

高等医药院校讲义

生物化学

李亮主编

人民卫生出版社

供医疗、儿科、卫生、口腔专业用

生 物 化 学

李 亮 主 編

顾天爵 李茂深 編 写
何开玲 陈惠黎

沈昭文 李昌甫 王世中 評 閱

人 民 卫 生 出 版 社

一九六四年·北京

生 物 化 学

开本: 787×1092/16 印张: 23 $\frac{4}{8}$ 插页: 2 字数: 534 千字

李 亮 主 编

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

(北京书刊出版业营业许可証出字第〇四六号)
·北京东交民巷于谦祠同三十六号·

人 民 卫 生 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

統一书号: 14048·2981 1964年10月第1版—第1次印刷
定价: (科五)2.10元[K] 印 数: 1—10,000

序

本书是为高等医学院校编写的生物化学试用教材。生物化学是近代生物科学中发展最快的一门科学,有关的文献资料极其丰富。作为医学基础课程的生物化学教材,应该精选合乎医学生需要的基本知识,并且简单扼要地介绍本门学科中一些重要的新成就。作为一种教材,其内容的安排,一方面要顾及到突出科学的思想性、系统性和逻辑性;另一方面要注意到主次分明、概念清楚、由浅入深和理论联系实际,为提高教学质量与效果创造有利条件。这是我们编写本教材时确定的努力方向。

从历年来教学实践中,我们发现医学生在学习生物化学课程时,普遍感到教材内容复杂,缺少一个便于思考和前后联系的中心纲领。在一般常用的生物化学教科书中,糖、脂类及蛋白质化学等章,大部分重复了有机化学的内容,枯燥无味;而维生素、激素与水盐代谢等章,则内容琐碎,前后脱节,以致观念模糊,学习困难。鉴于以上存在的问题,我们在1960年试以新陈代谢为中心内容编写讲义,删除糖与脂类化学的专章,以避免与有机化学课程内容的不必要重复,而将必要的内容置于有关的物质代谢各章之首。蛋白质是生命活动的主要物质基础,按照近代生物化学中有关蛋白质的基本知识,是着重在它们的分子结构、性质与生理功能的关系。这方面的知识是有机化学教材中一般不包括的,因此,我们保留蛋白质专章而突出其结构、性质及其与功能相关的内容。我们考虑到在一般生物化学教本中,维生素、激素与水盐代谢各章与营养卫生学、生理学及病理学等内容有许多重复之处,所以也删去了这三个专章,并作了一些必要的精简,将其与代谢有关材料分散到其他适当的章节中。至于生物氧化的理论,若从糖氧化分解的实例引证讲解,则学生感觉具体易懂,所以我们将糖代谢与生物氧化合并一章。我们用上述与常用教本体系不完全相同的新编讲义试行教学后,经过多次总结检查,发现教学效果显著提高,学生在学习过程中,感到学习内容是由浅入深、由简单到复杂,能够循序渐进,对基本概念能掌握清楚,并且围绕新陈代谢为中心易于联系前后内容,因此减少了学习上的困难。三年以来,我们将讲义初稿作了几度修改补充,编成现在出版的教材。

本教材共分十二章及一篇结语。第一至四章介绍生物化学这门科学的概念和最基本的知识,包括绪论、新陈代谢(总论)、蛋白质(结构、性质及其与生理功能的关系)与酶。第五至八章是物质代谢的内容,包括糖、脂类及蛋白质的代谢,还有生物氧化(与糖代谢合并为一章);为了突出肝脏在物质代谢中的机能特点,故将与肝脏关系密切的一部分物质代谢的内容(其中也包括在糖、脂类、蛋白质等新陈代谢章中未列入者)专立一章。第九至十二章是介绍核酸与生长生殖(重点为核酸及其与蛋白质合成的关系)、体液(主要是血液与尿以及和它们关系密切的酸碱平衡与水盐代谢)与几种重要组织的生物化学。结语是强调有机体的新陈代谢与其内在及外界环境的统一性,使医学生不致于孤立地看待人体内物质变化的规律。此外,尚编有六个附录与索引,其中附录六是教学大纲草案,在采用本教材进行教学时可以作为参考。

在修改教材过程中,曾按照原稿的体系拟定教学大纲草案,征求兄弟医学院校生物化学教研组批评指教,承许多兄弟单位提出宝贵意见。据此我们作了一些必要的修改。我们

在此表示十分感激。

本教材在定稿之前，經卫生部聘請沈昭文、李昌甫、王世中三位教授仔細評審，給予我們許多有益的指正；又承王德宝教授審閱教材中有关核酸及蛋白质生物合成的內容。我們对以上四位教授表示深切的謝意。

本教材虽然經過大家的帮助与支持，使原稿修改后的质量有所提高，但是限于我們的水平，深信無論在具体內容和体系安排上，都还存在着不少缺点。渴望試用本教材的单位，繼續給予我們帮助，如发现教材中不妥之处，随时函告，以便在再版时进行修改。

在整理这本教材的过程中，我教研組的許多同志协助了各項具体工作，而楊天恩同志在抄写稿件、繪图、校对等工作中出力很多。主編人願向他們表示謝意。

最后我們應該向人民卫生出版社对于本书的編排与出版的大力支持表示謝忱。

李 亮

上海第一医学院生物化学教研組

一九六三年冬季

目 录

第一章 緒論1	
生物化学的性质、任务与目的.....1	
生物化学在医学中的地位.....1	
生物化学发展史.....2	
生物化学发展的三个方面.....3	
近代生物化学的主要成就和发展的前途.....4	
我国生物化学发展的概况.....5	
第二章 新陈代谢6	
第一节 新陈代谢概念.....6	
第二节 参与新陈代谢的物质.....7	
三类主要有机物质.....8	
水与无机质.....9	
调节新陈代谢的活性物质.....10	
第三节 新陈代谢中能量的变化.....12	
能量代谢的概念.....12	
机体自由能的释放与储存.....14	
第四节 研究中間代謝的方法.....17	
使用整个机体的研究方法.....17	
用局部器官或离体組織研究的方法.....17	
同位素示踪法.....18	
第三章 蛋白质21	
第一节 蛋白质的分子組成与結構.....21	
蛋白质的元素成分.....21	
組成蛋白质分子的基本单位——氨基酸.....22	
蛋白质的分子結構.....25	
第二节 蛋白质的性质.....34	
蛋白质的两性游离性质.....35	
蛋白质的胶态性质.....36	
蛋白质的变性与凝固.....38	
蛋白质的提取与純制.....39	
蛋白质的分类.....40	
第三节 蛋白质的生理功能及其与 性质、結構的关系.....41	
蛋白质的生理功能.....41	
蛋白质的一般理化性质与生理功能的 关系.....42	

蛋白质分子結構与生理功能的关系.....43	
第四章 酶47	
第一节 概論.....47	
酶与一般催化剂的比較.....47	
催化作用的基本原理.....48	
酶的催化作用学說.....48	
酶的作用机制.....49	
第二节 酶的分子組成、結構与其 催化作用的关系.....50	
酶的必需基团.....51	
酶的活性中心.....51	
酶与輔酶.....52	
輔酶与維生素的关系.....53	
第三节 酶作用的专一性.....54	
第四节 酶的命名、分类、測定及其 在細胞内的分布.....56	
酶的命名与分类.....56	
酶作用的測定.....57	
酶在細胞内的分布.....58	
第五节 影响酶作用的因素.....58	
第六节 酶的生物合成.....69	
酶的誘导生成.....70	
第五章 糖的新陈代谢及生物氧化73	
第一节 概論.....73	
自然界中糖的基本来源——光合作用.....73	
糖在自然界中存在的主要形式.....74	
糖对机体供能的意义.....76	
第二节 糖的消化与吸收.....77	
糖的消化.....77	
糖的吸收.....77	
第三节 糖在机体内的动态.....78	
单糖吸收后在身体内的去路.....78	
血糖.....79	
第四节 糖的分解代謝.....82	
无氧糖酵解.....83	
糖的有氧氧化.....87	

磷酸戊糖通路·····	92
糖分解代謝不同途徑之間的相互联系 与調節·····	96
第五节 生物氧化·····	99
生物氧化學說的发展·····	100
生物氧化中二氧化碳的生成·····	101
生物氧化中氫与氧化合的作用·····	103
逆氫体及其逆氫作用的机理·····	106
生物氧化中能量的轉变·····	109
第六节 激素調節糖代謝的作用·····	112
第六章 脂类的新陳代謝·····	117
第一节 概論·····	117
第二节 脂类的消化与吸收·····	120
脂肪的消化与吸收·····	120
磷脂的消化与吸收·····	122
胆固醇的消化与吸收·····	122
第三节 脂类的运输与儲存·····	123
脂类在血浆中的含量·····	123
脂类的运输形式——血浆脂蛋白·····	123
脂肪的儲存与动员·····	124
第四节 脂肪的分解与合成·····	126
脂肪的分解代謝·····	126
脂肪的合成代謝·····	129
第五节 类脂质的代謝·····	131
磷脂的代謝·····	131
胆固醇的代謝·····	133
第六节 脂类代謝的調節·····	137
脂肪代謝的調節·····	137
类脂质代謝的調節·····	139
第七章 蛋白质的新陳代謝及蛋白质、 糖、脂类代謝間的关系·····	140
第一节 蛋白质的营养·····	141
氮素平衡·····	141
蛋白质的生理价值·····	141
第二节 蛋白质的消化与吸收·····	142
蛋白质的消化·····	142
蛋白质消化产物的吸收·····	144
第三节 蛋白质在腸中的腐敗·····	144
第四节 氨基酸在体内的动态·····	146
氨基酸代謝庫·····	146
組織中氨基酸与蛋白质的互变·····	146

氨基酸的一般代謝·····	147
第五节 激素調節蛋白质代謝的 作用·····	154
第六节 某些氨基酸代謝的特点·····	155
含硫氨基酸的代謝·····	156
甘氨酸与絲氨酸的代謝·····	160
組氨酸的代謝·····	162
一碳基团的互变与轉移·····	163
芳香族氨基酸的代謝·····	166
色氨酸的代謝·····	169
第七节 蛋白质、糖、脂类三者代 謝的关系·····	170
蛋白质与糖代謝的关系·····	170
糖与脂类代謝的关系·····	171
蛋白质与脂类代謝的关系·····	171
总结·····	172
第八章 肝臟的代謝机能·····	173
第一节 肝臟在糖代謝中的作用·····	174
糖元的合成与糖化作用·····	174
糖元异生作用·····	176
第二节 肝臟在脂类代謝中的作 用·····	177
脂肪在肝中的改造·····	177
酮体在肝中的生成·····	178
肝臟与磷脂及胆固醇代謝的关系·····	180
肝臟与类固醇激素代謝的关系·····	181
第三节 肝臟在蛋白质代謝中的 作用·····	184
蛋白质的合成·····	185
尿素的生成·····	185
血紅蛋白的分解代謝·····	188
蛋白质及氨基酸衍生的激素之分解代 謝·····	190
第四节 肝臟的生理解毒作用·····	191
生理解毒的重要化学反应·····	192
肝功能試驗·····	194
第九章 核酸与生长生殖·····	196
第一节 核酸·····	196
核酸在細胞內的分布·····	197
核酸分子的組成成分与結構·····	197
核酸的理化性质、提取与測定·····	202

核酸的消化与吸收	203
核酸的合成代謝	204
核酸的分解代謝	211
核酸在細胞內的合成場所与代謝更新	213
第二节 蛋白质的生物合成及其 与核酸的关系	214
核糖核酸与蛋白质合成的关系	214
蛋白质在細胞內合成的場所	214
蛋白质合成的过程与机制	214
第三节 生殖、胚胎发育与遺傳的 生物化学	216
生殖細胞	217
受精作用	218
胚胎的发育	219
遺傳学中的生化問題	220
第四节 維生素与激素对于生长 生殖的关系	221
影响生长与生殖的維生素	221
影响生长与生殖的激素	225
第十章 体液	227
第一节 血液概論	227
第二节 血紅蛋白	230
血紅蛋白的生物合成	230
血紅蛋白的衍生物	234
第三节 血浆蛋白	237
血浆蛋白的分离与含量	237
血浆蛋白的再生作用	238
血浆蛋白的生理功用	238
血液凝固的机制	239
血浆中的酶类	243
第四节 血液中的非蛋白质化合 物	244
非蛋白质含氮化合物	244
不含氮的有机化合物及脂类	245
无机质(矿物质)	246
其他化合物	247
第五节 血液在呼吸过程中的作 用	247
呼吸气体交换过程中的动态	247
血液中氧和二氧化碳的运输形式	248
血液运输氧的作用	249

血液运输二氧化碳的作用	252
氧与二氧化碳运输的相互关系	253
第六节 水盐代謝与酸鹼平衡	254
人体内水和电解质的含量、分布及其动 态平衡	254
水盐代謝的調节	257
酸鹼平衡	259
水盐代謝和酸鹼平衡的相互关系	262
酸鹼平衡的失常	263
第七节 脑脊髓液与淋巴液	264
第八节 尿	265
尿的一般性质	266
尿的化学成分	266
第十一章 肌肉与神經	270
第一节 肌肉組織	270
肌肉組織的結構特征	270
肌肉組織的化学成分	270
肌肉的伸縮活动	273
肌肉活动的能量来源	275
肌酸的合成及分解	276
肌肉的疲劳与鍛炼	277
第二节 神經組織	278
神經組織的化学成分	278
神經組織的代謝特点	282
脑組織在不同机能状态下的代謝改变	284
神經兴奋的傳遞介质	286
第十二章 結締組織、骨、齿与皮肤	289
第一节 結締組織	289
蛋白质	290
粘多糖	290
維生素C与結締組織代謝的关系	293
激素对結締組織代謝的調节作用	296
第二节 骨与齿	296
軟骨	296
骨骼	296
成骨作用	297
鈣与磷的代謝	298
牙齿	301
第三节 皮肤	301
結語	304
附录	307
一、常用名詞外文簡写	307

二、維生素的理化性質與調節代謝作用一覽表.....	310
三、激素的化學本質、來源與調節代謝的作用一覽表.....	311

四、中、俄、英生物化學名詞對照表.....	312
五、主要參考資料.....	338
六、教學大綱(草案).....	345
索引.....	355

第一章 緒 論

生物化学的性质、任务与目的

生物化学以生物为研究对象，是一门生物科学。但是，和其他生物科学的性质不同，生物化学运用化学的理论与方法，研究有机体的化学组成及生命活动中化学变化的规律。

生命最一般而著显的表现是有机体与其周围环境间的物质代谢，其中包含着复杂而有规律的化学变化过程。生物化学的任务是了解组成有机体的化学物质，掌握其新陈代谢的规律，从而阐明生命现象的本质。它的目的是运用这些知识改造自然界，使有机体的生命活动向着有利于人类的方向发展，为人民创造物质财富，并对社会的卫生保健事业作出贡献。

生物化学的知识已经广泛地伸展到工业、农业和医学科学部门之中。但是有关这些部门的生物化学研究，各有其不同的任务与目的。医学中的生物化学是研究人体的化学组成和新陈代谢规律，并且进一步把这方面的知识运用到医学理论的探讨以及解决疾病的预防、诊断、治疗等实际问题。

生物化学在医学中的地位

生物化学和其他生物科学发生密切关系。它广泛地渗透到许多医学科目之中。因此，生物化学在医学中的地位，亦如它在整个生物科学领域中一样，是属于一种“边缘科学”。

生物化学是医学基础科目中的有机化学与生理学发展的产物。有机化学研究自然界中含碳化合物，它一开始就以生物体内有机物质为其研究对象。生理学是研究各种生命活动的功能，在其发展初期，也研究生物体的新陈代谢化学过程与机制。有机化学与生理学的继续发展，逐渐形成了生物化学这一门科学。生物化学已经是现代医学中不可缺少的一门基础科学。虽然它和化学以及生理学始终保持着密切关系，但是它具有独立的研究内容与方法，并且由此形成其特有的科学体系。

近代生物科学的迅速发展，使人们体会到要深入了解生命活动的物质基础与机制，还必须借助于物理学的理论与方法。近十余年来，物理学逐渐渗透到生物科学领域之内，促进了一门新型科学的形成，这就是生物物理学。当仔细研究生命现象的规律时，往往需要结合运用生物化学与生物物理学的知识，才能获得有成效的结果。这样就体现出这两门科学的密切关系。

除了化学、生理学和生物物理学而外，生物化学尚与其他基础医学科目发生广泛的联系。生物化学已被应用来解决微生物学、寄生虫学、组织学、胚胎学、药理学与病理学中的许多问题。由病理学发展所形成的病理生理学，就是应用生理学与生物化学来探讨病因与研究疾病机理的科学。在医学部门中许多基础科目的发展，固然需要生物化学知识的帮助；而生物化学也必须借助于其他基础学科，才能进步。例如，生物化学者在研究人体新陈代谢时，需要结合组织学与化学的技术来进行组织培养，或确定在细胞内部结构中物质合成或分解的位置以及这些结构所引起的作用。生物化学者也经常研究结构简单的微生

物的物质代谢,借此帮助以了解复杂的高等动物或人体内物质代谢的过程。

生物化学也是预防和临床医学所不可缺少的一门基础科学。医学者的任务是探讨病原,预防和治疗疾病。生物化学中关于人体正常代谢规律的知識可以帮助我们認識病人的反常代谢现象,从而启发我們的智慧,找出预防和治疗疾病的适当方法。例如,从糖尿病代谢异常现象的研究,肯定了胰岛素注射的治疗意义。又如,認識了佝偻病的代谢紊乱原因以后,确定了維生素D在保持人体骨骼健全上的重要性。从血液、尿及其他体液中各种化学成分的分析所了解的人体物质代谢情况来帮助疾病的诊断,已经成为医学实践中的经常工作。生物化学知識在这方面的应用,称为临床生化。它将随着临床医学与生物化学技术的日益进步而不断向前发展。

許多药物是生物制品。例如,維生素、激素、抗生素等是药物化学与生物化学共同的研究对象。由此可见,生物化学与药学也有一定的关系。

生物化学发展史

生物化学虽然是在十九世紀七十年代才逐渐发展成为一门独立科学,但是这一門科学的起源則可溯自远古。我国古代人民从社会生产劳动的实践和物质生活发展的需要,首先在农业及飲食制造工业,接着在医药卫生方面,創造了許多方法,发掘了自然界中不少的秘密,并且加以科学地利用。这些古代科学实践的知識应当看做是生物化学知識的源泉。我国古代人民为生物化学所累积的实际史料,主要有酶的应用、营养与医药上的发明。酶的应用联系到飲食加工与营养卫生方面,从飲食与营养又引致了医药方面的发明与創造。这些都体现出自古以来我国人民的勤劳、智慧和刻苦钻研的精神,其在人类古代文化上与医学上的貢獻是十分巨大的。

现将我国古代人民有关以上各方面的貢獻中最主要者簡述于后。

一、酶、飲食加工与营养卫生:我国历史中有夏禹时代(公元前23世紀)仅狄作酒的記載。酿酒用酒母,古代人民称之为麴,其作用是使五谷变为酒的媒介,故又称麴为酶(我国古字“酶”与“媒”通用)。近代已将酶的宇义推广,作为生物催化剂的总名称。

酒母为近代助消化用的普通药物。但考查我国医史,在公元前6世紀前,已知采用酿酒的酵母治疗消化不良的腹瀉病。《左傳》載魯宣公十二年(公元前597年),叔展說:“有麦麴乎?曰无。……河魚腹疾奈何?”

除酿酒技术而外,我国古代人民曾运用酶的作用制造醬、醋、飴(麦芽糖漿)等。据《周礼》(公元前12世紀著作)中記載:“飴为五味之一”,可見我国古代人民久已用制成的麦芽糖漿为調味品。嗣后,更将飴用于营养保健。《內經素問》載:“脾欲緩,急食甘以緩之”。此点符合于現代生物化学中一个基本知識,即糖是供給人体能量的主要物质。

从5世紀到14世紀,我国南北朝时代的陶宏景、唐代孟詵与咎殷、元代忽思慧与李杲(gǎo)等医学家重視营养疗法,都曾著述了有关飲食营养的书籍。

我国宋代人民在食品加工上一項偉大发明就是制造营养丰富而可口的豆腐。現知此种食品加工的原理是蛋白质受热和无机盐的促进所发生的凝固作用。

二、医药方面:激素与維生素缺乏症及其治疗方法,久为我国古代医学家研究,并且获得了卓越的成果。公元前4世紀,庄子已有瘰癧(缺碘的甲状腺腫)的記載。約800年后(即公元后4世紀),晋代葛洪所著《肘后百一方》中,首先用含碘丰富的海藻酒做医治瘰癧的特效药。唐代王焘(8世紀,752年)所著《外台秘要》中,列举疗瘰药方36种,其中27种均为含碘植物。汉代張机、隋唐时代巢元方、孙思邈与王

療等，對於胰島素分泌不足所產生的糖尿病，在症狀、發病原因與治療方法上都有正確的認識與貢獻。現代所稱的糖尿病即當時他們指出的“消渴症”。在王素所著的《外台秘要》中，曾詳細討論腳氣病（即維生素B₁缺乏症）。在巢元方所著《諸病源候論》及孫思邈所著《千金翼方》中，對腳氣病及其他營養性缺乏病的症狀與療法都有更多的敘述。孫思邈認識到腳氣病是食米區的疾病，按病狀分為“腫”、“不腫”及“腳氣入心”三種。他曾經主張用谷白皮（谷樹的皮，含相當多的維生素B₁）與米熬成粥，以預防腳氣病。巢元方的《諸病源候論》中首先記載“雀目”（即維生素A不足症——夜盲症）及佝僂病（即維生素D缺乏症）。孫思邈發現食豬肝或羊肝（富含維生素A）能治療夜盲。

從公元10世紀起，我國醫學家就知道利用動物的各種臟器來治療疾病或加強身體健康。例如，用雞胗（雞胃）治糖尿病，羊鬍（包括甲狀腺羊頭部肌肉）治甲狀腺腫，紫河車（胎盤、富含性激素）作強壯劑，蟾酥（蟾蜍皮膚分泌物，含類固醇化合物）治創傷等病。這些可算是臨床醫學中臟器療法的開端。

李時珍（1522~1596）是我國明代偉大的科學家。他所著世界聞名的《本草綱目》巨著中，詳細敘述到人體的體液、排泄物及分泌物的正常與疾病時的性質，例如血液、精液、月水、乳汁、淋石（即尿）及人中黃（即糞）等。

任何一門科學的形成，必有其悠久的歷史背景以及正確與錯誤認識的曲折發展過程。生物化學這一門科學形成的道路也是漫長而曲折的。它是在人們開始探討生命現象的問題時才萌芽的。十八世紀，西方國家的生物學者對於這個問題曾經提出極其錯誤的唯心“活力論”學說。此學說認為生命的表現是由不可知的一些超自然的“活力”所支配。顯然，這種學說是違背了生命必有其物質基礎這個客觀真理。唯心的活力論在十八世紀風行一時，阻礙了生物學的發展，因而也推遲了生物化學這一門科學的形成。

自從18世紀中葉發現物質與能量不滅定律以後，生物學逐漸擺脫了唯心“活力論”的障礙。例如，法國的拉瓦錫（Lavoisier, 1743~1794）認識了呼吸作用的本质，德國的李比希（J. Liebig, 1803~1873）闡明了空氣中二氧化碳與土壤中礦物質是植物的營養素，魏勒（F. Wöhler, 1800~1882）用人工方法從無機化合物——氰酸銨（NH₄CNO）合成了高等動物和人體內蛋白質代謝所產生的有機化合物——尿素（H₂NCONH₂）。以上所略舉的生物學與化學歷史中重要成就，都為現代生物化學奠定了良好基礎。

自然辯證法是認識自然界中科學真理的最有力武器。偉大的哲學導師恩格斯在其《自然辯證法》與《反杜林論》的著作中，指出了蛋白質是生命的主要物質基礎，以及它在新陳代謝過程中所起的作用。他說：“生命是蛋白體的存在形式，這種存在的形式實質上就是把蛋白體的構成要素經常作自我更新”。近代生物化學中關於蛋白質的生理功能和新陳代謝的發展知識，證明了恩格斯論斷的正確性。

生物化學發展的三個方面

從近代生物化學已有的知識和今後發展的趨勢來看，這一門科學的內容可分三個方面，即敘述生化、動態生化與機能生化。

敘述生化研究生物體的化學成分，包括這些成分的化學本質、在各組織器官中的分布量及存在的形式。近代生物化學已能了解機體內許多複雜的化合物，並且有一些已能用人工方法合成。近代生物化學對於作為生命活動主要物質基礎的蛋白質與其生理作用相聯繫的性質，有了深刻的認識。例如，調節新陳代謝的酶與某些激素都被證明是蛋白質。這些知識使我們能夠更好地掌握新陳代謝的規律。

研究新陳代謝的規律，包括其化學過程與機理，是屬於動態生化的範圍。近代生化的

发展以动态生化为主要内容，并且这方面的知识在医学中的应用也日见增多。人在疾病时，都表现程度不同的新陈代谢规律的失常。当我们从动态生化了解了机体正常代谢规律后，才有可能发现疾病时代谢规律的异常改变，从而设法来预防和治疗疾病。

近几年来，生物化学的飞跃发展逐渐将其本身推向一个新的方面前进，这就是机能生化方面。研究有机体内物质结构或其新陈代谢与生命活动功能的关系，称为机能生化。例如，阐明组成肌原纤维的蛋白质分子结构与肌肉收缩功能之间的关系是属于机能生化方面的知识。又如，探讨外界环境中因素通过中枢神经系统影响动物与人体新陈代谢的机制，也是机能生化的课题。由于机能生化问题的复杂性，它在近几年来渐露端倪，进步是比较迟缓的。但是这方面的研究对于深入了解生命现象的规律极为重要。

叙述生化、动态生化与机能生化并非生物化学发展中可以断然分开的三个阶段，而是发展过程中互相密切联系的三个方面。叙述生化发展为动态生化及机能生化研究创造了有利的条件。动态生化与机能生化研究的成果也推动了叙述生化发展。机能生化的研究必须以叙述生化与动态生化的已有知识为基础；机能生化也为叙述生化和动态生化的深入研究提供新的课题。

近代生物化学的主要成就和发展的前途

生物化学是本世纪中发展最快的一门科学。近几年来，生物化学的研究文献大量涌现，跃居所有科学文献的首位。研究的内容可以分门别类，包括动物生化、植物生化、微生物生化、比较生化、遗传生化、营养生化、临床生化等等。但是生化基本知识的发展，主要是蛋白质、核酸、酶、激素与物质代谢几个方面。

久已知道，蛋白质这一类高分子物质都是由二十种左右的氨基酸所组成。但是由于各种蛋白质的分子结构不同，它们的生物功能就有显著的差异。例如，酶蛋白的催化特性、蛋白质激素的调节代谢作用、肌肉蛋白的收缩功能、血红蛋白运输呼吸气体(O_2 与 CO_2)的机能等等。近几年来，已经有几种蛋白质的分子结构，包括氨基酸在分子中排列次序以及分子的空间构型，大部分或全部被阐明了。估计今后将有更多种蛋白质的结构被彻底了解。这样对于蛋白质结构与功能的研究，以及对于人工合成蛋白质的实现，提供了有利条件。

核酸是一切生物所含有的另一类高分子物质。它们在许多生命现象中，如生长、生殖、遗传、变异等，起着首要作用。肿瘤的恶性生长与放射线对机体的影响等都与核酸代谢密切相关。因此，核酸的生物化学在结合医学实际问题中，也占有重要地位。近几年来，核酸生化知识的发展相当迅速。关于它们的提纯、理化性质、合成与分解代谢和蛋白质生物合成关系等方面的研究，都有显著成果。估计在今后数年内，在核酸研究的途径中将有更多重要的发明。

酶与激素是调节新陈代谢的活性物质。因此，对于它们的研究，在了解生命现象的规律上，具有重要意义。酶与激素生化发展已有多年历史，最近几年来已深入到它们作用机理的研究。这方面的发展前途是十分广阔的。

关于生物和人体内各种物质代谢化学过程的研究，已有丰富而成熟的资料。对于糖类、脂类及蛋白质的中间代谢，可算基本清楚。今后生物化学中新陈代谢知识的发展，主要是了解不同物质代谢之间相互关系、调节代谢因素的作用机制、以及这些机制互相联系

和互相制約的綜合效应。这些知識的发展将使人类更好地掌握生命規律，对于工农业的生产和医学的进步都会起着巨大作用。

我国生物化学发展的概况

生物化学在我国虽然已有四十余年历史，但是就解放前約三十年左右來說，进展极慢，研究活动仅限于极少数的实验室，发表的論文仅在营养学、临床生化、蛋白质与免疫化学少数方面，而且篇数不多。在抗日战争和解放前十几年长时期內，我国科学研究工作基本上陷于停頓状况。因此到解放前夕为止，生物化学可算尙未在我国生根。

新中国成立以后，由于中国共产党的正确领导，重視文化教育与科学研究，生物化学也得到了空前的发展。生物化学的研究工作不仅在国家的科学院中迅速展开，而且在高等学校、工业及农业的生产部門中也普遍地开了花。在解放以后，短短十余年来，我国的生化工作，和其他科学工作一样，表現着巨大的进步。目前全国生化研究的工作是多方面的，包括基本理論、結合工业与农业生产实际以及有关医学各方面。基本理論方面是圍繞着蛋白质、核酸、酶及新陳代謝机制进行研究；在結合生产实际工作中，工业发酵及抗生素制造以及它們的机制研究，成績最为显著，其次是若干激素、維生素及工业用酶的制造；在医学方面，生化技术已广泛应用于临床诊断，革新了許多临床生化檢定技术，特别是結合祖国医学对几种重点疾病的诊断与机制进行研究并且获得了一定成果；其他如血浆代用品、病毒与免疫化学、营养学、职业病的诊断与治疗等研究均有生化技术的应用，在这些方面已取得了不少成績。总之，我国在解放后十余年的短时期間，生物化学和其他科学事业已出現了高速度发展的形势。但是由于我們在旧中国时代的基础是一穷二白，我們还須繼續努力，提高质量和加强薄弱环节，使我国生化的进展能符合当前建設社会主义的要求。

祖国医学是数千年来我国人民与疾病作斗争的成果，具有一整套的理論体系与实际經驗，是丰富的医学宝庫。結合近代医学中有成效的理論与技术，不断地发掘祖国医学宝藏并加以补充与发揚，定能在今后医学中开辟一条新道路，使現在未能防治的疾病得以防治，未能了解的发病机制得以闡明。这种重大責任是落在我国医学工作者的肩上。我国生物化学者在这方面必須發揮其应有的作用。实际上，运用生物化学的理論与技术，結合临床实践来論证祖国医学的原理以及研究祖国医学中诊断与治疗疾病的法則，已在我国若干医学机关中初步展开，估計今后在这方面将有无限发展的前途。

第二章 新陳代謝

第一节 新陳代謝概念

有机体絕不能孤立地存在着，在其一生中永远与外界环境发生复杂的联系。無論高等动物或低等生物都是經常与周围环境进行着物质交换，一方面从环境中摄取食物作为营养料，另一方面将本身物质分解所成的廢物排泄到环境中去。这就是有机体的新陳代謝，或称物质代謝。

早在八十多年前，恩格斯就指出，一切生物共有的現象，首先是从其周围摄取适当的物质，把它同化，并分解其旧有部分，加以排泄。他說：“这种新陳代謝如果停止，生命即随之停止。”（《自然辯证法》）因此，要了解生命和掌握其活动規律，就必須深入研究有机体的新陳代謝。

有机体的新陳代謝包含着許多复杂而有規律的化学变化。要闡明这些变化的本质，就必須研究参与代謝的物质，探求这些物质的化学变化过程，以及了解这些化学变化的調节机制。这都是生物化学研究的对象。

同化与异化作用 有机体将摄取的食物通过一系列的化学反应，轉变为本身的物质。这是新陳代謝的一个方面，称为同化作用。有机体内存在的物质，經過一系列的化学反应，終于成为排泄的物质。这是新陳代謝的另一方面，称为异化作用。

就人体而言，同化作用包括食物中糖、脂类、蛋白质等的消化，以及消化产物吸收后合成身体内部組織器官中的物质；异化作用就是身体内的糖、脂类、蛋白质等分解成为二氧化碳、水、尿素等排泄物的变化。我們的日常食物中糖、脂类、蛋白质的成分与化学結構，和存在于体内者有显著差异。因此，人体需要借同化作用将食物中这三类物质加以改造，然后用于补偿它們在异化作用中的損失。

有机体的同化与异化作用同时进行。它們互相联系，构成整个新陳代謝的統一过程。通过同化与异化作用，有机体内物质不断地进行着自我更新。

合成与分解代謝 生物化学者重視有机体内物质的化学变化，故将新陳代謝分为合成与分解两类过程；凡是由較小分子轉变为較大分子的物质代謝过程，称为合成代謝。反之，由較大分子轉变为較小分子的物质代謝过程，称为分解代謝。从化学变化的角度来看，食物經過消化与吸收后，在人体内进行的同化作用中一个阶段，即合成組織器官中蛋白质、多糖及脂肪等物质，是合成代謝的过程。另一方面，物质在人体内分解而变为排泄物是分解代謝的过程。因此，合成与分解代謝包含在同化与异化作用之中。

上述合成与分解代謝的概念是一般的認識，但不能看做是固定不变的。在合成代謝的过程中，可能有分解反应参与其中。例如，在机体内从分子量較小的葡萄糖合成分子量較大的脂肪酸时，葡萄糖是通过一系列的变化，分解成为二个碳原子的許多“乙酸”分子，然后再縮合成为长碳鏈的脂肪酸。在分解代謝过程中，也往往包含着合成反应的阶段。例如，葡萄糖在机体内分解时，是合成它的磷酸酯再經過一系列的化学反应过程，才变为简单的二氧化碳和水，又如，哺乳动物或人体内蛋白质分解所产生的氨，是和二氧化碳通过一系列的化学反应合成了分子量較大的尿素（ H_2NCONH_2 ）才排出体外。

合成与分解代謝既表現着有机体内物质分子的改变,又体现出有机体在生命活动中能量的变化。一般地讲,合成代謝的結果是吸收能量;分解代謝的效应是释放能量。在生命活动中,后者供給能量,前者消耗能量。合成与分解代謝同时进行,构成了新陳代謝的統一过程,从而維持了机体内物质的动态平衡,以及能量供給与消耗的平衡。

中間代謝 物质在机体内合成或分解所經過的化学变化,称为**中間代謝**(一般不包括食物消化和吸收的过程)。無論是物质的合成与分解,其中間代謝过程都包含着一系列的化学反应,并且这些反应是依一定程序連續进行的。

研究中間代謝时,不仅要了解其过程中各反应的程序和它們的中間产物以及最終产物,还要知道进行这些反应的器官与組織,又要闡明代謝过程中能量的变化,也要探討代謝速度的調节机制。总之,中間代謝的研究包括許多内容,而不是仅限于了解其化学过程与产物。

新陳代謝的調节 一切低等或高等生物,都能在有限范围内适应内在与外界条件的影响,改变其新陳代謝的强度与速度,并且經常保持着新陳代謝的动态平衡。显然,有机体内必定存在着新陳代謝的調节机制。

低等生物,例如酵母与細菌,形态与生态都很简单。它們的代謝調节只依赖于細胞本身的作用,包括許多酶构成的系統(簡称**多酶体系**)。这种**自我調节机制**,已足够保证其正常生命活动。

高等动物与人体的形态与功能都很复杂。它們的新陳代謝調节机制,除了多酶体系的細胞自我調节作用而外,尚有神經系統和激素参与其中。神經系統既能直接調节机体各部和全身的新陳代謝,又能影响內分泌腺的激素分泌。巴甫洛夫学派強調中樞神經系統在調节高等动物与人体代謝方面起着主导作用。他和貝柯夫等曾以丰富的实验資料证明了中樞神經系統,特別是包括大腦皮层在內的条件反射机制,对于机体物质代謝所起的調节作用。

新陳代謝与外界条件的关系 早在我国古代医学中,已非常重視人体与环境的統一性。《黃帝內經》中称:“人与天地相应”。这是祖国医学理論体系中一个重要論点。这个論点认为人体内的变化与其生存环境中宇宙万物的变化之間具有共同的規律,并且人体能够适应天地間的变化。《素問》中更明白地指出:“人以天地之氣生,四時之法成”。

各种生物,由于其世代遺傳的影响与生存条件的差別,各有其特殊的新陳代謝方式。但是有机体的新陳代謝方式并非一成不变的。当外界条件改变时,机体的代謝方式可以适应地随之而改变。現在已有許多实验证明了外界条件所以引起机体新陳代謝的改变,基本上是因为促进代謝的酶活性发生了改变。

第二节 参与新陳代謝的物质

無論从机体摄取的食物成分或机体本身的組成成分来看,参与机体新陳代謝过程的物质是相当复杂的。根据現代生物化学发展的知識以及为了便于系統学习起見,我們可将参与高等动物或人体新陳代謝的主要物质,分为三个大部分:

一、三类主要有机物质——蛋白质(單純蛋白质与結合蛋白质,包括具有各种特殊功能的蛋白质)、糖(高分子和低分子的糖,以及它們的衍生物)、脂类(脂肪及类脂质)。

二、水与无机质(无机盐及有机化合物中无机元素)。

三、調節新陳代謝的活性物質——酶、維生素、激素。

三類主要有機物質

組成有機體的化合物種類很多，但是，除水分而外，一切生物均以有機物質的含量最多。例如，從人體所含物質的主要元素成分來看，碳、氧、氫、氮佔體重的百分比最大(C, 18%; O, 65%; H, 10%; N, 3.0%)。這四種元素正是蛋白質、糖、脂類的主要元素成分。若從機體所含各種固體物質的分量來看，這三類有機物質佔絕大部分。以整個人體而言，除水分約佔體重的三分之二而外，蛋白質和脂類大約各佔 15%，糖量雖然較少但仍佔有 0.5% 左右，而全部無機質只佔 5% 左右。動物或人體的各種組織都含有蛋白質、糖與脂類。即雖含無機鹽最多的骨與齒，也保存着少量的蛋白質、糖和脂類。不僅如此，這三類主要有機物質在人體的新陳代謝過程中還產生了各種各樣的衍生物。這些衍生物，在人體的組織結構或生理功能上，表現着各不相同的重要作用。例如，糖轉變所成的粘多糖，是結締組織和粘膜分泌液中主要成分。腎上腺皮質和性腺分泌的類固醇激素，是屬於類脂質的膽固醇轉變而成，它們是調節代謝的重要物質。組成蛋白質的氨基酸，是機體內其他一切含氮化合物形成的原料，包括與機體的生長、生殖及遺傳所依賴的核酸中嘌呤鹼與嘧啶鹼、血液中運輸氧與二氧化碳的血紅蛋白中血紅素等等。

機體內由氨基酸化合而成的單純蛋白質，其大部分是和糖類、脂肪、色素、核酸等構成結合蛋白質；其中與單純蛋白質結合的上述物質稱為結合蛋白質的輔基。

蛋白質是有機體最重要的物質成分。生命的表現，首先是蛋白質的新陳代謝。恩格斯曾經指出：“無論在什麼地方，要是我們遇到生命，我們總是看到生命是與某種蛋白體相聯系的”。他又說：“生命是蛋白體的存在形式。這種存在的形式，實質上就是在於把這些蛋白體的化學構成要素，作經常的自我更新”(《反杜林論》)。近代生物化學，應用含同位素的氨基酸，證明了動物體內組織器官的蛋白質分子中氨基酸的確是不斷地進行着更新的。

蛋白質分解代謝的一般化學過程現在已基本清楚。它們的含氮部分是在肝臟中轉變為尿素後，再由腎臟排泄於尿中。蛋白質分子中含碳、氫、氧原子的部分，在機體內能轉變為糖與脂肪，或直接氧化成為二氧化碳和水。

在蛋白質的合成代謝中，核酸起着重要作用。細胞內含有核糖核酸(RNA)及脫氧核糖核酸(DNA)。機體借助於 DNA 合成 RNA，更依賴於 RNA 合成各種蛋白質，包括作為組織建造材料的蛋白質、各種酶蛋白和蛋白質激素。

糖是機體內供給能量的首要物質。有機體的各種生命活動，包括機械運動、化合物的合成、神經傳導、體溫的維持等等，都要消耗能量，其中大部分由糖的氧化所供給。

高等動物和人體只能將少數幾種單糖(主要是葡萄糖)轉變為糖元(多糖)，加以儲存，但不能如植物將簡單的二氧化碳與水合成糖分子，故我們的食物中必須含有充分的並可被身體利用的糖類物質。

脂類可分為脂肪與類脂質。脂肪是機體內含有潛能最多的物質。脂肪完全氧化成為二氧化碳和水時，釋放的能量較等重量的糖或蛋白質完全氧化所釋放者約大一倍多。人體內主要的類脂質是卵磷脂與膽固醇。它們是細胞中各種膜的結構材料，此外，卵磷脂在脂肪酸代謝與運輸中起着一定的作用。膽固醇是機體內維生素 D、類固醇激素、膽鹽等構