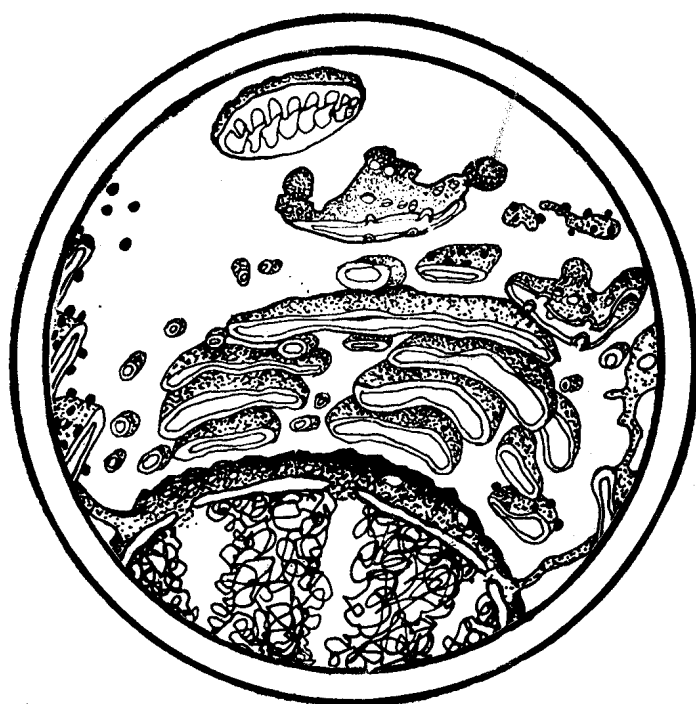


YIXUEXIBAO
SHENGWUXUEGAILUN

医学细胞生物学概论

编 著 杨 抚 华



四川科学技术出版社

责任编辑：杜英杰
封面设计：祝开嘉
版面设计：翁宜民

医学细胞生物学概论

杨抚华 编著

出版：四川科学技术出版社
印刷：四川日报印刷厂
发行：四川省新华书店
开本：787 × 1092 毫米 1/16
印张：16 插页：2
字数：344千
印数：1—6,350
版次：1985 年 11 月 第一版
印次：1985 年 11 月 第一次印刷
书号：14298 · 63
定价：3.45 元

前 言

现代生命科学正一日千里地向前发展，其中细胞生物学是进展最快的一门分支学科，新的研究成果层出不穷，积累的资料十分丰富，对细胞的结构和功能认识也日益深入。

生命的物质基础是蛋白质、核酸这样的生物大分子，但这些生物大分子只有具备细胞这样的结构时，才能表现出完整的生命现象。因此，细胞是一切宏观生命现象的结构、机能和发展的基本单位。而细胞生物学则是应用各门自然科学的成就，以新的观点和新的方法研究细胞的生命活动，它也是衔接宏观和微观生命现象研究的关键。细胞生物学的研究，揭开了生物的生长、发育、生殖、遗传、变异、代谢、能量转换、激素、药物作用、免疫以及肿瘤等许多奥秘，为医学理论与实践的研究开拓出前所未有的广阔前景。

本书根据当前细胞生物学发展的特点和趋势，从细胞、亚细胞和分子三个层次阐述细胞生命活动及其机理，并注意了医学各专业的特点，介绍了与医学实践有关的一些细胞生命活动。

本书既可作为高等院校有关专业高年级学生和研究生提高课、选修课、进修班及研究生班的教材，尤其适于医药院校使用，又可作为高等院校和中等专业学校有关专业课以及中学生物学教师的教学参考书。由于本书特别注意了医药实践的需要，因而也是临床医师、药师获得这方面系统知识的一本有益读物。

本书初稿曾经我院历届有关专业研究生使用，并根据他们的意见，对初稿进行了修改。

本书的出版得到了我院有关领导、四川科学技术出版社、我院印刷厂和四川日报印刷厂的大力支持和协助。在本书编写过程中，得到业师徐福均教授的鼓励，并由他审阅初稿，提出了宝贵意见。本专业研究生何兰同学为校稿作了不少工作。本书的插图由我院谢德厚同志仿绘。作者谨向对本书初稿提出宝贵意见的同志和为本书出版做了许多工作的同志，表示深切的谢意。

由于作者的业务素养所限，又在繁忙的教学工作之余，几经修改编写成本书。这就不可避免地会出现一些缺点和问题，热诚地欢迎读者的批评指正，以便进一步通过实践进行修改，使本书日臻完善。

作 者

于四川医学院

一九八五年三月

目 录

第一章 绪 论

第一节 什么是细胞生物学	(1)
第二节 细胞生物学的研究对象、目的和任务	(2)
第三节 细胞生物学的研究方法	(3)
一、活细胞的观察	(3)
二、细胞化学的观察	(4)
三、荧光镜检术和免疫荧光镜检术	(4)
四、放射自显影术	(5)
五、细胞的物理学观察	(5)
六、细胞亚微结构的观察	(6)
七、细胞成分的研究方法	(6)
第四节 细胞生物学的历史概述	(7)
第五节 细胞生物学与医学	(9)

第二章 细胞结构的基本概念

第一节 细胞的大小和形态	(13)
一、细胞的大小	(13)
二、细胞的形态	(14)
三、细胞的数目	(15)
第二节 细胞的结构	(15)
第三节 原核细胞和真核细胞	(17)
一、原核细胞	(18)
二、真核细胞	(19)
第四节 细胞的装配	(20)

第三章 细胞膜的结构和功能

第一节 细胞膜和生物膜	(24)
第二节 生物膜的组成和结构	(24)
一、生物膜的化学组成	(24)
二、生物膜的分子结构	(28)

第三节 生物膜的特性.....	(33)
一、生物膜的不对称性.....	(33)
二、生物膜的流动性.....	(36)
三、膜脂和膜蛋白的相互作用.....	(40)
第四节 生物膜的代谢转换.....	(42)
第五节 质膜的运动和膜流.....	(42)
一、内吞作用.....	(42)
二、内移作用.....	(44)
三、胞吐作用.....	(45)
第六节 细胞膜的功能.....	(45)
一、细胞内外物质的转运和调节.....	(46)
二、细胞膜和免疫作用.....	(51)
三、细胞膜和细胞识别及信息传递.....	(51)
第七节 细胞质膜化学结构的变化和疾病.....	(51)

第四章 细胞表面和膜的特化

第一节 细胞被.....	(54)
第二节 细胞表面的特化.....	(55)
一、微绒毛.....	(55)
二、细胞内褶.....	(56)
三、纤毛和鞭毛.....	(56)
第三节 细胞间的粘着和连接.....	(60)
一、紧密连接.....	(61)
二、中间连接.....	(61)
三、桥粒.....	(62)
四、裂隙连接.....	(63)
第四节 细胞表面和癌变.....	(64)
一、生物膜和肿瘤的关系.....	(65)
二、膜相系统的多型性变异.....	(67)

第五章 细胞识别和细胞膜受体

第一节 细胞识别.....	(69)
一、细胞识别的某些现象.....	(69)
二、细胞识别的机制.....	(69)
第二节 细胞膜受体.....	(70)
一、受体的分子结构.....	(70)
二、受体的特异性及其非绝对性.....	(71)

三、受体的类型和作用	(71)
四、受体和临床医学	(76)

第六章 线粒体的结构和功能

第一节 线粒体的形态结构	(79)
一、外膜	(80)
二、内膜	(80)
三、基质	(81)
第二节 线粒体的化学组成	(81)
第三节 线粒体的分布及其与其它细胞成分间的关系	(82)
第四节 线粒体的功能	(83)
一、酶在线粒体中的分布	(83)
二、线粒体是细胞氧化和供能的场所	(84)
三、线粒体内的电子传递系统和氧化与磷酸化的偶联作用	(86)
四、关于氧化磷酸化作用的机理	(87)
第五节 线粒体的半自主作用	(89)
第六节 线粒体的形成和生物发生	(91)
一、线粒体的形成	(91)
二、线粒体的生物发生	(91)
第七节 线粒体和医学	(92)
一、与肿瘤的关系	(93)
二、对代谢变化的反应	(93)
三、对射线和微波影响的反应	(93)
四、对缺血性损伤的反应	(93)
五、药物和毒物对线粒体的作用	(94)
六、线粒体上一些组分的作用	(94)

第七章 内膜系统

第一节 内膜的结构和化学组成	(95)
一、内膜的结构	(95)
二、内膜的化学组成	(96)
第二节 核膜的结构和功能	(97)
一、核膜的结构	(97)
二、核膜的功能	(99)
第三节 内质网的结构和功能	(100)
一、内质网的形态结构	(100)
二、内质网的功能	(103)

三、内质网的分布及其意义	(105)
第四节 环孔板的结构和功能	(106)
一、环孔板的结构	(106)
二、环孔板的功能	(106)
第五节 高尔基复合体的结构和功能	(107)
一、高尔基复合体的结构	(107)
二、高尔基复合体的功能	(109)
第六节 内膜形态的某些改变	(110)
一、特殊形式的内质网	(110)
二、高尔基复合体形态的异常改变	(111)
第七节 内膜的起源和生物发生	(112)
一、核膜	(112)
二、内质网	(112)
三、环孔板	(113)
四、高尔基复合体	(113)

第八章 溶酶体和微体的结构和功能

第一节 溶酶体的结构和功能	(115)
一、溶酶体的形态结构和特征	(115)
二、溶酶体的转化作用	(119)
三、溶酶体的积累作用	(119)
四、溶酶体的功能	(120)
五、溶酶体和疾病的关系	(121)
六、溶酶体的形成和更新	(124)
第二节 微体的结构和功能	(124)
一、微体的结构和性质	(124)
二、微体的功能	(125)
三、微体的来源和更新	(126)

第九章 核糖体的结构和功能

第一节 核糖体的形态结构和性质	(127)
一、原核细胞核糖体的理化特性	(128)
二、真核细胞核糖体的理化特性	(129)
第二节 核糖体的功能	(131)
一、结构蛋白质的合成	(131)
二、输出蛋白质的合成	(131)
三、rRNA的功能	(132)

四、核糖体蛋白质的功能.....	(132)
第三节 核糖体和蛋白质的生物合成.....	(133)
一、蛋白质合成的起始作用.....	(134)
二、蛋白质合成的延伸作用.....	(135)
三、蛋白质合成的终止作用.....	(135)
第四节 异常情况下核糖体的变化.....	(137)

第十章 细胞骨架

第一节 微丝.....	(138)
第二节 微管.....	(140)
第三节 中等纤维.....	(142)
第四节 微丝和微管的功能.....	(143)
一、细胞形状的维持.....	(143)
二、微丝和微管与非肌肉细胞运动的关系.....	(143)
三、细胞的分裂.....	(145)

第十一章 细胞核的结构和功能

第一节 细胞核的形态.....	(147)
第二节 细胞核的化学组成.....	(148)
一、核酸 (DNA和RNA)	(148)
二、蛋白质.....	(149)
三、其他.....	(149)
第三节 间期核的亚微结构.....	(150)
一、核膜.....	(151)
二、核基质.....	(151)
三、染色质.....	(151)
四、核仁.....	(154)
第四节 染色体.....	(156)
一、染色体的形态结构和类型.....	(156)
二、染色体数目和染色体组型.....	(158)
第五节 细胞核的功能.....	(161)
一、生物的遗传信息量.....	(161)
二、DNA的复制	(164)
三、基因的表达.....	(169)

第十二章 有丝分裂和减数分裂

第一节 有丝分裂器的结构和功能.....	(177)
----------------------	-------

一、纺锤体和星体的结构.....	(179)
二、有丝分裂器的功能.....	(179)
第二节 有丝分裂各期的特征.....	(180)
一、前期.....	(180)
二、前中期.....	(182)
三、中期.....	(182)
四、后期.....	(182)
五、末期.....	(183)
六、胞质分裂.....	(183)
第三节 有丝分裂期染色体运动的机制.....	(183)
一、微管滑动假说.....	(184)
二、微管的组装和去组装假说.....	(184)
第四节 减数分裂.....	(184)
一、由有丝分裂向减数分裂的转变.....	(185)
二、减数分裂过程.....	(185)
三、减数分裂的持续时间.....	(189)
四、同源染色体的联会.....	(189)
五、交换的机理.....	(191)
第五节 中心粒的结构和功能.....	(192)
一、中心粒的亚微结构.....	(192)
二、中心粒的功能.....	(193)
三、中心粒的起源.....	(193)

第十三章 细胞周期

第一节 细胞周期的一些基本概念.....	(195)
第二节 细胞周期的测定.....	(196)
第三节 细胞周期各时相的动态.....	(199)
一、G ₁ 期(合成前期).....	(199)
二、S期(合成期).....	(200)
三、G ₂ 期(合成后期).....	(200)
四、M期(分裂期).....	(201)
第四节 细胞周期中的生物大分子合成.....	(202)
一、DNA合成和细胞周期.....	(202)
二、RNA合成和细胞周期.....	(203)
三、蛋白质合成和细胞周期.....	(204)
第五节 细胞周期的调控.....	(205)
一、细胞核和细胞质与DNA合成的关系.....	(205)

二、DNA合成诱导者	(206)
三、有丝分裂因子	(207)
四、cAMP与细胞周期的关系	(207)
五、合成生物大分子的阈值	(209)
六、抑素	(210)
第六节 细胞周期和临床医学	(213)
一、细胞分裂的异常	(213)
二、细胞周期和肿瘤	(213)

第十四章 细胞的分化

第一节 细胞分化的一般概念	(216)
第二节 分化和基因表达	(220)
一、在正常发育过程中产生的细胞差别	(220)
二、成体组织细胞的基因表达	(221)
三、已分化细胞基因表达的改变和细胞分裂	(222)
四、基因表达的变化发生的控制	(222)
第三节 细胞质的分化	(223)
一、细胞质分子对细胞核基因活性的控制作用	(224)
二、已有的细胞质结构在决定产生新的结构中的作用	(224)
三、异型核细胞和细胞核移植	(225)
四、细胞质DNA	(226)

第十五章 细胞工程

第一节 基因工程	(227)
一、基因的分离和人工合成	(228)
二、运载基因的媒介——载体	(229)
三、接受载体的生物	(231)
第二节 染色体工程	(231)
第三节 染色体组工程	(232)
第四节 细胞质工程	(233)
第五节 细胞融合	(233)

第十六章 细胞生物学的现状和前瞻

第一节 现代生命科学发展的主要特点和趋势	(235)
一、生命科学研究的多层次性	(235)
二、生命科学研究向宏观世界的扩展	(235)

三、生命科学研究向微观世界的深入.....	(235)
四、自然科学之间的深入渗透、高度统一和彼此促进.....	(236)
五、生命科学研究实验手段的日益现代化.....	(236)
六、人工改造生命物质体系愈趋“工程化”.....	(236)
第二节 细胞生物学的研究动态和发展趋势.....	(237)
一、真核生物基因组及染色体的结构和功能.....	(237)
二、生物膜的结构和功能.....	(237)
三、细胞器的结构和功能.....	(238)
四、细胞骨架和细胞运动.....	(238)
五、细胞社会学.....	(238)
六、神经生物学和行为生物学.....	(238)
七、细胞免疫.....	(238)
八、个体发育和细胞分化.....	(239)
九、离体细胞培养、分离和大量培养.....	(239)
十、其他技术方面.....	(240)
结 语.....	(241)
主要参考文献.....	(243)

第一章 绪 论

第一节 什么是细胞生物学

细胞 (cell) 是生物体的形态结构和生命活动的基本单位。恩格斯在《反杜林论》中指出: “在整个有机界里, 所看到的最简单的类型, 是细胞; 它确实是高级有机体的基础。”^① 因此, 要了解有机体生命活动的规律, 就必须从它的基础——细胞的研究入手。

细胞学 (cytology) 是研究细胞生命现象的科学。其研究范围包括: 细胞的形态结构和功能、分裂和分化、遗传和变异以及衰老和病变, 等等。

但是, 现代细胞学的研究, 在形态方面, 已经远远超出了光学显微镜下可见结构的范围; 在功能方面, 也已经大大超越了对于细胞生理变化的纯粹描述的时期。五十年代以来, 随着分子生物学 (molecular biology) 的发展, 生物科学中的新理论、新方法和新技术的不断涌现, 对于细胞的研究, 已从细胞的整体层次和亚显微结构层次深入到分子层次, 因此, 从三个层次来研究细胞的结构和功能, 并将这三个层次有机的结合起来。从动态的观点来考察细胞和细胞器的结构和功能, 并探索细胞的基本生命活动。如细胞的代谢、繁殖、生长、发育、遗传和变异、运动与联系, 以及衰老和死亡等一系列生命现象。它已经不仅仅是孤立地研究一个个细胞、细胞器和生物大分子, 一个个生命活动的现象, 而是研究它们的变化发展过程, 研究它们之间的相互关系, 以及它们与环境之间的相互关系。因此, 它的研究范围大大超出了过去的细胞学范畴。所以, 现代细胞学一般改用新的名称, 即细胞生物学 (cell biology)。概括说来, 细胞生物学是运用近代物理、化学技术和分子生物学概念, 研究细胞生命活动的学科, 是二十世纪以来实验细胞学发展的新阶段。它研究细胞各种组成部分 (细胞膜、细胞质、细胞器和细胞核) 的结构、功能及其相互关系; 研究细胞总体的和动态的功能活动, 包括以上提到的细胞的生长分裂、发育分化、遗传变异和演化; 以及研究这些相互关系和功能活动的分子基础。它的主要分支学科有:

细胞形态学 (cytomorphology): 研究细胞的形态和结构及其在生命过程中的变化的科学。

细胞化学 (cytochemistry): 研究细胞结构的化学成分 (主要是生物大分子成分) 的定位、分布及其生理功能。用切片或分离细胞成分, 对单个细胞或细胞各个部分进行

^① 恩格斯: 反杜林论, 吴黎平译, 83页, 人民出版社, 1974。

定性和定量的化学分析。

细胞生理学 (cytophysiology)：研究细胞的生命活动规律。研究范围，包括细胞如何从环境中摄取营养，经代谢而获得能量进行生长、分裂或其他功能活动，以及细胞如何对各种环境因素产生反应，而表现感应性和运动性活动（如神经细胞的传导、肌肉细胞的收缩、腺细胞的分泌）等。为深入研究细胞的生理功能，晚近特别着重于从分子和胶体水平去阐明细胞生理活动过程的物理化学基础。

细胞遗传学 (cytogenetics)：根据染色体遗传学说发展起来的、一门属于细胞学与遗传学之间的边缘学科。主要是从细胞学的角度，特别是从染色体的结构和行为以及染色体和其他细胞器的关系来研究遗传现象，对遗传和变异机理的阐明，动植物育种理论的建立，人类遗传的有关问题，以及生物进化学说的发展，都有一定的意义。结合医学，特别对人类染色体病的诊断、治疗和预防都有极其现实的意义。

分子细胞学 (molecular cytology)：从分子层次分析细胞的结构和功能的学科。主要研究细胞各种结构（如染色体、内质网、核糖体、线粒体和细胞膜等）的核酸和蛋白质等大分子的结构，如何组成这些结构，这些结构之间的分子的作用，以及遗传性状的表现和控制等。

其他分支学科还有：细胞生态学 (cytoecology)、细胞能力学 (cytoenergetics)、细胞动力学 (cytodynamics) 等。

第二节 细胞生物学的研究对象、目的和任务

生物学 (biology) 是研究生命现象及其活动规律的科学，而细胞生物学则是研究细胞的各种组成部分的结构、功能及其相互关系，研究细胞总体的和动态的功能活动以及细胞生命活动的相互关系与功能活动的分子基础。因此，细胞生物学是生命科学的主要分支之一，也是整个生命科学和分子生物学研究的基础。

细胞生物学是生命科学研究的基础，因此，生命科学上的许多基本问题，就必须在细胞中谋求解决。所以，细胞生物学的研究目的，不仅在于阐明各种生命活动的现象与本质，而且还必须进一步对这些现象和发展规律加以控制和利用，以达到为生产实践服务，造福于人类的目的。

因而，细胞生物学研究的任务是多方面的，我们应采取分析与综合的方法，在三个不同的层次上把结构与功能统一起来，加以考察和探讨。

对结构和功能的研究，除用固定的材料外，还可用细胞培养的技术来进行活体材料的研究。近年来，围绕着细胞培养实验体系的建立，在细胞生物学中，一个新的研究领域，即细胞工程正在蓬勃发展。其目的就是要按人们预先的设计，用分子细胞学的技术，来改变细胞的遗传性，深入研究细胞在生活状态下的生命活动，并为遗传育种等提供新技术、新方法，最终有目的地培养出新品种 (variety)，甚至新的物种 (species)。

在细胞生物学中，揭示癌细胞本质的研究，是一非常艰巨而又重要的任务。今后，如能对正常细胞基因的调节控制机理加以阐明，就一定能加速对癌细胞本质的揭露，就会

有利于控制癌细胞的恶性生长，从而提供根本性的防治措施。

由此可见，细胞生物学的任务，不仅要研究理论问题，同时也要解决实际问题。它和其他科学一样，只要根据理论与实践的需要，正确地揭露自然规律，并且不断地为自己提出任务，来寻找控制这些规律的途径。这样，就能使这门科学无止境地揭开细胞的奥秘，并将为解决生产上的实际问题作出贡献。

细胞生物学研究的问题很多，它的任务也很重大。要正确对待和解决这些问题，就必须有一个正确的世界观，才能确定正确的研究方向和树立科学的研究方法，这就是辩证唯物主义的世界观。如不这样，就可能错误百出，陷入到唯心主义形而上学的泥坑中去。例如，著名的瑞典生物学家、分类学的奠基者林奈（Carl von Linneaus, 1707~1778），曾进行了不少出色的工作，但限于他的世界观，认为物种是不变的，陷于谬误而不能自拔。因此，“自然科学家就应该做一个现代的唯物主义者，做一个以马克思为代表的唯物主义的自觉的拥护者，也就是说应当做一个辩证唯物主义者。”^①细胞生物学的研究，也必须以辩证唯物主义的哲学为指导，紧密联系实际，才能使细胞生物学获得更大的成就和发展。

第三节 细胞生物学的研究方法

随着科学技术的不断发展，细胞生物学的研究方法也不断地得以改进，并出现一些新的研究方法，现择其主要的几种介绍如下：

一、活细胞的观察

组织培养（tissue culture）是观察活细胞常用的方法。它是在无菌条件下，把人体或动物组织细胞置于盛有营养液的培养瓶中，在适当的温度下，使细胞在体外生长。对培养的细胞可以附加各种条件，以便进行实验观察。近年来，组织培养技术已被广泛应用于生物科学和医学的各个领域中，并已成为细胞学、遗传学、微生物学以及肿瘤学等研究工作中的一种极为重要的手段。

运用组织培养方法，其优点在于培养物不受有机体复杂环境因素的影响，而是在比较简单，容易直接观察，并可以在人为控制的多种因素条件下，对细胞、组织或器官进行多方面的研究。然而，它最大的缺点，则在于其局限性，因为这种方法是在离开有机体整体的情况下进行的。所以，细胞生长的情况与在有机体内是必然有一定距离的。

一般观察生活细胞的微细结构和变化，是使用相差显微镜（phase contrast microscope）。它的基本原理是：在振幅和波长不发生变化的情况下，而相位发生了变化，改变了光的相位，使相位差变为振幅差（明暗差），使原来看不见的物体变为可见的，从而能较清晰地观察生活着的、未经染色的标本。对培养物的生长发育情况，一般用倒置显微镜（inverted microscope）进行观察研究。

^① 列宁：论战斗唯物主义的意义，《列宁选集》第四卷，609页，人民出版社，1972。

二、细胞化学的观察

利用化学试剂和细胞内的某些物质呈现的化学反应，在局部范围形成有色的沉淀物，通过光学显微镜的观察，而对细胞内的生物化学成分进行定位、定性和定量的研究。例如，利用孚尔根反应（Feulgen reaction）能够把DNA在细胞内分布的区域定位出来。这一方法包括组织经酸水解后，用Schiff氏试剂（碱性复红用无水亚硫酸漂白，即无色碱性复红）处理。细胞含有DNA的部分就产生阳性反应（它们与无色碱性复红结合并重现颜色）。这一反应对RNA却完全是阴性的。据认为，它发生在两个不同时期，嘌呤碱经过酸水解而分解，在去氧核糖分子中游离出醛基，并产生一个化合物，有的作者称为胸腺酸。根据Stacey等的看法，认为这个化合物是 ω -羟-二果糖醛。在第二个时期时，醛基与脱色复红之间发生了化学反应，而合成有色的化合物。

细胞化学的方法，也可以显示各种酶的活性，各种不同的酶有不同的显示方法。一般来说，是将细胞放入要显示该酶的作用液内，作用液中主要含有能被该酶催化分解的物质，如显示腺苷三磷酸酶（adenosine triphosphatase）作用液中就含有腺苷三磷酸（adenosine triphosphate）。然后，再把被该酶分解的某一成分与另一物质结合，使呈现具有一定颜色的沉淀物，借此可以用显微镜观察酶的活性强弱以及存在部位等。

三、荧光镜检术和免疫荧光镜检术

（一）荧光镜检术

荧光镜检术（fluorescence microscopy）是使用荧光显微镜进行观察。荧光显微镜是以短光波的蓝紫光（波长4200 Å）或紫外光（波长3650 Å）作光源。由于短光波的照射，激发标本内的荧光物质，而呈现荧光映象。荧光效应是通过两种滤片的作用实现的。

激发滤片：安装在光源和显微镜之间，吸收可见光，允许一定波长的短波如蓝紫光或紫外光通过，激发标本内的荧光物质，使之呈现荧光。

阻断滤片：安装在物镜和目镜之间，吸收视野内多余的短光波，保护观察者的眼睛。

荧光显微镜观察的标本，多用荧光色素染色，较常用的荧光色素为吖啶橙（acredine orange）。这种染色法能反应出细胞的清晰结构，一种染料能同时显示出细胞内的两种核酸和酸性粘多糖成分。染色后，细胞核的DNA呈黄至黄绿色荧光，细胞质和核仁中的RNA呈橘黄至橘红色荧光。肥大细胞或软骨基质内的酸性粘多糖呈火红色荧光。这种染色方法对于观察细胞分化过程中，两种核酸或酸性粘多糖含量的变化，有一定的实用价值。也可用于观察细胞癌变后DNA和RNA含量的变化，从而可作为脱落细胞检查的一种方法。这种方法主要用于细胞结构和化学组分的研究。

（二）免疫荧光镜检术

免疫荧光镜检术（immunofluorescence microscopy）是将免疫学方法与荧光染

色方法相结合,以验证细胞内的抗原或抗体成分。因此,它具有免疫反应的特异性和荧光分析的敏感性。免疫荧光方法是把抗原成分多次输入动物体,使之产生相应的抗体,然后将分离出来的抗体(γ -球蛋白)与异硫氰酸荧光素结合,制成特异性的荧光抗体溶液。异硫氰酸荧光素能与抗体球蛋白结合,而不影响其免疫活性。以此特异性的荧光抗体溶液,浸染含有抗原物质的组织和细胞,由于抗原和抗体进行特异性结合,而使抗原存在部位出现特异性的亮黄绿色的荧光,从而可以定位细胞内的抗原性物质。

这种方法,除了可以对细胞内各种酶、激素和其他物质(凡具有抗原性质的物质)进行定位外,近年来,在病理学、微生物学和肿瘤学等的研究中,已得到广泛的应用。

四、放射自显影术

放射自显影术(autoradiography)是利用放射性同位素所产生的射线(α 或 β 射线),作用于感光乳剂的卤化银晶体,而产生潜影(或称隐象),再经显影把感光的卤化银,还原成为黑色的银粒,因而可用感光乳胶片上感光银粒的所在部位和黑度,来判断标本或样品中的放射性物质的分布、定位和数量。这种利用感光乳胶记录、检查和测量放射性的方法,一般称为放射自显影术。

放射自显影定位非常准确,不但可做成整体小动物体或大动物各脏器的整体切片放射自显影,供肉眼或放大镜观察,而且还可制成组织切片和超薄切片放射自显影,用光镜或电镜观察,分辨率在光学显微镜下达 1μ ,电子显微镜则可达 0.1μ 以下。用放射自显影术研究放射性物质在生物体(整体的、组织的或细胞的和亚细胞水平的)内的痕迹或颗粒定位,敏感度极高。如将曝光时间延长,甚至可以记录极其微弱的放射性。在目前,这是其它测量方法难以达到的。这一技术可通过颗粒计数、光密度测量等方法作相对定量测定检查。

由于放射自显影术能较准确地反应出细胞、组织和器官机能代谢状态,因而,很好地把细胞、组织和器官的生理机能、生化代谢、增殖和细胞结构的形态学改变,极其紧密地结合在一起,并能精确地给以定位,以研究生物体内的动态变化过程,这是此法的独到之处。目前,它已成为放射性同位素示踪研究中最常用的方法之一。

放射自显影术在近代细胞生物学的研究中,已占极为重要的地位。用氚标记胸腺嘧啶核苷和RNA及蛋白质的前身物,对细胞DNA的复制及DNA、RNA与蛋白质合成之间的关系进行了广泛的研究。

五、细胞的物理学观察

X线显微摄影术(X-ray microphotography)是利用不染色标本内的各种元素,对X线的吸收程度不同,而对组织内的物质,进行定性和定量分析的一种研究方法。

用不同波长的X线,分别穿过单一元素所形成的X线吸收曲线,则成为该元素特有的X线的吸收曲线,或称为某元素的X线吸收光谱。可以作为某元素的定性基础,并通过X线使照明底片感光而进行显微照象,用以观察某种元素在组织内的分布。如果需要

测定元素的含量，则标本经X线显微摄影后，用光度计进行定量。

X线显微摄影术仅仅是细胞的物理学观察的一种，其他如各种显微技术均属物理学的技术。

六、细胞亚微结构的观察

(一) 透射电子显微镜术

透射电子显微镜术 (transmission electron microscopy) 的成象与光学显微镜不同，它是用电子流代替普通光线，用电子发射器 (电子枪) 代替光源，用阳极和阴极对电子的吸引和排斥作用，或用磁场对运动电子的作用，达到聚焦和放大的目的。其分辨率最高可达 0.8Å 左右，能放大几十万倍。

用于电镜观察的标本，要比普通光学显微镜观察的标本薄得多，一般为 500Å 左右的超薄切片。标本制作过程也要经过固定、脱水、包埋、切片及染色等步骤。固定和脱水与一般切片标本制作相同，但包埋剂则常用环氧树脂。并用特制的超薄切片机切成薄片，然后用醋酸铀及枸橼酸铅等进行电子染色，以增强细胞结构间的反差。

(二) 扫描电子显微镜术

扫描电子显微镜术 (scanning electron microscopy) 在生物科学和医学领域中的应用，主要是观察细胞组织和器官的表面形态，它的成象是由于电子枪发射出的、带有一定能量的电子，经过第一、第二两个磁透镜的汇聚，再经物镜聚焦成一极细的电子束，通常称为电子探针。当电子探针中的电子 (叫一次电子) 打在观察标本 (样品) 的表面时，会把标本 (样品) 表面原子的外层电子打落 (叫二次电子)。如果让电子探针沿着整个标本 (样品) 表面一点挨着一点移动，扫描整个标本 (样品) 表面，那么，就会逐次地一点一点地产生代表整个标本 (样品) 表面形态的二次电子信号。在标本 (样品) 旁放一个二次电子探测器，接收二次电子信号。二次电子信号经过放大，控制显象管荧光屏上光点的亮度。而且电子探针在标本 (样品) 上移动和显象管荧光屏上的亮点的移动是同步的。这样，在显象管的荧光屏上就扫描出一幅反映标本 (样品) 表面形态的影象。在显象管上观察到的图象，可以直接从它的荧光屏上进行照象。

扫描电镜与透射电镜比较，它的特点是视场大，图象富于立体感、真实。标本 (样品) 制作较简单，一般导电固体的样品可以立即观察，对非导电的生物标本，也只要在它表面真空喷涂一层导电的金属膜或经过脱水处理后即可观察。

目前生产的扫描电镜，几乎都附有X光微区分析仪或能谱仪 (也叫X线扫描显微镜或电子探针显微分析器)，它可利用标本 (样品) 表面所发出的X线或能谱的差异，进行元素成分或含量的测定。由于这种仪器兼备普通透射式电镜、电子衍射仪和电子探针的长处，充分发挥高分辨、快速、多道同时分析的特点。所以，有人预言：“扫描电镜有可能象光学显微镜一样普及。”这样的估计是有一定道理的。

七、细胞成分的研究方法

研究细胞成分，往往先进行分离、提纯，然后再进行分析和测定。