

全国高等医药院校教材配套用书

轻松记忆“三点”丛书

生物化学与 分子生物学速记

浩云涛◎主编



学习重点



复习要点



考试难点



阿虎医考

中国医药科技出版社

全国高等医药院校教材配套用书

轻松记忆“三点”丛书

生物化学与 分子生物学 速记

主编 浩云涛

中国医药科技出版社

内容提要

本书是全国高等医药院校教材配套用书之一, 全书高度浓缩了生物化学与分子生物学的相关知识, 切中要点又充分保留了学科系统的完整性, 更广泛吸取了各名校优秀学习者的宝贵心得, 利于读者提高学习效率。

本书是医学生专业知识学习、记忆及应考的必备书, 也可作为参加卫生专业技术资格考试的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学与分子生物学速记 / 浩云涛主编. — 北京: 中国医药科技出版社, 2017.5

(轻松记忆“三点”丛书)

ISBN 978-7-5067-9296-7

I. ①生… II. ①浩… III. ①生物化学-医学院校-教学参考资料
②分子生物学-医学院校-教学参考资料 IV. ① Q5 ② Q7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 094941 号

美术编辑 陈君杞

版式设计 大隐设计

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 发行: 010-62227427 邮购: 010-62236938

网址 www.cmstp.com

规格 787 × 1092mm $1/_{32}$

印张 13 $1/_{4}$

字数 328 千字

版次 2017 年 5 月第 1 版

印次 2017 年 5 月第 1 次印刷

印刷 北京九天众诚印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-9296-7

定价 29.00 元

版权所有 盗版必究

举报电话: 010-62228771

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

出版说明

本系列丛书以全国医学院校教学大纲为依据，以国内医学院校通用的权威教材为基础，针对医学知识难懂、难记、难背的特点，收集、整理中国协和医科大学、北京大学医学部、中国医科大学、中山大学中山医学院、华中科技大学同济医学院等国内知名院校优秀硕士、博士生多年的学习笔记和心得编撰而成。丛书在编写过程中对各校在用的教材进行了缜密的分析和比较，各科目分别选择了符合其学科特点，有助于学生进行系统性学习的教材体系作为蓝本。内容简洁精要，切中要点又充分保留了学科系统的完整性，其中更广泛汲取了各名校优秀学习者的宝贵心得，让学生既能将本丛书作为课前预习、课后复习识记的随身宝典，也能帮助学生明确重点和难点内容，提高听课效率，对知识总结归纳、融会贯通，从而减轻学习负担，增强学习效果。

我们鼓励广大读者将本丛书同自己正在进行的课程学习相结合，感受前辈学习者对于知识内容的理解，充分了解自己学习的得失，相互比较，互通有无。我们也相信在我们的帮助下，必定会有更多的医学学习者通过自己的努力品味到知识果实的甜美。

由于我们学识有限，编写时间仓促，疏漏或不当之处请各位同仁和读者批评指正。衷心感谢！祝所有读者学有所成，硕果累累！

目录

第一篇 生物分子结构与功能

第一章 蛋白质的结构与功能 / 2

- 第一节 蛋白质的分子组成 / 2
- 第二节 蛋白质的分子结构 / 5
- 第三节 蛋白质结构与功能的关系 / 12
- 第四节 蛋白质的理化性质 / 16
- 第五节 蛋白质的分离、纯化与结构分析 / 20

第二章 核酸的结构与功能 / 26

- 第一节 核酸的化学组成及一级结构 / 26
- 第二节 DNA 的空间结构与功能 / 30
- 第三节 RNA 的结构与功能 / 34
- 第四节 核酸的理化性质 / 40
- 第五节 核酸酶 / 43

第三章 酶 / 46

- 第一节 酶的分子结构与功能 / 46
- 第二节 酶的工作原理 / 49
- 第三节 酶促反应动力学 / 51
- 第四节 酶的调节 / 59
- 第五节 酶的命名与分类 / 64
- 第六节 酶与医学的关系 / 65

第四章 聚糖的结构与功能 / 70

第一节 糖蛋白分子中聚糖及其合成过程 / 70

第二节 蛋白聚糖分子中的糖胺聚糖 / 70

第三节 糖脂由鞘糖脂、甘油糖脂和类固醇衍生糖脂组成 / 71

第四节 聚糖结构中蕴含大量生物信息 / 71

第五章 维生素与无机盐 / 72

第一节 脂溶性维生素 / 72

第二节 水溶性维生素 / 80

第三节 微量元素 / 91

第四节 钙、磷及其代谢 / 95

第二篇 物质代谢及其调节

第六章 糖代谢 / 98

第一节 糖的消化吸收与转运 / 98

第二节 糖的无氧分解 / 100

第三节 糖的有氧氧化 / 106

第四节 磷酸戊糖途径 / 112

第五节 糖原的合成与分解 / 115

第六节 糖异生 / 118

第七节 葡萄糖的其他代谢产物 / 122

第八节 血糖及其调节 / 122

第七章 脂类代谢 / 124

第一节 脂质的构成、功能及分析 / 125

第二节 脂质的消化吸收 / 126

第三节 甘油三酯代谢 / 127

第四节 磷脂代谢 / 139

第五节 胆固醇代谢 / 141

第六节 血浆脂蛋白代谢 / 144

第八章 生物氧化 / 149

第一节 氧化呼吸链是由具有电子传递功能的复合体组成 / 149

第二节 氧化磷酸化将氧化呼吸链释能与 ADP 磷酸化偶联生成 / 153

第三节 氧化磷酸化的影响因素 / 155

第四节 其他氧化与抗氧化体系 / 158

第九章 氨基酸代谢 / 160

第一节 蛋白质的生理功能和营养价值 / 160

第二节 蛋白质的消化、吸收与腐败 / 162

第三节 氨基酸的一般代谢 / 167

第四节 氨的代谢 / 175

第五节 个别氨基酸的代谢 / 182

第十章 核苷酸代谢 / 194

第一节 嘌呤核苷酸的合成与分解代谢 / 195

第二节 嘧啶核苷酸的合成与分解代谢 / 205

第十一章 非营养物质代谢 / 210

第一节 生物转化作用 / 210

第二节 胆汁与胆汁酸的代谢 / 214

第三节 血红素的生物合成 / 218

第四节 胆色素的代谢与黄疸 / 222

第十二章 物质代谢的整合与调节 / 230

第一节 物质代谢的特点 / 230

第二节 物质代谢的相互联系 / 232

第三节 肝在物质代谢中的作用 / 236

第四节 肝外重要组织器官的物质代谢特点及联系 / 236

第五节 物质代谢调节的主要方式 / 239

第三篇 遗传信息的传递

第十三章 真核基因与基因组 / 254

第一节 真核基因的结构与功能 / 254

第二节 真核基因组的结构与功能 / 254

第十四章 DNA 的生物合成 / 255

第一节 DNA 复制的基本特征 / 255

第二节 DNA 复制的酶学和拓扑学变化 / 258

第三节 原核生物 DNA 复制过程 / 267

第四节 真核生物 DNA 生物合成过程 / 270

第五节 逆转录和其他复制方式 / 276

第十五章 DNA 损伤与修复 / 281

第一节 DNA 损伤 / 281

第二节 DNA 损伤的修复 / 284

第三节 DNA 损伤和修复的意义 / 286

第十六章 RNA 的生物合成 / 288

第一节 原核生物转录的模板和酶 / 289

第二节 原核生物的转录过程 / 291

第三节 真核生物 RNA 的生物合成 / 295

第四节 真核生物 RNA 的加工和降解 / 302

第十七章 蛋白质的生物合成 / 310

第一节 蛋白质生物合成体系 / 310

第二节 氨基酸与 tRNA 的连接 / 316

- 第三节 肽链的生物合成过程 / 317
- 第四节 肽链生物合成后的加工和靶向输送 / 325
- 第五节 蛋白质生物合成的干扰和抑制 / 330

第十八章 基因表达调控 / 334

- 第一节 基因表达与基因表达调控的基本概念与特点 / 334
- 第二节 原核基因表达调控 / 341
- 第三节 真核基因表达调控 / 345

第十九章 细胞信号转导的分子机制 / 357

- 第一节 细胞信号转导概述 / 357
- 第二节 细胞内信号转导分子 / 357
- 第三节 细胞受体介导的细胞内信号转导 / 358
- 第四节 细胞信号转导的基本规律和复杂性 / 366
- 第五节 细胞信号转导异常与疾病 / 367

第四篇 分子医学专题

第二十章 常用分子生物学技术的原理及其应用 / 370

- 第一节 分子杂交与印迹技术 / 370
- 第二节 PCR 技术的原理与应用 / 370
- 第三节 基因文库 / 370
- 第四节 生物芯片技术 / 371
- 第五节 生物大分子相互作用研究技术 / 371

第二十一章 基因重组与基因工程 / 372

- 第一节 自然界的 DNA 重组和基因转移 / 372
- 第二节 重组 DNA 技术 / 379
- 第三节 重组 DNA 技术在医学中的应用 / 389

第二十二章 基因结构与功能分析技术 / 402

第一节 基因结构与分析技术 / 402

第二节 基因表达产物分析技术 / 402

第三节 基因的生物学功能鉴定技术 / 403

第二十三章 癌基因、肿瘤抑制基因与生长因子 / 404

第一节 癌基因 / 404

第二节 肿瘤抑制基因 / 406

第三节 生长因子 / 407

第二十四章 疾病相关基因的鉴定与基因功能研究 / 409

第一节 鉴定疾病相关基因的原则 / 409

第二节 疾病相关基因克隆的策略和方法 / 409

第三节 疾病相关基因的功能研究 / 409

第二十五章 基因诊断和基因治疗 / 411

第一节 基因诊断 / 411

第二节 基因治疗 / 411

第二十六章 组学与医学 / 412

第一节 基因组学 / 412

第二节 转录组学 / 412

第三节 蛋白质组学 / 412

第四节 代谢组学 / 413

第五节 其他组学 / 413

第六节 组学在医学上的应用 / 413



第一篇

生物分子结构与功能



第一章

蛋白质的结构与功能

蛋白质的定义：许多氨基酸（amino acid）通过肽键（peptide bond）相连形成的高分子含氮化合物。

蛋白质的功能：①生物催化剂（酶）；②代谢调节作用；③免疫保护作用；④物质转运和储存；⑤运动与支持作用；⑥参与细胞间信息传递。

第一节 蛋白质的分子组成

蛋白质的分子组成：

（1）主要有碳（50%~55%）、氢（6%~7%）、氧（19%~24%）、氮（13%~19%）和硫（0%~4%）。

（2）有些蛋白质还有少量磷或金属元素铁、铜、锰、钴、钼等，个别蛋白质还含有碘。

（3）组成人体蛋白质的氨基酸仅有20种。

（4）各种蛋白质的含氮量很接近，平均为16%。

（5）每克样品含氮克数 $\times 6.25 \times 100 = 100\text{g}$ 样品中蛋白质含量（g%）。

一、氨基酸

（一）氨基酸的分类

1. 按酸、碱性和极性分类

（1）非极性、疏水性氨基酸 甘氨酸（Gly）、丙氨酸（Ala）、缬氨酸（Val）、亮氨酸（Leu）、异亮氨酸（Ile）、苯丙氨酸（Phe）、

脯氨酸 (Pro)。

(2) 极性、中性氨基酸 色氨酸 (Trp)、丝氨酸 (Ser)、酪氨酸 (Tyr)、半胱氨酸 (Cys)、甲硫氨酸 (Met)、天冬酰胺 (Asn)、谷氨酰胺 (Gln)、苏氨酸 (Thr)。

(3) 酸性氨基酸 (具有两个羧基) 天冬氨酸 (Asp)、谷氨酸 (Glu)。

(4) 碱性氨基酸 赖氨酸 (Lys) (具有两个氨基)、精氨酸 (Arg)、组氨酸 (His)。

2. 特殊记忆的氨基酸

(1) 可以形成二硫键 ($-S-S-$) 的氨基酸 半胱氨酸 (Cys)。

(2) 含硫氨基酸 甲硫氨酸 (Met)、半胱氨酸、胱氨酸。

(3) 亚氨基酸 脯氨酸。

(4) 芳香族氨基酸 苯丙氨酸 (Phe)、酪氨酸 (Tyr)、色氨酸 (Trp)。

注意: 芳香族氨基酸含有苯环, 苯环有共轭双键, 在 280nm 处有最大吸收。

(5) 支链氨基酸 缬氨酸 (Val)、亮氨酸 (Leu) 和异亮氨酸 (Ile)。

(6) 含有羟基的氨基酸 丝氨酸 (Ser)、苏氨酸 (Thr)、酪氨酸 (Tyr)。

(7) 必需氨基酸 缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸 (支链氨基酸)、苯丙氨酸、色氨酸 (芳香族氨基酸)、甲硫氨酸 (含硫氨基酸)、赖氨酸 (碱性氨基酸)、苏氨酸 (含有羟基的氨基酸)。

(8) 天然蛋白质中不存在的氨基酸 同型半胱氨酸。

(9) 不属于 L- α -氨基酸的是: 甘氨酸。

(二) 氨基酸的理化性质

1. 两性解离及等电点

(1) 两性解离

① 氨基酸是一种两性电解质, 具有两性解离的特性;

② 氨基酸的解离方式取决于所处溶液的酸碱度。

(2) 等电点 (isoelectric point, pI)

① 定义: 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，称为兼性离子，呈电中性，此时溶液的 pH 称为该氨基酸的等电点。

②等电点计算公式： $pI=1/2(pK_1+pK_2)$ 。

③溶液的 pH 值与 pI：若溶液 $pH < pI$ ，解离成阳离子；若溶液 $pH > pI$ ，解离成阴离子；若溶液 $pH = pI$ ，成为兼性离子，呈电中性。

2. 紫外吸收性质

(1) 含有共轭双键的色氨酸、酪氨酸最大吸收峰在 280nm。

(2) 大多数蛋白质都含色氨酸和酪氨酸残基，所以测定蛋白质溶液 280nm 的吸光度值，是分析溶液中蛋白质含量的快速简便的方法。

3. 茚三酮反应 可作为氨基酸定量分析的方法。

二、肽

(一) 肽的相关概念

1. 二肽 1 分子甘氨酸和 1 分子甘氨酸脱去 1 分子水缩合成为甘氨酰甘氨酸，是最简单的肽 (peptide)，即二肽。

2. 肽键 (peptide bond) 两个氨基酸通过脱水形成的酰胺键叫肽键。

3. 寡肽 (oligopeptide) 由 10 个以内氨基酸相连而成的肽成为寡肽。

4. 多肽 (polypeptide) 由 10 个以上氨基酸相连而成的肽成为多肽。

5. 残基 (residue) 肽链中的氨基酸分子因脱水缩合而基团不全，称为氨基酸残基。

(二) 生物活性肽

1. 谷胱甘肽 (GSH)

(1) 组成：谷氨酸、半胱氨酸和甘氨酸组成的三肽。

(2) 第一个肽键是由谷氨酸 γ -羧基 (而不是 α -羧基) 与半胱氨酸的氨基组成。

(3) 分子中半胱氨酸的巯基 (—SH) 是该化合物的主要功

能基团。

(4) 功能

① GSH 的巯基 ($-SH$) 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 GSH 的巯基还有嗜核特性, 能与外源的嗜电子毒物如致癌剂或药物等结合, 从而阻断这些化合物与 DNA、RNA 或蛋白质结合, 以保护机体免遭毒物破坏。

2. 多肽类激素及神经肽

(1) 促甲状腺激素释放激素 是一个特殊结构的三肽, 其 N 端的谷氨酸环化成为焦谷氨酸 (pyroglutamic acid), C 端的脯氨酸残基酰化成为脯氨酰胺, 它由下丘脑分泌, 可促进腺垂体分泌促甲状腺激素。

(2) 神经肽 (neuropeptide) 指一类在神经传导过程中起信号转导作用的肽类 (neuropeptide)。

第二节 蛋白质的分子结构

(1) 蛋白质分子是由许多氨基酸通过肽键相连形成的生物大分子。

(2) 每种蛋白质都有其一定的氨基酸百分组成及氨基酸排列顺序, 以及肽链空间的特定排布位置。

(3) 由氨基酸排列顺序及肽链的空间排布等构成蛋白质分子结构。蛋白质复杂的分子结构分成4 个层次, 即一级、二级、三级、四级结构, 后三者统称为高级结构或空间构象 (conformation)。

(4) 蛋白质的空间构象涵盖了蛋白质分子中的每一原子在三维空间的相对位置, 它们是蛋白质特有性质和功能的结构基础。

(5) 并非所有的蛋白质都有四级结构, 由一条肽链形成的蛋白质只有一级、二级和三级结构, 由两条或两条以上多肽链

形成的蛋白质才可能有四级结构。

一、蛋白质的一级结构

(1) 在蛋白质分子中,从 N 端至 C 端的氨基酸排列顺序称为蛋白质的一级结构 (primary structure)。

(2) 一级结构中的主要化学键是肽键,肽键不是氨基酸残基之间惟一的化学键。

(3) 蛋白质分子中所有二硫键的位置属于一级结构范畴 (如胰岛素)。

(4) 蛋白质的一级结构决定于遗传信息。

(5) 一级结构是蛋白质空间构象和特异生物学功能的基础。

(6) 蛋白质一级结构并不是决定蛋白质空间构象的惟一因素。

二、蛋白质的二级结构

1. 定义 蛋白质的二级结构 (secondary structure) 是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。

2. 肽链主链骨架原子 即 N (氨基氮)、 C_{α} (α -碳原子) 和 C_0 (羰基碳) 3 个原子依次重复排列。

3. 稳定二级结构的因素 为肽键的羰基氧和亚氨基氢之间形成的氢键。即氢键为主要的化学键。

4. 肽单元 是形成二级结构的基础。

5. 形式 蛋白质的二级结构主要包括 α 螺旋、 β 折叠、 β 转角和无规则卷曲。

6. 意义

(1) 二级结构是由一级结构决定的。

(2) 在蛋白质中存在 2 个或 3 个由二级结构的肽段形成的膜序,发挥特殊生理功能。

(3) 二级结构为短距离效应,在蛋白质分子内空间上相邻的两个以上的二级结构还可协同完成特定的功能。

(一) 肽单元

1. 概念 参与肽键相关的 6 个原子 C_α 、C、O、N、H、 C_α 位于同一平面，此同一平面上的 6 个原子构成了所谓的肽单元 (peptide unit)。肽单元是蛋白质构象的基本结构单位。

2. 肽单元结构的特点

(1) 肽键 (C—N) 的键长为 0.132nm ，介于 C—N 的单键 (0.149nm) 和双键 (0.127nm) 之间，具有一定程度双键性能，不能自由旋转。

(2) 肽键的 —C=O 和 —N—H 及两个 C_α 均为反式构型。

(3) C_α 分别与 N 和 C_0 相连的键都是典型的单键，可以自由旋转， C_α 与 C_0 的键旋转角度以 ϕ 表示， C_α 与 N 的键角以 ψ 表示。

(4) 由于肽单元上 C_α 原子所连的 2 个单键的自由旋转角度，决定了两个相邻的肽单元平面的相对空间位置。

(5) 肽单元平面的相对空间位置是肽链折叠、盘曲的基础。

(二) α 螺旋

(1) 在 α 螺旋结构中，多肽链的主链围绕中心轴作有规律的螺旋式上升，螺旋的走向为顺时针方向，所谓右手螺旋，其 ψ 为 -47° ， ϕ 为 -57° 。

(2) 氨基酸侧链伸向螺旋外侧。

(3) 每 3.6 个氨基酸残基螺旋上升 1 圈，螺距为 0.54nm 。

(4) α 螺旋的每个肽键的 N—H 和第 4 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。

(5) 肽链中的全部肽键都可形成氢键，以稳固 α 螺旋结构。

(6) α 螺旋的例子：角蛋白、肌球蛋白、纤维蛋白。

(7) 20 种氨基酸均可参与组成 α 螺旋结构，但是 Ala、Glu、Leu 和 Met 比 Gly、Pro、Ser 和 Tyr 更常见。

(8) 在蛋白质表面存在的 α 螺旋，常具有两性特点，即每隔 3~4 个氨基酸残基，使之能在极性或非极性环境中存在。

(9) 数条 α 螺旋状的多肽链可缠绕起来，形成缆索，增强其机械强度，并具有可伸缩性（弹性）。