

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

高等学校教材



生物医学工程 解剖学基础

SHENG WU YI XUE GONG CHENG JIE POU XUE JI CHU

汤良恕

华中理工大学出版社

05

内 容 简 介

本书针对生物医学工程及有关专业教学科研实际的急需,融合医学类人体解剖学基本内核和生物学类动物解剖学基本知识,介绍人体和一些常用实验动物的结构解剖和相关功能知识。编写时注重基本规律的描写,采取系统解剖学体系,视野跨及分子水平、细胞水平及至人体和动物形态整体水平各尺度。全书力求简明扼要、条理清晰、重点突出,并附有动物解剖实验基本知识。

本书适于生物医学工程及有关专业人员作教材和科研参考用书。

生物医学工程解剖学基础

汤 良 恕

责任编辑 杨志锋

*

华中理工大学出版社出版发行

(武汉武昌喻家山 430074)

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学出版社沔阳印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:17.5 字数:428 000

1992年7月第1版 1992年7月第1次印刷

印数:1—1500

ISBN 7-5609-0685-6/R·4

定价:4.58元

(鄂)新登字第10号

前 言

近年来,由于科学技术迅速发展,工程科学的许多分支学科和生物学、医学交缘,出现了一系列新学科,如生物力学、生物电子学、生物磁学、生物光学、生物声学、生物材料科学、生物医学仪器学、人机工程学以及仿生学等等。可以想象,随着第四次工业革命的兴起,必将会有越来越多的与生物学、医学有关的工程学科诞生。

有关生物体的结构,特别是人体和一些实验动物的结构的知识,已成为研究这些学科所必需的重要基础。但是,现有的医学人体解剖学过于偏重于临床,内容较深,没有实验中用得最多的动物解剖方面的知识;生物学教材又过于偏重于动物的进化和分类,缺少人体解剖学的重要知识。因此,目前广大从事生物医学工程以及有关专业的科研、教学人员和学生,迫切需要一本适用于本专业的、有关人体解剖和一些最常用实验动物解剖方面知识以及基本实验技能的参考用书。本人根据自己在华中理工大学生物工程系多年从事解剖学教学和科研的体会,针对上述情况,特编写了本书,作为这方面的少学时教材或教学、科研参考用书,以满足广大读者的需要。鉴于本书旨在适应工程学科之需要,它既不同于医学类的人体解剖学,又不同于生物类学的动物解剖学,故特定名为“生物医学工程解剖学基础”。

本书分为十一章,主要介绍细胞和细胞间质、基本组织、运动系统、消化系统、呼吸系统、泌尿系统、生殖系统、内分泌系统、循环系统、感觉器官以及神经系统等,并附有动物实验的手术基础知识。

针对新学科领域读者对象的特点,本书在内容安排上具有以下特点。

1. 特别注重基本规律的描写。即采用了从人和动物的结构、功能基本单位细胞开始,直至整体上以人体为主、动物为辅的系统解剖学体系。力求做到简明扼要、论点明确和条理清晰。
2. 在从宏观到微观全面阐明人体结构的基础上,力求适应工程学科的需要,重点叙述人体的一些器官,如骨、肌、心、肺、肾等等的结构和主要功能,并对一些关键性部位进行分子水平的描述,对人体具有相同结构而又繁杂的组织,如每块骨、肌,每根血管、神经等,均采用小字体的形式,以便于读者了解、查阅和教学时参考。
3. 在进行动物与人体各器官、系统相关的一般规律描写的基础上,力求重点阐明实验动物(兔、猫、狗、豚鼠、大白鼠、小白鼠、鸽、蛙)特别是常用实验动物(兔、猫、狗)与人体结构的不同之处,和实验中应注意的事项,以期达到实际应用的目的。
4. 为了提高读者的实际动手能力,本书在最后还较详细地附上了动物实验的手术基础和实验动物的一些正常参数,以便于运用。

本书参考的国外资料,由朱永华同志翻译整理。

本书在编写中,曾得到了湖北医学院张世明教授、曾庆云副教授、丁成荣副教授,武汉大学郭煌副教授,华中理工大学王惠媛副教授、王业进先生等的悉心指导和帮助,在此特致以衷心的感谢!

由于本人水平有限、经验不足,书中难免存在缺点和错误,希望读者批评指正。

编者

1990 年

目 录

第一章 细胞和细胞间质	(1)
第一节 细胞	(1)
一、细胞的大小和形态	(1)
二、细胞的结构及其功能	(1)
(一)细胞膜	(1)
(二)细胞质	(4)
(三)细胞核	(6)
三、细胞增殖与细胞周期	(7)
(一)细胞增殖	(7)
(二)细胞周期	(8)
第二节 细胞间质	(9)
一、基质	(9)
二、纤维	(9)
第二章 基本组织	(11)
第一节 上皮组织	(11)
一、被覆上皮	(11)
(一)单层上皮	(11)
(二)复层上皮	(12)
二、腺上皮	(13)
三、感觉上皮	(13)
* 上皮组织的一些特殊结构	(14)
第二节 结缔组织	(14)
一、固有结缔组织	(15)
(一)疏松结缔组织	(15)
(二)致密结缔组织	(16)
(三)脂肪组织	(17)
(四)网状组织	(17)
二、软骨组织和骨组织	(17)
(一)软骨组织	(17)
(二)骨组织	(17)
三、血液与淋巴	(17)
(一)血液	(17)
(二)淋巴	(18)
第三节 肌组织	(18)
一、骨骼肌	(18)
(一)骨骼肌纤维的形态和结构	(18)
(二)骨骼肌纤维的分类	(21)
二、心肌	(21)

三、平滑肌	(23)
第四节 神经组织	(24)
第三章 运动系统	(25)
第一节 骨和骨连结	(25)
一、骨	(25)
(一)骨的形态和分布	(25)
(二)骨的结构及功能	(26)
(三)骨的理化特性和可塑性	(28)
(四)骨的血管与神经	(29)
二、骨连结	(29)
(一)直接连结	(29)
(二)间接连结	(30)
* 人体的骨和骨连结	(32)
一、躯干骨及其连结	(32)
二、上肢骨及其连结	(36)
三、下肢骨及其连结	(40)
四、颅骨及其连结	(46)
第二节 骨骼肌	(50)
一、骨骼肌的形态和分布	(50)
(一)骨骼肌的形态	(50)
(二)骨骼肌的分布	(50)
二、骨骼肌的结构及功能	(53)
(一)骨骼肌的结构和辅助结构	(53)
(二)骨骼肌的功能	(54)
三、骨骼肌的物理特性及化学组成	(55)
四、骨骼肌的血管与神经	(56)
* 人体的骨骼肌	(57)
一、躯干肌	(57)
二、头颈肌	(59)
三、上肢肌	(62)
四、下肢肌	(66)
第三节 动物运动系统的解剖特点	(70)
一、动物运动系统的一般解剖特点	(70)
二、实验动物运动系统的解剖特点	(70)
(一)常用实验动物运动系统的某些解剖特点	(70)
(二)其他实验动物运动系统的某些解剖特点	(72)
第四章 消化系统	(73)
第一节 消化管	(74)
一、消化管的大体解剖	(74)
(一)口腔	(74)
(二)咽	(74)
(三)食管	(74)
(四)胃	(75)

(五)小肠	(76)
(六)大肠	(76)
二、消化管的细微结构特点	(78)
(一)消化管的一般细微结构特点	(78)
(二)消化管各段的细微结构特点	(80)
第二节 消化腺	(81)
一、唾液腺	(82)
二、肝	(83)
(一)肝的形态和位置	(83)
(二)肝的结构及功能	(83)
(三)肝的血管与肝外胆道系统	(85)
三、胰	(86)
第三节 腹膜	(86)
一、腹膜与脏器的关系	(86)
二、腹膜形成的一些结构	(87)
第四节 动物消化系统的解剖特点	(88)
一、动物消化系统的一般解剖特点	(88)
二、实验动物消化系统的解剖特点	(88)
(一)常用实验动物消化系统的某些解剖特点	(88)
(二)其他实验动物消化系统的某些解剖特点	(89)
第五章 呼吸系统	(91)
第一节 呼吸道	(91)
一、呼吸道的大体解剖	(91)
(一)鼻	(91)
(二)咽	(93)
(三)喉	(93)
(四)气管和支气管	(94)
二、呼吸道的细微结构特点	(95)
第二节 肺	(95)
一、肺的形态和位置	(95)
二、肺的结构及其功能	(97)
(一)肺外膜	(97)
(二)肺实质	(97)
(三)肺间质	(99)
三、肺的血管与神经	(101)
(一)肺的血管	(101)
(二)肺的神经	(101)
第三节 胸膜与纵隔	(101)
一、胸膜	(101)
二、纵隔	(102)
第四节 动物呼吸系统的解剖特点	(102)
一、动物呼吸系统的一般解剖特点	(102)
二、实验动物呼吸系统的解剖特点	(102)
(一)常用实验动物呼吸系统的某些解剖特点	(102)

(二)其他实验动物呼吸系统的某些解剖特点	(103)
第六章 泌尿系统	(105)
第一节 肾	(105)
一、肾的形态和位置	(106)
二、肾的结构及其功能	(106)
(一)肾的泌尿小管	(106)
(二)肾的间质	(110)
三、肾的血管和神经	(110)
(一)肾的血管	(110)
(二)肾的神经	(111)
第二节 排尿管道	(111)
一、排尿管道的大体解剖	(111)
(一)输尿管	(111)
(二)膀胱	(111)
(三)尿道	(112)
二、排尿管道的细微结构特点	(113)
第三节 动物泌尿系统的解剖特点	(114)
一、动物泌尿系统的进化和一般解剖特点	(114)
二、实验动物泌尿系统的解剖特点	(114)
(一)常用实验动物泌尿系统的某些解剖特点	(114)
(二)其他实验动物泌尿系统的某些解剖特点	(115)
第七章 生殖系统	(117)
第一节 男性生殖系	(117)
一、男性内生殖器	(117)
(一)睾丸	(117)
(二)输精管道	(120)
二、男性外生殖器	(121)
第二节 女性生殖系	(122)
一、女性内生殖器	(122)
(一)卵巢	(122)
(二)生殖管道	(125)
二、女性外生殖器	(127)
* 乳房	(128)
第三节 动物生殖系统的解剖特点	(128)
一、动物生殖系统的一般解剖特点	(128)
二、实验动物生殖系统的解剖特点	(129)
(一)常用实验动物生殖系统的某些解剖特点	(129)
(二)其他实验动物生殖系统的某些解剖特点	(130)
第八章 内分泌系统	(131)
一、甲状腺	(131)
(一)甲状腺的形态和位置	(131)
(二)甲状腺的结构及功能	(132)
二、甲状旁腺	(132)
(一)甲状旁腺的形态和位置	(132)

(二) 甲状腺的结构及功能	(132)
三、肾上腺	(134)
(一) 肾上腺的形态和位置	(134)
(二) 肾上腺的结构及功能	(134)
四、垂体	(134)
(一) 垂体的形态和位置	(134)
(二) 垂体的结构及功能	(135)
五、其他内分泌腺	(137)
(一) 胰岛	(137)
(二) 性腺	(137)
(三) 胸腺	(137)
第九章 循环系统	(138)
第一节 心血管系	(138)
一、心脏	(139)
(一) 心脏的形态和位置	(139)
(二) 心脏的结构及功能	(140)
(三) 心脏的血管与神经	(145)
二、血管	(147)
(一) 血管的大体解剖	(147)
(二) 血管的显微结构特点	(149)
(三) 血管的营养血管与神经	(154)
* 人体肺循环和体循环的血管	(154)
一、肺循环的血管	(154)
二、体循环的动脉	(154)
三、体循环的静脉	(163)
第二节 淋巴系	(166)
一、淋巴管	(167)
(一) 毛细淋巴管	(167)
(二) 淋巴管	(167)
(三) 淋巴干	(167)
(四) 淋巴导管	(167)
二、淋巴器官	(169)
(一) 淋巴结	(169)
(二) 胸腺	(170)
(三) 脾	(170)
第三节 动物循环系统的解剖特点	(171)
一、动物循环系统的一般解剖特点	(171)
二、实验动物循环系统的解剖特点	(172)
(一) 常用实验动物循环系统的某些解剖特点	(172)
(二) 其他实验动物循环系统的某些解剖特点	(173)
第十章 感觉器官	(175)
第一节 眼	(175)
一、眼球	(175)
(一) 眼球的形态和位置	(175)

(二)眼球的结构及其功能	(175)
二、眼球的辅助装置	(179)
(一)眼睑	(179)
(二)结膜	(179)
(三)泪器	(179)
(四)眼肌	(180)
第二节 耳	(181)
一、外耳和中耳	(182)
(一)外耳	(182)
(二)中耳	(182)
二、内耳	(184)
(一)内耳的形态和位置	(184)
(二)内耳的结构及其功能	(184)
第三节 皮肤概况	(188)
第四节 动物感觉器官的解剖特点	(190)
一、动物感觉器官的一般解剖特点	(190)
二、实验动物感觉器官的解剖特点	(190)
(一)常用实验动物感觉器官的某些解剖特点	(190)
(二)其他实验动物感觉器官的某些解剖特点	(191)
* 昆虫的复眼	(191)
第十一章 神经系统	(193)
第一节 概述	(193)
一、神经系统的基本结构	(194)
(一)神经元	(194)
(二)神经胶质	(199)
二、神经系统的基本活动方式	(201)
第二节 中枢神经系	(202)
一、脊髓	(202)
(一)脊髓的形态和位置	(202)
(二)脊髓的结构及功能	(204)
二、脑	(205)
(一)脑干	(205)
(二)小脑	(209)
(三)间脑	(210)
(四)大脑	(212)
三、脑和脊髓的其他解剖结构	(220)
(一)脑和脊髓的被膜	(220)
(二)脑和脊髓的血管	(221)
(三)脑室及脑脊液循环	(223)
第三节 周围神经系	(224)
一、脊神经	(224)
(一)脊神经的组成及其与中枢的联系	(224)
(二)脊神经的分布	(225)
二、脑神经	(229)

(一)脑神经的组成及其与中枢的联系	(229)
(二)脑神经的分布	(230)
三、植物性神经	(236)
(一)植物性神经的特点	(236)
(二)植物性神经的组成及分布	(236)
(三)植物性神经的功能	(240)
第四节 传导路	(241)
一、感觉传导路	(241)
(一)浅感觉传导路	(241)
(二)深感觉传导路	(242)
(三)视觉传导路	(245)
(四)听觉传导路	(245)
二、运动传导路	(247)
(一)锥体系	(247)
(二)锥体外系	(249)
第五节 动物神经系统的解剖特点	(249)
一、动物神经系统的一般解剖特点	(249)
二、实验动物神经系统的解剖特点	(250)
(一)常用实验动物神经系统的某些解剖特点	(250)
(二)其他实验动物神经系统的某些解剖特点	(252)
附录1 动物实验的手术基础	(253)
一、无菌观念和无菌术	(253)
(一)无菌观念	(253)
(二)无菌术	(253)
(三)基本无菌原则	(255)
二、一般手术操作方法	(255)
(一)准备动物	(256)
(二)麻醉动物	(256)
(三)固定动物	(256)
(四)常用手术器械及手术基本操作	(257)
(五)动物的处死	(259)
附录2 常用溶液的配比	(263)
一、缓冲溶液	(263)
二、营养溶液	(263)
附录3 实验动物的正常生理生化指标	(264)
主要参考书目	(267)

注:打*号部分为参考内容。

第一章 细胞和细胞间质

细胞是生物体形态结构、生理功能和生长发育的基本单位。

人和高等动、植物体,是由各种细胞和细胞间质(细胞之间的非细胞物质)构成的组织、器官、系统等有机地结合在一起,形成的一个统一的整体。

本章仅就人和高等动物的细胞和细胞间质解剖学方面的有关知识进行必要的阐述。

第一节 细 胞

一、细胞的大小和形态

人和高等动物的细胞一般比较小,肉眼看不见,必须借助显微镜才能看清。细胞的大小因其功能不同而有很大差异,如人的卵细胞直径可达120微米以上,而小淋巴细胞的直径约为6微米;一般骨骼肌细胞长达1~40毫米,而脊髓的前角神经细胞的轴突可达1米以上。动物界最大的细胞要算鸵鸟的卵,它的卵黄(即细胞体部分)直径有5厘米左右。

细胞的形态和细胞的大小一样,也有很大的差别(图1-1)。有的细胞呈球状,有的呈柱状,也有的形态大小不定。细胞的形态主要是和它的机能相适应的。例如,接受刺激和传导冲动的神经细胞具有多而长的突起;而有收缩作用的肌细胞是细长的。此外,细胞形态与机械压力和表面张力等因素也有密切的关系。例如,分散的细胞一般接近于球形(如卵细胞和某些血细胞);拥挤在一起的上皮细胞往往呈多角形。

二、细胞的结构及其功能

细胞的大小不一,形态多样。但从结构上都可以把它们分为细胞膜、细胞质和细胞核三部分(图1-2)。

(一)细胞膜

细胞膜(*cell membrane*)又称质膜。该膜对维持细胞形态和进行细胞内、外物质的交换起着重要作用。在光镜下观察,细胞膜难以分辨。用电镜观察细胞膜的横切面,可以看到细胞膜的厚度约为7~10纳米,呈现出两暗夹一明的三层图像。内、外两层着色较深,每层厚约2.5纳米,中间着色较浅,厚约3纳米。这种三层结构的膜不仅普遍存在于各种细胞的表面,而且细胞内的膜管系统一般也是由类似这种三层结构的膜构成的。因此,常将此膜称为单位膜(*unit membrane*)。

细胞膜的分子结构,目前公认较正确的是液态镶嵌模型学说。该学说认为,细胞膜主要由类脂和球形蛋白质分子组成。细胞膜以类脂双分子层构成膜的支架,其类脂分子的亲水端朝向细胞膜的内、外表面,疏水端朝向膜的中央。膜上的蛋白质分子,有的以不同深度镶嵌或贯穿在类脂双分子层中,称镶嵌蛋白质;有的附在类脂双分子层的内表面,称附着蛋白质(图1-3)。镶嵌蛋白质有的是转运膜内外物质的载体,有的是接受某些激素、药物的受体以及起催化作用的酶等,因而具有许多重要的功能,如通过选择性的通透作用进行细胞内外的物质交换;通过受

体作用控制和调节细胞的代谢活动。附着蛋白质的功能则与细胞的吞噬、胞饮和细胞分裂有关。

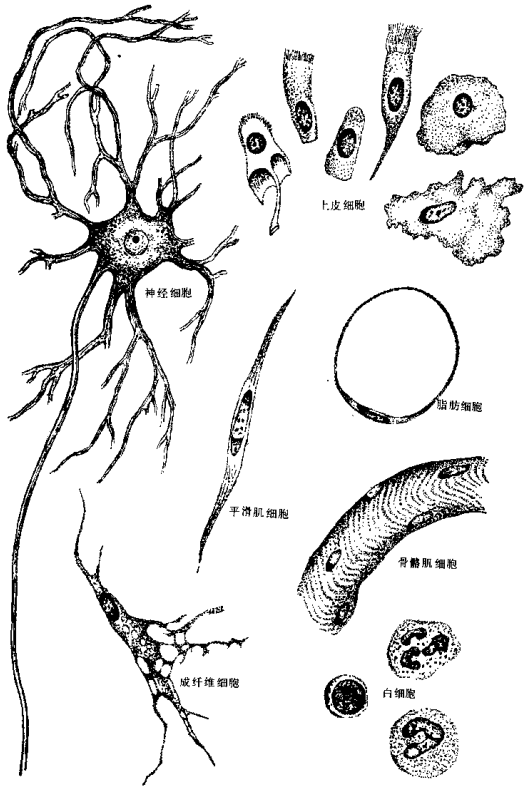


图 1-1 细胞的形态

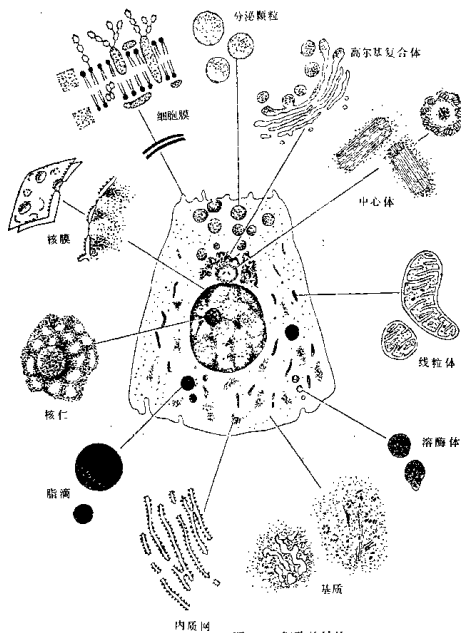


图 1-2 细胞的结构

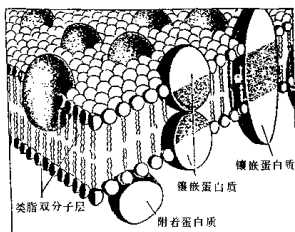


图 1-3 膜结构蛋白质液态镶嵌模式图

(二)细胞质

细胞质(cytoplasm) 又称细胞浆。光镜下,细胞质呈细粒状或网状;电镜下,可以分为基质、细胞器及包含物。

1. 基质(matrix) 为细胞质内无定形结构的胶态部分,主要含有水、碳水化合物、蛋白质、无机盐和其他一些被吸收的可溶性物质。

2. 细胞器(cell organelles) 是悬浮于基质中的一些球状、片状或不规则形状等的微粒和小物,它们具有一定的形态结构,对细胞的生理功能起重要作用,故称之为细胞的“器官”。细胞内主要有以下几种细胞器:线粒体、核蛋白体、内质网、高尔基复合体、溶酶体、微丝、微管和中心体等。

线粒体(mitochondria) 为细胞质中的一些散在的小体,普遍存在于人和动物除成熟红细胞以外的各种细胞内。长约2~6微米,直径约0.5微米。在光镜下,线粒体呈粗线状、杆状或粒状,在电镜下,为两层单位膜构成的囊状结构。线粒体的外膜平滑,内膜褶入线粒体内形成许多板状或管状的结构,称线粒体嵴(图1-4)。嵴膜上附着许多球形小体,称线粒体基粒。

一般认为,线粒体是细胞的“供能站”,在它的嵴膜上和基质内含有很多酶,参与细胞的物质氧化和形成高能磷酸化合物——三磷酸腺苷(ATP)。ATP分解时释放出能量,供细胞活动需要。此外,在线粒体的基质中还含有DNA和RNA,它们对线粒体的自身繁殖和酶的合成有重要作用。

线粒体的形态、大小及数量均因细胞的种类、功能状态及生活条件不同而不同。如生理活动较强的心肌细胞中线粒体数量多;又如耐力训练能使骨骼肌线粒体增多,体积增大,以满足机体耗能的需要。

核蛋白体(ribosome) 又称核糖体,只有在电镜下才能看到。它主要是由核糖核酸(RNA)和蛋白质组成的一种略呈球形的颗粒,直径约12~15纳米。核蛋白体在细胞内可以是单个的,也可以是由许多个联结而成的多聚核蛋白体(多聚核糖体)。核蛋白体的主要功能是合成蛋白质。细胞质中的RNA约有85%在核蛋白体中。

内质网(endoplasmic reticulum, ER)是贯穿整个细胞质的一种膜管、囊泡状结构网,膜管、囊泡互相沟通并与细胞膜、核被膜连接。在光镜下观察内质网不明显,为着色深的部位;在电镜下,内质网由一层单位膜包围而成。内质网可以分为粗面和滑面两种。

粗面内质网(rough ER)由扁平囊泡和附着在其表面的核蛋白体构成,常分布于细胞核周围呈同心圆状排列。粗面内质网主要与分泌性蛋白质的合成有关,它既是蛋白质的运输通道,又是核蛋白体附着的支架。合成蛋白质旺盛的细胞内,粗面内质网特别丰富。

滑面内质网(smooth ER)即表面不附有核蛋白体的内质网。滑面内质网的功能比较多,它有如管道,主要参与细胞内物质的运输。此外,在某些细胞内,它还分别具有合成、分解脂类和糖类的作用。在肝细胞内有解毒作用,在骨骼肌细胞内有离子调节等作用。

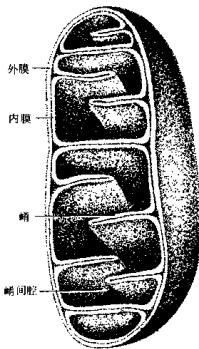


图1-4 线粒体超微结构模式图

内质网是很敏感的细胞器之一,在实验和病理条件下均可引起肿胀和变性。如当细胞受损时,内质网可出现断裂、分散或形成空泡,在细胞退化和衰老过程中,核蛋白体消失、内质网减少,出现空泡;在有机磷、四氯化碳等化学物质中毒的情况下,肝细胞的内质网出现溶解,核蛋白体消失或减少,等等。

高尔基复合体(Golgi complex)在普通光镜下为块状或网状结构,故又称内网器。在电镜下,高尔基复合体包括扁平囊群、小泡和大泡三部分(图 1-5)。小泡又称运输泡,多分布于扁平囊群的形成面,由滑面内质网脱落而成。大泡又称分泌泡,多位于分泌面,由扁平囊泡的边缘膨大脱落而成。

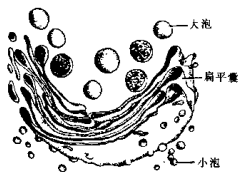


图 1-5 高尔基复合体立体模式图

高尔基复合体主要有对细胞内物质加工、包装和分泌的功能。由内质网中合成的物质,首先经运输泡转移到高尔基囊泡中,然后加工浓缩成颗粒状的分泌物,经高尔基分泌泡排出细胞外,或者形成溶酶体,分布于细胞质内。此外,高尔基复合体也能分泌某些物质,如粘多糖等。

溶酶体(lysosome)是细胞质中另外一些散在的细胞器,由高尔基复合体扁平囊泡膨大的末端脱落形成。为直径 0.2~0.5 微米的球状小体。溶酶体周围包有一层单位膜,内含各种消化酶,能对细胞内的物质(如被吞噬的细菌等)进行消化,起解毒作用,同时有对细胞本身衰老、损坏的成分进行清扫消化的功能。

溶酶体内含有许多酸性水解酶,现证实至少有 40 种,如酸性磷酸酶等等。其所含的酶能分解蛋白质、脂肪、碳水化合物、核酸、磷酸和硫酸酯等化合物。故有细胞内“消化器”之称。

现在已知溶酶体发挥作用的过程有三种不同的方式。第一种是正常消化作用。当外来物(如生物大分子、较大颗粒的营养物或病毒、细菌等)接触到细胞膜时,细胞通过吞噬胞饮作用,把这些物质吞饮入细胞内,形成吞噬小体和食物泡。当这些小体与溶酶体接触时,两者的膜可以融合起来形成消化泡,大分子物质就在这里被分解消化。分解后的营养物质再通过膜扩散到细胞质里。剩余的残渣留在其中成为残余体,再经外排作用,把残渣排出细胞之外。第二种是自体吞噬。当细胞内的一部分组分,例如线粒体、内质网、糖原颗粒和其他细胞质颗粒向内陷进了自身的溶酶体,就成为自体吞噬泡;随后,这些内含物也就被消化掉。第三种是细胞自溶作用。如当细胞受伤、衰老或死亡时,溶酶体膜破裂,整个细胞被释放的酶所消化,以便新生的细胞取而代之。

微丝(microfilament)和微管(microtubule)是细胞质中呈细丝状和管状的细胞器,在光镜下看不见,只有通过采用荧光标记法结合高压电子立体显微镜才能观察到它们的结构。微丝的直径约为 5~10 纳米,长短不定,常聚集成束,广泛地分布于各种细胞内。微丝主要由肌动蛋白组

成。它具有收缩和支持作用,与细胞的运动、物质运输、肌肉的收缩等有关,又称细胞的“肌肉系”。微管为一种外径约 25 纳米,内径约 15 纳米的小管,长短不等,多存在于细胞的周边和组成分裂期细胞中的纺锤丝(纺锤体)。微管由微管蛋白组成,它主要对细胞有支持和运动作用,因此又称为细胞的“骨骼系”。

中心体(centrosome)存在于大多数细胞核附近,由 1~2 个中心粒组成。电镜下,中心粒为短筒状小体,壁内具有许多微管,两中心粒彼此常互成直角排列。中心体主要参与细胞的运动,与细胞分裂过程中染色体的移动及细胞的纤毛、鞭毛形成有关。

包含物(inclusion)是细胞质内,除了无定形的基质和有形的细胞器外的一些其他的有形成分,这些物质包括细胞代谢产物或贮存物质,如脂滴、糖原和色素等。包含物的数量随细胞生理状态的不同而增减。

(三)细胞核

光镜下,细胞核(nucleus)结构明显,色深,一般位于细胞中央,呈圆形(细胞核的形态、位置和数量可因细胞的类别不同而不同)。电镜观察,细胞核可分为核膜、核液、染色质及核仁等。

1. 核膜(nuclear membrane) 光镜下其结构一般是分辨不清楚的。电镜下,核膜是由两层单位膜组成的。两膜之间有间隙,称核周隙。核膜的外层膜表面亦附有核蛋白体,并与内质网膜连接,核周隙和内质网腔(池)相通。核膜上有许多圆形小孔,叫核膜孔,借助核膜孔,核内的物质可以和细胞质中的物质交流。核孔的大小可随细胞的不同功能而有变化。

2. 核液(nuclear sap) 为细胞核内的基质,主要含有水、蛋白质、富含硫氢的物质和少量的 RNA 等。

3. 核仁(nucleolus) 为一种圆球形海绵状的结构,位置不定,常靠近核的一侧,一般细胞有 1~2 个。光镜下,核仁呈圆形,染色很深。电镜观察,核仁由颗粒部和纤维部两部分组成。它的化学成分主要是核糖核酸(RNA)和蛋白质。核仁的功能是形成核蛋白体。核蛋白体形成后经核孔进入细胞质内,参与蛋白质的合成。

4. 染体质(chromatin)和染色体(chromosome)在未进行分裂的细胞内,经过处理,有易被碱性染料染色的物质,叫染色质。在光镜下观察,染色质为染色深的一些不规则团块。在电镜下观察,染色质是由直径 20~50 纳米的染色丝扭缠而成的。光镜下所能见到的团块仅为染色丝扭缠紧密之处。染色丝主要是由脱氧核糖核酸(DNA)和蛋白质所构成的核蛋白丝。DNA 是由双股螺旋状的脱氧核糖核苷酸链组成的巨大分子。目前研究认为,全部遗传因子均存在于 DNA 分子中。

当细胞进入分裂时,每条染色丝均高度螺旋化。变粗变短,成为一些条状、棒状的小体,称染色体。染色体在光镜下明显可见,它实际上和染色质是同一种物质的不同机能状态。细胞核中,染色体的数目在生物的各物种中相对恒定。如人的为 46 条(23 对),兔的 44 条(22 对),狗的 78 条(39 对),猫的 38 条(19 对)等。

现代分子遗传学研究证明,DNA 与遗传有重要关系。从分子结构来看,DNA 像一个螺旋形的阶梯,由两侧的“纵木”——核苷酸链和“纵木”间的“横木”——碱基对组成。每个碱基对由一个嘌呤和一个嘧啶组成,一定的嘌呤对一定的嘧啶,DNA 分子中核苷酸碱基排列顺序构成遗传信息密码,由它决定所形成的蛋白质类型。当 DNA 在细胞内重新合成时,就是“遗传信息”的“复制”,通过染色体的纵裂,遗传到下一代。当由 DNA 在细胞核内生成 RNA 时,这一过程便是“遗传信息”的“转录”,当由 RNA 在细胞内合成蛋白质时,这一过程便是“遗传信息”的“翻译”。

细胞核内合成的 RNA 有三种,即核糖体 rRNA、信使 mRNA 和转移 tRNA,三种 RNA 通过核膜孔进入细胞质,共同协作,以控制细胞内蛋白质的生物合成(图 1-6)。

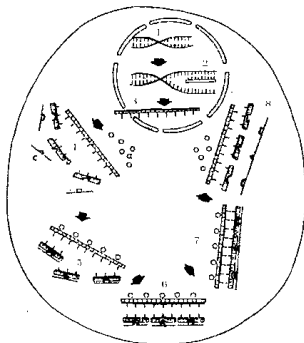


图1-6 “遗传信息”的“转录”和“翻译”示意图

图中序号意义如下：

①DNA分子；②DNA合成的mRNA分子；③释放的mRNA从核膜孔向细胞质内转运；④细胞质内的mRNA分子及其与下列三者的联系，a.核蛋白体，b.tRNA分子，c.三种氨基酸；⑤氨基酸和tRNA分子的联结以及核蛋白体和mRNA的联结；⑥氨基酸被tRNA搬运至mRNA，并且准确地排成一行；⑦氨基酸联结形成多肽；⑧多肽释放，核蛋白体从mRNA中分离出来。①～③为转录，④～⑧为翻译。新形成的多肽由内质网运送到高尔基区贮存或者运到细胞表面释放。

上面虽然对细胞各组分的功能作了概略的阐述，但必须认识到整个细胞才是生命活动的基本单位。从工程的观点来看，所有这些细胞组件必须整合装配起来成为一个完整的系统，才能在生命活动中发挥作用。这正如一个钟、一块表一样，里面的任何一个零件，不管是发条、齿轮、指针等都是不可缺少的部件，任何一个或几个部件本身并没有什么“计时”的功能，必须把所有的部件组合装配起来，才能产生“计时”的作用。

三、细胞增殖与细胞周期

人和高等动物体内每时每刻都有许多细胞生长增殖，更换衰老死亡的细胞，以维持机体的生长、发育、生殖及损伤后的修补。细胞的增殖是通过细胞分裂来实现的。细胞生长与增殖的周期称为细胞周期。

(一)细胞增殖

细胞增殖(*cell proliferation*)是指一个细胞分裂成两个新细胞的过程。细胞增殖的方式有两种：一种是有丝分裂，一种是无丝分裂。

1. 有丝分裂(图1-7) 又称间接分裂，是细胞增殖的主要方式。细胞分裂过程和结构变化较复杂，其中最明显的为核的变化，并有特殊丝状物(纺锤丝)出现。有丝分裂可以分为前、中、后、末四个时期。

2. 无丝分裂 又称直接分裂，其分裂过程比较简单。常见的无丝分裂是二分裂，它先是核