

医学复习丛书

〔美〕P. J. 弗里德曼 著

上海中医学院生物化学教研组 译

# 生物化学

医学复习丛书

DE 48/2

# 生 物 化 学

〔美〕 P. J. 弗里德曼 著

上海中医学院生物化学教研组 译



人民卫生出版社

## 内 容 简 介

本书共十五章分两大部分：第一部分为一至九章，主要讨论人体组成物质的化学结构、性质及有关酸碱平衡的基础知识。第二部分为十至十五章讨论糖、脂类、核苷和蛋白质的合成与分解。本书每章内容着重讨论主要的生化概念和物质代谢的基本知识。作者简明扼要地将人体内的化学反应与器官、疾病和医疗实践密切联系起来；而且每章节后面附有一组习题供读者自我测验对本章概念掌握的程度，书后附有答案。

本书可作为医药院校学生学习生物化学的入门书，同时也是临床医生所需的一本较好的生化复习材料。

### *Biochemistry*

The Little, Brown Medical Review Series, 1977

Paul Jay Friedman, M. D.

Little, Brown and Company (Inc). Boston.

医学复习丛书

生 物 化 学

上海中医学院生物化学教研组 译

人民卫生出版社出版

(北京市崇文区天坛西里10号)

人民卫生出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米32开本 9 $\frac{1}{4}$ 印张 203千字

1982年8月第1版第1次印刷

印数：1—18,100

统一书号：14048·4220 定价：0.96元

## 原书简介

P. J. 弗里德曼医学博士编写的《生物化学》是利特尔·布朗医学复习丛书的第一卷，它是一本为初学者进入高深科学领域而精心设计的入门书。通过简明扼要并精心组织的十五章，为医科大学一、二年级学生提供了生物化学基本知识和指导。

每一章着重讨论一个主要的生化概念，并直接把化学反应与器官、疾病和医疗实践联系起来。对未入门的医科学生来说，特别重要的是氨基酸、酸碱与缓冲系、维生素与辅酶、脂类代谢和生物合成、能力学与糖代谢以及 DNA 的复制、转录与翻译等章。每个章节后面，作者提供了一组习题，以测验读者对本章概念的掌握程度，并附有正确的答案。

为了指导掌握生化知识较少的读者，作者进行了特别的设计，在课文中提供了深入了解与医学有关的生化基本概念的方法，引人入胜地引导学生理解复杂的生化过程。不仅适合医疗系学生，而且口腔系和药学系的学生也会发现这是一本有用的生物化学入门书。高年级医科学生和住院医生也会欢迎这本极好的生化复习材料。

## 前 言

这本医学复习教科书是为了向医科学生阐述生物化学基本原理而编写的。本书详尽地包括了普通一年级医用生化和 National Boards《第一部分》的课题。

当我还是一名医科学生的时候，就发现很多当时的生化教科书达 800~1200 页，涉及的各种材料太多，以至对学生的负担过重。这些书在与医用生化密切相关的概念上却讲得不够集中；在医学方面不够突出，往往不能把生化反应与器官和疾病联系起来。

我设计的这本《生物化学》是要使这方面的学习成为一桩有趣的事情，通过提出问题和寻找确切的答案来更好地学习。

每个章节后面附有一组习题，并逐一解答。通过提高解决问题的能力，逐步加深学生对生化的理解，以免在考试前的晚上死记硬背。

不需要成套的讲义来作辅助课本。本书实际上是为没有掌握较多化学知识的读者设想的。

# 目 录

<b>第一章 氨基酸的结构</b> ·····	1
<b>第二章 酸、碱和缓冲系</b> ·····	11
一、亨德森-哈塞尔巴赫 (Henderson-Hasselbach) 方程式·····	11
二、滴定和缓冲系·····	13
三、氨基酸的缓冲作用·····	14
四、等电点的 pH·····	19
五、“离子俘获”(Ion Trapping)·····	19
六、碳酸氢盐缓冲系·····	19
七、血红蛋白缓冲系·····	21
八、酸-碱平衡失调·····	25
<b>第三章 多肽和蛋白质的结构与性质</b> ·····	37
一、肽键·····	37
二、蛋白水解作用·····	38
三、多肽的氨基酸组成·····	38
四、多肽的结构·····	39
五、蛋白质的异常·····	43
<b>第四章 酶</b> ·····	48
一、酶的命名·····	48
二、酶的类型·····	48
三、酶动力学·····	52
四、反应级数·····	53
五、米-曼氏 (Michaelis-Menten) 方程式·····	54

六、酶的抑制剂	57
七、变构酶	61
八、磷酸化调节酶	62
九、同工酶	63
十、酶的活力	63
<b>第五章 维生素与辅酶</b>	<b>68</b>
一、水溶性维生素和辅酶	69
二、脂溶性维生素——无辅酶作用的维生素	81
三、食品分类	84
<b>第六章 能力学</b>	<b>92</b>
一、焓	92
二、熵	93
三、自由能	93
四、高能和低能磷酸化合物	96
五、氧化还原反应	98
六、活化能	100
<b>第七章 糖类的结构和性质</b>	<b>107</b>
一、丙糖	107
二、丁糖和戊糖	108
三、己糖	109
四、还原糖	111
五、二糖（双糖）	112
六、多糖类	113
七、粘多糖	116
<b>第八章 脂类的结构和性质</b>	<b>123</b>
一、脂肪酸	123
二、脂酰甘油（中性脂肪）	124

三、磷酸甘油酯·····	125
四、神经脂类·····	128
五、萜烯类·····	132
六、类固醇·····	132
七、脂类的消化·····	134
八、脂蛋白·····	135
<b>第九章 核酸的结构和性质</b> ·····	140
一、嘧啶类·····	140
二、嘌呤类·····	141
三、核苷·····	143
四、核苷酸·····	143
五、多核苷酸与核酸·····	145
<b>第十章 糖代谢和生物合成</b> ·····	151
一、果糖代谢·····	151
二、半乳糖代谢·····	152
三、糖酵解·····	153
四、糖酵解的能力学·····	160
五、糖原异生作用·····	163
六、磷酸己糖支路·····	167
七、糖原分解作用·····	171
八、糖原合成作用·····	173
九、糖代谢的激素调节·····	174
<b>第十一章 三羧酸循环和氧化磷酸化</b> ·····	180
一、三羧酸循环·····	180
二、氧化磷酸化·····	188
<b>第十二章 脂类代谢和生物合成</b> ·····	201
一、脂解作用·····	201



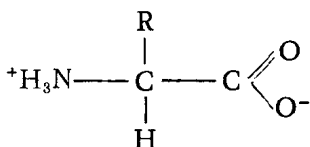
二、甘油三酯的合成·····	201
三、脂肪酸的 $\beta$ 氧化·····	202
四、奇数碳原子脂肪酸的分解代谢·····	206
五、胞浆中饱和脂肪酸的合成·····	209
六、脂肪酸的加长·····	211
七、必需脂肪酸·····	212
八、酮体的代谢·····	213
九、胆固醇的生物合成·····	216
十、磷酸甘油酯的合成·····	219
十一、神经脂类的分解代谢·····	219
十二、激素对脂类代谢的调节·····	220
<b>第十三章 氨基酸的代谢和生物合成</b> ·····	<b>230</b>
一、蛋白质的水解作用·····	230
二、氨基酸的分解代谢·····	230
三、脱去 $\alpha$ -氨基·····	231
四、肾脏的排氮作用·····	232
五、尿素循环·····	233
六、碳链的分解代谢·····	236
七、氨基酸的生物合成·····	237
八、苯丙氨酸和酪氨酸的代谢·····	239
九、色氨酸的代谢·····	242
十、分支氨基酸的分解代谢·····	244
十一、蛋氨酸和半胱氨酸的代谢·····	244
十二、碱性氨基酸的代谢·····	246
十三、谷氨酸、谷氨酰胺和脯氨酸的代谢·····	247
十四、天冬氨酸、天冬酰胺及丙氨酸的代谢·····	249
十五、甘氨酸、丝氨酸及苏氨酸的代谢·····	250

十六、氨基酸代谢的激素调节·····	250
<b>第十四章 核苷的代谢和生物合成</b> ·····	<b>256</b>
一、嘧啶的生物合成·····	256
二、脱氧核糖核苷酸的生物合成·····	259
三、嘌呤的生物合成·····	262
四、嘌呤的分解代谢和补救合成·····	266
<b>第十五章 DNA 的复制、转录和翻译</b> ·····	<b>273</b>
一、DNA 的复制·····	273
二、DNA 的修复·····	274
三、转录·····	275
四、反转录·····	276
五、转录后 RNA 的修饰·····	276
六、遗传密码·····	277
七、翻译·····	281
八、蛋白质合成的激素调节·····	285

# 第一章 氨基酸的结构

结构生化是为理解代谢途径奠定的基础。如认为无必要学习枯燥乏味的结构，那就象拒绝学习解剖学一样的愚蠢。当我们学习氨基酸的结构时，要象去掉稻谷上的糠，留下可消化的食料一样，去除烦琐的结构细节，掌握必要的结构特征。

凡是有生命的机体都含有  $\alpha$ -氨基酸，所有的  $\alpha$ -氨基酸都有相同的结构主链：

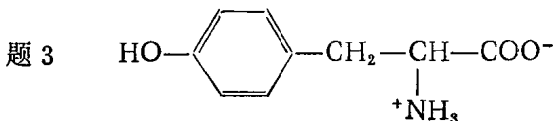
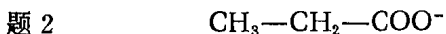
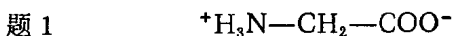


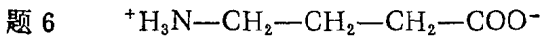
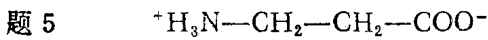
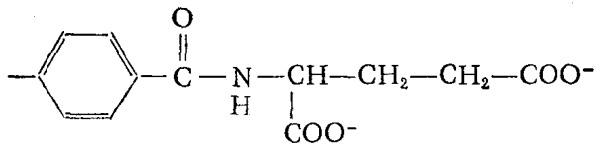
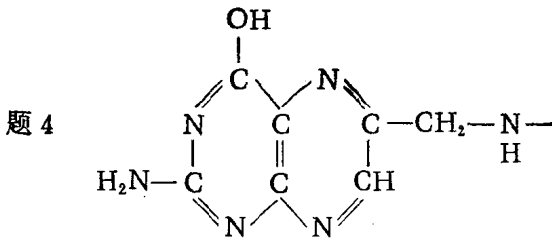
$\alpha$ -氨基  $\alpha$ -碳原子  $\alpha$ -羧基

换言之，所有的  $\alpha$ -氨基酸都具有三个共同的特征：

1. 它们都有一个  $\alpha$ -羧基。  $\alpha$  表示羧基结合在中心碳原子（或  $\alpha$ -碳原子）上。
2. 它们都有一个  $\alpha$ -氨基。
3. 它们有一个侧链（R 基）结合在  $\alpha$ -碳原子上。

题 1~6 下列结构式中哪些是  $\alpha$ -氨基酸？（答案在本章末）

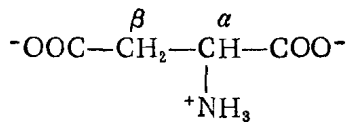




现在,你自己能证明,识别  $\alpha$ -氨基酸是非常容易的。下一个任务就是将天然存在的 20 种常见的  $\alpha$ -氨基酸进行分类。一般来说,不须记住每一个 R 基的精确结构;只要知道恰当的分类就足够了。也应熟悉每个氨基酸的三字母缩写符号\*。

每种氨基酸根据其 R 基在 pH 7.0 时所带的电荷,可分成酸性、中性和碱性氨基酸三类(参见第二章)。酸性 R 基在 pH 7.0 时,带有一个负电荷,因为它们是强的质子供体。具有酸性 R 基的两种酸性  $\alpha$ -氨基酸是天冬氨酸和谷氨酸:

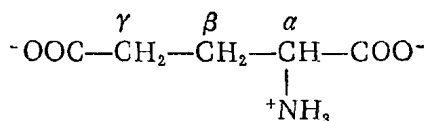
天冬氨酸 (Asp)



$\beta$ -羧基

\* 目前国际上用一个字母的缩写

谷氨酸 (Glu)

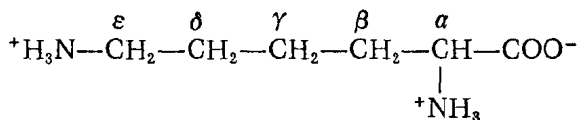


γ-羧基

谷氨酸与天冬氨酸的差异仅在其侧链上多一个 CH<sub>2</sub> 基。每一种酸在中性 pH 条件下均携有一个负电荷。

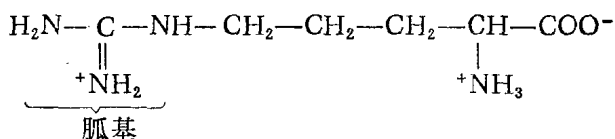
碱性 R 基在 pH 7.0 时，带有一个正电荷，因它们是强的质子受体。三种常见的碱性 α-氨基酸是赖氨酸、精氨酸和组氨酸。

赖氨酸 (Lys)

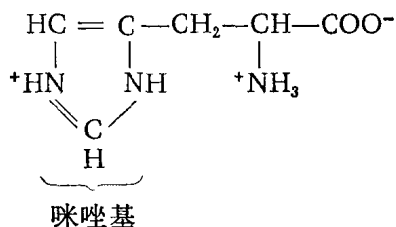


ε-氨基

精氨酸 (Arg)

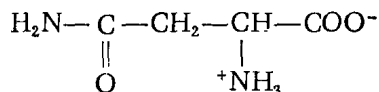


组氨酸 (His)

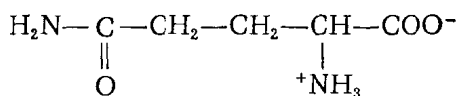


两种  $\alpha$ -氨基酸——谷氨酰胺和天冬酰胺，通常被误认为是碱性氨基酸，事实上，它们是中性的。它们分别是谷氨酸和天冬氨酸的酰胺。虽然它们有极性，但酰胺基既不能接受质子，也不能离解。

天冬酰胺 (Asn)



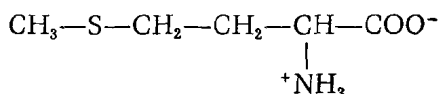
谷氨酰胺 (Gln)



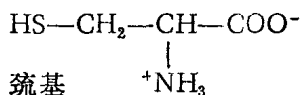
除了根据氨基酸在中性 pH 时所带电荷分类外，它们还可按照是否含硫原子、羟基或芳香基分类，以及根据在它们的侧链 (R 基) 上是否有支链或直链烃来分类。每个中性氨基酸又可指明为极性或非极性的。

半胱氨酸和蛋氨酸含硫。半胱氨酸的游离巯基使其成为极性分子。两个半胱氨酸的巯基能相互结合成二硫键，可以稳定蛋白质的结构。胱氨酸是半胱氨酸的二聚体，它是由两个半胱氨酸分子通过它们的硫原子相结合而成。蛋氨酸有一个非极性的甲基化硫醇基 (含硫原子)。

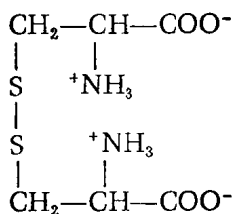
蛋氨酸 (Met)



半胱氨酸 (Cys)

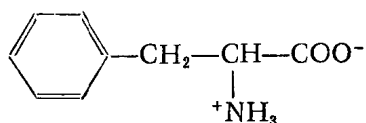


## 胱氨酸

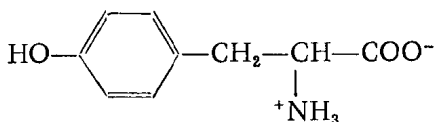


含有芳香基的三种氨基酸是苯丙氨酸、酪氨酸和色氨酸。苯丙氨酸是由苯环与丙氨酸的甲基结合而成（丙氨酸在后面说明）。色氨酸含有一个吲哚基，吲哚基由苯环与一个含氮五元杂环稠合而成。苯丙氨酸和色氨酸都是非极性的。酪氨酸（又名对-羟苯丙氨酸）的羟基使其变为有极性。

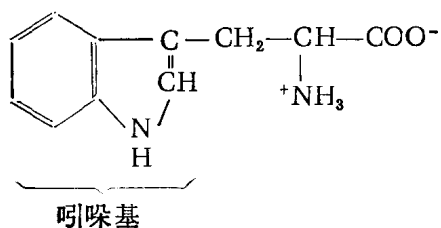
### 苯丙氨酸 (Phe)



### 酪氨酸 (Tyr)

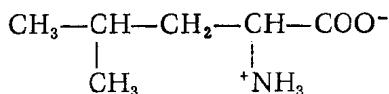


### 色氨酸 (Try)

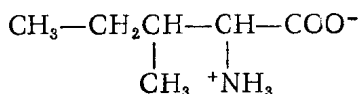


三种  $\alpha$ -氨基酸具有支链烃基：亮氨酸、异亮氨酸和缬氨酸。因其侧链单纯是烃基，所以它们是非极性的氨基酸。

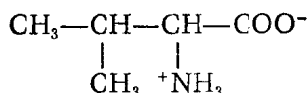
亮氨酸 (Leu)



异亮氨酸 (Ile)

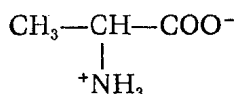


缬氨酸 (Val)

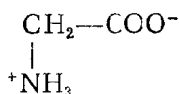


丙氨酸和甘氨酸的 R 基分别是一个甲基和一个氢原子。甘氨酸是最简单的氨基酸，极性很强，这是由带电荷的羧基和氨基所决定的。丙氨酸的甲基侧链使其趋向非极性。

丙氨酸 (Ala)

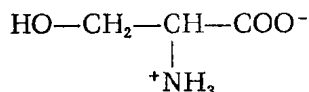


甘氨酸 (Gly)

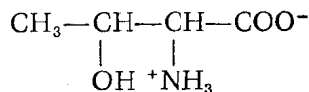


丝氨酸和苏氨酸的 R 基含有羟基，象酪氨酸一样，这使它们变为有极性的。

丝氨酸 (Ser)



苏氨酸 (Thr)



脯氨酸实际上是一个“亚氨基”酸。其五元环中的亚氨



