

全国高等学校配套教材
供基础、临床、预防、口腔医学类专业用

医学生物学 学习指导

第2版 主编 傅松滨 左 伋

3(2)

 人民卫生出版社

全国高等学校配套教材
供基础、临床、预防、口腔医学类专业用

医学生物学学习指导

第2版

主 编 傅松滨 左 伋

编 者 (以姓氏笔画为序)

卜晓波 (牡丹江医学院)	张咸宁 (宁波大学医学院)
王培林 (青岛大学医学院)	金春莲 (中国医科大学)
左 伋 (复旦大学上海医学院)	胡火珍 (四川大学生命科学学院)
刘学礼 (复旦大学社会科学部)	黄天华 (汕头大学医学院)
宋土生 (西安交通大学医学院)	傅松滨 (哈尔滨医科大学)
吴白燕 (北京大学医学部)	

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

医学生物学学习指导/傅松滨等主编. --2 版. --北京:
人民卫生出版社, 2004. 6

ISBN 7-117-06176-6

I. 医… II. 傅… III. 医学:生物学-医学院校-
教学参考资料 IV. R31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 042965 号

**医学生物学学习指导
第 2 版**

主 编: 傅松滨 左 俊

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67616688)

地 址: (100078) 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E-mail: pmph@pmph.com

印 刷: 北京机工印刷厂(天运)

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印 张: 10

字 数: 225 千字

版 次: 2002 年 9 月第 1 版 2004 年 6 月第 2 版第 2 次印刷

标准书号: ISBN 7-117-06176-6/R·6177

定 价: 14.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

前 言

《医学生物学》第6版教材已由人民卫生出版社出版发行。为了使医学生和教师更好地使用教材,编委会特编写了《医学生物学学习指导》(第2版),一方面用于任课教师在备课和辅导时参考,另一方面也使学生在自学过程中能够更好地理解教材各章节的重点与难点。此外,《医学生物学学习指导》(第2版)还包括《医学生物学》第6版教材各章的自测题及部分参考答案,以供学习参考。“学习要点”体现了第6版教材各章节内容的精华,使教师备课与学生自学事半功倍。

与5版教材“学习指导”相比,配套《医学生物学》第6版教材的“学习指导”在内容上有了一定的更新与完善,但缺点和错误在所难免。诚恳地希望读者提出宝贵意见,以便修订时及时得到更正。

傅松滨

2004年3月于哈尔滨

目 录

第一部分 学习医学生物学的基本方法

张咸宁 左 俊

- 一、现代生物学与医学的关系 (1)
- 二、医学教育中的生物学课程设置 (1)
- 三、医学生物学学习的参考原则 (2)

第二部分 生物学发现及其启示

刘学礼

- 一、追问生命 (5)
- 二、探索细胞世界 (7)
- 三、揭开遗传的奥秘 (10)
- 四、《物种起源》的起源 (13)
- 五、疾病的认识 (15)

第三部分 各章练习题

- 第一章 生命的特征与起源 宋士生(19)
 - 学习要点 (19)
 - 自测题及答案 (20)
 - 一、练习题 (20)
 - 二、练习题答案 (23)
- 第二章 生命的基本单位——细胞 王培林 胡火珍(24)
 - 学习要点 (24)
 - 自测题及答案 (32)
 - 一、练习题 (32)
 - 二、练习题答案 (55)
- 第三章 生命的延续 黄天华(58)
 - 学习要点 (58)
 - 自测题及答案 (59)
 - 一、练习题 (59)
 - 二、练习题答案 (64)
- 第四章 生命的遗传与变异 吴白燕 金春莲(65)
 - 学习要点 (65)



自测题及答案	(77)
一、练习题	(77)
二、练习题答案	(87)
第五章 生命的个体发育	胡火珍(89)
学习要点	(89)
自测题及答案	(91)
一、练习题	(91)
二、练习题答案	(97)
第六章 生命的多样性及其形成机制	宋土生(100)
学习要点	(100)
自测题及答案	(100)
一、练习题	(100)
二、练习题答案	(101)
第七章 生物的分类方法与分类系统	宋土生(102)
学习要点	(102)
自测题及答案	(105)
一、练习题	(105)
二、练习题答案	(109)
第八章 生物的进化	宋土生(110)
学习要点	(110)
自测题及答案	(110)
一、练习题	(110)
二、练习题答案	(111)
第九章 生物与环境	宋土生(112)
学习要点	(112)
自测题及答案	(113)
一、练习题	(113)
二、练习题答案	(116)
第十章 疾病的生物学机制	左 俊(117)
学习要点	(117)
自测题及答案	(117)
一、练习题	(117)
二、练习题答案	(119)
第十一章 克隆与医学	胡火珍(121)
学习要点	(121)
自测题及答案	(122)
一、练习题	(122)
二、练习题答案	(125)
第十二章 基因组医学	傅松滨(127)



学习要点·····	(127)
自测题及答案·····	(128)
一、练习题·····	(128)
二、练习题答案·····	(129)
第十三章 神经医学·····	左 伋(131)
学习要点·····	(131)
自测题及答案·····	(132)
一、练习题·····	(132)
二、练习题答案·····	(134)
第十四章 生殖医学·····	黄天华(135)
学习要点·····	(135)
自测题及答案·····	(138)
一、练习题·····	(138)
二、练习题答案·····	(142)
第十五章 预测医学·····	左 伋(143)
学习要点·····	(143)
自测题及答案·····	(143)
一、练习题·····	(143)
二、练习题答案·····	(145)
第十六章 干细胞医学·····	卜晓波(147)
学习要点·····	(147)
自测题及答案·····	(149)
一、练习题·····	(149)
二、练习题答案·····	(150)

第一部分 学习医学生物学的基本方法

生物学是研究生命现象的本质,探讨生物发生、发展规律的一门科学。所谓生物的生命现象是指生物体建立在新陈代谢基础上的生长、发育、分化、遗传、变异、衰老、死亡、生殖和进化等过程。这些生命现象是维持生命所必不可少的,而这些生命现象的产生与进化几乎都是以细胞作为基本单位的。

一、现代生物学与医学的关系

根据研究的内容,生物学可以分为微生物学、植物学、动物学、人类生物学、医学生物学、肿瘤细胞生物学等。医学基础课程中的解剖学、组织学、胚胎学、生理学、生物化学、分子生物学等都属于生物科学的范畴,而医学本身也是广义的生命科学的分支之一。因此,医学生物学是生物学的分支学科,它是用生物学的观点来探索、研究并解决医学中的一些问题。

现代医学的发展无不是以医学生物学的发展为基础的。医学生物学理论的建立不仅对医学的发展产生了重要的影响,而且还直接指导着医学实践活动。现代生物学和现代医学已经发展到相辅相成、相互促进的新阶段。众所周知,21世纪的医学属于“分子医学”(molecular medicine)和“基因组医学”(genomic medicine)的时代。“分子医学”实质是“分子生物学”、“分子遗传学”、“分子细胞生物学”与医学结合的产物,“基因组医学”则是“基因组学”与医学相互融合的结果。因此,作为一个未来从事医务工作的医学学生,必须了解和掌握一定的与医学有关的现代医学生物学基本理论、基本知识和基本技能,从而为学习其他基础医学、临床医学和预防医学等课程打下坚实的基础,并指导自己未来的医学工作。

二、医学教育中的生物学课程设置

由于生物学的研究范围很广,作为一个医学生不可能也没有必要掌握所有的生物学知识,因而应运而生了“在注重于生物学系统性的同时,把生物学与医学结合起来的医学生物学”,它使医学生能在短时间内了解和掌握作为一名医学工作者所必须了解和掌握的生物学知识。

医学生物学作为一门基础课程,一般安排在新生入学后第一学年开设(个别专业,学制可能有例外),内容涉及到医学知识的基本理论、基本知识和基本技能,既是医学基础的前沿学科,又是学习其他临床医学的奠基学科,起着承上启下的作用。例如“细胞的结构和功能”、“遗传和变异”、“显微镜的使用”、“疾病的生物学机制”等章节,对于刚踏入医学殿堂的医学生来说,是成为一个合格医师所必须具备的知识和技能。同时,《医学生物学》中的许多章节与其他医学学科关系密切,例如“细胞的物质基础”这一章节讲述了蛋白质、酶、核酸的结构、组成和功能,虽然并不深奥,但却是关于生命物质最本质、最基础的知识,

为《生物化学》的学习打下基础;各种细胞器的形态、数目及分布是否异常,为《病理学》对病症的分析奠定细胞水平研究的基础;《卫生学》的许多内容则与《医学生物学》中的“生物与环境”一章密切相关;“克隆动物”一章涉及到《外科学》的“器官移植”内容;“生殖医学”一章对《妇产科学》、《男科学》课程的学习是个很好的铺垫;“基因组医学”和“预测医学”2个章节,不仅对提前进入现代《诊断学》和《临床检验学》课程做好了“预习”,而且恰到好处地强调了“分子医学”在现代医学中的重要地位。因此,医学生物学在医学发展中是大有前途的,既是基础课,也是专业课。医学生在学习医学生物学的同时,不仅要注意知识的学习,更要注意学习方法的改进,以适合医药院校各专业各课程的学习。

三、医学生物学学习的参考原则

学习是一个主动、积极的行为,所以在一定程度上是因人而异的,绝不存在一种通用的模式,但学习也是有其物质基础的,因此也是有一定的规律可循的。医学生进入医学院系学习,有一个从中学进入大学的角色转换过程和从数理化等(理解、抽象成分较多的)学科到生物、医学这类(描述、具体成分较多的)学科的学习方法的适应过程,如果能够对这类学科所包含的共同原则有所了解,将有助于生物医学课程的学习。

(一) 培养主动学习的精神

我国古代教育家孔子曾说过:“知之者不如好之者,好之者不如乐之者。”著名科学家爱因斯坦也说过:“兴趣是最好的老师。”他们的话充分肯定了一个毋庸置疑的道理:学生学习的好坏,很大程度上取决于他们自己有没有学习的兴趣。医学生应该从思想上认识到学好《医学生物学》,将进一步深入学习《人体解剖学》、《组织学》、《胚胎学》、《生理学》、《病理学》、《生物化学》、《外科学》、《内科学》、《肿瘤学》等基础课和专业课打下坚实的基础。试想,即使在《医学生物学》的教学过程中,授课老师认真备课而且讲授有方,并千方百计制造兴奋点,吸引同学的注意力,但如果学生自己轻视这门课程的重要性(例如在某些院校可能本课程只是一门“考查”必修课而非“考试”必修课),上课时不是打瞌睡,就是看小说、杂志、报纸,做实验时马马虎虎,岂能学得好?

(二) 学会把握重点

中学学习的特点是同一问题举一反三,而在进入到更高层次的医药院系后,往往首先遇到的是知识容量大、内容多的问题,有时2个课时要讲授上万字甚至更多的内容。要掌握这些内容,除了医学生自己要在思想上有所适应外,还要及时学会把握重点。这些重点在授课老师的授课过程中或在教材中都会有所反映。一般情况下,授课老师会反复强调重点内容,学生应及时捕捉这一信息;而在教材中,一般在每个段落的开始或结尾常有一句或几句是描述本段落中重点的内容。把握住这些重点,也就好比见到了茫茫大海中的灯塔。

例如,在学习有关“细胞”的知识内容时,重点内容是从分子水平阐述细胞的组成、结构与功能,细胞的各种生命活动(如细胞信号转导、细胞增殖、分化、衰老、死亡等);在“遗传与变异”一章中,应重点掌握遗传的基本规律、染色体病、单基因病、多基因病等经典内容,在此基础上,了解人类基因组计划、克隆、分子诊断、基因治疗、遗传伦理学等热点研究领域的基础理论和进展。这样,既掌握了临床处理遗传病时应采取的措施,同时也了解到社会、文化、法律、经济和政治因素在遗传病防治、优生优育工作中所起的重要作用,学会



处理这类问题。

(三) 学会自学

《医学生物学》涉及的内容广泛,而课时总是有限的,授课老师只能是提要式地介绍,更多的是要医学生自己去学。自学的办法及其效果因人而异,但最早的自学训练可通过“比较法”进行。

例如,在课前先预习,自己对预习的内容作归纳,上课时记录老师的归纳板书,课后复习时再做一次综合复习,比较上述自己的归纳和老师的讲解,看看哪些地方相同,哪些地方不同,为什么相同,为什么不同……,这样反反复复地进行预习、复习,必然使自己的自学能力提高,再庞大的学习量也会浓缩。

(四) 多读一些有关的辅助材料

程度浅一些的、深一些的、相当的参考书或期刊都可以读一点,见多才会识广。特别是今日 Internet 网络已经构成了人类有史以来全球最大的资源和信息系统,信息量非常庞大,更新及时,而传统的教科书由于出版周期等原因,不可能跟上现代医学生物学日新月异的发展;加上互联网不受时间、空间的限制,具有很高的时效性,获取信息方便,资源共享性极高,足以弥补传统教学中的不足,对学习效率的提高帮助巨大,医学生不能不利用好网络优势。

下面推荐一些常见的医学生物学专业教育网站:

- (1)<http://bioera.yeah.net>
- (2)<http://www.37c.com.cn>
- (3)<http://www.biosino.org>
- (4)<http://cmbi.bjmu.edu.cn>
- (5)<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- (6)<http://www.iacr.bbsre.ac.uk>
- (7)<http://www.cellsalive.com>
- (8)<http://www.bbc.co.uk/webguide/science/>
- (9)<http://www.tokyo-med.ac.jp/genet/>
- (10)<http://www.ornl.gov/hgmis/medicine/>
- (11)<http://www.accessexcellence.org>
- (12)<http://www.nabt.org>

有些同学会觉得自己的教材尚未看完,何必去看其他书籍?其实不然,阅读参考资料的同时也是在学习自己的教科书,比较、分析、综合将会起到事半功倍的效果,这也就是“汝果欲学诗,功夫在诗外”的道理。

(五) 注意同学间的相互交流

进入医药院系学习,同学们往往比在中学里有更多的机会在一起交流沟通学习方法,体会学习内容,以集思广益,取长补短。国内外著名的实验室非常注重同事间的相互交流,经常在饭桌上、喝咖啡的时间探讨科学问题。20 世纪最伟大的科学发现之一:DNA 分子的双螺旋结构,就是美国学者 Watson 在英国剑桥大学工作时几乎天天与 Crick 进行相互讨论中形成的。因此,与同学多交流不仅可以从中得到启迪,检查自己理解上的正误,还可以锻炼自己的表达能力和理解能力。

(六) 尝试以问题为先导的学习方法

医学生物学既是理论学科,也是应用学科。临床医学中有许多重大问题需要用医学生物学的理论、技术来解决。要尝试以问题为先导的学习方法,哲学、辩证地看问题,这样就容易掌握所学习的内容,并可能从中有所发现、有所发明。例如,在日常生活中,每个人都少不了与各种各样的药品打交道,但临床用药后的效果为什么往往因人而异?如感冒药或降压药,张三吃了药到病除,李四服用后却见效不大,甚至无效,王二麻子吃了药非但没有解决问题,反而出现了过敏反应!矽肺是如何产生的?为什么许多疾病有家族聚集现象?……,对你所感兴趣的日常生活中常见的问题,也许靠你所掌握的知识尚不足以解答,但你可以和同学讨论,请教老师或阅读参考书,在得到答案后,你一定会对此有深刻的认识而不易忘却。

另外,大家在学习《医学生物学》时应牢记一句话,即“功能出自结构”。生物体大分子等之所以具有这样或那样的结构组成,是与他们所行使的独特功能密切相关的。例如DNA分子双螺旋结构的发现,为什么在20世纪50年代初期研究DNA空间结构的众多实验室中,只有Watson和Crick取得了划时代的成果?当时赫赫有名的大科学家Linus Pauling曾提出DNA的三链结构假说,但不为大家接受。而Watson和Crick充分利用了Wilkins和Franklin提供的X线衍射照片以及Chargaff有关DNA中的碱基含量的新数据,敏锐地提出DNA应为双链螺旋结构,立即轰动了生物学界。因为DNA的双螺旋结构模型使得有关DNA自我复制、DNA转录为RNA单链等有关DNA功能的分子生物学难题迎刃而解。

(七) 多做习题

考试不仅是检验学习效果的一种方法,更是促进学习的催化剂,甚至可以说是学习的“指挥棒”。因为考试不仅有助于检验自己所学的知识,而且还可以检验自己的学习方法。考试的种类繁多,但不外乎水平考试和选拔考试;试题的形式也是多种多样,但也不外乎主观题和客观题,前者包括名词解释题、问答题和评述题,后者包括是非题、填充题与选择题。绝大部分的试题内容是按照知识性、实践性和启发性的要求来出的,而且与教学中医学生应掌握的基本概念和基础知识相呼应。因此,尽可能地多做一些练习题,将有助于同学们学好《医学生物学》。

以上只是一般性的原则,仅供学习时参考。

(张咸宁 左 俊)

第二部分 生物学发现及其启示

生物学史上每一个新的发现,特别是那些称得上“科学革命”的伟大发现,在为人类知识宝库增添奇珍异宝的同时,都或多或少、或隐或现地留下了生物学家攀登科学山巅的足迹,为后继者跃上新的高峰提供了路标。

由于生物是一个复杂的系统,它种种特有的奇异属性使得整部生物学史自始至终都充满了艰辛、曲折和斗争。生物学本身不仅包括专业知识和技能,而且包括概念的相互联系以及对知识本性的理解等世界观和方法论问题。任何一项生物学成果无不蕴藏着丰富多彩而又具体生动的科学思想和科学方法。所以,从某种意义上说,一部生物学史既是生物学知识的生长史,同时也是生物学思想的演变史和生物学方法的发展史。英国唯物主义哲学家、现代实验科学的真正始祖弗朗西斯·培根说过:“史鉴使人明智”。今天,我们在学习和掌握生物学基本概念、基本理论和基本方法的同时,以历史的和哲学的眼光,追溯这些概念、理论和方法的来龙去脉,有助于拓宽知识,增长见识,开阔思路,启发思维。

一、追问生命

生物学研究的一个总题目、总概念是关于生命的本质与起源,它涉及生物学最基本的问题:生命是什么?生命是从哪里来的?对于它们的回答,反映了人类对生命本质及其发展规律的总体的或根本性的看法,也称之为“生命观”,它构成了人类自然观的重要组成部分。

(一) 生命的本质

多姿多彩、纷繁复杂的自然界存在两大类物体,一类是无生命的物体,另一类是有生命的物体,即生物体。这对于古代的人们也是一目了然的。于是,就提出了一个问题:生命是什么?当你拿起一只鸡蛋和一块形状大小相当的鹅卵石相比较时,这个问题显得十分突出。自从有了生物学研究的那一天起,人类就执著地探索着它,试图揭开它的奥秘。

古代和中世纪的科学水平极其低下,特别是由于宗教迷信势力的统治,得到巩固和发展的只能是唯心论的生命观,认为生物之所以有生命,那是由于“灵魂”或“活力”进入肉体并指挥其活动的结果,一旦灵魂升天,活力消失,就留下了一具具死躯壳。由于这种彼岸的“灵魂”、“活力”是由万能的上帝或神灵赐予的,所以人类永远也无法认识生命的本质。

17世纪,意大利物理学家伽利略(Galileo)在机械学和力学研究上所取得的成功,使人们以为一切自然现象包括生命活动,都可以运用机械力学原理迎刃而解。法国哲学家拉美特利(La Mettrie)1748年甚至还出版了《人是机器》一书。由此可见,人类为了认识生命的本质,不仅要从事生物学的实验研究,而且更需要正确的生命观的理论指导。

文艺复兴以来,建立在实验基础上的近代生物学开始兴起,并在许多领域取得了一系列的重大发现。1838年至1839年,德国植物学家施莱登(Schleiden)和德国动物学家施旺(Schwann)创立了细胞学说。这一学说纠正了动、植物界是毫不相关的两个生命界的

错误看法。这样,整个生物界就在细胞基础上得到了统一。1839年,荷兰化学家马尔德(Mulder)指出了蛋白质的基本公式为 $C_{61}H_{12}O_{12}N_{10}$,并用“Protein”命名之,意即“最重要的”物质。1859年,英国生物学家达尔文出版了划时代的巨著《物种起源》,提出了以自然选择为核心的生物进化论,系统地阐明了生物从简单到复杂、由低级到高级的进化规律,从而动摇了“神创论”、“物种不变论”等唯心主义形而上学自然观的统治,使生物学开始建立在完全科学的基础之上。

今天,“生命是什么”这个问题看起来似乎不难回答。每个人对于什么东西是活的,什么东西是死的,或多或少有一点概念。可是,生命究竟具有哪些特质才使它有别于非生命物质呢?这个问题是不容易回答的。有些科学家认为,生命的基本特征主要表现在:共同的生命大分子基础——核酸、蛋白质;相似的生命基本单位——细胞;高度一致的生命基本运动形式——新陈代谢;维持机体生命活动的统一机制——信息传递;生物体量变与质变的表现形式——生长和发育;生生不息的基础——生殖;生命的中枢——遗传与变异;生命发展的全部历史——进化;自然界相互依存的基本法则——生物与环境的统一。在这些基本特征中,一般认为,新陈代谢是生命的本质特征,它包括同化作用和异化作用两个过程。生命系统的新陈代谢是从非生命物质的新陈代谢发展来的,但是它们之间又有本质的区别,其主要区别具体表现在以下三个方面:①生物体内自我调节机制,任何生命存在的每一瞬间,都在不断地调节自己身体内各种功能状况以及调整自身和外界的关系;②生物体内部大分子的自我复制;③生物体内部的化学反应、生物与环境的反应是有选择的独立的反应。

自我调节、自我复制、选择反应是生命区别于非生命最基本的特征,也是生命规律不同于物理、化学规律的本质与根据。当然,在生命活动中也包含有机械的、物理的和化学的过程,而且这种过程是大量存在的。但是,在生物体内的这些过程只是一种次要形式,它们都服从生物学的规律。

(二) 生命的起源

生命是从哪里来的?这是任何一种哲学的生命观必须回答的问题。生命起源,这桩地球上至少40亿年前悄然发生的事件,经过地球的沧桑巨变,似乎已没再留给我们什么可供考察的蛛丝马迹。要找到生命起源的真正原因,已是十分困难,但是人类一直期盼揭开这一亘古之谜。尽管时至今日人类还没能实现这个愿望,只是有了一个日益详细的总体框架。但是,总结这部曲折折的生命起源研究历史,看看各种哲学思想对它的影响,对于我们今天深入这一生命科学最为客观的领域和极其艰深的课题研究是大有裨益的。

在古时候,由于生产力水平低下,人们缺乏科学知识,往往根据表面现象的观察,认为生命是自然而然发生的,这种解释生命起源的观点,称为“自然发生说”或“自生论”。第一个用实验否定自生论的是17世纪意大利一位名叫雷迪(Red)的医生,他首先对当时流行的腐肉生蛆的自生观点发生怀疑,并做了一个简单又有说服力的实验。他把新鲜的肉切成碎块,放在几个干净的瓶子里,其中有的瓶口用纱布盖住,有的不盖。过了几天,他发现只有不盖纱布的瓶子里的肉才生蛆,而盖有纱布瓶子里面的肉虽然也腐烂了,但却没有生出蛆来。于是,他得出结论:腐肉并不能生蛆,蛆是由落在肉上的苍蝇卵变来的。雷迪的这个实验颇有说服力,使“自生论”受到了冲击。

1860年,巴斯德对滋生微生物的泥块和肉汤等试验材料进行蒸煮消毒后,并没有看

到细菌之类的微生物产生。以后的类似实验也同样表明,经过高温杀菌处理的泥土、肉汤等也不会发现生命的踪迹。巴斯德由此认为,肉汤中长出细菌之类的微生物,是由于肉汤受到外界肉眼看不见的微生物孢子污染的结果。巴斯德在科学实验中所提供的雄辩事实,使“自生论”遭到彻底破产。在巴斯德看来,“生物只能从生物产生,一切生物来自生物”。

1922年,奥巴林(Oparin)在恩格斯关于“生命的起源必然是通过化学的途径实现的”这一辩证唯物主义生命观的启发下,根据达尔文生物进化论的观点,综合了当时自然科学的一些成就,写成了第一本《生命起源》小册子,但当时并没有引起人们的注意。1936年,奥巴林进一步丰富和发展了他的观点,出版了《地球上生命起源》一书,不久该书在英国、美国都有了英译本。从此,奥巴林关于地球上生命起源的假说在国际上引起了反响。奥巴林认为,生命起源是一种化学进化过程,并大致把它划分为三个阶段:①地球上的生命是由无生命物质长期进化发展而来的;②生命起源的第二阶段是从简单有机物演化为复杂有机物;③具有新陈代谢生命特征的多分子体系的产生是生命起源最关键的一步,这个阶段是由死变活的质变阶段。

1953年,美国科学家米勒(Miller)在奥巴林学说的启发下,根据其导师尤利(Urey)的一些设想,把甲烷、氨、水蒸气、氢气的混合体装在一个封闭的系统内,连续火花放电一周,结果得到大量有机化合物。反应产物经鉴定有11种氨基酸,其中甘氨酸、丙氨酸、天冬氨酸和谷氨酸四种氨基酸,存在于天然蛋白质中。米勒模拟原始地球条件合成生物小分子,对生命起源研究产生了重大影响,成为生命起源研究史上一个关键性实验。虽然米勒使用的仪器很简单,但是他的构思严谨,设计精巧,能很好地符合实验要求,对后人有很大的启示。其后,许多科学家相继模拟原始地球条件,合成了很多种有机化合物。

关于生命起源化学进化的实验模拟虽然进行了大量工作,但主要还是集中于生物小分子的合成方面,至于重要生物大分子的合成进展并不大,而关于原始细胞模型的工作更是限于假设和推测,离原始地球上的原始生命还有很大差距。生命起源要研究的是40多亿年前物质如何“由死变活”的问题,难度可想而知。只有加强多学科合作,特别是宇宙学、地质学、有机化学和分子生物学等学科协同作战,才有可能逐步攻克生命起源这个堡垒。

二、探索细胞世界

细胞是生物体的结构、功能单位。在人类深入探索细胞世界的过程中,许多科学家为开拓和发展细胞生物学而不懈努力,付出了艰辛的劳动,在细胞生物学史上留下了光辉的篇章。

(一) 细胞的发现

人类在很长时期内,主要是依靠肉眼来观察世界上形形色色的事物。从16世纪到17世纪初,显微镜和望远镜几乎同时被发明。显微镜的问世,掀起了用它观察微小物体的热潮。人们把使用显微镜进行研究的学者统称为“显微镜学派”。

第一个通过显微镜观察到细胞的人是英国物理学家胡克(Hooke)。1665年,负责英国皇家学会光学仪器修理工作的胡克,在自制的一台能放大40~140倍的复合显微镜旁,用削笔刀从一小块清洁的软木上切下了一片光滑的薄片,并放在显微镜下进行观察,他似

乎看到了一片小小的空洞,但并不太清楚。尔后,他更加细心地再切下极薄的一片,放在一片黑色载物板上(因为它是白色的),于是他清楚地看到,这种软木薄片原来是由排列整齐的蜂窝状小室组成的。胡克便把这些小室称作细胞——cell, cell的原意是“空室”。他在《显微谱志》中介绍发现细胞的过程时说:“从软木那样轻和容易变形来判断……如果我再细心一些,我想我可以用显微镜把它看清楚。……用一深度的凸镜投光其上,我能非常清楚地看到它全部是多孔的,很像一只蜂巢。”其实,胡克当时所看到的“细胞”,实际上不是活的细胞,而是软木组织中的一些细胞留下的空腔。尽管如此,人们仍然认为胡克是世界上第一个发现细胞的人。胡克的发现启动了人们探索生物结构奥秘的兴趣与热情,许多人纷纷借助显微镜对各种材料进行观察,提供了不少有关细胞方面的知识。

(二) 细胞学说的确立

完成细胞学说确立工作的是两位德国生物学家施莱登和施旺。

施莱登生于德国汉堡,是一位著名医生的儿子。他早年在海德堡大学学习法律,毕业后回家乡从事律师工作。1931年,施莱登不惜放弃律师职业,前往格丁根大学攻读医学,以后又到柏林大学学习植物学。施莱登是一位性情古怪但很有才干和创造力的科学家,他才思敏捷,善于透过现象抓住问题的本质,这使他在科学上获得很大成就。但他为人傲慢,易于激动,看问题主观,这也使他在工作中出现了不少错误。他凭借对科学的敏感性,从布朗发现的而未被人们重视的细胞核入手,发现细胞核与细胞发育有密切关系,从而进一步探讨了细胞的产生和形成问题。根据观察和研究,施莱登于1838年发表了《论植物发生》一文,阐述了他对植物体结构及从细胞到个体的生长发育规律的一系列观点。他认为:所有的植物,不论其复杂程度如何,都是由各种不同的细胞组成的。这些细胞又是以相同的方式产生的。因此,细胞是一切植物结构的基本生命单位,一切植物都是以细胞为实体发育而成的。

施莱登的好朋友施旺生于德国的诺伊斯,早年在维尔茨堡和柏林学医,1834年毕业后,成为柏林解剖学研究所著名生理学家米勒(Muller)的助手。在米勒的鼓励下,他在组织学、生理学、微生物学等方面,都做出过重要贡献。施旺是一位虔诚的天主教徒,性情温和,善于思考,为人谨慎、保守。他的性格在许多方面与施莱登恰好形成鲜明的对照。然而,他们之间一直保持着深厚的友谊。

施旺研究动物细胞,其思路和方法与前人不同。他不是静止地、孤立地描述特征,而是把细胞和生物或胚胎的发育结合起来研究。通过大量解剖观察比较,施旺发现:动植物体的基本部分,不管怎样不同,都有一个普遍的发育原则,那就是细胞的形成。他不仅善于发现新东西,而且善于总结归纳。他用事实证明,一切动物的受精卵,无论大小,都是一个单细胞。施旺还发现,动物细胞在所有方面都与植物细胞相似,细胞是所有生物构造和发育的基础。1839年,施旺发表了《关于动植物的结构和生长的一致性的显微研究》。在这篇具有划时代意义的著名论文中,对前人、施莱登和他自己观察到的有关动植物显微构造的资料进行了系统的理论概括。他认为:植物的外部形态虽然是五花八门的,“可是实际上处处都是由同一东西——细胞所构成”;类型比植物更加多样化的动物,“不过是由细胞构成的,而且是由和植物细胞完全类似的细胞构成的,这些细胞在营养活动中,某些方面表现出极端惊人的一致。”由此看来,“所有生物实际上是按同样的规律形成和生长的,因而这些过程应该处处被同样的力量所制约。”这样就推翻了分割动植物界的巨大屏障,



给动物和植物在发生、发育方面架起了一座跨越鸿沟的桥梁。

细胞学说是生物学上关于机体结构的第一个学说,也是从整个生物界着眼所提出的第一个结构学说。它的确立,是生物学研究史上一座光芒四射的里程碑。它的确立标志着——细胞学的兴起,意味着人们对生物结构的认识,已由器官层次进入到细胞层次;同时也标志着生物学研究方向和学术观点上的转折。它对生物学进一步发展有着深远的推动作用和指导意义。细胞学说为我们展示了动植物体的基本构成部分和生命活动的基本单位。动植物细胞尽管在外形和具体功能方面千差万别、千变万化,却有着共同的基本构造和基本特性,按照共同的规律发育,有相似的生命过程。细胞不是一成不变的,而是有自己的生长和发育过程。这就纠正了动植物界是毫不相干的两个生命界的错误看法,用细胞本身的发生和发育过程,证实和揭示了动植物体结构上存在着共同的起源、遵循着共同的规律。从此,动植物体结构的统一性,不再是哲学的推论,而是自然科学的事实。

(三) 进入到分子水平的细胞生物学

近 20 多年来,随着分子生物学的突飞猛进,新方法、新技术如雨后春笋,层出不穷,细胞研究已深入到分子水平。在这里仅介绍布洛贝尔(Blobel)所作出的贡献。德国海德堡的欧洲分子生物学实验室的西蒙斯(Simons)认为:“布洛贝尔是第一个将细胞生物学研究带人分子水平的细胞生物学家,他找到适于分子水平的科学研究方法。在此之前,细胞生物学仅仅是描述的学科。”

布洛贝尔是德国细胞生物学家。1971 年,他提出了一个“关于细胞如何控制蛋白质运送”的“信号假说”。在他看来,细胞内新合成的蛋白质分子就像扔在邮筒里的信件一样,每一封信上面都有一个邮政编码或地址标签。蛋白质分子的邮政编码就是分子内一段特殊的氨基酸序列,称为“蛋白质中的信号序列”或“信号肽”,它指明了该蛋白质分子要去的目的地。换句话说,就是蛋白质分子内部所携带的某种信号帮助它们准确地找到了自己在细胞内的应处位置。“信号假说”当初纯粹是一种猜测,是想象和直觉的产物。在当时还缺乏任何数据的情况下,提出这样一个猜测性的观点,这对许多人来说简直是傲慢到了极点。因此,布洛贝尔的“信号假说”,当时招致众多的批评,试图否定这一假说的论文源源不断地出现,他的论文也被无数次拒绝。然而,布洛贝尔却执着地坚信自己的理论,并以一种不屈不挠的决心用实验来证实其假说的所有预言。布洛贝尔回忆道:“该假说起初只是一种奇妙的构想,在当时显得相当超前,那时还没有任何证据表明存在蛋白质‘信号序列’。但是,它是我们那时所能构建的最好假说。”

到 1975 年,布洛贝尔终于译解出第一条蛋白质信号序列,同时还对 1971 年所做的假说进行了扩充,即进一步假定在内质网薄膜中存在一条蛋白质通道,那些将要被分泌的蛋白质经该通道进入内质网。在以后 10 多年里,布洛贝尔研究出这个过程各个阶段的分子机制,证明“信号假说”不仅正确,而且是适用于微生物、植物和动物细胞的普遍规律。在完成了 20 世纪 90 年代早期的一系列实验之后,布洛贝尔终于非常自豪地宣布他领导的研究小组已经证实确实存在着长期以来令人困惑的内质网蛋白质通道。

以布洛贝尔信号理论为核心的细胞内蛋白质运输机制的阐明,对生物学和医学领域的影响是广泛而深远的。它为现代分子细胞生物学奠定了基础,将细胞生物学的研究真正扩展到了分子水平,成为细胞生物学发展的新里程碑,同时也为对疾病的研究提供了新

的思路。布洛贝尔因此荣膺了 1999 年诺贝尔生理学医学奖。

布洛贝尔获得诺贝尔奖当之无愧,也启发我们在成功获得对自然界看似综合全面的理解中,保持不同的科学研究风格是多么重要。布洛贝尔是一个相当有人情味,充满激情的科学家,他对他的研究倾注了深厚的情感。他的理论诞生于丰富的想像力和直觉的飞跃,而不像其他某些伟大的科学成就那样来自于冷冰冰的数字计算,形式逻辑的推理,或是绝妙地抓住了一次偶然的机会。像他这样解决了一个如此复杂的问题,最初又没有借助于任何系统的研究,很难想象用其他方法怎么能够成功。著名生物学家安德森(Anderson)和沃尔特(Walter)认为,这是一种在生物学中正日趋式微的风格,不仅因为基因组时代的到来预示着人们必须利用大量的数据,而且探索的动力不再来自于科学中的假说。布洛贝尔的研究风格需要一种惊人的精神上的勇气:情愿去追求一个可能是正确也可能是不正确的观点。在科学上没有人会因为证明自己心爱的假说是错误的而得到称赞,即使在推进我们知识的进程中这样做经常具有不可估量的价值。布洛贝尔获得诺贝尔奖称颂了这样一个事实:如果一个人有足够勇气的话,有时仅仅通过深刻的思考就可以解决艰难的问题。

三、揭开遗传的奥秘

遗传和变异是生命的基本特征之一。自古以来,人们对生物的遗传和变异现象就产生了浓厚的兴趣,尽管也试图揭示遗传的奥秘,但由于当时科学水平的限制,只能依靠猜测。

(一) 孟德尔学说及其遭遇

从 18 世纪后期开始,植物杂交试验蓬蓬勃勃地开展了。其最初目的是试图培育出植物新种。不少人发现,植物杂交之后产生出的第一代在性状上比较一致,第二代的性状就开始会变得多种多样,杂交的最后结果难以预料,最终没能发现什么规律性的东西。到孟德尔时情况发生了变化:要“从最简单的事物中认识真理”。

孟德尔首先找来 34 种类型的豌豆,花了两年的功夫进行纯系培育,从中取出 22 种具有可区分的稳定性状的类型,又去除了其中性状差异不明显的类型,最后选取了 7 对相对性状:①种子形状的圆形与皱形;②子叶颜色的黄色与绿色;③种皮颜色的灰色与白色;④豆荚形状的饱满和不饱满;⑤未成熟豆荚颜色的绿色和黄色;⑥花序顶生与腋生;⑦株高与株矮。孟德尔在用具有上述性状的植株进行杂交实验过程中,最初所用的父本和母本之间仅仅要求相差一个性状,排除了其他因素的影响,使被研究的现象简单化,方便了对植株性状传递规律的观察。他在对 7 对相对性状分别进行杂交后发现,子 1 代表现的性状都类似于两个亲本中的一个,“从未观察到在两个亲本性状之间逐渐过渡的类型或连续趋向于双亲之一的类型”。子 1 代自花受粉后产生的子 2 代中,两个原有亲本的性状又同时表现了出来,产生了性状的分离。这种杂种后代中显性现象和分离现象的发现,为孟德尔提出遗传因子的“颗粒性”假说提供了重要的论据。在单一性状遗传情况初步搞清以后,他又引入了新的因素,同时研究两对、三对、更多对性状的遗传情况,逐渐使研究对象复杂化,由简入繁,步步深入地进行研究,又发现了自由组合规律。

孟德尔在总结前人经验教训时也认识到,以往的杂交实验的规模和方法,都没有做到对杂种子代中出现的各种类型进行计数,也没有准确地把每一代中出现的这些类型进行