

医用细胞生物学

YIYONG XIBAO SHENGWUXUE

罗深秋 主编



第二军医大学出版社

医用细胞生物学

主 编: 罗深秋

副主编: 曾位森 邓 凡

编 者: (以姓氏笔画为序)

邓 凡 王 宏 白晓春

杨翠兰 罗深秋 茅善芝

曾位森

第二军医大学出版社

内 容 提 要

本书共分为 15 章,即绪论、细胞生物学研究方法、细胞概述、细胞膜、细胞连接和细胞外基质、内膜系统、核糖体、线粒体、细胞骨架、中心粒 鞭毛和纤毛、细胞核、细胞生长和增殖、细胞信号转导、干细胞以及细胞衰老与死亡。本书可作为医药高等院校本科生、硕士研究生的教材使用,也可供相关教师和研究人員备课和研究工作的参考。

图书在版编目(CIP)数据

医用细胞生物学 / 罗深秋主编. — 上海: 第二军医大学出版社, 2004.9

ISBN 7-81060-493-7

I. 医… II. 罗… III. 细胞生物学 IV. Q28

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 089879 号

医 用 细 胞 生 物 学

主 编 罗深秋

副主编 曾位森 邓 凡

第二军医大学出版社出版发行

(上海翔殷路 818 号 邮政编码:200433)

全国各地新华书店经销

南方医科大学印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:16.25 字数:432 千字

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-81060-493-7/Q·015

定价:28.50 元

前 言

细胞生物学是在细胞整体、亚细胞及分子结构水平上探讨生命活动规律的科学。医用细胞学是在细胞生物学的基础上重点探索人体细胞结构、功能及其生命活动规律、病理变化的基础等。因此,它是生物、医学高等院校学生的一门重要基础学科。

本书的第一版已经过去了5年,不管从哪方面讲,再版都势在必行。但我们不是为了再版而再版,而为了更好地介绍本学科的新进展、提高教材质量而再版。为此目的,我们主要做了二个方面的工作,即改写和新编。这次出版的内容每一章都进行了全面修改。原书第十五章细胞工程因主要介绍技术方法,故这次合并到第二章。新编的内容有干细胞和细胞信号转导二章。因为这些内容发展快、意义大,有必要向学生系统介绍。

与其它学科一样,将庞大而复杂的内容如何编成一本大小适中,内容新颖,好看易懂的教材是一个十分棘手的问题。我们原则是内容多少以学时数为基础,内容新颖以基本理论为基础,好看易懂以文字描述深入浅出为基础。

这些想法是否正确,还有待同行指教。

本书的再版,离不开学校、基础部领导以及第二军医大学出版社的支持,我们深表谢意。

本书出版之时,正值我校改制,即由第一军医大学改名为南方医科大学之日,我们愿以此书做为一份小礼献给南方医科大学,并顺祝母校兴旺发达。

限于专业水平和编写能力,本书难免存在这样或那样的缺点和错误,敬希读者指正。

罗深秋
于广州南方医科大学
2004.8.25

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 细胞生物学的概念、研究对象和任务	(1)
一、细胞生物学概念	(1)
二、细胞生物学的研究对象及其内容	(1)
三、细胞生物学的研究任务	(2)
第二节 细胞生物学发展简史与研究动态	(2)
一、细胞生物学发展简史	(2)
(一)细胞系统创立	(2)
(二)细胞学的经典时期	(3)
(三)实验细胞学的发展	(3)
(四)细胞生物学的兴起	(4)
二、细胞生物学的研究动态	(4)
(一)细胞社会学	(5)
(二)细胞的增殖与调控	(5)
(三)细胞的生长与分化	(5)
(四)干细胞的研究	(5)
第三节 细胞生物学与医学	(5)
一、细胞生物学是现代医学的重要基础理论	(6)
二、现代医学重要课题的研究将依赖于细胞生物学更深入发展	(6)
三、细胞生物学技术广泛应用于医学实践	(6)
第二章 细胞生物学的研究方法	(8)
第一节 显微镜技术	(8)
一、显微镜与分辨率	(8)
二、光学显微镜技术	(9)
(一)普通光学显微镜技术	(9)
(二)相差显微镜技术	(9)
(三)荧光显微镜技术	(9)
(四)暗视野显微镜技术	(10)
(五)偏光显微镜技术	(10)
(六)激光扫描共聚焦显微镜技术	(10)

三、电子显微镜技术	(11)
(一)电子显微镜的种类	(11)
(二)电镜的样品制备技术	(13)
第二节 显微分光光度术与显微荧光光度术	(16)
一、显微分光光度术	(16)
二、显微荧光光度术	(16)
第三节 细胞化学技术与放射自显影术	(17)
一、酶细胞化学技术	(17)
二、免疫细胞化学技术	(18)
(一)基本原理	(18)
(二)检测方法	(18)
(三)样品制备方法	(19)
三、核酸的细胞化学技术	(19)
四、放射自显影技术	(19)
第四节 细胞组分的分级分离和分析	(20)
一、流式细胞术	(20)
(一)流式细胞仪的结构和工作原理	(20)
(二)样品的制备及应用	(21)
二、细胞分级分离法	(21)
(一)差速离心法	(22)
(二)密度梯度离心法	(22)
(三)速度区带离心法	(23)
第五节 细胞培养与融合	(23)
一、体外细胞培养技术	(23)
二、胚胎干细胞培养技术	(24)
三、细胞融合技术	(25)
第六节 分子细胞生物学研究方法	(26)
一、原位分子杂交技术	(27)
二、Southern 杂交法	(28)
三、聚合酶链反应	(28)
四、反义技术	(28)
五、基因转移技术	(29)
第七节 细胞工程技术	(30)
一、细胞培养	(30)
二、细胞融合	(31)
三、细胞重组	(32)
四、哺乳动物克隆技术	(33)
第三章 细胞概述	(35)
第一节 细胞的化学组成	(35)

一、核酸	(36)
(一)核酸的化学组成	(36)
(二)DNA 的结构与功能	(38)
(三)RNA 的结构与功能	(40)
二、蛋白质	(41)
(一)蛋白质的化学组成	(42)
(二)蛋白质的分子结构	(42)
(三)蛋白质的分类与主要功能	(44)
(四)酶	(45)
第二节 细胞的形态与大小	(46)
一、细胞的形态	(46)
二、细胞的大小	(46)
第三节 原核细胞与真核细胞	(48)
一、原核细胞的基本结构	(48)
(一)支原体	(48)
(二)细菌	(48)
二、真核细胞的基本结构	(50)
三、原核细胞与真核细胞的比较	(51)
第四章 细胞膜	(53)
第一节 细胞膜的化学组成	(53)
一、膜脂	(54)
(一)磷脂	(54)
(二)糖脂	(54)
(三)胆固醇	(55)
二、膜蛋白	(55)
(一)外在蛋白	(56)
(二)内在蛋白	(56)
(三)红细胞的膜蛋白	(57)
三、膜糖	(57)
四、细胞表面	(57)
第二节 细胞膜的分子结构	(58)
一、单位膜模型	(58)
二、液态镶嵌模型	(58)
第三节 细胞膜分子分布的不对称性和流动性	(59)
一、细胞膜分子分布的不对称性	(59)
(一)脂质双层的不对称性	(59)
(二)膜蛋白分布的不对称性	(59)
二、细胞膜分子的流动性	(60)
(一)膜脂的流动性	(60)

(二)影响膜脂流动性的因素	(60)
(三)膜蛋白的流动性	(60)
第四节 细胞膜的功能	(61)
一、膜内外的物质运输	(61)
(一)被动运输	(61)
(二)主动运输	(62)
(三)内吞和外吐作用	(64)
二、膜受体与信号转导	(66)
三、膜抗原	(66)
(一)人红细胞膜上的血型抗原	(66)
(二)组织相容性抗原	(67)
第五章 细胞连接与细胞外基质	(69)
第一节 细胞连接	(69)
一、封闭连接	(69)
二、锚定连接	(71)
(一)桥粒与半桥粒	(71)
(二)粘合带	(72)
三、通信连接	(72)
(一)代谢耦联	(73)
(二)电耦联	(74)
(三)影响早期胚胎发育和细胞分化	(75)
第二节 细胞外基质	(74)
一、胶原	(74)
(一)胶原的分子结构	(74)
(二)胶原的功能	(75)
二、纤粘连蛋白	(76)
三、层粘连蛋白	(76)
四、蛋的聚糖	(77)
五、弹性蛋白	(77)
第六章 内膜系统	(78)
第一节 内质网	(78)
一、内质网的形态结构	(78)
二、内质网的化学组成	(79)
三、内质网的类型	(80)
(一)粗面内质网	(80)
(二)滑面内质网	(80)
四、内质网和核被膜可能的进化途径	(81)
五、内质网的功能	(82)

(一)粗面内质网的功能	(82)
(二)滑面内质网的功能	(86)
(三)内质网的异常改变	(87)
第二节 高尔基复合体	(87)
一、高尔基复合体的形态结构	(88)
(一)扁平囊	(88)
(二)小囊泡	(88)
(三)大囊泡	(89)
二、高尔基复合体的分布和数量	(89)
三、高尔基复合体的化学组成	(90)
四、高尔基复合体的功能	(90)
(一)高尔基复合体对蛋白质的加工修饰	(90)
(二)高尔基复合体对蛋白质的分拣	(91)
(三)高尔基复合体与溶酶体的形成	(91)
(四)高尔基复合体与膜的转运	(92)
五、高尔基复合体的异常改变	(94)
(一)高尔基复合体的肥大和萎缩	(94)
(二)高尔基复合体内容物的改变	(95)
(三)高尔基复合体在癌细胞中的改变	(95)
第三节 溶酶体	(95)
一、溶酶体的形态特征、酶及其发生	(95)
(一)溶酶体的形态特征	(95)
(二)溶酶体的酶	(96)
(三)溶酶体的发生	(97)
二、溶酶体的分类	(97)
(一)初级溶酶体	(98)
(二)次级溶酶体	(98)
(三)线状溶酶体	(100)
三、溶酶体的功能	(101)
(一)溶酶体的消化作用	(101)
(二)溶酶体参与免疫过程	(102)
(三)溶酶体对激素分泌的调节作用	(103)
四、溶酶体与疾病	(103)
(一)溶酶体膜失常与疾病	(103)
(二)先天性溶酶体病	(104)
(三)溶酶体与癌的关系	(105)
(四)溶酶体与休克	(105)
第四节 过氧化物酶体	(105)
一、过氧化物酶体的形态特征	(106)
二、过氧化物酶体所含的酶	(107)

(一)氧化酶	(107)
(二)过氧化氢酶	(107)
(三)过氧化物酶	(107)
三、过氧化物酶体的功能	(107)
(一)对有毒物质的解毒作用	(107)
(二)对细胞氧张力的调节作用	(107)
(三)对氧化型辅酶 I(NAD ⁺)的再生作用	(108)
(四)参与核酸、脂肪和糖的代谢	(108)
四、过氧化物酶体的起源	(108)
第七章 核糖体	(109)
第一节 核糖体的形态结构和类型	(109)
一、核糖体的形态结构	(109)
二、核糖体的聚合和解离	(110)
三、核糖体的类型	(111)
第二节 核糖体的化学组成	(111)
一、核糖体 RNA	(112)
二、核糖体蛋白	(112)
第三节 核糖体的功能	(113)
一、遗传密码	(113)
(一)遗传密码的发现	(113)
(二)遗传密码的特征	(113)
二、核糖体与多肽链的合成	(115)
(一)氨基酰 tRNA 的合成	(115)
(二)肽链合成的起始	(115)
(三)肽链的延长	(117)
(四)肽链合成的终止与释放	(117)
三、多肽生物合成的抑制剂	(119)
第八章 线粒体	(121)
第一节 线粒体的形态	(121)
一、线粒体的形态、大小、数目和分布	(121)
(一)形态与大小	(121)
(二)数目	(122)
(三)分布	(122)
二、线粒体的超微结构	(122)
(一)外膜	(122)
(二)内膜	(122)
(三)嵴与基粒	(123)
(四)基质	(124)

第二节 线粒体的化学组成和酶的分布	(124)
一、线粒体的化学组成	(124)
(一)蛋白质	(124)
(二)脂类	(125)
(三)水	(125)
二、线粒体中酶的分布	(125)
第三节 线粒体的功能	(126)
一、三羧酸循环	(127)
二、电子传递与氧化磷酸化	(127)
三、氧化磷酸化抑制剂	(130)
第四节 线粒体的半自主性	(130)
一、线粒体 DNA	(131)
二、线粒体的蛋白合成	(131)
第五节 线粒体的增殖和起源	(132)
一、线粒体的增殖	(132)
二、线粒体的起源	(132)
(一)内共生假说	(133)
(二)非共生假说	(133)
第六节 线粒体与疾病	(133)
一、线粒体的病理性改变	(134)
(一)线粒体与肿瘤	(134)
(二)线粒体对缺血性损伤的反应	(134)
(三)药物和毒物对线粒体的影响	(134)
二、线粒体 DNA 突变与线粒体病	(134)
(一)线粒体脑肌病(mitochondrial Encephalomyopathies, ME)	(135)
(二)勒伯氏遗传性视神经病	(135)
(三)帕金森氏病	(135)
(四)母系遗传性糖尿病和耳聋	(135)
(五)阿尔茨海默病	(135)
第九章 细胞骨架	(137)
第一节 微管	(138)
一、微管的形态结构与化学组成	(138)
二、微管的组装和解聚	(139)
三、微管的动态不稳定性	(140)
四、微管的结合蛋白	(141)
五、微管的功能	(142)
(一)构成细胞的支架	(142)
(二)参与物质的运输和细胞器的转运	(142)
第二节 微丝	(144)

一、微丝的形态与组成	(144)
二、肌动蛋白结合蛋白	(144)
三、微丝组装的动态性	(145)
四、微丝的功能	(146)
(一)参与肌肉的收缩	(146)
(二)微丝的支撑功能	(147)
(三)微丝与细胞运动	(148)
第三节 中等纤维	(148)
一、中等纤维蛋白的类型	(149)
二、中等纤维的分子结构	(149)
三、中等纤维的组装	(149)
四、中等纤维相关蛋白	(151)
五、中等纤维的功能	(151)
(一)骨架功能	(151)
(二)信息传递的功能	(151)
第十章 中心粒、鞭毛与纤毛	(152)
第一节 中心粒	(152)
一、中心粒的结构和组成	(152)
二、中心粒的功能	(153)
第二节 鞭毛与纤毛	(153)
一、鞭毛与纤毛的形态与结构	(153)
(一)纤毛本体	(153)
(二)基体	(154)
(三)纤毛小根	(154)
二、鞭毛、纤毛含有的主要蛋白质	(154)
(一)微管蛋白	(154)
(二)动力蛋白	(154)
(三)连接蛋白	(155)
三、鞭毛、纤毛运动的机制	(155)
第十一章 细胞核	(157)
第一节 细胞核的结构	(157)
一、核膜(核被膜)	(157)
(一)核膜外层	(158)
(二)核膜内层	(158)
(三)核膜间隙(核团间隙)	(158)
(四)核孔	(158)
二、染色质	(158)
(一)染色质的化学组成	(159)

(二)染色质的结构	(160)
(三)染色体	(162)
三、核仁	(165)
(一)核仁的超微结构	(165)
(二)核仁的形成和消失	(165)
(三)核仁的功能	(166)
四、核基质	(168)
(一)染色体骨架	(168)
(二)核纤层	(168)
(三)分子伴侣	(169)
第二节 细胞核的功能	(170)
一、生物遗传物质的贮存	(170)
二、DNA 复制	(171)
(一)DNA 复制的基本形式和过程	(171)
(二)DNA 复制所需的引物、酶和某些蛋白	(172)
三、基因表达	(173)
(一)基因	(173)
(二)人类基因组计划	(176)
(三)后人类基因组计划	(176)
(四)基因转录	(177)
(五)基因表达的调控	(178)
第十二章 细胞的生长和增殖	(181)
第一节 细胞增殖方式	(181)
一、无丝分裂	(181)
二、有丝分裂	(181)
三、减数分裂	(185)
(一)减数分裂过程	(185)
(二)减数分裂的生物学意义	(188)
第二节 细胞增殖周期	(188)
一、细胞周期的概念	(189)
二、细胞周期同步化	(189)
(一)选择同步化	(189)
(二)诱导同步化	(189)
三、细胞周期各时相的生化变化	(190)
(一)G1 期	(190)
(二)S 期	(190)
(三)G2 期	(191)
(四)M 期	(191)
第三节 细胞周期的调控	(191)

一、G2/M 转换的分子调节	(192)
二、G1/S 控制点的调节	(193)
三、生长因子及其受体的调节	(194)
四、抑素的调节	(194)
五、cAMP 和 cGMP 的调节	(195)
六、激素的调节	(195)
七、Ca ²⁺ 和钙调素的调节	(195)
第四节 细胞增殖与肿瘤	(195)
第十三章 细胞信号转导	(197)
第一节 信号以及细胞传递信号的要素	(197)
一、作用于细胞的信号	(197)
(一)内分泌系统的激素	(197)
(二)神经系统的神经递质	(198)
(三)生长因子和细胞因子	(198)
二、构成信号转导系统的要素	(199)
(一)受体	(199)
(二)G 蛋白	(202)
(三)细胞内第二信使	(204)
(四)蛋白质激酶	(210)
第二节 信号转导系统的特征	(213)
一、信号转导分子存在的暂时性	(213)
二、信号转导分子活性的可逆性变化	(213)
三、蛋白质的磷酸化与去磷酸化是信号转导分子激活的共同机制	(213)
四、二聚作用是调节信号转导通路的一个重要机制	(213)
五、信号转导通路的连贯性与放大作用	(214)
六、信号转导途径的专一性与通用性	(214)
七、多途径、多层次的细胞信号传递通路具有收敛或发散的特点	(215)
八、网络化	(215)
第三节 信号转导与医学的关系	(217)
一、信号转导过程异常造成的疾病	(217)
(一)从信号转导通路来分析	(127)
(二)由于信号转导通路中的信号分子异常造成的疾病	(218)
二、以信号转导为靶进行疾病治疗	(218)
(一)针对激酶的药物	(218)
(二)针对配基和受体的药物	(219)
第十四章 干细胞	(221)
第一节 干细胞的微生物学特征	(221)
一、形态学	(221)

二、生化特征	(221)
三、分裂增殖	(221)
(一)自身恒定式分裂增殖方式	(221)
(二)干细胞增殖的缓慢性	(221)
(三)干细胞巢	(222)
(四)干细胞转分化	(222)
第二节 各种类型的干细胞	(222)
一、胚胎干细胞	(222)
二、成体干细胞	(224)
(一)造血干细胞	(224)
(二)间充质干细胞	(224)
(三)神经干细胞	(224)
(四)肠干细胞	(225)
(五)表皮干细胞	(225)
(六)肝干细胞	(226)
(七)其它干细胞	(226)
第三节 干细胞的临床应用前景	(226)
一、胚胎干细胞	(226)
(一)个体和器官的克隆	(226)
(二)基因组功能研究	(226)
(三)其它	(226)
二、成体干细胞	(226)
(一)白血病的干细胞治疗	(226)
(二)自身免疫性疾病的干细胞治疗	(226)
(三)神经系统疾病的干细胞治疗	(227)
(四)心肌梗塞和充血性心力衰竭的干细胞治疗	(228)
第十五章 细胞的衰老与死亡	(229)
第一节 细胞的衰老	(229)
一、细胞的衰老变化	(229)
二、细胞的衰老学说	(231)
(一)遗传的衰老学说	(231)
(二)细胞磨损说	(232)
三、研究细胞衰老的意义	(233)
第二节 细胞的死亡	(233)
一、细胞死亡的概念与标志	(233)
二、细胞死亡的形式	(234)
(一)细胞凋亡的概念	(234)
(二)细胞凋亡的特征	(234)
(三)细胞凋亡与细胞坏死的区别	(235)

三、细胞凋亡的分子机制	(236)
(一)诱导细胞凋亡的因素	(236)
(二)凋亡相关基因	(236)
(三)凋亡的分子机制	(237)
四、研究细胞死亡的意义	(239)
(一)细胞凋亡与机体发育	(239)
(二)细胞凋亡与机体免疫	(240)
(三)细胞凋亡与某些疾病	(241)
主要参考文献	(242)

第一章 绪 论

第一节 细胞生物学的概念、研究对象和任务

一、细胞生物学的概念

细胞生物学(cell biology)是从细胞整体水平、亚显微结构水平和分子水平三个层面来研究细胞的结构及其生命活动规律的科学。当今,细胞生物学已成为生物科学中一个极为活跃的研究领域,是一门综合性的新兴基础理论学科,属于现代生命科学的前沿学科。

医学细胞生物学(medical cell biology)是以细胞生物学和分子生物学为基础,探讨人体细胞的功能、发生、发展、成长、衰老、死亡的生命活动规律的科学。

二、细胞生物学的研究对象及其内容

细胞生物学是以细胞为主要研究对象。

细胞是生物体形态结构和生命活动的基本单位。过去,只是对细胞的形态结构、生理功能和生活史方面进行了研究,称为细胞学(cytology),研究的方法主要是光学显微镜下的形态描述。细胞生物学由细胞学发展而来。20世纪50年代以来,由于电子显微镜、放射性同位素、分离细胞结构组分的技术广泛应用,细胞培养以及其他研究技术和分析手段的不断发展,特别是分子生物学的兴起,使原来以研究形态结构为主的细胞学转变到了以研究功能为主、将功能与结构紧密结合起来的细胞生物学。由于现代科学技术和实验手段向细胞生物学中渗透,使细胞生物学研究的广度和深度也都有新的迅猛发展,从宏观到微观、从平面到立体、从定性到定量、从分析到综合;从细胞、亚细胞、分子三个水平上,以动态的观点来研究细胞的结构、功能、生长、发育、繁殖、遗传与变异、运动、分化以及衰老与死亡等一系列生命活动及其调控机制,从而探讨生命的本质和规律。此外,细胞生物学还要研究细胞与细胞之间的相互关系、细胞的变化发展过程及细胞与环境之间的相互关系。近年来,由于细胞生物学在分子水平上的研究工作取得了深入的进展,因此细胞生物学又称为细胞分子生物学(cell and molecular biology)。

细胞生物学研究的内容十分丰富,研究的范围极其广泛。其研究的主要分支学科有:

细胞形态学(cytomorphology):研究细胞的形态结构及其在生命过程中一系列变化的科学。

细胞生理学(cytophysiology):研究细胞的生命活动规律,包括细胞从环境中摄取营养,经代谢而获得能量进行生长、发育、分裂等功能活动,以及细胞受环境因素的影响而产生适应性和运动性的活动(如神经细胞的传导、肌细胞的收缩和腺细胞的分泌等)。

细胞遗传学(cytogenetics):主要从细胞学角度来研究染色体的结构和行为以及染色体与细胞器的关系,从而探讨遗传现象,阐明遗传与变异的机制等。

细胞化学(cytochemistry):研究细胞结构化学成分的定位、分布及其生理功能。用切片或分离细