

全科医学系列辅助教材

生物化学 学习指导与习题

主编 刘立鹏
龙 昱
黄春霞

北京大学医学出版社

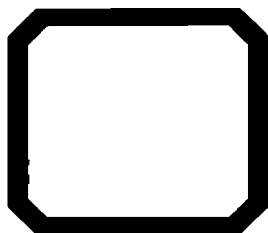
2019年中国大学教材

生物化学

学习指导与习题

主编 王德成
副主编 王 芳
王 芳

北京理工大学出版社



生物化学学习指导与习题

主 编 刘立鹏 龙 昱 黄春霞

副主编 栗 敏 田 智 郭小芳

编 者 (编者单位 长沙医学院)

刘立鹏	龙 昱	黄春霞	栗 敏
田 智	郭小芳	罗玥佶	胡桔红
周 锋	杨金莲	刘美玲	陈 琳
王义军	罗艾宇	俞芹芹	曾 琛
刘 佳	周 鹏	陈丹娜	朱力宇
曾 杰	郑建军		

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学学习指导与习题/刘立鹏, 龙昱, 黄春霞主编. —北京:
北京大学医学出版社, 2010.9

ISBN 978-7-81116-760-3

I. ①生… II. ①刘…②龙…③黄… III. ①生物化学—高等学校—
教学参考资料 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 170675 号

生物化学学习指导与习题

主 编: 刘立鹏 龙 昱 黄春霞

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京东方圣雅印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 邱 阳 责任校对: 金彤文 责任印制: 张京生

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 19.5 字数: 496 千字

版 次: 2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷 印数: 1—6000 册

书 号: ISBN 978-7-81116-760-3

定 价: 32.50 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

前 言

生物化学作为医学院校教学中的一门主干课程,是医学相关专业学生必须熟练掌握的知识理论体系,同时也是医师执业证书考试、研究生入学考试和将来工作、深造、进修的重点内容。

生物化学这门课程理论性强,内容繁多,大部分学生在学习过程中有一定的困难。有些学生花费了大量的时间和精力仍得不到理想的效果,而将所学到的知识运用于实际中的能力更是偏弱。编者通过对多年教学实践的总结发现,要想学好这门课程,除上课认真听讲之外,还要注重以下三个环节:正确的学习方法,对课程内容的重点、难点的掌握,对所学知识及时复习、归纳与总结。这本《生物化学学习指导与习题》正是以全国医学本科学校教材《生物化学》(第7版,人民卫生出版社)为基础参考教材,并参照教育部对高等医学院校生物化学教学的基本要求和国家执业医师资格考试生物化学考试大纲,针对上述三个方面进行编写,可以帮助医学生对生物化学的内容进行全面了解,掌握正确的学习方法,提高学生综合思考、自学和复习的能力,使学生能在较短时间内提高成绩。

本书内容包括学习方法、学习纲要、章节练习题、考研真题及模拟题五个部分。

在第一部分的学习方法中,编者在总结了多位老师多年教学经验的基础上,提出了一种较好的生物化学学习方法,能够帮助学生提高学习效率。

第二部分的生物化学学习纲要,涵盖了生物化学课程主要章节的所有知识点,并突出了重点、难点。根据这些内容,学生不仅可以对所学内容进行预习,还可以将其作为复习提纲,在最短的时间内对重要的内容进行全面复习,从而达到有的放矢、有效提高学习效率的效果。

第三部分为各章节练习题。复习作为学习理论知识的一个重要环节,兼有“温故”及“知新”的作用。做练习题,是最常用也是最简单、有效的复习方式之一。现在医学类院校普遍使用的人民卫生出版社出版的《生物化学》,无论从内容还是编排上都可以说是一本优秀的教材,但美中不足的是缺少相应的习题。为了弥补这一遗憾,编者严格按照教学要求进行了习题的选择,并对题型和题量进行了合理的分配,包括A型选择题、X型选择题、填空题、名词解释、简答题及问答题等,并在每章后面附上相应的参考答案。值得一提的是在各章节习题中,收录了自1988年以来“全国硕士研究生入学考试西医综合试题”的全部生物化学真题及答案。学生在学习过程中可进行同步训练,检测自己学习的效果,了解自己对知识点(包括重点、难点)的掌握情况,从而达到查漏补缺,巩固所学内容的目的。这也是本书的特色之处。

第四部分为2002—2008年某大学硕士研究生入学考试生物化学与分子生物学科目的真题。

第五部分是综合试题与模拟试题。这些内容不仅能让学生对本门课程的重要考点有全面了解,而且可以通过练习抓住命题规律,掌握相应的应试技巧。

本书主要是面向医学院校的学生,不仅可作为生物化学学习的主要参考书,同时对医师执业资格考试及研究生入学考试的应试复习也有很强的实用价值。尽管笔者付出了艰辛劳动,精心编写,严格把关,但难免存在缺点或不当之处,希望广大读者批评指正。

刘立鹏
2010年5月

目 录

第一部分 生物化学与分子生物学课程学习方法	(1)
第二部分 生物化学学习纲要	(21)
第一篇 生物大分子的结构与功能	(21)
第一章 蛋白质的结构与功能	(21)
第二章 核酸的结构与功能	(24)
第三章 酶	(27)
第四章 维生素	(30)
第二篇 物质代谢及其调节	(32)
第五章 糖代谢	(32)
第六章 脂类代谢	(38)
第七章 氨基酸代谢	(43)
第八章 核苷酸代谢	(47)
第三部分 各章节练习题	(49)
第一篇 生物大分子的结构与功能	(49)
第一章 蛋白质的结构与功能	(49)
参考答案	(59)
第二章 核酸的结构与功能	(62)
参考答案	(73)
第三章 酶	(76)
参考答案	(88)
第二篇 物质代谢及其调节	(92)
第四章 糖代谢	(92)
参考答案	(102)
第五章 脂代谢	(106)
参考答案	(115)
第六章 生物氧化	(119)
参考答案	(124)
第七章 氨基酸代谢	(126)
参考答案	(131)
第八章 核苷酸代谢	(134)
参考答案	(137)
第九章 物质代谢的联系与调节	(140)
参考答案	(144)
第三篇 基因信息的传递	(147)
第十章 DNA 的生物合成	(147)

参考答案.....	(154)
第十一章 RNA 的生物合成	(157)
参考答案.....	(163)
第十二章 蛋白质的生物合成.....	(166)
参考答案.....	(172)
第十三章 基因表达调控.....	(175)
参考答案.....	(179)
第十四章 基因重组与基因工程.....	(182)
参考答案.....	(185)
第四篇 专题篇.....	(189)
第十五章 细胞信号转导.....	(189)
参考答案.....	(193)
第十六章 血液的生物化学.....	(196)
参考答案.....	(199)
第十七章 肝的生物化学.....	(200)
参考答案.....	(206)
第十八章 维生素与无机物.....	(207)
参考答案.....	(210)
第十九章 癌基因、抑癌基因与生长因子	(212)
参考答案.....	(213)
第二十章 分子生物学技术原理及应用.....	(215)
参考答案.....	(217)
第四部分 某大学硕士研究生入学考试真题.....	(219)
2002 年生物化学与分子生物学专业	(219)
2003 年生物化学与分子生物学专业	(223)
2004 年生物化学与分子生物学专业	(228)
2005 年生物化学与分子生物学专业	(233)
2006 年生物化学与分子生物学专业	(238)
2007 年生物化学与分子生物学专业	(242)
2008 年生物化学与分子生物学专业	(247)
第五部分 综合试题与模拟试题.....	(253)
生物化学课程考试模拟试题(一).....	(253)
参考答案.....	(258)
生物化学课程考试模拟试题(二).....	(260)
参考答案.....	(264)
生物化学课程考试模拟试题(三).....	(266)
参考答案.....	(270)
生物化学课程考试模拟试题(四).....	(272)
参考答案.....	(276)
生物化学与分子生物学专业考研综合模拟题(一).....	(278)

参考答案.....	(281)
生物化学与分子生物学专业考研综合模拟题(二).....	(284)
参考答案.....	(287)
生物化学与分子生物学专业考研综合模拟题(三).....	(290)
参考答案.....	(294)
生物化学与分子生物学专业考研综合模拟题(四).....	(297)
参考答案.....	(302)

第一部分 生物化学与分子生物学课程学习方法

一、生物化学在医学中的地位

本课程为医学院校的主干课和专业基础课。对于医学生而言，生物化学与分子生物学是从事医学事业的基础和起点，是进行各项医学工作必备的技术性工具，也是医学生撷取生命灿烂之花的花圃，是他们在生命科学领域建功立业的沃土。

生物化学是通过研究生物体的化学组成和生命活动过程中所进行的化学变化规律，从而阐明、揭示自然界生命起源奥秘的一门科学。本学科是研究生物体内化学分子与化学反应的科学，从分子水平上研究生命现象的本质。生物化学与分子生物学已成为生命科学领域的前沿学科，是医学各专业的基础课程。

生物化学与分子生物学的教学任务主要是介绍生物化学与分子生物学的基本知识，以及与医学密切相关的生物化学进展。生物化学的理论课学习内容主要包括：生物大分子的结构与功能关系（蛋白质、核酸、酶）、物质代谢过程及其调节（糖、脂类、氨基酸、核苷酸等的代谢，以及其他物质代谢的联系与调节）、基因信息传递（DNA 复制，RNA 转录，蛋白质生物合成，基因表达调控，重组 DNA 与基因工程）和相关的专题知识（细胞信息转导，血液生物化学，肝的生物化学，维生素与无机物，癌基因、抑癌基因与生长因子，基因诊断与基因治疗，常用分子生物学技术的原理及其应用，基因组学与医学等），其目的是从分子水平了解生命现象的本质，为以后学习基础医学和临床医学课程，从分子水平探讨疾病发生、发展机制，进行疾病诊断、预防和治疗奠定基础。

生物化学与分子生物学的实验课教学内容主要包括：基本操作训练，蛋白质定量分析，酶动力学分析，聚丙烯酰胺凝胶电泳，凝胶过滤层析法，核酸的分离纯化及鉴定，糖皮质激素对血糖浓度的影响，聚合酶链式反应等。其目的是使学生掌握生物化学与分子生物学实验的基本理论、基本技术和基本方法，并了解其在医学中的应用，培养学生独立实验、独立分析问题和解决问题的能力及科学的思维方法。

同时，在所有生物学及医学学科中，生物化学与分子生物学所探讨的是最深入、最微观、最基础和最前沿的知识；并且生物化学的发展历来都是非常快的，尤其是近二十多年来分子生物学迅速崛起，极大地提高了人们对生命本质的认识，也大大促进了其他学科的发展，现已成为学习许多医学课程所必备的知识，在医学人才培养中具有不可替代的作用。

本课程强调“重在基础、联系临床、结合进展、学科融合”，使医学生通过本门课程学习，掌握生物化学与分子生物学的理论基础和研究进展，掌握实验技能，培养科学思维能力和科研工作能力，增强创新意识和创新能力。以培养扎实的基础知识、坚实的基础技能为目标，为医学生的进一步发展夯实基础。

二、生物化学课程的主要特点及常用的学习方法

生物化学与分子生物学已成为自然科学的带头学科之一，其核心是生物化学引人注目的发展。生物化学是从分子层面阐述生命体的化学组成、物质代谢和能量代谢规律的学科。它既是现代各门生物学科的基础，又是其发展的前沿。说它是基础，是由于生物科学发展到分子水平，必须借助于生物化学的理论和方法来探讨各种生命现象，包括生长、繁殖、遗传、

变异、生理和病理等，它是各学科的共同语言；说它前沿，是因为各生物学科的进一步发展要取得更大的进展或突破，在很大程度上有赖于生物化学的进展或突破。

(一) 生物化学课程的主要特点

1. 生物化学课程学习的困难所在

生物化学作为医学院校十分重要的一门医学专业课程，在医学教育中占有十分重要的地位。由于生物化学是生命科学中的领先学科，涉及范围广，更新快，特别是医学院校的生物化学课程还包括了细胞生物学、分子生物学中的大量内容，加之生物化学中课程教学时数多、内容丰富（研究领域广泛）、概念抽象、分子结构多、化学反应式多、酶多、循环多、代谢途径错综复杂，因而，学生普遍认为难以理解、难以学习和难以记忆。

医学生是“学医”的，因而很容易与解剖学、病理学、药理学等课程产生亲和力。而由于如前所述的生物化学的特点，很容易形成生物化学与“医”相距甚远的错觉，这样学生们在思想上就有所松懈，在学习情绪上就常处于一种“抑制”状态，从而使本来就较“难”的生物化学变成了“难上加难”。

生物化学是从分子水平研究生命现象的科学。学习生物化学必然涉及物质的分子结构和表示它们的化学结构式，涉及物质的化学变化和表示它们的化学反应式，以及由化学反应组成的代谢途径和物质代谢的规律。学习生物化学，不记忆一些化学结构式、反应方程式，不熟悉物质代谢的途径是不可能学好的。而部分医学生却有相当的畏难情绪。

有关遗传信息传递部分的知识是最新研究成果和实验方法增加较多的部分，分子杂交、聚合酶链式反应（PCR）、DNA 序列的测定、遗传工程等已成为实验室乃至生产部门的常用技术，这些技术在疾病的预防和诊疗中起着重要作用。学习它们的原理，当然也是比较重要的。

除了学习生物大分子的结构和功能，糖、脂类、蛋白质的代谢，遗传信息传递的原理等理论外，生物化学实验课还要学习生物化学实验技术的原理，例如比色、酶活性测定、层析、电泳、离心等方法的原理。这些原理与前述理论是不同的。如果不懂实验的原理，就不能正确地分析、理解实验的结果，对学生理解前述理论是不利的，这也增加了学习的难度。

生物化学是基础医学中的机能学科。机能学科不直观，它的理论是通过实验得来的，需要精心设计实验，细心观察实验现象，仔细分析实验结果，才能提升为理论，同学们在学习生物化学时也需要学会分析、推理，这正是需要在学习中逐步训练加以解决的。

2. 生物化学学习中存在的问题

医学生一般从被动学习到主动学习的适应转变较慢。中学阶段为了应试，通过做大量的复习题，反复举行模拟考试，促使学生去掌握知识，是被动的学习。而大学主要是通过教师的授课、学生课后的复习，要求学生掌握知识、抓住重点，主动地学习。大学二年级的学生基本上还保持着中学的学习方式：不爱提问题，甚至提不出问题，希望教师出大量的练习题帮助复习等等。这表明学生还没有完成从被动学习到主动学习的转变。当教师询问学生在学习中有什么困难时，学生提出的问题通常是围绕考试的重点和题型。其实，只有真正掌握了知识，那么，与此项知识有关的试题，无论题型如何，都应能比较正确地回答。例如，关于酶的竞争性抑制需要掌握的是：抑制剂能降低酶促反应的速度，对酶的抑制是可逆的；抑制剂与底物的化学结构相似，抑制剂与底物竞争酶的活性中心；抑制程度随 $[I]/[S]$ 增大而增加，当 $[I]$ 不变时，增加底物浓度，酶受抑制的程度减轻， $[S]$ 足够大时，可以解除抑制；竞争抑制时表观 K_m 增大， V_m 不变。只要掌握了上述各点，无论是选择题、名词解释、填

空题，还是问答题，只要涉及竞争性抑制都不难做出正确回答。这时题型并没有多大的意义。可以看出不少同学重视的是题型，并未去领会学习的实质内容。

不适应从松弛到紧张的转变。在我国现代体制下考大学时，同学们把时间都用在了学习上，付出了巨大、辛勤的劳动。进入大学后，许多同学都松了一口气。大学一年级所学的课程是以形态学为主，到了二年级后，进入生理和生物化学的学习，学习的内容是新的，与一年级学习的内容关系不大。在学习方法上与学习形态学的方法大不一样，不是直观的，需要抽象思维。加上生物化学是一门飞速发展的学科，大量的新知识、新实验不断地补充到其中。每周几次理论课，教师讲授了大量的内容，要巩固这些课堂上讲授的知识，需要课后进行复习。但大部分进入大学二年级的同学还没有进入真正的自主学习状态。

不重视实验。大学学习的一个特征是实验课的学时数多于中学阶段，生物化学实验课由验证理论的实验和学习常用的实验技术组成。对于常用的实验操作训练，根据各医学院校的实际情况，选用了 721 型或 722 型分光光度仪测定一些常见的临床生化指标，如蛋白质含量、血糖、血磷、血清转氨酶活性等。尽管经过多次的操作，但是到期末时仍有相当一部分同学不能将仪器调节到待测状态。节假日前后总有一些同学缺席实验课。经过调查发现，这些学生都提前回家过节去了或尚未返校。这些都说明部分学生不重视实验。

有些学生平时按时来上课，不迟到、不早退、不缺席，但不看书、不复习。到期末为了应付考试，抓紧时间进行复习，白天加班，晚上开夜车。为了获得有关考试的情报，想方设法和教师套近乎，甚至有意识地轮流采用筛选法向老师提问，希望从老师的回答中得到提示；此外猜重点，力争考试及格现象也不同程度地存在。这样的学生成绩当然不可能太好。所以学习不努力是当前学生中存在的主要问题。

(二) 生物化学与分子生物学的学习方法

1. 培养学习生物化学的兴趣

21 世纪是生命科学的世纪，在本世纪内将有望攻克目前存在的诸多医学难题。而这些“难题”往往与生物化学与分子生物学中的代谢和基因有关，特别是后者。目前临床医学实际上处于一个“渴望期”或“等待期”，渴望或等待着生物化学尤其是分子生物学及相关学科的阶段性突破甚至重大突破，临床医师才能紧随其后找出一些疑难杂症的“治病良方”。因此，学习生物化学与分子生物学是做一名合格医务工作者的必备条件。

在教师指导下加强生命科学史的教育。要认识到生物化学与分子生物学的发展史在生物学乃至整个科学发展史上所占的重要地位。以诺贝尔奖而言，据笔者的不完全统计，从 1950 年至 2006 年共 57 届诺贝尔奖，有 22 届医学或生理学奖授予了生物化学领域的研究，有 25 届医学或生理学奖授予了生物化学及相关交叉学科领域的研究，另外还有 15 届化学奖授予了生物化学领域的研究。近 20 年来，几乎每年的诺贝尔医学或生理学奖以及一些年度的诺贝尔化学奖都授予了从事生物化学和分子生物学研究的科学家。几乎生物化学课程中所有的“重点”，或者说生物化学考试的“论述题”、“简答题”，甚至大部分的“名词解释”都与诺贝尔医学或生理学奖、化学奖有关，这在其他任何学科是绝无仅有的。

兴趣是学习最有效的动力。过分地把学习强调是任务，是使命，单纯地把学习当成任务会给学生带来太大的压力，忽视学习乐趣的做法是不可取的。有了兴趣，学习就如燃烧，可谓“星星之火，可以燎原”。正像燃烧产生的热加快燃烧过程本身一样，只要有兴趣，学到的知识就能扩大我们对学习的兴趣，诱使我们主动地去学习新的东西。兴趣不仅对学习重要，对事业上的追求同样是重要的。

大家都知道兴趣的重要性，可是如何对一个问题产生兴趣？要想让人对一件事情有兴趣，必须激发人的某种内心欲望，如好胜心、好奇心等。但在学问研究方面，最重要的是好奇心。而激发好奇心，最重要的莫过于问“为什么”。一个巧妙的“为什么”，胜于长篇的大道理。比如染色体的结构这一章节，包括了双螺旋、超螺旋、染色小体、染色体等内容，简单的叙述非常枯燥无趣。但是，如果问一个为什么，学生可能会自己就学会了。可以这样问：“DNA 的长度加起来有一米多长，这么长的 DNA 分子如何能待在只有微米大小的细胞里面呢？”这样就可能激发医学生学习的兴趣，自己寻找问题的答案。

生物化学并非是很难学习的课程，有它的规律，也不乏有趣的问题。

2. 掌握生物化学的系统信息树

当代生物化学研究的内容主要集中在三个方面：生物分子的结构与功能、物质代谢与调控、基因信息传递及其调控等，即结构生物化学、代谢生物化学与信息生物化学。所研究的规律是机体的平衡规律，从大的方面讲包括：机体的能量代谢平衡（能量的产生与利用）、物质的分解与合成平衡（新陈代谢）、机体组织器官的协调平衡（神经内分泌调节）等；从小的方面讲包括：细胞之间的协调平衡（细胞通讯）、细胞生长与死亡的平衡、细胞内环境的平衡等等。

对生物化学中有联系的内容要加以系统化、整体化，了解整体与部分的关系，对加强记忆是有帮助的。学习内容的系统化、整体化可以促进学生对各部分内容的学习和记忆。例如：在代谢篇中，先学习糖、脂类、蛋白质在代谢上的总体概况与联系，对三大营养物质的代谢有一个全面的认识，然后再分别深入学习。又如：在糖代谢章节中，学习糖的分解代谢时，可将分解代谢的三条主要途径归纳成一个简图，先对糖的分解代谢有一个整体认识，然后再分途径逐一学习，学习过程中突出系统性和知识的连贯性，并注意三条途径异同点的比较。采用系统化学习方法一方面增加了知识的清晰度，便于理解与记忆，另一方面潜移默化地培养了系统化学习知识的思路，提高了逻辑思维能力和对知识的探求欲。

生物化学是建立在实验基础上的一门研究生命的科学，它研究的焦点问题是生命现象如何发生、发展和维持下去，也就是说探讨的是生命的根本规律。在生物化学的平衡体系中，生命是一个高度有序的组织，所遵循的最重要的原则是“平衡”。具体来说，平衡是一种控制体系，首先的问题是平衡的存在，其次是如何控制平衡，整个生物化学的知识不外乎是围绕这两个问题。从这种观念出发，生物化学的学习就简单了。

“机体的能量代谢平衡体系”是生物化学研究的主要体系之一，也是生命之所以能够维持的根本体系。这个体系的基本要素是什么呢？能量平衡不外乎三个要素：能量生成、能量消耗、生成与消耗的平衡控制。那么这三个要素各存在什么问题？

比如“能量生成”，它应该包括的问题是：哪些物质能产生能量？这些物质如何产生能量？机体如何储存能量？问题出来以后，答案就很简单了。生物化学一开始就介绍糖、脂类和蛋白质这三种能产生能量的物质（包括结构特征），其次介绍这三种物质如何分解变成能量（氧化和酵解）以及能量储存的方式（磷酸键能）。从这里也可以看到能量生成的过程其实就是物质分解代谢的过程。

对于能量消耗，它应该包括的问题是：能量提供的方式？消耗能量干什么？能量如何转换？看来复杂的问题其实很简单，机体能量都是以键能的方式提供的，也就是说不同化学键所含的能级是不一样的，能量的转换其实就是化学键的转换。在机体中，能量主要用来干什么？其实机体就是一个耗能的机器，能量用来维持机体的各种活动，与生物化学密切相关的

活动是物质的合成，也就是说构成机体的大多数有机物质都是机体合成出来的，物质的合成过程是伴随着能量消耗的。

那么机体是如何控制能量生成与能量消耗之间的平衡过程呢？利用控制论的原理就可以推测，平衡控制不外乎能量多了减少能量生成，能量少了增加能量生成。而机体的实际情况正是这样，能量多了通过反馈抑制减少能量的生成；能量少了通过解除抑制增加能量的合成，这是一个基本规律。

上述的平衡是从大的方面来看，实际上每一个大的平衡问题包含许多小的平衡问题，只要认识平衡的这种本质，都可以根据平衡的原理来推测，从而很容易把所有的问题搞清楚，问题清楚了，知识也就学到了。

3. 生物化学的有效学习方法

(1) 学会思考

孔子说：“学而不思则罔，思而不学则殆。”笛卡尔也有句名言：“我思，故我在。”

科学的学习方法必定不能缺少思考。大学学习一定要用相当的时间学会思考，而且要善于思考。善于找出事物之间的相似规律就是善于思考，善于思考也就善于学习。举一个生物化学中简单的例子：

在生物化学的酶学中讲到，酶的作用机制就是降低化学反应的活化能，抽象地理解这个问题实在很困难。什么叫反应活化能？怎样才能够降低化学反应的活化能？其实这个问题用现实生活中的例子就很好解释。比如山顶上有一个池塘，池塘中有一块圆石头，问题是：这块石头能不能滚到山脚下？理论上石头具有很高的势能，但是它在池塘中是很稳定的，这种势能永远也不会变成动能。但是如果有一个外力将石头从池塘中移到池塘边缘，这块石头就可以自己滚下来了；或者从池塘底部打个洞通到山边，石头也可以从池塘滚到山底。其实化学反应与这个道理是一样的，一个底物虽然具有变成产物的势能，但是由于它的稳定性，也就是有一个“能垒”阻止它变成产物，所以它不能自发变成产物，酶的作用就是消除这个能垒，使化学反应可以进行。这个例子说明，看起来不相干的事件，但是它们之间具有相同的道理。

(2) 弄清难点，掌握重点

生物化学的学习有一定的难度，这不能否定。那么遇到难点内容该如何对待呢？如果认为难点内容学起来费劲，考试也不一定考到，不如随它去，那是很不对的。学习并非仅仅为了考试，而是要把生物化学的基本知识和基本理论真正学到手，以便为后续的基础课和临床课打下必要的基础，也为今后的继续深造和工作研究铺下基石。再说，有些难点也是重点，起着承前启后、广泛联系的作用。如果不把这些难点弄清楚，掌握好，就会直接影响后续章节的学习，也会影响今后的继续深造和研究工作。所以，对于难点内容完全有必要认真理解，仔细钻研。

要弄清难点，关键在于上课听懂。难点内容往往是教师力求在课堂上突破的内容。为突破教学难点，教师常采取多样化的教学手段，或使用多媒体课件，或使用板书、板图，讲解也比较细腻、详细，语气和语速都有变化，学生只要听课专心，积极思考，善于钻研，是可以听懂和领会的。当然，如果上课注意力不集中，开小差，那么不管教师怎么讲，也无济于事。有些难点如果在课堂上不能很好理解，课后要及时采取弥补措施，如和同学开展讨论，查阅参考书，上网检索，向教师请教等。只要肯学、肯钻、肯问，难点完全可以心领神会。

难点要弄清，重点更要掌握。生物化学内容多，而我们的学习时间有限，因此，必须注

意掌握重点。

要掌握重点须先了解哪些内容是重点。对此，教学大纲都有明确的规定。对于大纲要求掌握、熟悉和了解的不同内容，要做到既全面兼顾，又有所侧重，以保持知识的严密性和完整性。掌握重点务求扎实、牢固，这与理解和记忆关系密切。理解是入门的向导，记忆是理解的归宿。记忆一定要建立在理解的基础之上。大凡理解深透的内容，记得也牢固。死记硬背往往是前读后忘，或边读边忘。记忆也不能只靠一次学习，在学习新知识的同时，不要忘记温习旧知识。古人说“温故而知新”，这是很值得我们借鉴的。

(3) 运用比较法

要记住容易混淆的内容，就要仔细地进行比较，从中找出其带有共性的内容，并区分其不同点，以增加记忆的清晰度。例如：在学习蛋白质和核酸化学后，可将这两种高分子化合物进行比较，根据其组成、结构、生物学性质等分项比较，找出区别与联系，绘制成图表。这种方法还可应用到对维生素的学习中，“维生素”这一章的内容很散，每一种维生素都要分化学结构、化学性质、来源、活性形式、生理功能、缺乏时的相关病症等等，可将零散而有相同顺序的内容进行归纳、比较，列成图表进行学习。

细心比较，找出异同。有比较才能有鉴别。比较是认识事物本质，把握事物特征，将一种事物区别于其他事物的重要手段。事物经过比较，才能给大脑留下清晰的印象，有助于对知识的记忆和积累。

生物化学名词多，缩写符号多，分子结构式多，代谢途径多。它们中有些颇有类似之处，因而很有必要细心比较，以把握它们的本质和特征，找出异同。下面举些例子加以说明。

名词比较。生物化学有许多名词只是一字之差，需要细心加以比较，以免混淆和错用这些名词，如核糖核酸和核糖核苷酸、脱氧核糖核酸和脱氧核糖核苷酸、别构酶和异构酶、水解和水化、变性和变异、血红素和胆红素、丙酮和丙酮酸、载体和受体等。

成分比较。有些物质的分子组成成分比较复杂，不同的分子可有某些相同的化学成分。如 DNA 和 RNA、磷脂酰胆碱和磷脂酰乙醇胺的水解终产物，既有相同的，又有不同的。比较一番，就容易掌握。

分子结构式比较。有些分子结构式只有细小的差别，比较一下有助于识别记忆。如亮氨酸和异亮氨酸、半胱氨酸和高半胱氨酸（同型半胱氨酸）、醛固酮和皮质酮、尿苷二磷酸葡萄糖（UDPG）和尿苷二磷酸葡萄糖醛酸（UDPGA）等。

缩写符号比较。缩写符号由于书写方便而被广为使用。但有些缩写符号读音很相近，或者只是前后次序有所不同。如不认识清楚，就容易读错或用错。如 ATP、AKP 和 AFP，GPT 和 GTP，TPP 和 TTP 等。

理化性质比较。有些物质分子在理化性质上既有相同之处又有不同之处，比较一下能使认识更为深刻而全面。如酶和一般催化剂的比较，脂溶性维生素和水溶性维生素的比较，结合胆红素和未结合胆红素的比较等。

代谢途径比较。同一种代谢物可有不同的代谢途径，要抓住重要环节进行比较。如糖酵解和糖的有氧氧化，可从反应条件、部位、受氢体、ATP 生成数量、产能方式、终产物和生理意义等方面进行比较。又如复制和转录之间的比较，可通过模板、原料、合成方向、基本单位之间的连接键、碱基配对、是否需要引物、合成产物等方面进行比较。又如 NADH 氧化呼吸链和琥珀酸氧化呼吸之间的比较，可通过组成成分、ATP 的生成数量、P/O 比值

等方面进行比较。通过比较，找出异同点，就不难掌握这些复杂的代谢途径。

其他方面的比较还有许多，此仅列举数例，以求举一反三，触类旁通。

(4) 形象理解法

对于抽象的内容可将其形象化，通过听课时教师的各种教学手段如形象化的比喻、动作、模型等，加强对抽象内容的记忆。例如在讲蛋白质的生物合成时，通过动画的形式，将蛋白质的生物合成过程形象地展现在学生的面前，提高了知识的课堂吸收率。在讲核酸的空间结构时，制作一些模型，增强空间想象力。在代谢篇中，糖、脂类、蛋白质的分解代谢是以三羧酸循环为核心的，三羧酸循环犹如燃烧着的火焰，而糖、脂类、蛋白质的氧化必须借助这个火焰，才能进行彻底氧化分解。这样既将糖、脂类、蛋白质分解代谢的总体概念理解了，又揭示了糖、脂类、蛋白质分解代谢是以三羧酸循环为纽带而发生联系的。这种形象的理解方法，既培养了学习中的形象思维，又有力地促进了对所学内容的理解和记忆。

(5) 联系记忆

生物化学不是形态学科。它的主要任务是研究和探讨人体的化学组成、新陈代谢及其与机体功能活动联系的规律。从化学组成到新陈代谢再到功能活动，它们之间有着本质和内在的联系。

以蛋白质化学、维生素、酶、物质代谢等章节来说，它们之间环环紧扣，层层深入，具有严密的逻辑关系。物质代谢是生物化学的中心内容，要学习这部分内容，须先打好酶学基础。因为酶是物质代谢的必要条件，人体内几乎所有的代谢反应都必须在酶的催化下才能完成。而要学习酶学，又须先学习蛋白质化学和维生素。因为酶的本质是蛋白质，而维生素（这里指B族维生素）又参与酶的辅酶或辅基的构成。

由此可以看出，学习生物化学必须遵从其自身的固有规律，由浅入深，由表入里，循序渐进。如果断章取义，颠倒逻辑，割裂内在联系，那只能是多走弯路，事倍功半。生物化学各章节尤其是物质代谢部分，其前后联系、上下贯穿、左右沟通的特点，是很突出的。因此在循序渐进的学习中，要注意这些内容之间的有机联系和融会贯通，力求在头脑里建立一个系统有序的生物化学知识体系，以便在分析问题和解决问题时运用自如。

利用学习内容和现实生活中的一些客观联系，把复杂的内容较容易地记忆下来。如在学习三羧酸循环时，应重点记忆的内容较多，可将三羧酸循环的重点内容概括为：一次底物水平磷酸化、二次脱羧、三个不可逆反应、四次脱氢。通过不断概括总结，熟练掌握并记忆所学内容。在学习必需脂肪酸时，可联想人体的必需脂肪酸是“油麻花”，所代表的分别是：亚油酸、亚麻酸、花生四烯酸。这种方法不但对所学内容增强了记忆，而且还可以通过联想将比较难记的内容牢记下来。

还可采用编口诀的方法记忆一些互不关联的内容，如把人体8种必需氨基酸按照谐音编成口诀记忆，即“苏亮赖协（缬）议（异）是（色）笨（苯）蛋”，这样既增加了趣味性又帮助了记忆。

生物化学与临床医学有着很紧密的联系，将所学习的内容与临床应用相联系，既克服了机能学习与临床应用之间缺乏联系的缺陷，又拓展了知识面。在学习酶的竞争性抑制作用时，可联系磺胺类药物的作用机制，一方面将酶的竞争性抑制作用弄清楚，另一方面熟悉临床应用磺胺类药物的作用机制。在学习生物素的吸收时，可联系日常生活，如生鸡蛋清可以阻碍生物素的吸收利用。联系记忆法是医学学习中十分有用的方法，通过应用可加深对所学内容的理解，提高记忆的准确性。

(6) 重视实验的操作与实验报告的书写

实验教学是生物化学教学的重要环节。它和理论教学既有密切的联系，又有自身的特点。开设生物化学实验，除了印证部分课堂理论外，更重要的是让学生接受基本技能的训练，培养学生设计、创新、观察、分析和综合的能力。随着科学的迅速发展，生物化学实验技术不断改进、不断创新，无论在基础学科领域，还是在医学临床领域，均有着广泛的应用前景。作为医学生必须重视生物化学实验，在努力学好生物化学基础理论知识的同时，也要认真学好生物化学实验技术。

要学好生物化学实验技术，必须做到实验前预习，并在预习中激起强烈的求知欲望。实验时，要做到态度诚实，作风严谨，操作正确，观察仔细，发现及时，记录准确，分析在理。力求通过实验巩固和深化理论知识，并且获得应有的实验技能。

实验报告是实验教学的有机组成部分，是学生对实验结果或现象进行分析讨论和小结的书面材料。一份实验报告的好坏，在很大程度上能反映出一个人的实验态度、工作作风、实验能力、分析综合能力和文字表达能力。实验者必须如实、正确、认真书写实验报告，按时完成并上交。

(7) 读文献，做报告

生物化学是当今知识经济时代最活跃的学科之一，其进展之快，新成果之多，令人瞩目。生物化学教材虽然容量大，联系广，但它毕竟不能包罗全部生物化学知识，也不能及时、全面地反映最新生物化学学术动态。所以每个学生，尤其是学有余力者，都有必要读一些生物化学参考书及生物化学学术期刊。这不但能充实知识，开阔眼界，而且能展望科技尖端，激发探索生命奥秘的欲望。

与此同时，还须注重应用能力的训练和培养，例如学会查阅文献资料，逐步积累知识，做读书报告等。这不但能加强生物化学基本理论知识的学习，而且能培养综述和论证问题的能力。

三、生物化学课堂学习

(一) 配合教师的授课活动，主动学习

目前，随着国家对教育的重视，医学院校的教学评估也越来越多。在这种形势下，围绕提高教学质量，教师们做了大量的创新性工作。生物化学作为医学类主干课程，授课教师也必须进行大量的教学改革。

应用启发式教学就是在教师的指导下，调动、培养和发挥学生学习的主动性和积极性，激发思维，探索知识，发展智力的教学活动。学生在课堂上必须紧跟老师的讲解，积极配合。例如在学习糖异生之前已学过糖酵解，为使从前所学的知识中受到启发，在讲授中，教师首先提出：机体绝大多数生物化学反应为酶促反应，并且绝大多数酶促反应又为可逆反应，而仅仅只有关键酶催化的酶促反应为不可逆反应。接下来请问同学们，根据上述已知条件，机体最可能的糖异生路线是什么？对糖酵解中的不可逆反应如何解决？这样，学生在教师引导下共同探索，集思广益，互相启发，既巩固了已学知识，又学到了新的内容。

(二) 课堂学习把握知识点

生物化学课程本身内容丰富，各种代谢途径错综复杂，这是同学们学习生物化学时普遍感到“难学、难记忆”的重要原因之一。

教师课堂讲授过程有重点、难点，对于难点、重点及“兴奋点”部分，一定要关注老师

的讲解，理解授课意图。例如教师在讲授糖代谢有关章节中，会先把关键酶催化的反应讲深讲透，然后引导同学们对糖的主要的五条代谢途径以“箭头反应式”加以联系，这样的一张“简”图就可清晰地同学们深感头痛的、看似繁杂的糖代谢“解决掉”。

在理解的基础上，总结规律并直观地表示出来，将使记忆更加快捷、准确。例如，判断蛋白质在特定 pH 环境中的带电情况，在理解了依据的原理后，可以归纳出一种简便的方法：以纵坐标表示带电性质和带电量，横坐标表示溶液的 pH，建立坐标系。用一条斜率为负、y 轴截距为正的直线就可以反映溶液 pH 与蛋白质带电的关系，其中 x 轴截距代表该蛋白质的等电点 pI。从这条直线上点的坐标可以看出，当 $\text{pH} < \text{pI}$ 时，蛋白质带正电，随 pH 增加带正电量减少；当 $\text{pH} > \text{pI}$ 时，蛋白质带负电，随 pH 增加带负电量增加。学习过程中主动寻找一些小窍门，使学习更加得心应手。

教育行为学研究分析，大学生在一节课的课堂学习中，听讲注意力集中的时间一般不超过 25 分钟，因此，教师授课有张有弛，学生听课也要适时、适当调整上课的“情绪”。

生物化学是一门机能学科，学习者既要有很强理解力，也要有很强记忆力。而多媒体教学可将文（数据、文字）、声（语言、声响）、图（图形、图像、动画）和计算机技术融为一体。所展示的图像清晰、逼真、直观感强、色彩鲜艳，使动态与静态有机结合，图、文、声紧密联系，这是传统的板书、投影、幻灯等单一教学方法无法实现的。多媒体教学与传统的教学方式相比可大大节省时间，但生物化学课程多媒体的内容量大、信息量多，有很多学生跟不上记课堂笔记，因此，学生一定要对教师采用演示系统讲授的重点、难点进行总结、比较、归纳。

以“能量代谢”为例来说明。糖、脂类、蛋白质三大营养物质最重要的功能就是参与机体能量代谢，这也是生物化学的主要内容。课堂讲授时是分别单独介绍糖、脂类、蛋白质的代谢途径，学生学习后认为主要是记住每种物质的代谢途径及其作用，内容枯燥且难以记忆。实际上，虽然糖、脂类、蛋白质的代谢途径各不相同，但关键的一点是相同的，即“能量代谢”。能量代谢包括能量生成、能量消耗和生成与消耗的平衡控制（即代谢调控）。在能量生成过程中，首先产生 NADH 和 FADH_2 ，后者再进入线粒体生成 ATP，这是能量的生成。那么，能量主要用来干什么？其实机体本身就是一个耗能的机器，能量用来维持机体的各种活动，与生物化学密切相关的活动是物质合成（即合成代谢），而构成机体的大多数有机物质都是机体自身合成的，物质的合成过程是伴随能量消耗的。最后，就是能量平衡的控制。所谓控制能量平衡，不外乎能量多了就减少能量生成、能量少了就增加能量的生成，前者就是产物的反馈抑制，后者是对代谢途径解除这种抑制作用。通过以上学习，将三大营养物质的代谢共同点明确后，再结合各自的代谢途径，能够将糖、脂类、蛋白质的代谢有机地联系起来，从而更容易理解和记忆，不致将各代谢途径混淆。

（三）课堂学习时理论联系实际，帮助理解与记忆

生物化学内容广泛，各物质代谢途径不同，有些理论比较抽象，学生学习过程中普遍感到难以理解与记忆。比如，讲到血糖的稳定时，谈到机体怎样维持血糖在相对恒定的水平？学生难以记住。首先，从来源上说，机体会每天从食物中补充大量的糖。怎样补充？从“饭”中来，所以，正常人每天要吃饭。但一天只吃三次饭，饭时与饭后大量糖进入血液，这时机体会将多余糖储存起来（肝糖原等）。当进食的糖不能维持血糖时（餐与餐之间），就靠储存的肝糖原分解补充，此外，非糖物质可以转化为糖（糖异生）。再就是血糖的去路，机体是一个耗能的机器，能量来源的重要途径之一是糖的分解供能，这是血糖的最主要去