

中医医用生物化学

李 忠 齐治家

河南科学技术出版社

中医医用生物化学

李忠齐治家

河南科学技术出版社

中医医用生物化学

李 忠 齐治家

河南科学技术出版社出版

河南省文化厅印刷厂印刷

委托出版

787×1092毫米16开本 10印张 231千字

1985年5月第1版 1985年5月第1次印刷

印数： 1—15,000册

统一书号,14243·113 定价：1.70元

编写说明

《中医医用生物化学》共十四章，内容包括蛋白质化学、核酸化学、酶、维生素、物质代谢总论、生物氧化、糖代谢、脂类代谢、蛋白质与核酸代谢、物质代谢调节、肝胆生化、水和无机盐代谢、酸碱平衡等。

生物化学有许多物质化学变化的反应式，有许多生物活性物质的复杂结构式，本书编写过程力求避免复杂的结构式和反应式，注意着重阐明生物化学的基本原理及其和疾病的某些关系，以便于读者自学参考。对现代有关中医基本理论的研究，从生物化学角度予以恰当的介绍，对中医临床方面的某些问题以及中药治疗疾病的作用原理，也以研究结果为根据，予以中医药与生物化学之间的联系，使读者从中了解生物化学作为基础学科已伸展到传统中医学的范畴，了解到以生物化学的基本原理和方法对中医学的研究所取得的广泛成果，已能从生物化学角度阐明中医药的许多基本论点，赋予古老的中医学以现代分子水平的科学论述。

本书可作为刊授或函授大学中医专业学员的教材，也可作为中医药院校师生及中医、中西医结合研究和临床工作者的参考用书。

████████████████████
████████████████████。

序

生物化学与生物物理学是现代生物学的两大支柱。二十世纪六、七十年代以来,凡是个人职业涉及到生物科学的人,都必须具有一定的生物化学知识,其中特别是医学、生物学、农学与药学等专业人员,非学习生物化学不可。然而40多年来,我又常听到学生反映:“生物化学非常有趣,非常重要,但学却有不少困难,不太容易掌握。”这里涉及三个重要问题,即:什么是生物化学?为什么必须学习它?如何才能学好生物化学?初学生化的人,若能事先对这三个问题有所了解,就一定能把这门重要课程学好。

生物化学首先是一门化学,但它和一般单纯的化学又颇不一样。生物化学常运用化学原理和方法,研究构成生物机体的各种化合物,研究它们的结构、性质、生理功能,以及它们在细胞内的新陈代谢。然后又用化学的原理和术语以解释说明许多复杂的生命现象。

构成生物机体的各种大小分子,统称为生物分子。它们有大有小、有简单有复杂。例如各种氨基酸,单糖,单核苷酸,各种维生素和种小分子激素(如肾上腺素、甲状腺素等)等。它们都是小的生物分子,但也都具有重要的生理意义。又如蛋白质、核酸等,它们的分子非常庞大。其中大的分子量可达数百万、甚至上千万。蛋白质与核酸的重要生理功能,可以说是生命的基础,就更加显得重要了。但它们又都是分别由成千上万个氨基酸(构成蛋白质)和核苷酸(构成核酸)等(小的生物分子)所组成。这些巨大分子的结构、性质与功能,自然又都与组成它的小分子的结构性质密切相关。这些分子由小变大、由简单变复杂,它们的生理功能必然会由低级上升到高级,这是事物发展的自然规律。

任何化合物的分子结构都会决定它自己的性质,而它的各种性质必然会决定它的用途或者生理功用。故各种生物分子的生理功用,都和它本身具有的分子结构分不开。一旦结构发生变化,它的原有功能也必将变化。例如:许多氨基酸互相结合构成的蛋白质,其结构变得很复杂庞大,它的性质和生理功用,也就变成更多样化了。又如蛋白质经过热处理以后,结构有所改变,往往会失去它原有的性质和特有的生理功能,称为蛋白质变性作用。这就可以充分说明物质结构与其性质和功用的密切关系。生物化学既然要用化学原理与化学术语,在分子水平上阐明生命现象,就必须认真研究、彻底弄清楚大小生物分子的化学结构、理化性质、以及它们在生命过程中所起的重要生理作用。

医务工作者为什么必须掌握生物化学知识呢?首先医学本身就是一门应用生物学。医务人员应该了解人体正常生理功能,掌握疾病的起因和它发生发展的一般规律。甚至还应该知道病人对治疗措施的反应。这一切的物质基础都离不开人体内各种化合物的变化。即所谓生物机体内的物质代谢与能量代谢。人体的一般新陈代谢一旦脱离了它们的正常规律,就一定会引起各种各样的疾病。因为任何一种生理现象的后面都有它独特的化学变化。例如消化作用就是消化道内酶对食物的水解作用。这种作用使食物中的

巨大分子分解成小分子，便于吸收，为组织提供营养。倘若体内外条件不利于消化酶作用的因素，就会导致消化不良的疾病。又如呼吸作用是将空气中的氧从肺部运往组织细胞，以供生物氧化的 O_2 消耗。这是由于血中红细胞内含有一种特殊蛋白质——血红蛋白(Hb)，它的结构特点使它在肺部时与 O_2 的亲合力大、能吸收 O_2 并把它带进组织。但在组织的特定条件下Hb的结构改变与 O_2 的亲合力变小了。Hb又能把 O_2 放出来，提供组织细胞的需要。如果有任何体内外条件不利于Hb结构起这种变化，就一定影响氧的运输造成组织缺氧的疾病。如此等等。肌肉有收缩的机能，人类借此才可以运动、劳动；眼的视网膜有视觉功能，我们才可以视而能见。这一切决非偶然现象，而是它们都有其独特的生物化学基础与机制的。因为肌肉组织具有能够收缩的蛋白质分子和一系列提供能量的酶促反应。视网膜上则具有各种对光刺激非常敏感的化合物，通过它们本身分子结构受光影响发生改变、放出能量引起视神经兴奋。由此可见一切生理机能都有其生物化学反应作为基础。那种认为人类可以具有“特异功能”，用手或是耳、鼻也可以见物的看法，目前还是无法用生理和生化原理说明的。

从各种医学基础学科的发展史追索它们的起源和相互关系，可以看到生物化学与所有其它医学基础课（解剖学除外）几乎都有一定的联系，其中特别是生理学、药理学、病理生理学与生化的关系非常密切。生物化学有时又称为生理化学。因为它就是从经典生理学与有机化学演变而诞生出来的。上而提到生理现象后面的生化过程，已经充分说明问题的实质。病理生理学所涉及的致病因素与病情发展，亦莫不与人体的新陈代谢所受外界干扰有着直接的关系。若无足够的生化知识，没有掌握人体新陈代谢的正常规律，又如何能理解病因及病情的发展！药理学中药物治病的机理，几乎都涉及生化内容。例如绝大多数磺胺药物与各种抗生素都是对菌类的核酸或蛋白质生物合成的生化过程某一步骤产生强烈的抑制作用，使菌类不能生长繁殖。本世纪60~70年代诞生、现正蓬勃发展的“生化药理学”是一门崭新的边缘学科。它就能说明药理学与生物化学有多么密切的关系。经典的微生物与寄生虫学，本属于形态科学。现在也逐渐由纯粹研究细菌、寄生虫的形态与分类，转变到今天已开始对细菌、寄生虫本身的新陈代谢，免疫的生化机制，进行研究。这些内容又都纯属生物化学范畴了。今日已有许多组织学、胚胎学和病理（解剖）学者们，他们运用组织化学的研究方法，以观察研究胚胎发育，人体各种组织的特点，或病理状态下各种组织的生化变化。形成组织化学与胚胎化学。以上所举的许多事实完全合乎科学发展规律。因为人类对于各种生物的形态研究，经过很长的历史时期，已经达到了它的极限。而且形态只是表面现象，一定有它内在的原因。“由浅入深，由表及里”，这又是人类认识世界的一般规律。现在该是我们研究生物机体内部的化学组成及其变化的时候了。故分子生物学能及时地应运而生。可见从事医务工作的人们，非有足够的生物化学知识不可。

医学基础各科都离不开生化知识。医学临床各科如内科、外科、妇产科、儿科等又都以医学基础各科作为学习的基础，其中特别是内科、儿科许多疾病的发生发展都与人体内部新陈代谢某种障碍，有着极密切的关系。在这80年代里，我国流行传染病已不多见。因此代谢疾病（包括老年病）与遗传性疾病就显得很突出。间或还有营养不良症出现。上述这三类疾病几乎没有不涉及许多生化内容的。外科及五官科等并非与生化无

关、只是直接联系较少。如外科输液问题，眼科的视觉问题也都与生化内容有密切关系，而且这种直接关系之外的其它间接关系就更多了。总之，生物化学基础不好，是无法成为一个良医的。

中医或中西医结合也应该以近代科学方法去探讨传统的中医原理。近年来生化界对环腺苷酸与环鸟苷酸两者在生理和代谢调节方面的相互依存而又相互制约的作用，恰巧与传统中医的阴阳学说相符，这一点似非偶然现象。究竟阴阳学说的物质基础是什么仍颇值得我们作进一步的深入研究。中医中药所谓补阳补阴是否也通过它们对环核苷酸的影响发挥作用，亦可用生化方法探讨。又如大多数抗生素治病的机理现已明白，它们对细菌的核酸代谢与蛋白质生物合成的某些环节有强烈的抑制作用，故能阻碍菌类的生长繁殖。有不少清热解毒中药的药理作用是否也与抗生素类似！凡此等等，亦莫不与生物化学内容有密切关系。谁能说中医学者可以不学生物化学呢！生物化学已成为医学基础学科中的一个重点科目，决不因中医、西医而有所不同。这就是事实。

生物化学在近代医学上的地位如此重要，值得每个医学生认真考虑，如何把它学好。生化既是一门化学，学它时要求有一定的化学基础，特别是有机化学基础要好。一般生化教材中，十分强调细胞组分的化学结构及其在体内发生的化学反应。例如糖类在体内氧化产生能量，首先经过酵解，然后又经过三羧酸循环。两个过程都涉及十多个化合物，经历十几个化学反应。的确会对初学者造成巨大的困难，甚至伤害同学们学习生化的兴趣和勇气。其实只要注意学习的方法，这些困难是可以克服、或者绕过的。一部生化教材大致会有十余个章节。每章内容各异，其学习方法不可能完全相同。然而总的说来，生化不象解剖学等形态学科。许多生化内容看不见、摸不着，比较抽象，理论性较强。学习时不能依靠死记硬背的方式。应该开动脑筋，充分运用逻辑思维，由浅入深，由此及彼地推导出事物存在和发展的规律。虽然生物化学中确实有许多内容要费记忆力，如化学结构、酶的名称、代谢途径等等。但我们坚信：如果学生已经懂得生物机体是怎样运转的原理，他们就会容易记住。这种原理本身比较简单。而且总的说来，不论是人体的细胞、植物细胞或细菌细胞，这原理都是一个样。我们应该把更多的注意力放在生命化学的简单原理上。例如合成代谢的意义：就是把食物中得来的小分子营养素合成生物机体的大分子组分。反之分解代谢的意义则是把大分子分割成小的，同时放出可利用的能量供机体利用。又如生物分子能互相“认识”，这就是它们的立体空间形状，能够互相“匹配”、或“吻合”，（常被称为互补）。在这里我们决不否定化学的重要性。只是因为懂得了原因就有了兴趣和勇气作进一步的追求，究竟是何种特定化合物在执行特定任务，它们又是如何去完成任务的。这样初学的人对许多复杂庞大的分子结构，只要有一个概念、或是一种简单的几何形象，就能接受生命化学的某些原理了。至于化学中的细节，到有条件学习它时，还可以再学。如果过分强调要学生学到许多对他们来说似乎并不相关、毫无意义的单纯事实和化学结构，只能损害他们学习生化的兴趣和勇气，导致教学上的困难与失败。

总之，化学是生物化学的重要基础，谁也不能否定。然而对一些化学基础不十分雄厚的学生，可以简化化学上点滴的细节，把重点放到生化原理上。特别应该强调要懂得活机体、活细胞为什么能够活着，生命为何能运转得如此美妙无比，它的根本原因何

在!如果在学完生化课程之后,懂得生物机体是由什么生物分子构成的?它们各自有何特点?在机体内各有什么重要代谢变化?这些变化与生命现象有什么关系?如此等等。至少可以说已经达到了学习生物化学的初步目的。

暨南大学 任邦哲

1984年12月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第二章 蛋白质化学	(2)
第一节 蛋白质的组成	(2)
一、元素组成	(2)
二、基本单位——氨基酸	(2)
第二节 蛋白质的分子结构	(6)
一、肽键、肽	(6)
二、蛋白质的一级结构	(7)
三、蛋白质的二级结构	(7)
四、蛋白质的三级结构	(8)
五、蛋白质的四级结构	(8)
六、蛋白质空间结构的稳定性	(8)
七、蛋白质结构与生物功能	(9)
第三节 蛋白质的理化性质	(10)
一、两性电离	(10)
二、蛋白质的高分子性质	(10)
三、蛋白质的沉淀反应	(11)
四、蛋白质的变性	(12)
五、蛋白质的显色反应	(12)
第四节 蛋白质的分类	(12)
一、按化学组成与溶解度分类	(12)
二、按蛋白质形状和功能分类	(13)
第三章 核酸化学	(14)
第一节 核酸的分子组成	(14)
一、碱基	(14)
二、戊糖	(14)
三、核苷	(14)

四、核苷酸	(15)
五、体内重要的核苷酸	(16)
第二节 DNA化学	(16)
一、DNA的一级结构	(16)
二、DNA的二级结构	(17)
三、DNA的三级结构	(18)
四、DNA的理化性质	(18)
第三节 RNA化学	(18)
一、RNA的种类及功能	(18)
二、RNA的结构	(19)
第四章 维生素	(20)
第一节 总 论	(20)
一、维生素的命名与分类	(20)
二、维生素缺乏病的原因	(20)
第二节 脂溶性维生素	(21)
一、维生素A	(21)
二、维生素D	(22)
三、维生素E	(22)
四、维生素K	(22)
第三节 水溶性维生素	(23)
一、维生素B ₁	(23)
二、维生素B ₂	(24)
三、维生素PP	(24)
四、维生素B ₆	(24)
五、泛 酸	(25)
六、生物素	(25)
七、叶 酸	(25)
八、维生素B ₁₂	(25)
九、维生素C	(26)
第五章 酶	(29)
第一节 酶是生物催化剂	(29)

一、酶的定义	(29)
二、酶对生命的重要意义	(29)
三、酶的命名	(29)
四、酶的分类	(30)
五、酶与一般催化剂的异同	(30)
六、酶作用的特异性	(31)
第二节 酶分子结构与功能	(32)
一、酶的分子组成	(32)
二、酶的活性中心	(32)
三、酶原及其致活	(33)
四、同工酶	(33)
第三节 酶作用机理	(34)
一、酶作用与分子活化能	(34)
二、酶-底物复合物	(34)
第四节 影响酶促反应的因素	(35)
一、酶浓度的影响	(35)
二、底物浓度的影响	(35)
三、温度的影响	(36)
四、pH 的影响	(36)
五、酶的激动剂与抑制剂	(36)
第五节 酶和医药学	(37)
一、酶和疾病的发生	(37)
二、酶和疾病的诊断	(38)
三、酶类药物	(38)
四、中药的酶效应	(38)
第六章 物质代谢总论	(41)
第一节 概 述	(41)
一、物质代谢的含义	(41)
二、同化作用与异化作用	(41)
三、合成代谢与分解代谢	(41)

第二节 能量代谢的概念	(42)
一、能量代谢的含义.....	(42)
二、食物的热价与呼吸商.....	(42)
三、基础代谢.....	(42)
第三节 物质代谢四阶段	(42)
一、消化.....	(42)
二、吸收.....	(43)
三、中间代谢.....	(43)
四、排泄.....	(43)
第七章 生物氧化	(44)
第一节 概 述	(44)
一、生物氧化的定义.....	(44)
二、生物氧化的特点.....	(44)
三、生物氧化的方式.....	(44)
四、生物氧化的酶类.....	(45)
第二节 生物氧化体系——呼吸链	(46)
一、呼吸链的组成.....	(46)
二、呼吸链中传递体的排列顺序.....	(46)
第三节 生物氧化中的能量转变	(47)
一、高能键.....	(47)
二、ATP的生成.....	(48)
三、影响氧化磷酸化的因素.....	(48)
四、高能磷酸键的转移、贮存和利用.....	(48)
第八章 糖代谢	(50)
第一节 糖的化学	(50)
一、元素与功能团及其化学性质.....	(50)
二、糖的分类与结构.....	(50)
第二节 糖的生理功能	(51)
第三节 糖的消化和吸收	(51)

一、口腔的消化作用	(52)
二、胃的消化作用	(52)
三、肠的消化作用	(52)
四、糖的吸收	(52)
五、糖的消化吸收异常	(53)
第四节 血 糖	(53)
一、血糖的来路与去路	(53)
二、血糖浓度的调节	(53)
三、耐糖现象和耐糖曲线	(55)
第五节 糖原的合成和分解	(56)
一、糖原的合成	(56)
二、糖原的分解	(56)
第六节 糖异生	(56)
第七节 糖的分解代谢	(57)
一、糖的无氧酵解	(57)
二、糖的有氧氧化	(58)
三、糖的有氧氧化与糖酵解的调节	(59)
四、磷酸戊糖通路	(59)
第八节 糖代谢紊乱	(60)
一、高血糖及糖尿病	(60)
二、低血糖	(60)
第九章 脂类代谢	(61)
第一节 脂类的化学	(61)
一、甘油三酯	(61)
二、类脂	(61)
第二节 脂类的生理功能及分布	(63)
一、脂类的主要生理功能	(63)
二、脂类的分布	(63)
第三节 脂类的消化与吸收	(64)
一、脂类的消化	(64)

二、脂类的吸收·····	(64)
三、脂类消化吸收障碍·····	(64)
第四节 脂类的运输、储存和动员·····	(65)
一、血脂·····	(65)
二、脂类在血浆中的运输形式——血浆脂蛋白·····	(65)
三、脂肪的储存和动员·····	(67)
第五节 甘油三酯的中间代谢·····	(68)
一、甘油三酯的水解·····	(68)
二、甘油的氧化代谢·····	(68)
三、脂肪酸的氧化·····	(68)
四、酮体的生成和氧化·····	(69)
五、甘油三酯的合成代谢·····	(70)
六、激素对甘油三酯代谢的调节·····	(70)
第六节 磷脂和甾体醇的代谢·····	(70)
一、磷脂的代谢·····	(70)
二、胆固醇的代谢·····	(71)
第七节 脂类代谢紊乱·····	(71)
一、高脂蛋白血症与动脉粥样硬化·····	(72)
二、肥胖症·····	(72)
三、脂肪肝·····	(72)
四、呼吸窘迫综合症·····	(72)
第八节 中药对脂类代谢的影响·····	(72)
一、对脂类吸收的影响·····	(72)
二、加强脂类自胆汁排泄·····	(72)
三、对脂类合成与分解的影响·····	(73)
四、对脂类代谢酶系的影响·····	(73)
第十章 蛋白质与核酸代谢·····	(74)
第一节 蛋白质代谢总论·····	(74)
一、蛋白质的生理功能·····	(74)
二、氮平衡·····	(75)
三、必需氨基酸与非必需氨基酸·····	(75)

四、蛋白质的营养价值及其互补作用·····	(76)
五、蛋白质的需要量·····	(76)
第二节 蛋白质的消化和腐败及氨基酸吸收·····	(76)
一、蛋白质的消化·····	(76)
二、蛋白质在肠内的腐败·····	(77)
三、氨基酸的吸收·····	(77)
第三节 氨基酸分解代谢的一般途径·····	(78)
一、氨基酸的脱氨基作用·····	(78)
二、氨的代谢途径·····	(80)
三、酮酸的代谢途径·····	(82)
四、氨基酸的脱酸作用·····	(83)
第四节 个别氨基酸的代谢·····	(83)
一、含硫氨基酸的代谢·····	(83)
二、芳香族氨基酸的代谢·····	(84)
三、先天性氨基酸代谢缺陷·····	(87)
第五节 核酸的代谢·····	(87)
一、核酸的消化与吸收·····	(87)
二、嘌呤与嘧啶核苷酸的分解代谢·····	(88)
第六节 核苷酸的生物合成·····	(88)
一、嘌呤核苷酸的合成·····	(88)
二、嘧啶核苷酸的合成·····	(89)
第七节 核酸的生物合成·····	(89)
一、DNA的生物合成·····	(89)
二、RNA的生物合成·····	(90)
第八节 蛋白质的生物合成·····	(90)
一、参与蛋白质合成的三种核糖核酸·····	(91)
二、蛋白质的合成过程·····	(92)
第九节 某些中药对核酸与蛋白质代谢的影响·····	(97)

第十一章 物质代谢的调节..... (98)

第一节 细胞水平的调节..... (98)

一、酶结构的调节..... (99)

二、酶含量的调节..... (101)

第二节 激素对物质代谢的调节..... (101)

一、通过细胞膜受体的调节..... (101)

二、通过细胞内受体的调节..... (101)

第三节 物质代谢的整体调节..... (102)

一、饥饿..... (102)

二、应激..... (102)

第十二章 肝胆生化..... (104)

第一节 肝脏的结构与功能..... (104)

一、肝细胞..... (104)

二、毛细胆管..... (104)

三、肝血窦..... (104)

四、双重的血供..... (104)

五、双重的输出通路..... (105)

六、肝脏的要冲位置..... (105)

第二节 肝脏在代谢中的作用..... (105)

一、在糖代谢中的作用..... (105)

二、在蛋白质代谢中的作用..... (105)

三、在脂类代谢中的作用..... (105)

四、在维生素代谢中的作用..... (105)

五、在激素代谢中的作用..... (105)

第三节 胆色素代谢..... (106)

一、胆红素的生成..... (106)

二、胆红素在血液中的运输..... (106)

三、胆红素在肝脏的转变..... (106)

四、胆红素的肠肝循环..... (107)

五、血清胆红素和黄疸	(107)
第四节 肝脏的生物转化和排泄	(107)
一、生物转化	(107)
二、排泄功能	(108)
第五节 肝功能检查	(108)
一、血浆蛋白检查	(108)
二、血清酶学检查	(109)
三、脂类代谢功能检查	(111)
四、排泄功能检查	(112)
第十三章 水与无机盐代谢	(114)
第一节 体 液	(114)
一、人体体液的含量及分布	(114)
二、体液的电解质含量表示法及其特点	(114)
三、体液间的交换	(116)
第二节 水平衡	(117)
一、水的生理功能	(117)
二、水的摄入及排出	(117)
第三节 电解质平衡	(118)
一、电解质的生理功能	(118)
二、钠与氯的代谢	(119)
三、钾的代谢	(119)
第四节 水与电解质平衡的调节	(120)
一、抗利尿激素(ADH)	(120)
二、醛固酮	(121)
三、中医学的水液代谢调节论	(122)
第五节 水与电解质平衡的失调	(122)
一、脱水	(122)
二、低血钾和钾缺乏症	(123)
三、高血钾	(124)