结构,也就是该段肽链主链骨架原子的相对空间位置,并不涉及氨基酸残基侧链的构象。

• 特点(关键词):局部或某一肽链、主链构象、不含侧链的构象。

• 主要形式:包括 α -螺旋、 β -折叠、 β -转角和无规卷曲。

• 维系的主要化学键:氢键。

(1) α -螺旋

• 概念:多肽链的主链围绕中心轴所形成的有规律的螺旋构象。

• 结构特征:①螺旋的走向为顺时针方向,即右手螺旋,氨基酸侧链伸向螺旋外侧;②每个螺旋圈含 3.6 个氨基酸残基,螺距为 0.54nm;③ α -螺旋的每个肽键的 NH 和第四个肽键的羰基氧形成氢键,氢键的方向与螺旋长轴基本平行,以稳固 α -螺旋结构。

• 影响 α -螺旋稳定的因素:R 基的大小、所带电荷、形状。①极性大的侧链基团(存在空间位阻);②连续存在的侧链带有相同电荷的氨基酸残基(同种电荷的互斥效应);③有 Pro 等亚氨基酸存在(不能形成氢键)。

• 举例:毛发的角蛋白、肌肉的肌球蛋白以及血凝块中的纤维蛋白,它们的多肽链几乎全长都卷曲成 α -螺旋。肌红蛋白和血红蛋白分子中有许多肽链段落呈 α -螺旋结构。

(2) β -折叠(或称为 β -片层)

• 概念:两段以上折叠成锯齿状的多肽链通过氢键相连进而形成较伸展的片层结构。

• 结构特征:①肽单元折叠成锯齿状(折纸状),R 基交错位于齿状结构上下方;②肽链间的氢键维持稳定,与主链长轴垂直;③两条以上肽链并列时, β -片层有平行式和反平行式两种类型。

• 举例:蚕丝蛋白几乎都是 β -折叠结构。

表 1-2 列举了 α -螺旋和 β -折叠结构的区别。

表 1-2 α -螺旋和 β -折叠结构比较

要点	α -螺旋	β -折叠
形状	螺旋状	锯齿状
氢键	链内,与长轴平行	链间,与长轴垂直
R 基	较大	较小
延伸性	较大	较小
1 个氨基酸残基高度	0.15nm	0.36nm
举例	毛发角蛋白	蚕丝蛋白

(3) β -转角

• 概念:多肽链 180°回折部分所形成的一种二级结构。

• 结构特征:①主链骨架本身以大约 180°回折;②回折部分通常由四个氨基酸残基构成;

③构象依靠第一残基的-CO 基与第四残基的-NH 基之间形成氢键来维系。