

全国高等医药院校试用教材

(供药学专业用)

人体解剖生理学

上海第一医学院 主编

人民卫生出版社



全国高等医药院校试用教材

供药学专业使用

人体解剖生理学

主 编 单 位

上 海 第 一 医 学 院

编 写 单 位

上海第一医学院 北京医学院

沈阳药学院 南京药学院

人 民 卫 生 出 版 社

人体解剖生理学

上海第一医学院 主编

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

人民卫生出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米16开本 18 $\frac{1}{4}$ 印张 1 插页 409千字

1979年8月第1版第1次印刷

印数：1—68,200

统一书号：14048·3746 定价：1.55元

说 明

《人体解剖生理学》是由卫生部组织上海第一医学院、北京医学院、沈阳药学院和南京药学院四所高等院校编写的试用教材，供全国医药院校药学专业使用。

本书包括《人体解剖学》与《人体生理学》两部分内容，有细胞与基本组织、运动系统及皮肤、生命活动的基本特征、神经系统、感觉器官、血液、循环系统、呼吸系统、消化系统、泌尿系统、体温、生殖系统及内分泌系统等十三章。

本书大部分插图是借用上海第一医学院主编的《人体生理学》及《组织胚胎学》、河北新医大学主编的《人体解剖学》上、下册、山东医学院主编的《人体形态学》等书中的插图，部分插图由上海第一医学院等四所参加编写的院校的绘图员绘制。

本书是试用教材。书中肯定有不少缺点和错误，希望各院校在教学过程中不断总结经验，提出宝贵意见。

绪 言

一、人体解剖学和生理学的研究对象和任务

解剖学 (anatomy) 和生理学 (physiology) 都是生物科学部门中的重要分支。解剖学研究的对象是生物体的形态结构及其规律。生理学研究的是生物体的功能及其原理。结构与功能是生物体的两个不同侧面, 互相密切联系, 结构是功能的物质基础, 功能是物质的运动形式。例如, 心脏是由以心肌为主构成的两对心腔以及心腔内防止血液倒流的瓣膜所组成。心肌细胞能一缩一舒地运动, 而瓣膜的结构适合于血液在其中朝着一个方向流动。这样心脏就好象一个压挤泵, 能够推动血液在血管内周而复始地循环。由于形态结构与生理功能的研究对象与研究方法不同, 因而随着研究的发展和深入, 解剖学和生理学发展成了两门独立的学科。近年来由于综合研究和边缘学科的发展, 越来越强调在研究和学习人体结构时应该密切地联系功能, 而在研究和学习生理功能时也应联系它的结构特点。

人体解剖学和生理学的任务就是揭露人体结构和功能的规律。这两个学科已经成为医、药卫生工作的基础理论学科。医药卫生工作者必需掌握关于人体结构与功能的基本知识, 并把它运用到医、药卫生各项实际工作中去, 才能不断提高工作的水平。同时, 在实践中不断地检验这些基础理论是否正确, 使之得到新的发展。

二、人体解剖学和生理学的研究方法

(一) 人体解剖学的研究方法 人体解剖学的经典研究方法是用器械解剖尸体, 肉眼观察、比较、度量各个脏器的位置、形状、大小、重量及其结构等等。这类研究的系统知识, 称为大体解剖学 (gross anatomy)。目前研究大体解剖学, 一般仍用防腐的尸体标本, 但尸体经过化学药品固定处理后, 器官的位置、形状、大小、颜色均有不同程度的改变, 不能完全反映活体结构的真实情况。不过医生在实施外科手术时, 可获得丰富的活体器官形态结构的知识, 补充了尸体解剖知识的欠缺。

近代由于将X射线、放射性同位素等技术应用在疾病诊断上, 能在基本上无损害的条件下观察许多活体器官的结构, 并能对一些器官的血管进行造影。这些技术为研究解剖学提供了新的工具。现在电子计算机、X线扫描体层摄影的研究和试用, 将为间接地研究活体内部结构提供更完善的手段。

17世纪光学显微镜的发明为解剖学的研究向微观方向发展开辟了广阔的道路, 把解剖学推进到组织和细胞水平, 这方面的系统知识称为组织学 (histology) 或显微解剖学 (microscopic anatomy)。本世纪电子显微镜的发明又使解剖学的研究发展到亚细胞和分子水平。高分辨率的电子显微镜不仅可以观察各种细胞内部的微细结构, 而且可以看到经过特殊处理的细胞“碎片”的分子排列。

(二) 人体生理学的研究方法 在机体功能的研究方面, 虽然临床医生检查病人时, 能够获得一些生理学数据, 例如脉搏、呼吸、血压等等。但如欲直接了解人体内部许多

器官、组织、细胞的生理活动，在现有技术条件下，还不可能实现。由于人体是从动物进化而来的，人体各器官的结构与功能基本上和动物（特别是哺乳动物）同类器官的结构与功能相似。所以研究哺乳动物的生理学，有助于对人体生理学的了解。目前人体生理学的知识绝大部分仍然是由哺乳动物生理学的研究结果所提供的。当然，将哺乳动物生理学知识应用到人体时，必须考虑到人体的特点。

生理学是一门实验性科学，就是说生理学知识主要是从科学实验中得来的。由于人和高等动物机体的结构和功能十分复杂，在设计生理实验、研究生命现象的原理时，需从不同角度提出不同的问题加以分析，以求逐步解决。因此生理学的研究，大致可分成三个不同的水平：

1. 细胞和分子水平的研究：人体是由各种器官和组织构成的，而器官、组织的基本组成单位是各种细胞。每一器官的功能特点都与组成该器官的细胞的生理特性分不开，而细胞的生理特性归根到底是构成该细胞的各种特殊物质的一系列物理和化学过程的表现。所以这个水平的研究对象就是细胞和它所含的物质分子的运动规律。这方面的生理学知识称为普通生理学或细胞生理学。

2. 器官和系统水平的研究：它的任务在于说明各个器官及系统的功能，它们的活动受哪些因素影响，以及它们对整体的生理功能来说有什么意义，等等。这类研究以器官和系统为对象，这方面的生理知识有人称为器官生理学。

3. 整体水平的研究：它的任务是阐明完整机体各个系统之间、器官之间的相互关系以及机体与环境之间的相互作用。揭露关于整体生理功能调节和适应的规律。这个领域的研究都以完整机体为研究对象。

上述三个水平的研究对象和任务，既有联系又有区别。在应用这些知识解决问题时，必须注意不能把不同生理水平的特殊规律任意互相套用；又要注意恰当的综合。因为就实际应用来说，对细胞、器官及系统的研究，都是为了能更深刻地掌握完整人体生命活动的规律，从而为医、药、卫生工作实践服务。

对不同的研究对象和研究目的必须选择不同的实验方法，因此生理学的实验方法是非常多样的，但归纳起来不外急性实验方法和慢性实验方法两大类：

1. 急性实验方法：这类方法的特点是实验过程不能持久，实验后动物往往不能生存。急性实验又可分为离体细胞、组织、器官的实验方法及活体解剖方法两类。离体实验方法即从活着或刚杀死的动物身上取出所要研究的细胞、组织或器官，置于一人工环境中，设法在短时间保持它的生存和基本功能，以观察、记录它们的活动。活体解剖方法往往用麻醉动物或破坏动物脑的高级部位，暴露出欲研究的器官，利用适当的仪器观察并记录该器官的活动，以及观察该器官在刺激某一神经或注射某种药物、激素时活动的变化。

2. 慢性实验方法：这类方法常以完整、清醒的动物为研究对象，可以进行长期观察。这类实验有时不用进行任何手术，只需在一定条件下进行实验即可。例如用心电图仪记录安静及活动的狗的心电图变化。有时则需要创造条件，才能对动物的某一特定器官的功能进行长期观察。例如欲观察动物胃液的正常分泌活动时，需先在消毒手术中将动物胃体分离一小部分，缝合起来形成一个小胃，并开口于腹壁；另将主胃缝合，仍和食道及小肠相通，保持消化活动的正常进行。这样小胃与主胃之间互不相通。可以从小

胃收集纯净的胃液，分析其化学成分，计数其分泌量，还可以在实验中观察动物进食前后胃液分泌变化的全过程。

生理学研究的深度和广度与其它自然科学技术的发展状况是分不开的。现代物理学与化学科学技术的发展为生理学实验提供越来越多的新方法。显微操作技术、超微量化学分析技术、电子仪器、电子计算机的应用，对各个水平的生理学研究，尤其是对细胞和分子水平及整体水平生理学的研究起着推动作用。遥控遥测技术已使生理学工作者无须直接接触实验对象，即可对之进行实验观察和记录，例如我国生理学工作者曾在登山大本营中记录登上珠穆朗玛峰峰顶的登山运动员的心电图。

三、学习人体解剖生理学的目的

人体解剖学和生理学研究的终极目的是要更全面、更深刻地理解生命的物质结构和活动规律。自然界与自然科学的发展是无限的，对于生命现象的认识也是无止境的。解剖学与生理学的发展与医药科学的其它基础学科，如病理学、药理学等的发展彼此相互促进，为医学、药学工作者诊治疾病、寻找新药的研究工作提供一定的理论依据。这对我国实现医、药卫生事业的现代化具有重要意义。

我们药学工作者为了能够帮助医生正确地、合理地用药，参加科学研究，整理祖国丰富的医药学遗产，研究新药物与新剂型等等，必须加强药理学和毒理学的学习。但若掌握并研究药物对机体的作用和毒性与副作用，则必须先了解正常人体结构和功能。所以加强药学工作者对解剖学和生理学基础理论的学习是十分必要的。

(刘崇铭)

目 录

绪言	4
一、人体解剖学和生理学的研究对象 和任务	4
二、人体解剖学和生理学的研究方法	4
三、学习人体解剖生理学的目的	6
第一章 细胞和基本组织	1
第一节 细胞	1
一、细胞的基本结构	1
二、细胞的增殖	11
第二节 基本组织	13
一、上皮组织	14
二、结缔组织	17
三、肌肉组织	20
四、神经组织	25
第二章 运动系统及皮肤	28
第一节 骨与骨连结	28
一、骨的形态与功能	28
二、骨连结的结构与功能	30
三、骨骼的分部与组成	31
第二节 肌肉	35
一、肌肉的一般形态与功能	35
二、人体肌肉的分部与组成	36
第三节 皮肤	38
一、皮肤的结构	38
二、皮肤的附属器官	39
三、皮肤的功能	40
四、皮肤的再生与愈合	40
第三章 生命活动的基本特征	41
第一节 新陈代谢	41
第二节 兴奋性	41
第三节 生物电现象	43
一、细胞的静息电位和动作电位	43
二、生物电产生的原理	44
三、神经冲动	45
第四节 生理功能的调节与整合	46
第四章 神经系统	48
第一节 脊髓和脊神经	50

一、脊髓	50
二、脊神经	52
第二节 脑和脑神经	58
一、脑	58
二、脑神经	66
三、脑脊髓被膜、脑室、脑脊液、脑 屏障	67
第三节 中枢神经系统活动的一 般规律	71
一、神经元活动的一般规律	71
二、反射活动的特征	74
第四节 神经系统的感觉功能	78
一、感受器	78
二、感觉投射系统	79
三、大脑皮层的感觉分析功能	83
四、内脏感觉的特点及牵涉痛	85
五、关于针刺镇痛原理的简介	86
第五节 神经系统对躯体运动功 能的调节	86
一、神经肌肉接头(或接点)的兴奋 传递过程	86
二、脊髓的躯体运动功能	87
三、高级中枢对骨骼肌运动的控制	88
第六节 神经系统对内脏活动的 调节	93
一、植物性神经系统	93
二、中枢神经系统对内脏活动的调节	99
第七节 高级神经活动	101
一、条件反射	101
二、大脑皮层的电活动	102
三、睡眠	106
第五章 感觉器官	109
第一节 视觉器官——眼	109
一、眼球壁的结构	109
二、眼内容物	112
三、眼的调节	112
四、视觉功能	114

第二节 位听器官——耳	115
一、耳的结构	115
二、耳的功能	117
第六章 血液	119
第一节 血液的组成和特性	119
一、血液的组成	119
二、血液的理化特性	120
第二节 血液的功能	122
一、运输功能	122
二、保持内环境的相对稳定	122
三、防御功能	122
第三节 红细胞、白细胞、血小板	123
一、红细胞	123
二、白细胞	124
三、血小板	126
第四节 血细胞的生成与破坏	126
一、造血器官	126
二、红细胞的生成与破坏	126
三、白细胞的生成与破坏	127
四、血小板的生成与破坏	128
第五节 血液凝固和止血	128
一、血液凝固的基本过程	128
二、体内抗凝血的生理过程	130
三、止血过程	132
第六节 血量、血型与输血	132
一、正常人的血量	132
二、血型和输血	133
第七章 循环系统	136
第一节 心脏	137
一、心脏的形态结构	137
二、心肌的生理特性	141
三、心动周期、心率、心音及心射血过程	143
四、心输出量及其影响因素	145
五、心脏的生物电现象	146
六、心律失常	154
第二节 血管	156
一、血管的种类、结构与分布	156
二、血管中的血压与血流	162
三、静脉血压与静脉血流	164
第三节 心血管活动的调节	165
一、神经调节	165

二、体液性调节	168
第四节 微循环、组织液与淋巴	
循环	169
一、微循环	169
二、组织液的生成与回流	170
三、淋巴循环	171
四、组织液循环与水肿	172
第五节 器官循环	174
一、器官血流量	174
二、冠状循环	175
三、脑循环	176
第八章 呼吸系统	177
第一节 呼吸器官的结构及其功能	177
能	177
一、呼吸道	177
二、肺	181
三、胸膜和胸膜腔	185
第二节 呼吸运动与肺的通气	185
一、呼吸运动与呼吸肌	185
二、呼吸时肺内压的变化	186
三、胸腔负压及其生理意义	187
四、肺容量和通气功能	188
第三节 气体交换和运输	189
一、气体交换	189
二、气体在血液中的运输	192
第四节 呼吸运动的调节	193
一、呼吸中枢及其节律性	193
二、血液中二氧化碳及氢离子浓度对呼吸的影响	195
三、缺氧对呼吸的影响	195
四、咳嗽反射	196
第九章 消化系统	197
第一节 概述	197
一、消化系统的解剖结构和生理作用	197
二、消化管平滑肌的生理特性	198
第二节 口腔内的消化	199
一、口腔的组成	199
二、咽、食道的位置和形态	200
三、咀嚼和吞咽	200
第三节 胃内的消化	201
一、胃的形态、结构	201

二、胃液分泌及其调节·····	202	第二节 产热和散热的过程·····	242
三、胃运动及其调节·····	205	一、产热过程·····	242
第四节 小肠内消化·····	206	二、散热过程·····	243
一、小肠的形态与结构·····	207	第三节 体温调节·····	244
二、肝·····	207	一、产热与散热的调节·····	244
三、胰腺·····	210	二、体温调节中枢·····	245
四、小肠液的作用及其分泌的调节·····	211	三、体温调节·····	246
五、小肠的运动及其调节·····	212	第十二章 生殖系统 ·····	248
六、小肠的吸收·····	213	第一节 女性生殖系统·····	248
第五节 大肠的形态和功能·····	215	一、内生殖器·····	248
一、大肠的形态·····	215	二、外生殖器·····	254
二、大肠的功能·····	215	第二节 男性生殖系统·····	255
三、大肠的运动和排便·····	216	一、内生殖器·····	255
第六节 消化系统功能的完整性·····	216	二、外生殖器·····	256
第十章 泌尿系统 ·····	219	第十三章 内分泌系统 ·····	257
第一节 肾的结构·····	219	第一节 甲状腺及甲状旁腺·····	260
一、肾的形态、位置和内部结构·····	219	一、甲状腺·····	260
二、肾单位的微细结构·····	220	二、甲状旁腺·····	265
三、肾的血液供应·····	224	第二节 胰岛·····	266
第二节 尿的生成·····	225	一、胰岛的位置、形态、结构·····	266
一、肾小球的滤过作用·····	226	二、胰岛素的生理作用·····	267
二、肾小管和集合管的重吸收作用·····	228	三、胰岛素与胰高血糖素的生理功能·····	268
三、肾小管与集合管的分泌和排泄作用·····	233	四、胰岛素与胰高血糖素分泌的调节·····	268
第三节 肾功能及其调节·····	234	第三节 肾上腺·····	269
一、肾脏的排泄功能·····	235	一、肾上腺皮质·····	269
二、肾对水和电解质平衡的调节作用·····	236	二、肾上腺髓质·····	272
三、肾对血浆酸、碱平衡的调节·····	238	第四节 性腺·····	273
第四节 排尿·····	238	第五节 脑垂体·····	273
一、输尿管、膀胱、尿道的结构·····	238	一、脑垂体的位置、形态·····	273
二、膀胱、尿道的神经支配及排尿中枢·····	239	二、腺垂体分泌的激素·····	275
三、排尿反射·····	240	三、神经垂体分泌的激素·····	278
第十一章 体温 ·····	241	四、下丘脑对脑垂体活动的调节·····	279
第一节 体温正常波动范围及其相对稳定的意义·····	241	五、下丘脑-垂体——靶腺体之间的负反馈联系·····	280
一、正常人的体温·····	241	第六节 其它内分泌腺·····	280
二、体温相对稳定及其意义·····	242	一、松果体·····	280
		二、胸腺·····	281
		三、消化道分泌的激素·····	281

第一章 细胞和基本组织

第一节 细 胞

一、细胞的基本结构

人体的结构按其功能可以分成许多系统 (system), 如躯体运动、消化、呼吸、泌尿、循环、内分泌、神经、生殖等。每一系统又是由若干器官 (organ) 所组成的。例如, 消化系统是由口腔、食道、胃、肠、唾液腺、肝脏、胰脏等器官所组成。各种器官都是由几种组织 (tissue) 所组成的, 例如上皮组织、结缔组织、肌肉组织、神经组织。各种组织又都是由细胞 (cell) 和细胞间质 (intercellular substance) 所组成的。

所以说, 细胞是人体形态结构的基本单位, 也是进行生理活动的功能单位。研究细胞的形态结构和生理功能就能够更深入地理解人体的生命现象。

人体内除细胞外, 还有细胞间质 (简称间质)。所谓间质就是指存在于细胞之间的物质。血浆、组织液、细胞之间的纤维和骨板等就是间质。细胞和间质的关系甚为密切, 间质不仅是细胞与细胞之间的联系物质, 而且是维持细胞生命活动的重要环境, 细胞的生存和活动与间质的物理化学性质密切相关。

(一) 细胞的化学组成 细胞内的生活物质称为原生质 (protoplasm), 组成原生质的元素有碳 (C)、氢 (H)、氧 (O)、氮 (N)、磷 (P)、钾 (K)、钠 (Na)、硫 (S)、氯 (Cl)、铁 (Fe)、镁 (Mg) 等。这些元素又合成无机物与有机物, 无机物如水和无机盐等, 有机物如糖类、脂类、蛋白质和核酸等。

蛋白质是组成细胞的最主要成分, 是细胞的结构基础。细胞各部分都含有蛋白质。蛋白质种类很多, 其中以酶和核蛋白最为重要。酶有促进人体内各种化学反应的能力, 所以又叫它为生物催化剂; 核蛋白是由核酸和蛋白质结合而成。蛋白质基本上由 20 种氨基酸组成。

核酸是细胞的重要成分, 可分为两类: 核糖核酸 (用 RNA 代表) 和脱氧核糖核酸 (用 DNA 代表)。核糖核酸的主要功能是直接参与合成蛋白质; 脱氧核糖核酸的主要功能是参与细胞合成 RNA、遗传变异等。由核酸和蛋白质结合而成的核蛋白是原生质中最重要成分。糖类和脂类是细胞能量的来源。其中某些脂类还是细胞膜的主要成分。

一切细胞都由原生质所构成, 原生质并不是一种单纯的化合物, 而是以核蛋白为基础的极其复杂的生命物质。

关于蛋白质、核酸等等的化学性质详见生物化学教材。

(二) 细胞的结构 人体细胞的数目很多, 它们的形态和大小也是多种多样的。细胞一般都很小, 单凭肉眼不能看到它, 要用显微镜放大几十倍到几百倍才能见到。100 多年来光学显微镜的改进与应用, 扩大了人类的眼界, 使生物体的研究从宏观世界进入微观世界——细胞及其内部结构, 开拓了细胞水平的研究领域。十九世纪前叶创立了细胞学说。这学说认为: “一切生物体, 从简单的单细胞生物到复杂的高等动物和植物都是由细

胞和细胞产物所组成的。”以后随着显微镜日益完善，同时由于固定、切片和染色等方法的应用，对细胞结构进行了深入细致的研究。本世纪五十年代，开始应用电子显微镜，放大倍数目前已达到数十万倍以上，分辨率不断提高。在电子显微镜下不仅可观察到病毒和微生物，而且可观察到生物的大分子，如大多数蛋白质分子。因此，近十年来，对细胞的研究深入到超微观水平（指分辨范围 <10 埃的结构），甚至分子水平，有力地推动了生物体遗传和发育的研究。

人体血液中正常的红细胞直径只有7~8微米（ μ ，1微米 $=10^{-3}$ 毫米），肝细胞的直径大约是20微米。但也有体积较大和较长的细胞。人体内某些神经细胞的突起（神经纤维）有的可长达一米以上。据测算，直径为14微米的细胞，其重量约为 10^{-9} 克，即一百万个细胞的重量为1毫克。

细胞的形态也是多样的，一般与其所执行的功能以及所处的环境相适应。例如，游离在血浆内的红细胞，多为圆形；互相紧密连接的上皮细胞，多为扁平形、立方形或柱形；具有传导作用的神经细胞多具细长而分枝的突起；具有收缩作用的肌细胞，多为圆柱形或长梭形；具有吞噬作用的吞噬细胞多为不规则形（图1-1）。

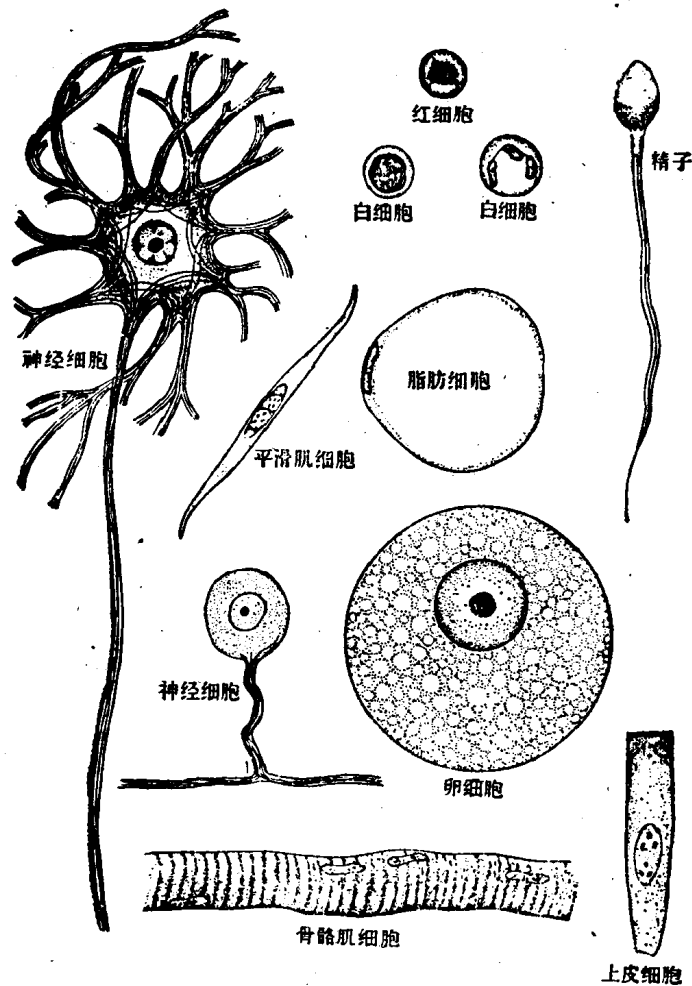


图 1-1 各种形态的细胞模式图

各种细胞的形态和功能虽然不相同，但是它们的基本结构是相似的：它们都由细胞

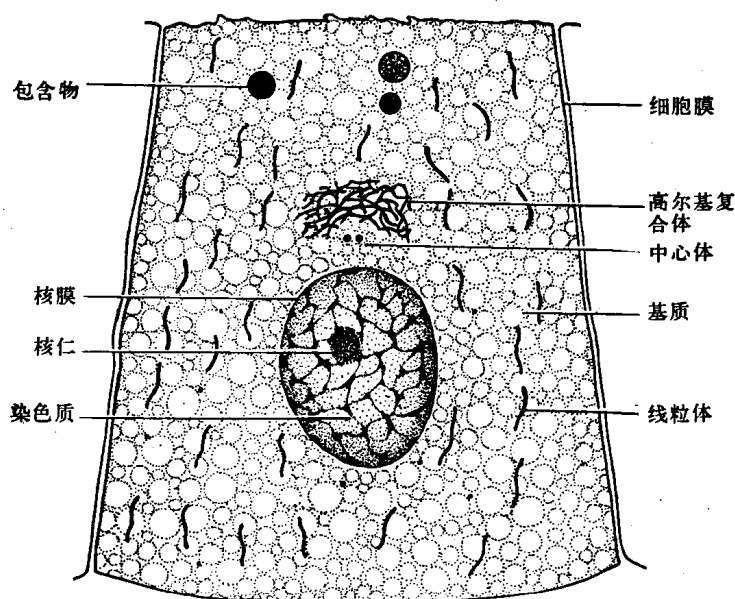


图 1-2 细胞的一般结构模式图 (光镜)

膜、细胞质和细胞核三部分构成 (图 1-2)。

1. 细胞膜 人体细胞的最外层 (表层) 有一层很薄的膜包围着, 这就是质膜 (plasma membrane), 通常称为细胞膜。每一细胞以质膜为界, 使细胞成为具有一定形状的结构单位。它不仅具有保护细胞的作用, 还与吸收、分泌、膜内外的物质交换、接受刺激与传递兴奋等功能有着极密切的关系。

(1) 细胞膜的形态结构 细胞膜的厚度因细胞而异, 例如, 人体红细胞的细胞膜比较厚, 约在 $140 \sim 250$ 埃 ($\text{\AA}$, $1 \text{ 埃} = 10^{-7}$ 毫米) 左右, 在普通光学显微镜下不能看到。过去曾有人怀疑细胞外缘到底有没有这层薄膜, 但是近来电子显微镜及其它技术都肯定了它的存在。例如, 采用显微操作技术可以挑起这层膜。如果用物理方法抽出细胞内部原生质以后, 也可以看到残留的一层薄膜状结构。

细胞膜主要由类脂和蛋白质组成 (图 1-3)。如果在电镜下观察, 可以看到所谓膜都是由三层结构所组成的, 即两层致密的深色带, 中间夹有一层疏松的浅色带。现知内外两层系由类脂分子的亲水极所组成, 中间层由类脂分子的疏水极所组成。因此, 双层的

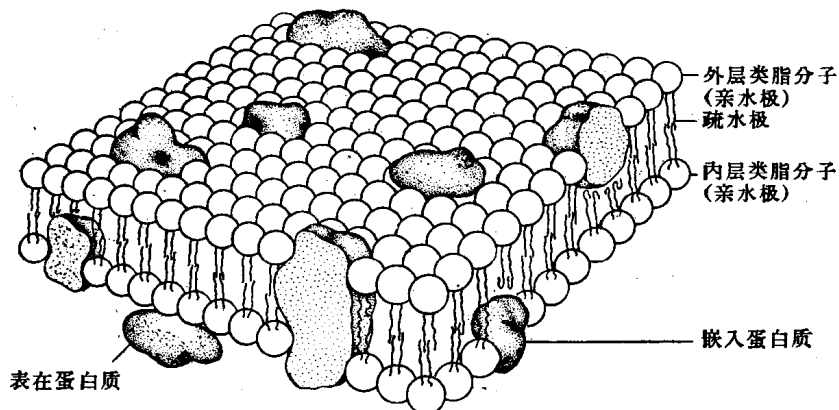


图 1-3 细胞膜分子结构模式图

类脂分子成为细胞膜的基本结构。至于膜上的蛋白质分子，有的嵌在类脂双分子层之间称为“嵌入蛋白质”，有的附在类脂分子层的外层，称为“表在蛋白质”。嵌入蛋白质具有许多重要的功能，其中有的是转运膜内外物质的“载体”，有的是接受某些激素和若干药物的“受体”，有的是具有催化作用的酶等。表在蛋白质的功能则和细胞的吞噬作用（phagocytosis）、吞饮作用（pinocytosis）以及细胞分裂中细胞膜的分割等有关。现在一般都把这三层结构型式作为一种单位，称之为“单位膜”。当然细胞内不同膜性结构的膜，并不是完全一样的，可是整个细胞内膜性结构就是在“单位膜”的基础上，把整个细胞统一起来（图 1-4）。现知细胞的膜性结构占细胞干重的 80% 左右。

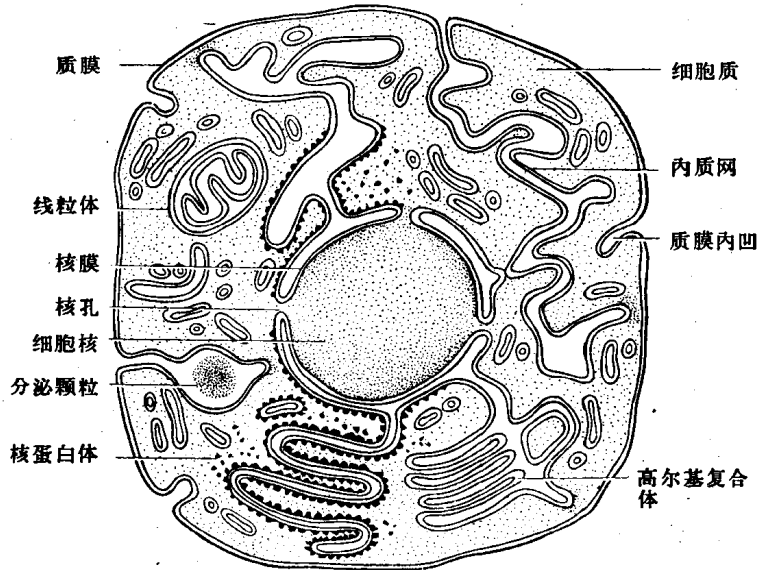


图 1-4 电子显微镜下细胞膜性结构相互联系示意图

在电镜下观察细胞膜的表面不是光滑的，而是呈现许多皱折，有些上皮细胞的游离面上，还可以看到大小和形状都比较规则的微绒毛（图 1-6）。现在都认为细胞膜的皱折和微绒毛扩大了细胞的表面积，以利于细胞的吸收功能。

● (2) 细胞膜的功能 细胞膜是细胞的界膜，细胞通过细胞膜与其周围环境进行着复杂的联系。细胞膜的功能很多，现就其中的物质交换和调节功能说明如下：

1) 物质交换：细胞内外物质有选择性地交换是细胞最重要的生理特性之一。以红细胞为例，高分子物质如蛋白质不能通透；低分子物质如 O_2 、 CO_2 、氨基酸、葡萄糖和尿素能通透；电解质如钠离子透入红细胞后，又被主动排出，而钾离子透入红细胞后，则聚积起来达到一定的浓度。

细胞通过各种方式摄取或排出某些物质，主要是通过四种方式进行的：

① 简单弥散 一些可溶于脂质的物质（如 O_2 和 CO_2 ），可从浓度高处经过细胞膜的类脂部分向低浓度处移动，即从细胞外进入细胞内，或从细胞内透出细胞外，这种现象称为简单弥散。

② 易化扩散 一些亲水性物质（如氨基酸、葡萄糖等），因不能透过疏水的类脂部分，故不能简单透过细胞膜。它们之所以能透过细胞膜，从浓度高处向浓度低处移动，是依靠细胞膜上一些特殊蛋白质参与这种移动过程。膜上的每一种蛋白质只能和某一种物质有特殊的亲和力。不溶于脂质的物质由于蛋白质的协助仍能通透细胞膜的这种现象，称为易化扩散。

③ 主动转运（active transport）细胞膜还能将某些物质分子（如 Na^+ 、 K^+ 等）由浓度低的一侧向浓度高的一侧（即逆着浓度差）转运。这种转运需要消耗能量，故称为主动转运。

人体各种细胞的细胞内液和细胞外液中的 Na^+ 、 K^+ 浓度有很大差别，细胞外液的 Na^+ 多于细胞内液；细胞内液的 K^+ 多于细胞外液。很早就有人提出，各种细胞的细胞膜上普遍存在一种“钠泵”的结构，简称“钠泵”，它们的作用就是逆着浓度差主动将细胞外液中的 K^+ 转运入细胞内，同时不断地将进入细胞内的 Na^+ 转运出细胞外，因而形成和维持 Na^+ 、 K^+ 在细胞膜内、外两侧的正常浓度差。

近年来大量实验证明，钠泵实际上是一种镶嵌在细胞膜类脂双分子层中具有 ATP 酶活性的特殊蛋白质，称为 Na 、 K -ATP 酶，它可被细胞内 Na^+ 、细胞外 K^+ 和 Mg^{++} 等离子所激活，使 ATP (adenosinetriphosphate) 水解产生磷酸根，并释放出能量。当钠泵蛋白质与磷酸根结合时(图 1-5 右侧)，钠泵上的离子结合点转向膜外侧，同时它对 Na^+ 的亲合力减弱而对 K^+ 的亲合力增加，于是把所结合的 Na^+ 解离(图 1-5 右上)而与膜外侧的 K^+ 结合(图 1-5 右下)；当钠泵蛋白质与磷酸根解离时(图 1-5 左侧)，钠泵上的离子结合点转向膜内侧，同时它对 K^+ 的亲合力下降而对 Na^+ 的亲合力增加，于是把所结合的 K^+ 解离(图 1-5 左下)而与膜内侧的 Na^+ 结合(图 1-5 左上)，完成 Na^+ 和 K^+ 的双向性主动转运。据估计，这种钠泵蛋白质每分解一个分子的 ATP 时，可向膜外转运出 3 个 Na^+ 和向膜内转运入 2 个 K^+ 。

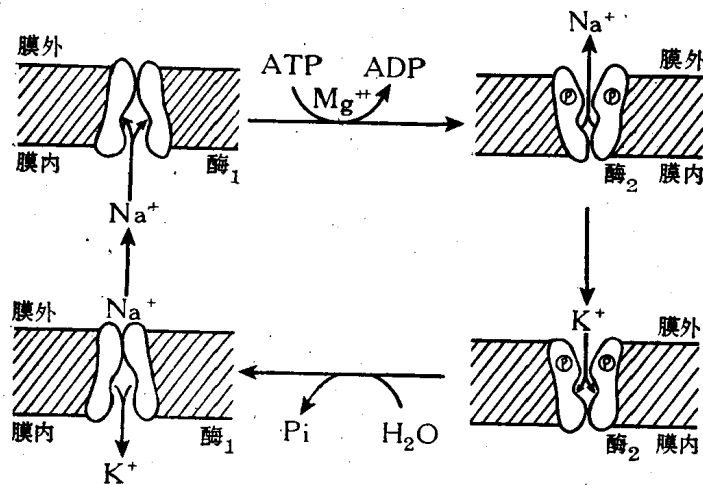


图 1-5 钠泵作用示意图

Pi 无机磷酸盐

④ 内吞 (endocytosis) 对于大分子物质 (如蛋白质、核酸等) 及固体物质，因为分子大，不能透过细胞膜，细胞膜通过凹陷形成囊泡，将这些物质吸收进入细胞内。例如，骨髓内的原红细胞用铁蛋白作为制造血红蛋白的原料，就是通过内吞方式将铁蛋白摄入细胞内的。

2) 调节作用：细胞膜中的一些嵌入蛋白质，能与某些化学物质进行特异性的结合，这些蛋白质称为细胞膜受体。每种细胞具有一定的特异性受体蛋白质，如促甲状腺激素只作用于甲状腺细胞，就是因为甲状腺细胞膜上有促甲状腺激素的受体。受体与某些化学物质 (如激素、神经递质和某些药物) 结合后即被激活，从而引起细胞内一系列酶的变化，以控制和调节细胞的代谢活动和生理活动。

2. 细胞质 (cytoplasm) 细胞膜以内、细胞核以外的原生质为细胞质。细胞质的结构是非常复杂的，其中透明而匀质的部分称为基质。在基质中还有各种不同的特殊结构，称为细胞器 (organelle)，如线粒体、中心体、高尔基复合体、内质网、核蛋白体、溶酶体、微管、微丝等 (图 1-4, 6)。它们的大小、形态、成分和功能各不相同。小的细胞器要在电镜下才能观察到，大的细胞器在一般光学显微镜下就能见到。除基质、细胞器外，细胞质内还含有无特殊名称的“包含物” (图 1-2)。

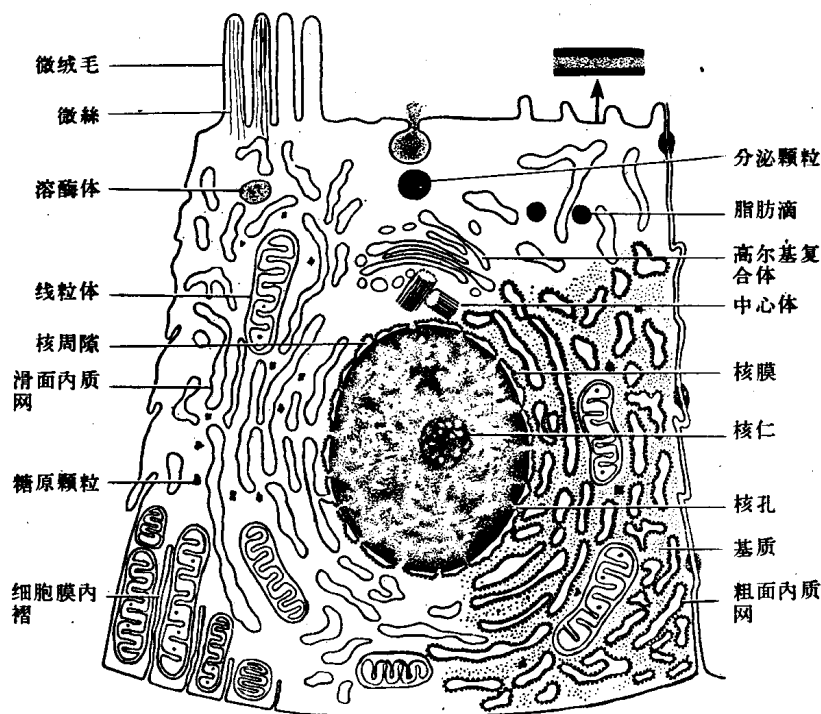


图 1-6 细胞的超微结构模式图

(1) 线粒体 (mitochondria): 线粒体是一种体积较大的细胞器。在光镜下典型的线粒体是粗线状, 但有时也可以呈现颗粒状。关于线粒体形态、大小、数量、排列和分布等情况, 在不同细胞内差别很大, 就是同一细胞内在不同生理状态下也有变动。

在电镜下, 线粒体为双层单位膜构成的囊, 其中外膜平整, 而内膜向内伸突, 在线粒体腔中形成许多间隔排列的双层隔膜, 叫做嵴, 这些嵴将整个线粒体腔分隔为若干小腔, 小腔内充满液态物质, 称为线粒体基质 (图 1-7)。线粒体是氧化还原酶的集中地点, 是细胞内进行氧化与还原作用的主要场所, 细胞内物质氧化过程主要在线粒体内进行。所以有人把线粒体比喻为细胞内的“动力工厂”。线粒体内部的嵴结构扩大了内部的表面积, 提高线粒体的功能, 因为表面积增大, 携带的酶多, 化学反应就快。

(2) 中心体 (centrosome): 中心体位于细胞核的附近, 由 1~2 个球形小粒 (中心粒) 和其周围一层浓稠的球状细胞质 (中心球) 所组成 (图 1-2)。每个中心体在电镜下显示为两个短筒状的小体, 互相成“T”字排列 (图 1-6)。中心体的功能与细胞分裂过程中染色体的移动有关。此外, 也与精子的运动功能有关。

(3) 高尔基复合体 (Golgi complex): 高尔基复合体位于细胞核附近的细胞质中。在光镜下, 它一般呈网状, 故又可称为内网器。在电镜下, 高尔基复合体所显示的形

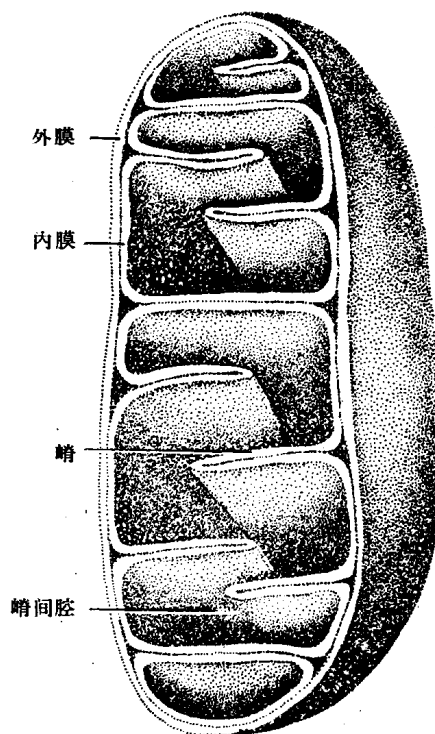


图 1-7 线粒体超微结构模式图

态为一些紧密地重叠在一起的片层状扁平囊结构，有些扁平囊的末端扩大成大小不等的泡状结构（图1-8）。在具有高度分泌能力的细胞中，高尔基复合体的功能是和细胞内一些物质的积聚、加工和分泌颗粒的形成有关。高尔基复合体也属膜性结构，高尔基复合体的膜和内质网的膜是连通的，但高尔基复合体的膜上没有核蛋白体附着。

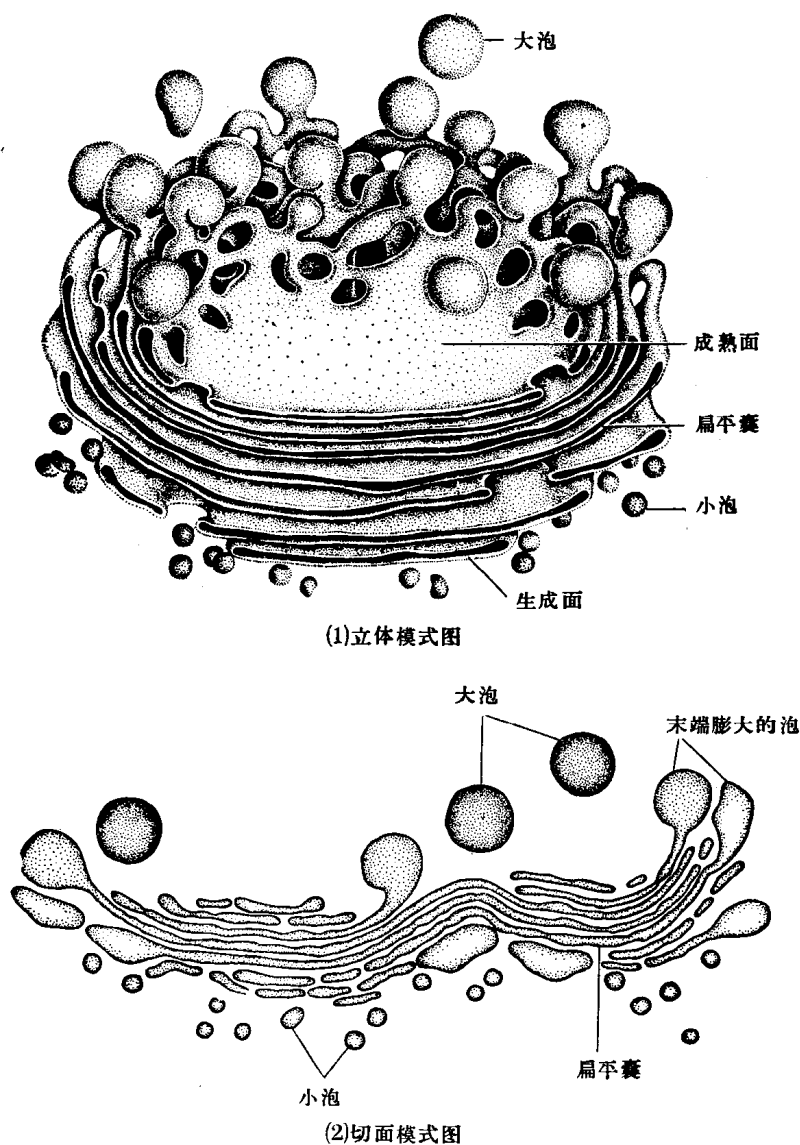


图 1-8 高尔基复合体超微结构模式图

在电镜观察下，在细胞质中还可以看到一些更细微的细胞器，如内质网、溶酶体、核蛋白体、微丝、微管等。

(4) 核蛋白体 (ribosome): 这是一种由核糖核酸和蛋白质组成的颗粒状小体（图1-4），数目较多。核蛋白体是细胞内合成蛋白质的重要基地。每个核蛋白体是由两个亚单位组成的。它们可以附着于内质网的外面，主要是合成某些分泌物。它们也可以游离于细胞质的基质之中，由它们合成的蛋白质主要是供细胞本身生长发育时的需要。多个核蛋白体可由信使RNA连接起来形成串状多聚核蛋白体。

(5) 内质网 (endoplasmic reticulum): 内质网是分布在基质中的膜性管道系统。它不象其它细胞器以一个个小“器官”的形式占据细胞中的一部分，而是象网一样分布在细胞质的基质中。电镜照相