

全国高等医学院校教材配套用书
速记助考系列丛书

生物化学与分子生物学 要点速记

主编 韩丽敏 陈 军

Biochemistry
and molecular biology

- ◎ 学习难点
- ◎ 复习要点
- ◎ 考试重点



北京大学医学出版社

全国高等医学院校教材配套用书
速记助考系列丛书

生物化学与分子生物学要点速记

主 编 韩丽敏 陈 军

北京大学医学出版社

SHENGWU HUAXUE YU FENZI SHENGWUXUE YAODIAN SUJI

图书在版编目(CIP)数据

生物化学与分子生物学要点速记/韩丽敏,陈军主编. —北京:北京大学医学出版社, 2015. 8

(速记助考系列丛书)

ISBN 978-7-5659-1115-6

I. ①生… II. ①韩…②陈… III. ①生物化学—高等学校—教学参考资料②分子生物学—高等学校—教学参考资料

IV. ①Q5②Q7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 095780 号

生物化学与分子生物学要点速记

主 编: 韩丽敏 陈 军

出版发行: 北京大学医学出版社

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号

北京大学医学部院内

电 话: 发行部 010-82802230; 图书邮购 010-82802495

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京画中画印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 畅晓燕 责任校对: 金彤文

责任印制: 李 啸

开 本: 787mm×1092mm 1/32 印 张: 7.625

字 数: 194 千字

版 次: 2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-1115-6

定 价: 18.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

出版说明

“速记助考系列丛书”与卫生部第8版教材和教育部“十二五”规划教材配套，将教材中的学习难点、复习要点、考试重点以简洁精要的形式提炼出来。部分内容以表格的形式进行总结归纳，帮助复习记忆。对于最重点的内容，以下划线的形式标记。

- 丛书由北京大学医学部、中国协和医科大学和首都医科大学等知名院校的资深教师、优秀硕士生和博士生编写，汇集了这些院校多年的教学经验和经典的学习笔记。
- 内容简明扼要，帮助医学生快速掌握教材要点和学科重点，轻松应试。
- 便携式的口袋书，方便随身携带，随时复习。

目 录

第一章 蛋白质的结构与功能	1
第一节 蛋白质的分子组成	1
第二节 蛋白质的分子结构	4
第三节 蛋白质结构与功能的关系	7
第四节 蛋白质的理化性质	9
第五节 蛋白质的分离、纯化与结构分析	10
第二章 核酸的结构与功能	14
第一节 核酸的化学组成及一级结构	14
第二节 DNA 的空间结构与功能	15
第三节 RNA 的结构和功能	17
第四节 核酸的理化性质	18
第五节 核酸酶	20
第三章 酶	22
第一节 酶的分子结构与功能	22
第二节 酶的工作原理	24
第三节 酶促反应动力学	25
第四节 酶的调节	28
第五节 酶的分类与命名	29
第六节 酶与医学的关系	30
第四章 聚糖的结构与功能	31
第一节 糖蛋白分子中聚糖及其合成过程	31
第二节 蛋白聚糖分子中的糖胺聚糖	33
第三节 糖脂由鞘糖脂、甘油糖脂和类固醇衍生糖脂	

组成	34
第四节 聚糖结构中蕴含大量生物信息	34
第五章 维生素与无机盐	35
第一节 脂溶性维生素	35
第二节 水溶性维生素	36
第三节 微量元素	38
第四节 钙、磷及其代谢	40
第六章 糖代谢	42
第一节 糖的消化与吸收	42
第二节 糖的无氧氧化	42
第三节 糖的有氧氧化	45
第四节 磷酸戊糖途径	47
第五节 糖原的合成与分解	48
第六节 糖异生作用	49
第七节 葡萄糖的其他代谢产物	51
第八节 血糖	52
第七章 脂类代谢	55
第一节 脂质的构成、功能及分析	55
第二节 脂类的消化与吸收	57
第三节 三酰甘油代谢	58
第四节 磷脂的代谢	64
第五节 胆固醇的代谢	66
第六节 血浆脂蛋白的代谢	68
第八章 生物氧化	71
第一节 氧化呼吸链的组成	71
第二节 氧化磷酸化将氧化呼吸链释能与 ADP 磷酸化 生成 ATP 偶联	75
第三节 氧化磷酸化作用的影响因素	76
第四节 其他氧化与抗氧化体系	78

第九章 氨基酸代谢	80
第一节 蛋白质的生理功能和营养作用	80
第二节 蛋白质的消化、吸收与腐败	81
第三节 氨基酸的一般代谢	83
第四节 氨的代谢	86
第五节 个别氨基酸的代谢	89
第十章 核苷酸代谢	94
第一节 嘌呤核苷酸的合成与分解代谢	95
第二节 嘧啶核苷酸的合成与分解代谢	100
第十一章 非营养物质代谢	105
第一节 生物转化作用	105
第二节 胆汁与胆汁酸的代谢	107
第三节 血红素的生物合成	109
第四节 胆色素的代谢与黄疸	112
第十二章 物质代谢的联系与调节	116
第一节 物质代谢的特点	116
第二节 物质代谢的相互联系	116
第三节 肝在物质代谢中的作用	118
第四节 肝外重要组织器官的物质代谢特点及联系	119
第五节 物质代谢调节的主要方式	120
第十三章 真核基因与基因组	124
第一节 真核基因的结构与功能	124
第二节 真核基因组的结构与功能	126
第十四章 DNA 的生物合成	129
第一节 DNA 复制的基本特征	129
第二节 DNA 复制的酶学和拓扑学变化	131
第三节 原核生物的 DNA 生物合成	133
第四节 真核生物的 DNA 生物合成	136
第五节 反转录和其他复制方式	136

第十五章 DNA 损伤与修复	138
第一节 DNA 损伤	138
第二节 DNA 损伤的修复	139
第三节 DNA 损伤和修复的意义	144
第十六章 RNA 的生物合成	145
第一节 原核生物转录的模板和酶	145
第二节 原核生物的转录过程	147
第三节 真核生物 RNA 的生物合成	149
第四节 真核生物 RNA 的加工和降解	151
第十七章 蛋白质生物合成	157
第一节 蛋白质生物合成体系	157
第二节 氨基酸与 tRNA 的连接	160
第三节 肽链的生物合成过程	161
第四节 蛋白质翻译后修饰和靶向输送	163
第五节 蛋白质生物合成的干扰和抑制	164
第十八章 基因表达调控	166
第一节 基因表达与基因表达调控的基本概念和 特点	166
第二节 原核基因表达调控	169
第三节 真核基因表达调节	172
第十九章 细胞信号转导的分子机制	176
第一节 细胞信号转导概述	176
第二节 细胞内信号转导相关分子	177
第三节 细胞受体介导的细胞内信号转导	183
第四节 细胞信号转导的基本规律和复杂性	188
第五节 细胞信号转导异常与疾病	189
第二十章 常用分子生物学技术的原理及其应用	190
第一节 分子杂交与印迹技术	190
第二节 PCR 技术的原理与应用	192

第三节	基因文库.....	194
第四节	生物芯片技术.....	195
第五节	生物大分子相互作用研究技术.....	196
第二十一章	DNA 重组及重组 DNA 技术	199
第一节	自然界 DNA 重组和基因转移	199
第二节	重组 DNA 技术	203
第三节	重组 DNA 技术在医学中的应用	205
第二十二章	基因结构与功能分析技术.....	206
第一节	基因结构分析技术.....	206
第二节	基因表达产物分析技术.....	209
第三节	基因的生物学功能鉴定技术.....	209
第二十三章	癌基因、肿瘤抑制基因与生长因子.....	210
第一节	癌基因	210
第二节	肿瘤抑制基因	214
第三节	生长因子	218
第二十四章	疾病相关基因的鉴定与基因功能研究.....	222
第一节	鉴定疾病相关基因的原则	222
第二节	疾病相关基因克隆的策略和方法.....	222
第三节	疾病相关基因的功能研究	224
第二十五章	基因诊断和基因治疗	225
第一节	基因诊断	225
第二节	基因治疗	226
第二十六章	组学与医学	227
第一节	基因组学	227
第二节	转录组学	230
第三节	蛋白质组学	230
第四节	代谢组学	231
第五节	其他组学	231
第六节	组学在医学上的应用	232

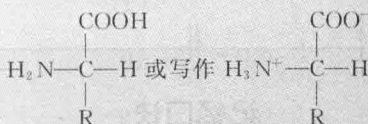
第一章

蛋白质的结构与功能

第一节 蛋白质的分子组成

一、组成人体蛋白质的20种氨基酸均属于L- α -氨基酸

α -氨基酸的一般结构式可用下式表示：



记忆口诀

一本淡色书 (Ile/Phe/Met/Trp/Thr)

四天写半经 (Ser/Asp/Val/Cys/Arg)

天仙来煮果脯 (Asn/Lys/His/Glu/Pro)

谷仙晾干烙饼 (Gln/Leu/Gly/Tyr/Ala)

二、氨基酸可根据侧链结构和理化性质进行分类

非极性脂肪族氨基酸 (6 种)	甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、脯氨酸
极性中性氨基酸 (6 种)	丝氨酸、半胱氨酸、甲硫氨酸 (蛋氨酸)、天冬酰胺、谷氨酰胺、苏氨酸
芳香族氨基酸 (3 种)	苯丙氨酸、色氨酸、酪氨酸
酸性氨基酸 (2 种)	谷氨酸、天冬氨酸
碱性氨基酸 (3 种)	赖氨酸、精氨酸、组氨酸

几种特殊氨基酸分类及记忆:

1. 含硫氨基酸 Met、Cys
2. 芳香族氨基酸 Phe、Tyr、Trp
3. 酸性氨基酸 Glu、Asp
4. 碱性氨基酸 Arg、His、Lys



记忆口诀

留 (含硫) 下半缸 (Cys) 蛋 (Met)
芳香 (芳香族) 落 (Tyr) 本 (Phe) 色 (Trp)
心酸 (酸性) 天天 (Asp) 哭 (Glu)
拣 (碱性) 来 (Lys) 三组 (His) 经 (Arg)

三、20 种氨基酸具有共同或特异的理化性质

1. 氨基酸具有两性解离的性质

(1) 等电点 (isoelectric point, pI): 在某一 pH 溶液中, 氨基酸解离成阳离子和阴离子的趋势及程度相等, 在溶液中既带正电又带负电, 且所带正负电荷相等, 净电荷为零, 成为兼

性离子。此时溶液的 pH 称为该氨基酸的等电点。

(2) 带电状态判定记忆：用 $pI-pH$ 可判断氨基酸在溶液中的带电情况。负数表明该氨基酸在溶液中带负电，差值越大所带负电荷越多；正数表明该氨基酸带正电；差值为零时表明该氨基酸在溶液中以兼性离子形式存在。

2. 紫外线吸收性质 含有共轭双键的色氨酸、酪氨酸和苯丙氨酸在280nm 波长附近具有最大吸收峰，这是蛋白质紫外线吸收特性的基础。

3. 与茚三酮反应生成蓝紫色化合物

四、氨基酸通过肽键连接而成蛋白质或多肽

1. 肽键 一个氨基酸的氨基与另一个氨基酸的羧基缩水而成的酰胺键，如图 1-1。

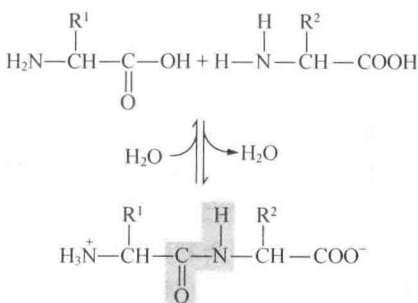


图 1-1 肽与肽键

2. 重要的生物活性肽

(1) 谷胱甘肽：Glu-Cys-Gly，其中 Glu 以 γ 羧基与 Cys 的 α 氨基形成肽键。

(2) 多肽激素与神经肽。

第二节 蛋白质的分子结构

一、氨基酸的排列顺序决定蛋白质的一级结构

1. 概念 氨基酸在多肽链中的排列顺序及其共价连接称为蛋白质的一级结构。

2. 一级结构的连接键 主要为肽键，有些还含有二硫键。

3. 一级结构体现生物信息 20^n (多样)。

4. 一级结构是空间结构及生物活性的基础 (特异)。

二、多肽链的局部主链构象为蛋白质二级结构

(一) 概念

蛋白质的二级结构是指某一段肽链的局部空间结构，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。

(二) 肽单元

1. 参与肽键组成的 6 个原子 ($C\alpha_1$ 、C、O、N、H 和 $C\alpha_2$) 位于同一平面， $C\alpha_1$ 和 $C\alpha_2$ 在平面上所处的位置为反式构型，此同一平面上的 6 个原子构成肽单元。

2. 其中，肽键的键长为 0.132nm，介于 C-N 的单键长 (0.149nm) 和双键长 (0.127nm) 之间，所以有一定程度双键性能，不能自由旋转。而 $C\alpha$ 分别与 N 和 CO 相连的键都是典型的单键，可以自由旋转。

(三) 二级结构由氢键维系，包括 α -螺旋、 β -折叠、 β -转角和无规则卷曲

1. α -螺旋 (α -helix)

(1) 右手螺旋：3.6 个氨基酸残基/圈，螺距为 0.54nm。

(2) 维持力：链内氢键 ($AA_1 \cdots AA_4$)，基本平行于长轴，所以 α -螺旋很稳定。

(3) 外侧侧链：氨基酸侧链伸向螺旋外侧，形成右手

螺旋。

2. β -折叠 (β -pleated sheet)

(1) 多肽链充分伸展，肽平面以 $C\alpha$ 为旋转点，折叠成锯齿状。

(2) 侧链交错位于锯齿状结构的上下方。

(3) 氢键维系：氢键的方向基本垂直于长轴。

(4) 可有顺平行片层和反平行片层结构。

3. 模体 (motif)

(1) 多肽链中相邻的几个二级结构在空间上相互接近，形成有规则的二级结构聚集体，称为超二级结构。

(2) 它们可直接作为三级结构的“建筑块”或域结构的组成单位，是蛋白质发挥特定功能的结构成分，称为模体。锌指结构就是常见的模体。

三、在二级结构基础上多肽链进一步折叠形成蛋白质三级结构

1. 概念 蛋白质的三级结构是指整条肽链中全部氨基酸残基的相对空间位置，包括主链和侧链的构象。三级结构的形成使得在序列中相隔较远的氨基酸侧链相互靠近。

2. 蛋白质三级结构的主要特点 ①序列中相隔较远的氨基酸侧链相互靠近，使长度缩短，形成球形、杆状等；②多数三级结构同时含有 α -螺旋和 β -折叠；③氨基酸残基侧链的极性决定其在三级结构中的位置，疏水基团在内，亲水基团在外；④主要靠次级键维系，包括疏水键、盐键、氢键、范德华力、二硫键；⑤功能相关的基团在三级结构中相互靠近，组成特定的表面功能区，故有些蛋白质在三级结构形成后即具有了生物学功能。

3. 结构域 (domain)

(1) 概念：分子量较大的蛋白质常可折叠成多个结构较为紧密且稳定的区域，并各行其功能，称为结构域。

- (2) 结构域与分子整体以共价键相连。
- (3) 具有相对独立的空间构象和生物学功能。
- (4) 同一蛋白质中的结构域可以相同或不同，不同蛋白质中的结构域也可能相同或不同。

四、含有两条以上多肽链的蛋白质具有四级结构

1. 有的蛋白质由几条肽链组成，肽链之间以非共价键相连，称为寡聚蛋白。

2. 寡聚蛋白中的每条多肽链都具有完整的三级结构，称为亚基。

3. 蛋白质分子中各个亚基的空间排布及亚基接触部位的布局 and 相互作用，称为蛋白质的四级结构。

(1) 亚基：寡聚蛋白中的单条独立的多肽链，具有独立的一、二、三级结构，单独存在时一般无生物学活性。

(2) 亚基之间以非共价键联系，可以相同或不同。

(3) 维系四级结构的化学键有疏水键、盐键、氢键和范德华力。

五、蛋白质的分类

1. 按组成分类 ①单纯蛋白：只有氨基酸组分；②结合蛋白：氨基酸组分+其他组分（辅基）。

2. 按结构分类 ①单体蛋白：只有一条多肽链；②寡聚蛋白：由几条肽链组成，肽链之间以非共价键相连；③超家族（super-family）、家族（family）、亚家族（sub-family）。

3. 按形状分类 ①纤维状蛋白质；②球状蛋白质。

4. 按照生物功能分类 包括酶、调节蛋白、转运蛋白、运动蛋白、防御蛋白、营养蛋白、储存蛋白、结构蛋白、毒蛋白。

第三节 蛋白质结构与功能的关系

一、蛋白质一级结构是高级结构与功能的基础

1. 一级结构是空间构象的基础。

2. 一级结构相似的蛋白质具有相似的高级结构与功能。

(1) 催产素：收缩子宫平滑肌，具有催产功能。

(2) 加压素：主要收缩血管平滑肌，同时具有升压和抗利尿作用（图 1-2）。

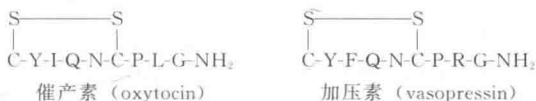


图 1-2 催产素与加压素结构比较

3. 氨基酸序列提供重要的生物进化信息。

4. 重要蛋白质氨基酸序列的变化可引起疾病。

(1) 镰状红细胞贫血症（图 1-3）

N-val·his·leu·thr·pro·glu·glu·····C(146) HbA

N-val·his·leu·thr·pro·val·glu·····C(146) HbS

(2) 分子病 (molecular disease)：由于蛋白质分子发生变异所导致的疾病。

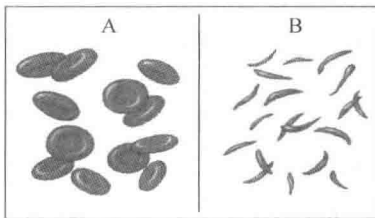


图 1-3 正常红细胞 (A) 和镰状红细胞 (B)

二、蛋白质的功能依赖特定空间结构

1. 血红蛋白亚基与肌红蛋白结构相似（图 1-4）。

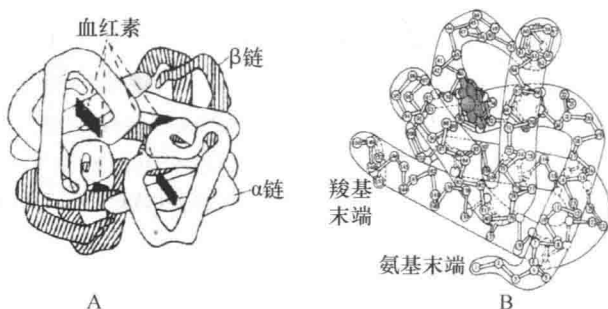


图 1-4 血红蛋白 (A) 与肌红蛋白 (B) 的结构

2. 血红蛋白亚基构象变化可影响亚基与氧结合。

(1) 别构效应 (变位效应): 蛋白质分子的特定部位与小分子化合物结合后, 引起空间构象改变, 从而促使生物学活性发生变化的现象。

(2) 协同效应: 一个寡聚体蛋白质的一个亚基与其配体结合后, 能影响此寡聚体中另一个亚基与配体结合能力的现象。可分类为: ① 正协同效应, 促进作用; ② 负协同效应, 抑制作用。

3. 蛋白质构象疾病——疯牛病 由于朊病毒蛋白 (PrP) 构象改变导致蛋白质聚集, 形成抗蛋白水解酶的淀粉样纤维沉淀 (图 1-5)。



图 1-5 疯牛病蛋白质构象变化