

美国医师执照考试高效复习丛书（中英文对照）

High-Yield **BIOCHEMISTRY**

7

生物化学

[美]布鲁斯·威尔科克斯◆著
(R. Bruce Wilcox)



中英对照
高效快捷
条理清晰
图文并茂

中信出版社
辽宁教育出版社

美国医师执照考试高效复习丛书(中英文对照)

美] 布鲁斯·威尔科克斯 著

生 物 化 学

High - Yield Biochemistry

主 译 陈 瑞

译 者 (以姓氏笔画为序)

付慧芳 刘 华 李俊发 余和芬

杨晓梅 陈 瑞 杜毅峰 胡应安

侯燕芝 黄如彬 熊 英

中 信 出 版 社

辽宁教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学/ (美) 威尔科克斯 (Wilcox, R. B.) 编著; 陈瑞等译 — 北京: 中信出版社, 2003 12

(美国医师执照考试高效复习丛书)

书名原文: High - Yield Biochemistry

ISBN 7 - 5086 - 0077 - 0

I . 生.. II . ①威...②陈.. III 生物化学 - 医师 - 资格考核 - 美国 - 自学参考资料 - 汉、英 IV Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 114235 号

Copyright© 1999 LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS

The Simplified Chinese/English edition copyright © 2003 by CITIC Publishing House/Liaoning Education Press

This edition published by arrangement with Lippincott Williams & Wilkins Inc., USA.

本书中药物的适应证、不良反应和剂量及用法有可能变化, 读者在用药时应注意阅读厂商在包装盒上提供的信息。

生物化学

SHENGWU HUAXUE

著 者: [美] 布鲁斯·威尔科克斯

译 者: 陈 瑞 等

责任编辑: 贾增福 靳纯桥

出版发行: 中信出版社 (北京朝阳区东外大街亮马河南路 14 号 塔园外交办公大楼 100600)

经 销 者: 中信联合发行有限公司

承 印 者: 北京牛山世兴印刷厂

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印 张: 13.5 字 数: 345 千字

版 次: 2004 年 1 月第 1 版 印 次: 2004 年 1 月第 1 次印刷

京权图字: 01 - 2003 - 7797

书 号: ISBN 7 - 5086 - 0077 - 0/R·25

定 价: 35.00 元

版权所有·侵权必究

凡购本社图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由发行公司负责退换。服务热线: 010 - 8532 2521

E - mail: sales@citicpub.com

010 - 8532 2522

译者前言

《美国医师执照考试高效复习丛书》由 Lippincott Williams & Wilkins 公司出版,为参加美国医师行医执照考试(United States Medical Licensing Examination, USMLE)所用的培训教材,其主要读者对象是美国国内准备参加考试的医学生或毕业生和有志获取美国行医执照的外国医生或医学生。为了满足我国广大医学生和医生的需求,适应双语教学的需要,中信出版社和辽宁教育出版社委托首都医科大学组织学校及各附属医院相关学科的专家教授翻译了这套丛书。

丛书共 17 个分册,涵盖 USMLE 第一阶段(Step 1)基础医学和第二阶段(Step 2)临床医学的主要课程。丛书复习的高效性主要体现在:内容高度概括,重点突出,利于考生抓住重点,快速记忆;内容选择针对性强,用较少的时间便可掌握更多更重要的知识。各分册均由相关专业的专家教授编写,使丛书内容更具有权威性。

丛书的主要特点:(1)编排新颖、图文并茂:既有基础知识要点的分类介绍,又有以疾病为核心的综合复习,同时还有相关学科的横向比较和归纳;该丛书收集了大量丰富多彩的图片,使内容直观易懂;运用了大量表格对重要概念和问题进行比较、归纳和总结,便于快速理解和记忆。(2)理论联系实际,基础与临床结合:基础医学部分在讨论基础医学知识的同时,设有“与临床联系”等类似内容。临床医学部分在学习临床理论的同时,给出各种“病例分析”,使理论与实践紧密结合。这对医学教育的思维模式是一种创新。(3)丛书出版采取中英文合出的形式,即前面是中文,后面是英文。

丛书既可作为教学材料,又可供学生课后参考,适应于医学院校开展双语教学;也可作为我国执业医师资格考试复习的参考书,以及有志于获取美国行医执照的中国医学生和医生参考。

需要说明的是,书中部分图片是引用其他作者的,因在英文部分均有交代,在中又部分未列出。

Dedication

This book is dedicated to my father, H. Bruce Wilcox, for endowing me with a passionate love for teaching, and to the freshman medical and dental students at Loma Linda University who for over 30 years have paid tuition at confiscatory rates so that I have never had to go to work.

Preface

High-Yield Biochemistry is based on a series of notes prepared in response to repeated and impassioned requests by my students for a “complete and concise” review of biochemistry. It is designed for rapid review during the last days and hours before the United States Medical Licensing Examination (USMLE), Step 1. While this book provides the essential information needed for a quick review, always remember that you cannot review what you never knew.

Acknowledgments

I would like to thank Dr. John Sands for his invaluable help in reviewing and editing Chapter 11, "Biotechnology." Many thanks are due to the staff at Lippincott Williams & Wilkins, especially Associate Development Editor, Lisa Bolger, for her many encouraging e-mail messages through what has truly been a long, hot summer. I am also indebted to Dr. J. Paul Stauffer at Pacific Union College for instruction in the felicitous use of English, to the late P.G. Wodehouse for continuing and enriching that instruction, and to General U.S. Grant for providing an example of laconic communication.

目 录

1	酸 - 碱相互关系	1
I	酸的解离	1
II	酸度的测量	1
III	缓冲溶液	2
IV	酸-碱平衡	2
V	酸-碱紊乱	3
VI	临床联系 糖尿病酮症酸中毒	3
2	氨基酸和蛋白质	5
I	蛋白质的功能	5
II	蛋白质是多肽	5
III	蛋白质结构	7
IV	蛋白质溶解度和 R 基团	7
V	蛋白质变性(作用)	8
VI	临床联系	9
3	酶	10
I	能量关系	10
II	自由能的变化	10
III	酶是生物催化剂	11
IV	Michaelis-Menten 方程	11
V	Lineweaver-Burk 方程	12
VI	酶的调节	13
VII	临床联系 甲醇和乙二醇中毒	15
4	柠檬酸循环和氧化磷酸化	16
I	细胞内的能量和腺苷三磷酸	16
II	柠檬酸循环	17
III	柠檬酸循环的产物(一次循环)	17
IV	柠檬酸循环的合成作用	17
V	柠檬酸循环的调节	18
VI	电子传递与氧化磷酸化作用	19

Ⅵ. 化学渗透假说	20
Ⅶ. 临床联系	20
5 糖代谢	22
I. 糖的消化与吸收	22
II. 糖原代谢	22
III. 糖酵解	23
IV. 糖异生作用	25
V. 糖酵解与糖异生作用的调节	26
VI. 磷酸戊糖途径	26
VII. 蔗糖和乳糖的代谢	27
VIII. 临床联系	29
6 脂类代谢	31
I. 脂类的功能	31
II. 脂类的消化	31
III. 脂蛋白的吸收	31
IV. 脂肪酸的氧化	33
V. 脂肪酸的合成	35
VI. 甘油酯的合成	38
VII. 鞘脂的合成	39
VIII. 胆固醇的合成	39
IX. 临床联系	40
7 氨基酸代谢	42
I. 氨基酸的功能	42
II. 氨基酸的脱氨	42
III. 尿素循环与解氨毒作用	42
IV. 氨基酸的碳骨架	43
V. 临床联系: 氨基酸代谢的遗传(先天)缺陷	46
8 核苷酸代谢	49
I. 核苷酸的结构	49
II. 核苷酸的功能	49
III. 嘌呤核苷酸的合成	49
IV. 嘧啶核苷酸的合成	52
V. 脱氧核糖核苷酸的合成	54
VI. 核苷酸的分解代谢	55
VII. 临床联系	57

9 营养	59
I. 能量的需要量	59
II. 常量营养成分	59
III. 微量营养成分:脂溶性维生素	62
IV. 微量营养成分:水溶性维生素	64
V. 矿物质(无机盐)	68
10 基因表达	71
I. 遗传信息	71
II. DNA 和 RNA:核苷酸结构	72
III. DNA 合成(复制)	73
IV. 转录	76
V. 翻译(蛋白质合成)	78
VI. 突变	81
11 生物技术	83
I. 蛋白质纯化	83
II. 蛋白质分析	83
III. DNA 分析	85
IV. 重组 DNA 和蛋白质的克隆技术	89
V. 临床联系	90
12 激素	92
I. 概述	92
II. 激素的分类	92
III. 激素作用机制	92
IV. 调节能量代谢的激素	94
V. 调节水盐平衡的激素	95
VI. 调节钙磷代谢的激素	95
VII. 调节生长和代谢的激素	96
VIII. 调节男性生殖系统的激素	96
IX. 调节女性生殖系统的激素	97
X. 临床联系:糖尿病	98

Contents

1	Acid-Base Relationships.....	99
	I. Acidic dissociation.....	99
	II. Measures of acidity.....	99
	III. Buffers.....	100
	IV. Acid-base balance.....	100
	V. Acid-base disorders.....	102
	VI. Clinical relevance: diabetic ketoacidosis.....	102
2	Amino Acids and Proteins	104
	I. Functions of proteins.....	104
	II. Proteins as polypeptides.....	104
	III. Protein structure	105
	IV. Protein solubility and R-groups.....	108
	V. Protein denaturation.....	108
	VI. Clinical relevance.....	108
3	Enzymes	110
	I. Energy relationships	110
	II. Free-energy change.....	110
	III. Enzymes as biological catalysts.....	111
	IV. Michaelis-Menten equation	112
	V. Lineweaver-Burk equation.....	113
	VI. Enzyme regulation.....	114
	VII. Clinical relevance: methanol and ethylene glycol poisoning	116
4	Citric Acid Cycle and Oxidative Phosphorylation	117
	I. Cellular energy and adenosine triphosphate.....	117
	II. Citric acid cycle.....	118
	III. Products of the citric acid cycle (one revolution)	118
	IV. Synthetic function of the citric acid cycle.....	119
	V. Regulation of the citric acid cycle	120
	VI. Electron transport and oxidative phosphorylation.....	120
	VII. Chemiosmotic hypothesis.....	121
	VIII. Clinical relevance.....	121

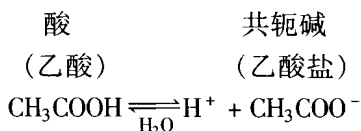
5	Carbohydrate Metabolism	123
	I. Carbohydrate digestion and absorption.....	123
	II. Glycogen metabolism	123
	III. Glycolysis	124
	IV. Gluconeogenesis.....	126
	V. Regulation of glycolysis and gluconeogenesis.....	127
	VI. Pentose phosphate pathway	128
	VII. Sucrose and lactose metabolism.....	130
	VIII. Clinical relevance.....	131
6	Lipid Metabolism	132
	I. Lipid function	132
	II. Lipid digestion	132
	III. Lipoprotein absorption	133
	IV. Oxidation of fatty acids	135
	V. Fatty acid synthesis.....	137
	VI. Glycerolipid synthesis.....	139
	VII. Sphingolipid synthesis.....	141
	VIII. Cholesterol synthesis.....	141
	IX. Clinical relevance	142
7	Amino Acid Metabolism	144
	I. Functions of amino acids.....	144
	II. Removal of amino acid nitrogen	144
	III. Urea cycle and detoxification of NH_4^+	144
	IV. Carbon skeletons of amino acids.....	146
	V. Clinical relevance: inherited (inborn) errors of amino acid metabolism	148
8	Nucleotide Metabolism	152
	I. Nucleotide structure	152
	II. Nucleotide function	152
	III. Purine nucleotide synthesis	152
	IV. Pyrimidine nucleotide synthesis.....	154
	V. Deoxyribonucleotide synthesis.....	158
	VI. Nucleotide degradation	159
	VII. Clinical relevance	159
9	Nutrition	162
	I. Energy needs.....	162
	II. Macronutrients.....	163
	III. Micronutrients: the fat-soluble vitamins.....	165
	IV. Micronutrients: the water-soluble vitamins.....	168
	V. Minerals.....	172
10	Gene Expression	175
	I. Genetic information.....	175
	II. DNA and RNA: nucleic acid structure	176
	III. DNA synthesis (replication).....	178
	IV. Transcription.....	180
	V. Translation (protein synthesis).....	182
	VI. Mutations	186

11	Biotechnology	189
	I. Protein purification.....	189
	II. Protein analysis	189
	III. DNA analysis	190
	IV. Cloning of recombinant DNA and protein.....	195
	V. Clinical relevance	197
12	Hormones	198
	I. Overview.....	198
	II. Classification of hormones	198
	III. Mechanisms of hormone action	199
	IV. Hormones that regulate fuel metabolism.....	200
	V. Hormones that regulate salt and water balance.....	202
	VI. Hormones that regulate calcium and phosphate metabolism	202
	VII. Hormones that regulate body size and metabolism.....	203
	VIII. Hormones that regulate the male reproductive system.....	203
	IX. Hormones that regulate the female reproductive system.....	203
	X. Clinical relevance: diabetes mellitus.....	204

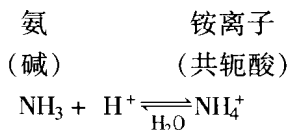
1 酸-碱相互关系

I. 酸的解离

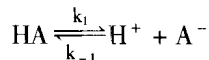
A 在水溶液中,酸解离生成氢离子(H^+)及其共轭碱。



B. 在水溶液中,碱与 H^+ 结合生成其共轭酸。



C. 在酸解离最常见表达方式中,HA 表示酸(质子供体),而 A^- 表示共轭碱(质子受体)。



式中 $k_1[HA]$ 表示正反应速度, $k_{-1}[H^+][A^-]$ 表示逆反应速度。

II. 酸度的测量

A. pK_a

1. 当正反应速度与逆反应速度相等时(见酸解离公式),酸解离常数 K_a , 定义为:

$$\frac{k_1}{k_{-1}} = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = K_a$$

2. pK_a 表示某种酸的强度。

a. 定义, pK_a 等于 $-\log[K_a]$ 。

b. 强酸的 pK_a 值为 2 或更小,这表示 H^+ 松散地与共轭碱结合。强酸的例子包括盐酸(HCl)和硫酸(H_2SO_4)。

c. 弱酸的 pK_a 值为 10 或更大,这表示 H^+ 紧密地与共轭碱结合。弱酸的例子包括乙酸和柠檬酸。

B. pH

1. 将 pK_a 方程式进一步整理并以对数表示时,成为 Henderson-Hasselbalch 方程式:

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

2. pH 是溶液酸度的计量单位。

a. 定义: pH 等于 $-\log [H^+]$

b. 中性溶液的 $[H^+]$ 为 10^{-7} , 表示它的 pH 等于 7。

c. 酸性溶液的 $[H^+]$ 大于 10^{-7} 表示它的 pH 低于 7。

d. 碱性溶液的 $[H^+]$ 小于 10^{-7} , 表示它的 pH 大于 7。

III. 缓冲溶液

A. 缓冲溶液是一种含有弱酸及其共轭碱的混合溶液。在加入酸或碱时, 它可抵制溶液中 $[H^+]$ 的改变。

B. 溶液的缓冲容量(缓冲能力)是由酸-碱浓度和弱酸的 pK_a 来决定。

1. 当弱酸的浓度与其共轭碱的浓度相等时, 缓冲效率最大。

2. 当缓冲效率达到最大时, 溶液的 pH 值等于酸的 pK_a 值。

C. 缓冲效率很快出现象弱酸如 $H_2PO_4^-$ 那样的滴定曲线(图 1-1)。

1. 滴定曲线的形状对所有的弱酸来说都是相同的。

2. 曲线的中点, pH 等于 pK_a 。

3. 在高于和低于 pK_a 值时缓冲范围扩展为一个 pH 单位。

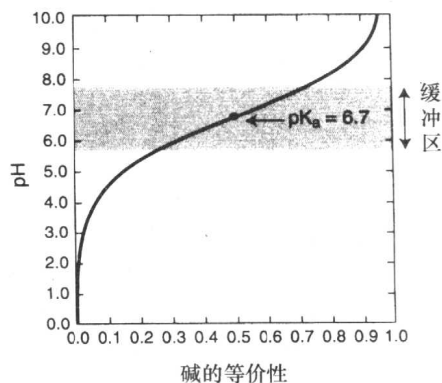
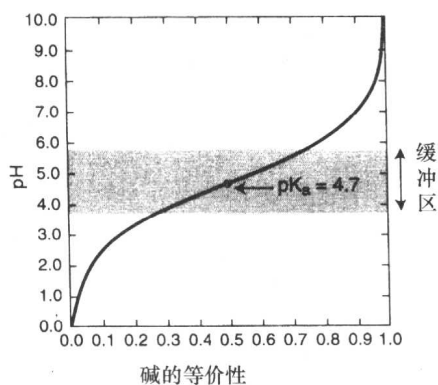


图 1-1 乙酸盐(CH_3COOH)(左)和磷酸($H_2PO_4^-$)(右)的滴定曲线。 $H_2PO_4^-$ 在生理 pH 范围内是较有效的缓冲对

IV. 酸-碱平衡

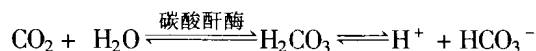
A. 因为 pH 强烈地影响蛋白质的稳定性和酶的催化活性, 生物系统(体系)通常在 $[H^+]$ 为 $10^{-7}M$ 或近似中性 pH(接近 7)功能最佳。正常情况下, 血液 pH 是 7.4(范围 7.37 ~ 7.42)。

B. 在正常生理 pH 情况下, $H_2PO_4^-$ 与 HPO_4^{2-} 酸-碱对在体液中是有效的缓冲对(见图 1-1)。



$$\text{pH} = 6.7 + \log \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$$

C. 二氧化碳 (CO_2)-碳酸 (H_2CO_3)-重碳酸盐 (HCO_3^-) 系统在血浆和细胞外液 (ECF) 中是主要的缓冲体系。



1. 由组织氧化反应来的 CO_2 溶解于血浆和细胞外液 (ECF)。
2. CO_2 与 H_2O 结合生成 H_2CO_3 。此反应在红细胞中由碳酸酐酶催化。
3. H_2CO_3 解离生成 H^+ 和它的共轭碱 HCO_3^- 。
4. 在此体系中, CO_2 显示出酸性, 因此 Henderson-Hasselbalch 方程式可写成

$$\text{pH} = 6.1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{(0.0301) \text{Pco}_2}$$

这里 $[\text{HCO}_3^-]$ 为 mmol/L, Pco_2 为 mm Hg*。

D. CO_2 - H_2CO_3 - HCO_3^- 缓冲体系在维持生理状况下体液 $\text{pH} = 7.4$ 是有效的, 即使它的 pK_a 仅仅 6.1。

理由有四点:

1. 由氧化代谢来的 CO_2 是无限的, 因此 CO_2 有效浓度很高。
2. CO_2 与 H_2CO_3 之间的平衡 (由碳酸酐酶催化) 非常快。
3. 通过肺呼出 CO_2 使得 H_2CO_3 浓度快速改变。
4. 肾脏能够保留和排出 HCO_3^- , 因而改变共轭碱的浓度。

V. 酸-碱紊乱

A. 当血液和 ECF 的 pH 低于 7.35 ($[\text{H}^+] > 44.7 \text{ nmol/L}$) 时, 发生酸中毒, 这种状况引起中枢神经系统功能低下, 严重时引起昏迷和死亡。

1. 呼吸性酸中毒时, 因换气不足 CO_2 分压 (Pco_2) 增高 (图 1-2)。
2. 代谢性酸中毒时, 因为有比 H_2CO_3 更强的酸性物质进入 ECF, 导致 $[\text{HCO}_3^-]$ 降低。

B. 当血液和 ECF 的 pH 高于 7.45 ($[\text{H}^+] < 35.5 \text{ nmol/L}$) 时发生碱中毒, 这种状况引起神经肌肉兴奋性增高, 严重时引起痉挛。

1. 呼吸性碱中毒时, 因换气过度导致 CO_2 分压 (Pco_2) 降低
2. 代谢性碱中毒时, 因为过度丢失酸 (例如呕吐) 或摄入过量碱 (例如口服抗酸药剂) 导致 $[\text{HCO}_3^-]$ 增高。

VI. 临床联系: 糖尿病酮症酸中毒

A. 未控制的胰岛素依赖型糖尿病病人 (I 型糖尿病) 涉及葡萄糖利用降低, 高血糖和脂肪酸氧化增加。

* 1 mmHg = 0.133 kPa。

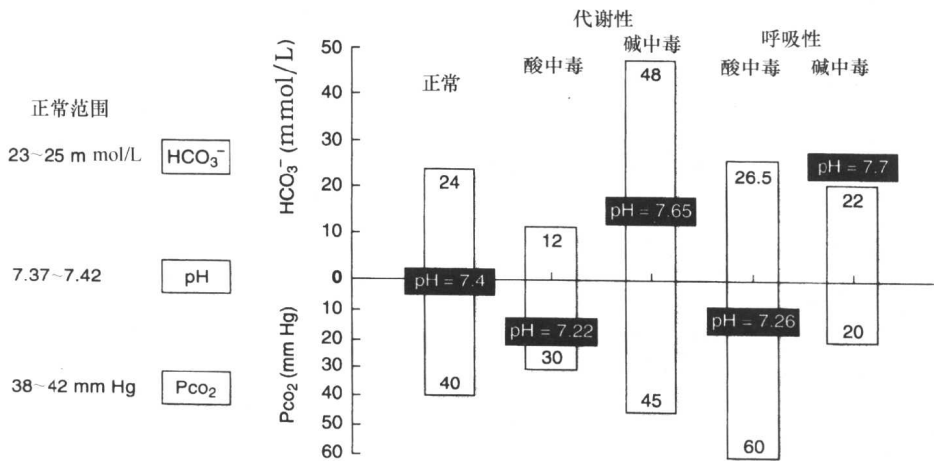


图 1-2 条形图表示细胞外液(ECF)的典型酸-碱状态。图中零点上方为 HCO_3^- ，图中零点下方为 PCO_2

B. 酮症酸中毒的病理

1. 脂肪酸氧化增加引起产生过多的乙酰乙酸、 β -羟丁酸和丙酮,这三者统称为酮体。
2. 在体液 pH 情况下,乙酰乙酸和 β -羟丁酸解离并释放 H^+ , 导致代谢性酸中毒。
- C. 血液酮体增高和代谢性酸中毒称为酮症酸中毒。
- D. 临床症状包括脱水、嗜睡和呕吐,进而出现呆滞和昏迷。
- E. 治疗由纠正高血糖、脱水和酸中毒组成。
 1. 用胰岛素纠正高血糖是正确的治疗方案。
 2. 点滴生理盐水纠正脱水。
 3. 严重时,静脉点滴重碳酸钠($\text{Na}^+ \text{HCO}_3^-$)来治疗酸中毒。

(黄如彬 译)