

医学细胞生物学

宋今丹 主编

人民卫生出版社

医学细胞生物学

宋 今 丹 主 编

编者（按姓氏笔画为序）

王芸庆（中国医科大学）

方思鸣（同济医科大学）

宋今丹（中国医科大学）

杨抚华（华西医科大学）

陈秀珍（上海医科大学）

张贵寅（哈尔滨医科大学）

韩凤霞（湖南医科大学）

蔡尚达（中山医科大学）

潘维林（首都医学院）

人 民 卫 生 出 版 社

(京)新登字 081 号

责任编辑 郝巨为

医学细胞生物学

宋今丹 主编

人民卫生出版社出版

(北京市崇文区天坛西里10号)

沈阳新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 17印张 373千字

1993年8月第1版 1993年8月第1版第1次印刷

印数: 00 001—9 100

ISBN 7-117-01937-9/R · 1938 定价: 9.70元

前 言

近些年来, 生命科学在不断地取得令人瞩目的进展, 其中的新兴学科——细胞生物学也在迅速地发展, 并成为生命科学中的前沿学科之一。

细胞是生物体的结构和功能单位, 生物体各种生命活动的机理均需以细胞为基础来予以说明。细胞生物学是从细胞、亚细胞和分子三个水平, 把结构和功能结合起来, 以动态的观点来探讨细胞的各种生命现象的。所以它在生命科学的教学和科研中占有很重要的地位。

目前国内许多大专院校生物系和农林院校都把细胞生物学列为必修或选修课程。不少医学院校也开设了这门课程, 并出版了细胞生物学教材。为了给高等医学院校各专业提供一本适用的细胞生物学教学用书, 在人民卫生出版社的组织和支持下, 由上海医科大学、中山医科大学、中国医科大学、华西医科大学、同济医科大学、哈尔滨医科大学、首都医学院和湖南医科大学等单位的多年从事细胞生物学教学的教师, 共同编写了这本书。

由于细胞生物学处于生命科学的前沿, 新的知识内容不断地增多, 而其成就又广泛地渗透到基础医学和临床各学科之中, 所以在编写本书时, 除细胞生物学的基础知识之外, 还介绍了近年来重要的分子水平的新进展和必要的联系医学实际的内容。

本书共分十四章。书中简述了细胞生物学发展史之后(第一章), 概略地介绍了细胞的进化过程(第二章)。鉴于研究技术在促进细胞生物学发展上的重要性, 较为全面地讲述了研究细胞的方法(第三章)。为了给从分子水平了解细胞的各种生命活动过程打下基础, 用一章的篇幅讲解了细胞的分子基础(第四章)。接着便阐述了细胞膜以及细胞连接、通讯与细胞外基质等(第五章与第六章)。之后便从细胞膜转入细胞质, 在细胞质这部分内容中, 较详细地叙述了各种细胞器, 如内质网、高尔基体、溶酶体、过氧化物酶体、线粒体和细胞骨架等的结构与功能(第七章到第九章)。讲述了细胞膜和细胞质之后, 又着重介绍了细胞核的微细结构和较深入地阐述了基因的表达式与蛋白质的生物合成(第十章与第十一章)。最后, 介绍了细胞的生长与繁殖、分化以及衰老与死亡(第十二章到第十四章)。

本书由上海医科大学许由恩教授审阅, 在此表示衷心的感谢。中国医科大学细胞生物学教研室的朱亚勤、黄集前、王明武等老师进行了大量的秘书工作, 由中国医科大学医学美术教研室的吴宝至、李文成、王凤珍等老师完成了本书的插图, 在此一并表示谢意。

由于我们的知识和能力水平有限, 本书难免存在缺点和错误, 祈望读者提出批评和指正。

宋 今 丹

于中国医科大学

1993年3月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 细胞生物学的研究内容	1
第二节 细胞生物学与医学	1
第三节 细胞生物学的发展简史	1
一、细胞学说的创立	2
二、细胞学的经典时期	2
三、实验细胞学阶段	2
四、细胞生物学的形成	3
复习思考题	3
第二章 细胞的进化	4
第一节 从分子到细胞	4
一、能进行自我复制的多核苷酸的形成	4
二、多核苷酸指导多肽的合成	5
三、原始细胞的产生	6
第二节 从原核细胞到真核细胞	7
一、具有各种生化特性的原核细胞	7
二、含有各种细胞器的真核细胞	9
第三节 从单细胞到多细胞生物	11
一、由单细胞聚集成群体	11
二、多细胞生物的特点是细胞的特化和协作	12
复习思考题	13
第三章 研究细胞的方法	14
第一节 显微镜技术	14
一、光学显微镜技术	14
(一) 光镜可分辨间隔 $0.2\mu\text{m}$ 的微细结构	14
(二) 细胞的不同成分可被选择性地染色	15
(三) 用于显微镜观察的组织须经过固定和切片	15
(四) 用细胞化学方法了解细胞和组织中的化学组成及某些细胞活性	15
(五) 用荧光显微镜技术探测细胞中的特殊分子	15
(六) 在相差显微镜下观察活细胞	17
(七) 暗视野显微镜技术是观察活细胞的一种简便方法	17
(八) 用显微电影摄影术记录细胞活动	17
(九) 其它光学显微镜技术	18
二、电子显微镜技术	18
(一) 电子显微镜可分辨细胞的亚显微结构	18
(二) 透射电子显微镜及超薄切片技术	18

(三) 不使用超薄切片的透射电镜技术	20
(四) 扫描电子显微镜可得到三维图像	20
(五) 冷冻割断和冷冻蚀刻复型技术提供组织细胞内部三维图像	21
(六) 扫描电镜铸型技术观察腔性器官的微细立体构筑	22
(七) 电镜能分辨单个大分子	22
三、应用 X—射线衍射间接测定生物大分子结构	22
(一) 晶状排列的物体结构可从 X—射线衍射图来推断	22
(二) X—射线衍射显示分子中原子的三维排列	23
第二节 探查活细胞内化学状态的技术	24
一、核磁共振可对活细胞群进行分析	25
二、用细胞内微电极测定离子浓度	25
三、用光发射指示剂测定迅速变化的细胞内离子浓度	26
四、将不能透过膜的分子导入细胞内	27
第三节 细胞的分离和培养	27
一、从组织中分离不同类型的细胞	27
(一) 制备单个细胞悬液	27
(二) 从细胞悬液中分离不同类型的细胞	27
二、细胞培养	29
(一) 细胞能在培养皿中生长	29
(二) 真核细胞系是纯系细胞的方便来源	29
(三) 用细胞克隆的方法改进细胞系的均质性	30
(四) 可使细胞融合形成杂种细胞	30
第四节 细胞组分的分级分离	30
一、用超速离心法可分离细胞器和大分子	30
(一) 用差速离心法分离大小形状不同的组分	31
(二) 密度梯度离心法达到精细分离效果	32
二、无细胞系可用以阐明复杂细胞过程的分子细节	32
三、利用层析法分析蛋白质	33
四、蛋白质的大小和亚单位的组成可以用 SDS 聚丙烯酰胺凝胶电泳测定	34
五、双向聚丙烯酰胺凝胶电泳可在一片凝胶上分析 1000 种以上的蛋白质	35
六、选择性地将蛋白质裂解为特定的多肽片段	36
七、用自动分析仪分析多肽中氨基酸顺序	36
第五节 利用放射性同位素和抗体示踪细胞中的分子	37
一、高灵敏地检测组织细胞内的放射性原子	37
二、用放射性同位素示踪细胞和机体中的分子	37
三、放射自显影术用于组织细胞切片中的放射性化合物定位	38
四、利用抗体检测和分离特殊的分子	38
五、用杂交瘤细胞系制备单克隆抗体	38
第六节 重组 DNA 技术	39
一、重组 DNA 技术促进了细胞生物学的变革	39
二、限制性核酸内切酶在特异的核苷酸顺序水解 DNA	40
三、用 DNA 克隆技术大量生产 DNA 片段	40

四、用凝胶电泳快速分离不同大小的分子	41
五、用放射性同位素标记纯化的 DNA 分子	41
六、快速测定 DNA 的核苷酸顺序	41
七、核酸杂交反应是检测特殊核苷酸序列的灵敏方法	43
八、印迹法便于对电泳分离的核酸分子进行杂交	43
九、利用合成的 DNA 分子对遗传病进行产前诊断	44
十、原位杂交技术用于染色体和细胞的特殊核苷酸序列定位	45
复习思考题	45
第四章 细胞的分子基础	46
第一节 生物小分子	46
一、无机化合物	46
(一) 水是细胞生物化学反应的良好溶剂	46
(二) 无机盐是细胞的重要成分和维持生存环境的重要物质	46
二、有机化合物	46
(一) 细胞化学以碳化合物为基础	47
(二) 糖是细胞的营养分子	47
(三) 脂肪酸是细胞膜的组份	47
(四) 氨基酸是蛋白质的基本组成单位	48
(五) 核苷酸是核酸的基本组成单位	48
第二节 生物大分子	49
一、核酸	49
(一) DNA 双螺旋结构模型	49
(二) DNA 分子中核苷酸序列携带遗传信息	50
(三) DNA 的半保留复制	50
(四) 部分 DNA 序列转录合成 RNA 以制造蛋白质	51
(五) 真核细胞的 RNA 分子剪接去除内含子序列	51
(六) mRNA 核苷酸序列的三联体密码转译成氨基酸	52
(七) tRNA 转运活化的氨基酸, 使之与核苷酸相匹配	52
(八) 核糖体从 mRNA 的 5' 端至 3' 端阅读 mRNA 携带的信息	52
二、蛋白质	53
(一) 氨基酸序列决定蛋白质的结构	53
(二) 蛋白质的三维结构: α 螺旋和 β 片层结构	53
(三) 蛋白质亚单位在细胞内能自我组装成大的超分子结构	55
(四) 蛋白质的构象确定蛋白质的化学性质	56
(五) 酶蛋白的催化作用	56
复习思考题	56
第五章 细胞膜的分子生物学	57
第一节 细胞膜的化学组成	57
一、膜脂	58
(一) 膜脂是兼性分子, 能自动形成双分子层	58
(二) 脂双层是一个二维的流体	59
(三) 脂双层的流动性依赖于其组成成分	59

(四) 脂双层是膜蛋白的溶剂	60
(五) 糖脂位于所有细胞膜表面	61
二、膜蛋白	62
(一) 蛋白质以不同的方式结合于膜上: 膜内在蛋白与膜周边蛋白	62
(二) 膜内在蛋白可被去垢剂溶解和纯化	62
(三) 红细胞血影是研究膜蛋白的良好材料	63
三、膜糖类	65
(一) 生物膜的糖类只限于非细胞质侧	65
(二) 细胞表面糖类与细胞表面的识别	65
第二节 膜的分子结构模型	66
一、片层结构模型	66
二、单位膜模型	66
三、液态镶嵌模型	67
第三节 膜的特性	67
一、所有膜蛋白不对称地结合于脂双层	68
二、脂双层内外两层有不同的脂质分子	68
三、膜蛋白和膜脂在膜内的侧向移动	68
四、细胞骨架对表面膜蛋白结构及其运动的影响	69
第四节 细胞膜与细胞内外物质转运	69
一、小分子物质的跨膜转运	69
(一) 脂双层对离子是不通透的, 但对水却可自由通透	70
(二) 膜转运蛋白可作为载体或通道	70
(三) 载体蛋白介导的主动运输消耗能量	71
(四) 载体蛋白的作用类似于膜结合酶	71
(五) 细胞膜的 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 泵是一种 ATP 酶	73
(六) 某些 Ca^{2+} 泵也是膜结合的 ATP 酶	74
(七) 离子梯度驱动的主动转运	74
(八) 细胞膜的对向运输调节细胞内 pH	75
(九) 跨膜通道蛋白转运的调节	76
(十) 离子载体可增加生物膜对离子的通透性	77
二、大分子和颗粒物质的膜泡转运: 胞吐与胞吞	78
(一) 细胞胞吐的两种途径: 结构性途径和调节性途径	78
(二) 调节性胞吐作用是细胞膜的一种局部反应	79
(三) 细胞胞吞作用的两种形式: 吞饮和吞噬	79
(四) 吞饮小泡由细胞膜的有被小窝形成	80
(五) 细胞通过受体介导的胞吞作用: 摄入低密度脂蛋白以吸收胆固醇	82
第五节 信息的跨膜转导	82
一、膜受体的类型	83
二、膜受体的分子结构与特性	83
三、膜受体信息转导的机制	84
(一) 环磷酸腺苷信使途径	84
(二) 环磷酸鸟苷信使途径	87

(三) 磷脂酰肌醇信使途径	87
(四) Ca^{2+} 的信使机制	88
四、膜受体异常引起的疾病	89
第六节 细胞表面	90
一、细胞外被是细胞表面重要的组成部分	90
二、细胞表面与细胞识别	90
三、细胞表面抗原具免疫功能	91
四、细胞表面粘附分子介导细胞相互粘着	92
五、细胞表面接触抑制	92
六、膜下溶胶层能进行“越膜控制”	92
七、细胞表面的改变与肿瘤	93
复习思考题	94
第六章 细胞连接与细胞外基质	95
第一节 细胞连接	95
一、紧密连接是一种封闭连接	96
二、抛锚连接由细胞骨架纤维介导起作用	96
(一) 肌动蛋白微丝束介导细胞间或细胞与外基质间的粘着连接	96
(二) 桥粒连接把细胞固着在一起	97
三、通讯连接介导细胞间通讯	98
(一) 间隙连接是通讯连接的主要类型	98
(二) 化学突触是神经细胞之间的一种通讯连接装置	100
第二节 细胞外基质	100
一、氨基聚糖和蛋白聚糖	100
(一) 氨基聚糖是一种高度水合的凝胶	100
(二) 蛋白聚糖是一种含糖量极高的糖蛋白	101
二、胶原和弹性蛋白的结构与功能	102
(一) 胶原的化学组分、结构和功能	102
(二) 弹性蛋白是弹性纤维的主要成分	104
三、纤连蛋白	104
(一) 纤连蛋白有三种类型	104
(二) 纤连蛋白是一种多功能分子	105
四、细胞骨架与细胞外基质之间的跨膜连接	105
复习思考题	106
第七章 细胞的内膜系统	107
第一节 内质网	107
一、内质网是由单位膜构成的连续网状膜系统	107
二、内质网分为糙面内质网和光面内质网两种类型	109
(一) 附有核糖体的糙面内质网	109
(二) 表面光滑的光面内质网	109
三、内质网膜由脂类和蛋白质组成	110
四、内质网的蛋白质合成、脂类合成、糖代谢和解毒作用	111
(一) 糙面内质网的蛋白质合成	111

(二) 脂类在内质网的合成	115
(三) 糖原在内质网的合成与分解	116
(四) 内质网的解毒作用	116
五、内质网的病理改变	116
第二节 高尔基体	117
一、高尔基体由小泡、扁平囊泡和大泡组成	117
(一) 平行排列的扁平囊泡组成高尔基体的主体部分	118
(二) 小泡由糙面内质网芽生而来	119
(三) 内含分泌物的大泡由扁平囊泡的反面膨大而成	119
二、高尔基体的化学组成介于细胞膜和内质网之间	119
三、高尔基体的功能	121
(一) 高尔基体在细胞的分泌活动中起重要的运输作用	121
(二) 高尔基体具有糖蛋白合成和修饰的功能	121
(三) 高尔基体能形成溶酶体	121
(四) 高尔基体参与膜的转变	122
四、高尔基体的异常变化	123
(一) 高尔基体的肥大和萎缩	123
(二) 高尔基体内容物的变化	123
(三) 癌细胞内的高尔基体的改变	123
第三节 溶酶体	123
一、溶酶体是细胞内消化的主要场所	124
二、溶酶体是异型性细胞器	124
三、内体性溶酶体由运输小泡和内体合并而成	124
四、吞噬性溶酶体由内体性溶酶体与来自细胞内外的作用底物相互融合而成	126
(一) 作用底物来自细胞内的自噬性溶酶体	126
(二) 作用底物来自细胞外的异噬性溶酶体	127
(三) 末期阶段的吞噬性溶酶体形成残余小体	127
五、溶酶体具备多种生理功能	128
(一) 对细胞的内源性和外源性物质的消化	128
(二) 在激素生成中发挥重要作用	128
(三) 参与机体的器官组织变态和退化	128
(四) 协助精子与卵细胞受精	129
(五) 在骨骼发生中能吸收和消除陈旧的骨基质	129
六、溶酶体与某些人类疾病的关系	129
(一) 溶酶体的破裂是形成矽肺的原因	129
(二) 由于溶酶体酶缺陷而引起的先天性溶酶体病	129
(三) 溶酶体在类风湿性关节炎中的作用	130
(四) 溶酶体与癌症	130
第四节 过氧化物酶体	130
一、过氧化物酶体为含有多种氧化酶的圆形小体	131
二、过氧化物酶体利用氧进行代谢反应	132
三、过氧化物酶体由内质网出芽形成	132

复习思考题	133
第八章 能量转换器——线粒体	134
第一节 线粒体是由外膜和内膜围成的封闭膜性囊	134
一、包围着线粒体的单位膜——外膜	135
二、内表面不光滑的内膜	135
三、线粒体嵴间的间隙——基质	136
第二节 线粒体的物质基础	137
一、蛋白质和脂类是线粒体的主要大分子	137
（一）水是线粒体含量最多的物质	137
（二）线粒体主要组成成分为蛋白质	137
（三）线粒体的脂类组成与其它膜结构的脂类组成不同	137
（四）线粒体的其它组成成分	137
二、线粒体是含酶最多的细胞器	137
第三节 能量转换是线粒体的主要功能	138
一、最终促成 ATP 合成的三羧酸循环	138
二、同时传递氢和电子的电子传递呼吸链	138
三、能量的释放与 ATP 的形成是紧密偶联的	139
第四节 线粒体是动物细胞中的半自主性细胞器	140
一、线粒体是动物细胞中除核之外唯一含有 DNA 的细胞器	141
二、线粒体中的转录和翻译依赖核的遗传装置	141
三、线粒体半自主性的其它表现	143
第五节 线粒体生物发生的内共生学说及非共生学说	143
第六节 线粒体可作为疾病诊断和环境因素测定的指标	145
一、线粒体减少与肿瘤细胞呼吸的减弱	145
二、细胞异常与线粒体的关系	145
三、线粒体超微结构的异常是功能改变的结构基础	145
四、组织器官缺血对线粒体的结构和功能的影响	145
五、药物和毒物对线粒体的作用	146
六、线粒体的一些组分可用于某些疾病的治疗	146
复习思考题	146
第九章 细胞骨架	147
第一节 微管	147
一、由微管蛋白构成的原纤维丝组成微管	147
二、微管与微管结合蛋白质相结合	148
三、微管蛋白是微管组装的分子基础	148
四、微管的功能及其与其它细胞结构的关系	149
（一）构成细胞支架及参与细胞运动和物质运输是微管的主要功能	149
（二）微管功能与其它细胞器的联系	149
五、微管与肿瘤、病毒感染及遗传性疾病的关系	149
第二节 微丝	149
一、肌动蛋白是微丝的基础蛋白质	150
二、具备控制肌动蛋白构型和行为的肌动蛋白——结合蛋白质	150

三、微丝的组装	151
四、张力丝、肌丝和神经微丝存在于不同细胞中	151
五、微丝与细胞的结合和功能的关系	151
第三节 中等纤维	152
一、性质不同的五种中等纤维	152
二、杆状中心区域是中等纤维的基本结构	152
三、中等纤维的组装	153
四、中等纤维的多种重要功能	154
五、中等纤维与医学	154
第四节 中心粒	154
一、中心粒主要是由微管蛋白和鸟苷酸构成的圆柱形小体	154
二、中心粒的功能	155
第五节 纤毛和鞭毛及其运动	155
一、由微管组成的纤毛和鞭毛	155
二、纤毛和鞭毛主要含动力蛋白和微管蛋白	157
三、鞭毛的均匀波动和纤毛的双相搏动	158
复习思考题	159
第十章 细胞核	160
第一节 核膜及核孔复合体	160
一、面向细胞质的外核膜	161
二、位于内外核膜之间的核间隙	161
三、包围核质的内核膜	161
四、由核膜孔、隔膜和孔环物质构成的核膜孔复合体	161
(一) 核膜孔由内外核膜融合而成	161
(二) 隔膜为核膜孔中的一层不定形物质	161
(三) 位于核膜孔周缘的孔环物质	161
五、位于内核膜下的核纤层	163
第二节 核基质	163
一、核基质为核内的网架体系	163
二、核基质的功能	163
(一) 参与染色体 DNA 包装与染色体构建	164
(二) 核基质与 DNA 复制的关系	164
(三) 核基质与基因表达调控	164
(四) 核基质与 hnRNA 的加工	164
(五) 核基质与病毒复制	164
第三节 染色质和染色体	164
一、染色质的主要成分为核蛋白	165
(一) DNA 为染色质的主要成分之一	165
(二) 组蛋白是最保守的蛋白质之一	165
(三) 数量少而种类多的非组蛋白	166
(四) RNA 主要有 mRNA、rRNA 和 tRNA	167
(五) 其他	167

二、染色质的超微结构及组装	167
(一) 核小体由组蛋白与 DNA 结合而成	167
(二) 染色体的四级结构模型	168
(三) 每条染色体可能含有结构呈“袢环”的很长的 DNA 分子	169
三、常染色质与异染色质	170
(一) 常染色质处于功能活跃状态	170
(二) 异染色质是呈凝集状态的 DNA 与组蛋白的复合物	170
四、染色体的结构和特征	171
(一) 染色体的形态	171
(二) 核型	173
(三) 染色体显带技术	174
第四节 核仁为无包膜的海绵状微器官	176
一、核仁的形态、位置及数量	176
二、核仁的主要成分为蛋白质和 RNA	177
三、核仁的微细结构	177
(一) 核仁相随染色质	177
(二) 由原纤维丝组成的纤维区	177
(三) 由较大颗粒构成的颗粒区	178
(四) 核仁基质为无定形的液体物质	178
第五节 细胞核的功能	178
复习思考题	179
第十一章 基因的表达与蛋白质的生物合成	181
第一节 基因的分子性质与功能	181
一、原核细胞的基因结构	181
二、真核细胞的基因结构	182
(一) 真核细胞的 DNA 含有不同程度的碱基重复序列	182
(二) 真核细胞的结构基因大多为间隔基因	182
第二节 基因的转录	187
一、原核细胞的基因转录	187
(一) 原核细胞的 RNA 聚合酶是由 5 个亚基构成的复合酶	187
(二) 原核细胞的基因转录是在 ρ 因子等作用下终止的	187
(三) 原核细胞的转录与翻译过程几乎同时进行	188
二、真核细胞的基因转录	189
(一) 不同的 RNA 聚合酶催化不同的基因转录	189
(二) 转录是以 DNA 为模板合成 RNA 的化学过程	190
(三) 结构基因转录的初级产物为 hnRNA	190
(四) rDNA 转录的初级产物是 45S rRNA	191
(五) 5S rDNA 和 tRNA 的转录都是由 RNA 聚合酶 III 催化的	193
第三节 转录后的加工	194
一、hnRNA 的加工	194
(一) RNA 的 5' 端和 3' 端的化学修饰	194
(二) hnRNA 分子在酶的作用下切去部分序列	196

二、45S rRNA 的加工	197
三、前体 tRNA 的加工	198
第四节 核蛋白颗粒	198
第五节 翻译	200
一、与翻译有关的生物大分子	201
(一) 核糖体是由 rRNA 和蛋白质组成的, 为蛋白质合成提供场所	201
(二) mRNA 通过密码子来决定蛋白质的合成	201
(三) 在酶的作用下 tRNA 携带特定的氨基酸	203
(四) 许多蛋白质因子参与蛋白质的合成	205
二、蛋白质的生物合成过程	206
(一) 起始复合物的形成是蛋白质合成的首要条件	206
(二) 肽链的延伸是由许多循环组成的重复过程	206
(三) 肽链合成过程在释放因子的作用下终止	209
第六节 多肽链形成后的加工	209
一、肽链合成后的加工和修饰	209
二、亚单位的聚合	210
第七节 遗传信息表达过程及其调控	210
复习思考题	210
第十二章 细胞的生长和增殖	211
第一节 细胞生长与增殖周期	211
一、细胞生长和增殖的全过程叫细胞增殖周期	211
(一) 分裂期和分裂间期细胞的区分	212
(二) DNA 合成只在间期特定阶段进行	212
(三) 增殖周期包含四个连续的阶段	212
二、细胞质周期和中心粒周期	213
三、新的细胞周期室概念	214
第二节 细胞周期主要的生化活动	216
一、DNA 合成前期 (G_1 期)	216
(一) 细胞周期时间主要由 G_1 期长短决定	216
(二) 细胞周期时间和细胞体积相关	216
(三) 通过 G_1 期调整核质比值	217
(四) “限制点”调节细胞增殖	217
(五) 为 DNA 复制进行准备	218
二、DNA 合成期 (S 期)	218
(一) DNA 复制是细胞增殖的关键	218
(二) 由“S 期激活因子”启动 DNA 复制	219
(三) 每一增殖周期全部基因组都复制一次	219
(四) S 期需要合成新的蛋白质	219
三、DNA 合成后期 (G_2 期)	219
(一) S 期结束“S 期激活因子”消失	220
(二) 合成有丝分裂因子为 M 期作准备	220
四、有丝分裂期 (M 期)	220

(一) “有丝分裂因子” 触发有丝分裂	220
(二) M 期的细胞核发生急剧变化	221
(三) M 期变化与蛋白质的磷酸化密切相关	224
(四) M 末期出现有丝分裂抑制因子	224
五、周期各阶段之间相互连锁和制约	224
(一) 周期各阶段有严格的时间和空间顺序	224
(二) 周期各阶段之间存在着相互依存关系	225
第三节 细胞周期的调控	225
一、细胞增殖受到精确控制	225
二、基因的调节	225
(一) 细胞周期基因	225
(二) 正常周期受原癌基因调节	225
三、生长因子的调节	226
(一) 不同细胞需要不同的生长因子	226
(二) 邻近细胞对生长因子的竞争	226
(三) 生长因子之间的协同作用	227
四、环核苷酸的调节	227
(一) 环核苷酸是多种环境信号的胞内信使	227
(二) cGMP 和 cAMP 相互拮抗	227
五、 Ca^{2+} 和钙调素的调节	228
(一) Ca^{2+} 是信号传递的三级信使	228
(二) Ca^{2+} 通过钙调素发挥作用	228
六、细胞增殖的负调节	228
(一) 细胞内的增殖抑制因子	229
(二) 肿瘤细胞的增殖抑制因子	229
第四节 细胞增殖与医学	229
一、细胞增殖是组织再生的基础	229
(一) 更新型	229
(二) 稳定型	229
(三) 恒定型	229
二、细胞增殖理论是疾病诊治的基础	230
三、细胞增殖与肿瘤	230
(一) 肿瘤的恶性程度取决于细胞增殖	230
(二) 细胞增殖与肿瘤治疗	231
第五节 减数分裂	232
一、减数分裂是产生性细胞的特有方式	232
二、减数分裂前间期	232
三、细胞分裂两次使染色体数目减半	232
(一) 第一次减数分裂	232
(二) 减数分裂间期	233
(三) 第二次减数分裂	233
复习思考题	235

第十三章 细胞分化	236
第一节 细胞的决定和分化	236
一、细胞分化与细胞决定	236
二、胚胎细胞分化的潜能与决定	236
三、细胞移植是研究细胞决定和分化最常用的一种实验手段	236
四、卵细胞质在早期胚胎细胞决定中的作用	238
五、影响细胞分化的外在因素	238
(一) 外界环境影响细胞决定	238
(二) 畸胎瘤细胞证实环境对胚胎发育的重要性	240
(三) 细胞间相互作用对细胞分化的影响	240
(四) 激素对细胞分化的影响	243
六、细胞分化的分子性质	244
(一) 细胞表型特化的分子基础是特异蛋白的合成	244
(二) 已分化的细胞仍具有全能性	244
(三) 分子杂交表明细胞分化是基因选择性表达的结果	245
(四) 基因选择性表达的调节	245
第二节 细胞分化与癌变	247
一、癌细胞的增殖失去控制	247
二、癌细胞缺乏成熟的形态和完整的功能, 表现为去分化	247
三、癌是单个异常细胞的克隆	248
四、癌基因与细胞癌变	248
五、肿瘤抑制基因与致癌性的阻扼	249
复习思考题	249
第十四章 细胞的衰老与死亡	250
第一节 细胞的衰老	250
一、多细胞动物体的细胞寿命与动物寿命成比例	250
二、细胞的衰老变化	250
(一) 细胞内水份减少	250
(二) 老年色素积累	251
(三) 细胞核的衰老变化	251
(四) 细胞膜的衰老变化	251
三、细胞衰老学说	251
(一) 衰老因子的积累引起细胞衰老	251
(二) 细胞内衰老钟的程序表达	251
第二节 细胞的死亡	252
复习思考题	253
主要参考文献	254

第一章 绪 论

第一节 细胞生物学的研究内容

细胞生物学是从细胞、亚细胞和分子三个水平研究细胞生命活动的学科。

细胞生物学把细胞看作是生命活动的基本单位,采取分析和综合的方法,在三个不同水平上把结构和功能结合起来,以动态观点来探索细胞的各种生命活动。在形态方面,除了应用光学显微镜技术描述细胞的一些简单结构之外,还采用电子显微镜技术和生物化学方法等精细手段观察和分析细胞内各部分的超微结构和分子结构。在功能方面,除了研究细胞内各部分的化学组成和代谢活动之外,还把代谢活动和形态结构结合起来探索生命活动的具体反应过程。根据细胞生物学的研究,可以深入了解生物体的生长、发育、分化、繁殖、运动、遗传、变异、衰老和死亡等基本生命现象。

第二节 细胞生物学与医学

细胞生物学是现代四大前沿生命学科之一,发展比较迅速。细胞生物学的研究范围广泛,是一门综合性的新兴基础理论学科,在医学科学中占有重要地位。

医学上许多基本问题,谋求在细胞生物学中予以解决。例如,癌细胞的生物学特性及其发生的机理便是细胞生物学的重要研究课题。癌细胞的主要特性是细胞的无休止和无序的分裂并具有侵袭性和转移性。正常细胞向癌细胞的转化是个多阶段的过程,与正常细胞内癌基因的激活表达和抗癌基因的丢失或失去功能有关。又如,缺血性心脏病和脑血管病可能是由于动脉内皮细胞的变化而引起的动脉粥样硬化所致。对动脉内皮细胞的结构和功能变化的深入探索也是细胞生物学的研究内容。另外,像人体衰老的细胞与生物大分子的基础,职业病——矽肺发病的细微过程,人类染色体疾病的致病原因,糖尿病人的胰岛细胞免疫损伤的细节以及关节炎的白细胞侵入关节和释放破坏骨细胞的酶类等,还有人类计划生育的理论基础和应用于临床的人体正常细胞的大量培养技术也都属于细胞生物学的研究范围。细胞生物学中另一个和医学关系很密切的内容是由淋巴细胞杂交瘤技术获得的单克隆抗体在临床诊断和治疗上将得到越来越广泛的应用。

所以应该充分认识细胞生物学在医学科学中的重要性,认真学习和扎实掌握细胞生物学的基础理论和实验方法,以便深入探索医学科学中的许多尚不为人们所了解的疑难问题。

第三节 细胞生物学的发展简史

细胞生物学的形成和发展经历了一个相当长的过程,从人类第一次发现细胞到现在,已有 300 多年的历史。细胞生物学是随着技术手段的创新和理论上的突破,而逐渐形成和发展起来的。根据其发展水平的特点,可分为以下几个阶段。