

高等学校试用教材

人体解剖生理学

北京师范大学 东北师范大学 编
南京师范学院 杭州大学

人民教育出版社

高等学校试用教材

人 体 解 剖 生 理 学

北京师范大学 东北师范大学 编
南京师范学院 杭 州 大 学

人民教育出版社

内 容 提 要

本书阐述人体基本组织、运动、神经、感官、循环、呼吸、消化、泌尿、生殖、内分泌等器官系统的结构和功能的基本理论,并对神经系统作了重点介绍。结合教育系学生毕业后从事中小学或幼儿教育方面的教学与研究工作的实际,除编有“人体的生长发育”一章外,并在有关章节介绍了儿童及青少年在解剖结构和生理功能方面的年龄特点以及有关生长发育的基本知识。

本书为高等学校教育系学校教育专业、学前教育专业的基础课教材,并可供心理系及高等师范专科学校生物科选用。

责任编辑:刘阜民

高等学校试用教材

人体解剖生理学

北京师范大学 东北师范大学 编
南京师范学院 杭 州 大 学

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京新华印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 18 插页 4 字数 410,000

1982年11月第1版 1983年5月第1次印刷

印数 00,001--11,500

书号 13012·0818 定价 1.55 元

前 言

本书为高等师范院校教育系学校教育专业、学前教育专业学生的基础课教材。按1980年6月高等学校理科生物学教材编审委员会扩大会议通过的教学大纲编写,但在章节上,根据教育系教学计划的课程安排稍作变动,如将神经系统及感官提前至第三、四章。本书可为学习心理学、幼儿卫生与学校卫生打下一定的有关人体解剖生理学基础。亦可供心理系及教育系心理专业选用。

本书结合教育系学生的实际需要,阐述人体结构与机能的基本知识和基本理论,并对神经系统一章作了重点介绍。

由于高等师范院校教育系学生毕业后将从事中小学或幼儿教育方面的教学和研究工作,为使了解自己的教育对象,除专列一章“人体的生长发育”外,并在有关章节讲授儿童和青少年解剖生理方面的年龄特征及生长发育方面的基本知识。

本书包括:绪论,人体基本结构概述、运动系统,神经系统,感觉器官,血液,循环系统,呼吸系统,消化系统,营养、代谢与体温调节,泌尿系统,内分泌系统,生殖系统及人体的生长发育共十三章。

本书是由北京师范大学、东北师范大学、南京师范学院、杭州大学四院校生物系教师自1980年7月开始编写的。1981年10月在南京师范学院召开了审稿会议。参加的有山东大学、华东师范大学、陕西师范大学、华南师范学院、华中师范学院、南京师范学院生物系和教育系的教师。参与编写的教师也出席了会议听取意见。杭州大学江希明教授、山东大学张震东副教授主持了审稿会。与会代表认真负责地对初稿进行了审议,对内容及章节编排提出了宝贵意见。编者作了修改,最后由主编单位北京师范大学的教师对全书进行统稿工作。

本书插图主要由东北师范大学绘图室于振洲等同志绘制。

由于我们水平所限,一定会有缺点和错误,希望读者在使用过程中多提出意见,以便今后作进一步修改。

编 者

一九八二年十月

117/11

目 录

绪论	1	五、体育锻炼对运动系统的影响	41
一、人体解剖生理学的研究对象与研究方法	1	第三章 神经系统	42
二、生命活动的基本特征	3	第一节 概述	42
三、学习《人体解剖生理学》的目的	4	一、神经系统的功能	42
第一章 人体基本结构概述	5	二、神经系统的组成	42
第一节 细胞的结构与功能	5	[附] 神经系统的结构及功能单位的概念	43
一、细胞膜	6	三、神经系统的演化	44
二、细胞质	9	四、神经系统的发生	45
三、细胞核	10	第二节 神经系统活动的一般规律	46
四、特殊的细胞结构	10	一、生物电现象	46
第二节 基本组织	11	二、神经纤维的传导	50
一、上皮组织	11	三、中枢神经系统活动的一般规律	51
二、结缔组织	13	第三节 神经系统解剖	58
三、肌肉组织	15	一、脊髓	58
四、神经组织	16	二、脊神经	61
第三节 器官、系统、人体形态	20	三、脑	62
一、器官、系统	20	(一) 脑干	63
二、人体形态	21	(二) 间脑	66
第四节 人体机能的调节	21	(三) 小脑	68
一、神经调节	21	(四) 大脑	68
二、体液调节	21	四、脑神经	73
第二章 运动系统	23	五、脑脊髓被膜、脑室、脑脊液	73
第一节 骨骼	23	第四节 神经系统的功能	76
一、骨的形态、结构与性质	23	一、神经系统对躯体运动功能的调节	76
二、骨连结	27	(一) 脊髓对躯体运动的调节	76
三、全身骨的分布概况与特征	28	(二) 高级中枢对骨骼肌运动的调节	78
第二节 肌肉	35	二、神经系统的感觉功能	88
一、肌肉的一般形态与作用	35	(一) 特异投射系统的功能	88
二、全身肌肉的分布概况	36	(二) 非特异投射系统的功能	92
三、骨骼肌的特性	36	(三) 内脏感觉的特点	92
四、肌肉收缩	40	三、神经系统对内脏活动的调节	93
		(一) 植物性神经系统对内脏活动	

的调节	93
(二) 各级中枢对内脏活动的调节	97
四、神经系统的高级功能	100
(一) 条件反射学说	100
(二) 大脑皮质的电活动	105
(三) 觉醒与睡眠	106
(四) 大脑皮质与语言活动有关的 代表区	107
(五) 学习和记忆	108
第四章 感觉器官	111
第一节 概述	111
一、感受器的分类	111
二、感受器的生理特性	111
第二节 <u>视觉器官</u>	112
一、眼的辅助装置	112
二、 <u>眼球的构造</u>	113
三、眼的成像与折光调节	115
四、眼的感光机能	118
五、 <u>视觉传导通路</u>	123
六、双眼视觉	124
第三节 <u>位听器官</u>	125
一、耳的 <u>结构与机能</u>	125
二、声波在耳内的传导和感受	127
三、听觉器官对声音的初步分析	129
四、声源方位的判定	130
五、听觉系统的神经传导	130
六、听觉的适应和听觉疲劳	131
七、前庭器官的生理	131
第四节 其他感受器	133
一、嗅觉感受器	133
二、味觉感受器	134
三、皮肤感觉	135
第五章 血液	137
第一节 概述	137
一、机体内环境的概念	137
二、内环境相对恒定的生理意义	138
第二节 血液的组成	138
一、血浆的化学成分及理化特性	138

二、红细胞	140
三、白细胞	142
四、血小板	144
第三节 血量、血型 and 输血	144
一、血液总量，正常人血量的生 理变化	144
二、血型及输血	144
第四节 血液凝固	147
第六章 循环系统	149
第一节 概述	149
一、血液循环的意义	149
二、体循环与肺循环	149
第二节 心脏	149
一、心脏的位置、形态和结构	149
二、心肌的生理特性	151
三、心动周期及周期中各种变化	153
四、心率	156
五、心输出量及其影响因素	156
第三节 血管	157
一、动脉、静脉和毛细血管的主要结构、 机能特点及全身分布	157
二、动脉血压形成及其影响因素	160
三、脉搏	162
四、静脉血压与血流	162
[附] 微循环	162
五、组织液生成及回流	163
第四节 心血管活动的调节	164
一、神经调节	164
二、体液调节	166
第五节 淋巴循环和脾	166
一、淋巴循环	166
二、脾	167
第六节 儿童和青少年血液循环的机能 特点，合理的体育锻炼对心血 管活动的影响	168
一、儿童和青少年血液循环的机 能特点	168

二、体育锻炼对心血管系统活动的影响.....169	一、小肠的位置和形态.....198
[附] 冠状循环.....170	二、胰.....198
脑循环.....171	三、胆汁和肝的机能.....199
第七章 呼吸系统.....172	四、小肠液的成分与作用.....201
第一节 呼吸器官的结构.....172	五、小肠运动.....201
一、呼吸道.....172	第五节 大肠内的消化.....201
二、肺.....175	一、大肠的形态与结构.....201
三、胸膜和胸膜腔.....177	二、大肠内的分解作用.....202
第二节 呼吸运动与肺的通气.....177	三、大肠的运动与排粪.....202
一、呼吸运动与呼吸肌.....177	[附] 腹膜.....202
二、肺内压与胸膜内压.....178	第六节 吸收.....203
三、肺容量与肺通气功能.....179	一、小肠绒毛的结构.....203
四、人工呼吸.....180	二、几种主要营养物质的吸收.....203
第三节 气体交换与运输.....180	第七节 消化器官活动的调节.....205
一、气体交换.....181	一、神经调节.....205
二、气体运输.....181	二、体液调节.....207
第四节 呼吸的调节.....183	三、消化器官活动的整体性.....208
一、呼吸中枢与呼吸节律.....183	第九章 营养、代谢与体温调节.....209
二、呼吸的反射调节.....185	第一节 食物的营养成分及其生理功能.....209
三、血液中 CO_2 及氢离子浓度对呼吸的影响.....185	一、糖类.....209
四、缺氧对呼吸的影响.....186	二、脂肪.....210
五、咳嗽反射.....186	三、蛋白质及其生理功能.....211
第八章 消化系统.....187	四、维生素.....213
第一节 概述.....187	五、无机盐.....216
一、消化管的结构特点.....187	第二节 能量代谢.....217
二、消化管平滑肌的生理特性.....188	一、测定能量代谢的意义.....218
三、消化腺的分泌.....189	二、食物的热量和氧的热价.....218
第二节 口腔内的消化.....191	三、能量代谢的影响因素与基础代谢率.....218
一、口腔.....191	第三节 体温调节.....220
二、唾液腺与唾液.....192	一、体温相对恒定的意义.....220
三、咀嚼与吞咽.....193	二、产热与散热.....221
第三节 胃内的消化.....194	三、体温的调节.....223
一、胃的形态和结构.....194	四、人体在冷热环境中的机能障碍.....224
二、胃液的成分和作用.....195	五、发热.....224
三、胃的运动.....197	第十章 泌尿系统.....226
第四节 小肠内的消化.....198	第一节 肾的构造.....227

一、肾的位置与外形	227	三、胰高血糖素的作用	245
二、肾内部一般构造	227	第五节 肾上腺	246
三、肾单位	227	一、肾上腺的位置、形态和结构	246
四、集合管的构造	229	二、肾上腺皮质激素的生理作用	246
五、肾小球旁器	229	三、肾上腺髓质激素的生理作用	247
第二节 尿的生成过程	230	第六节 脑垂体	247
一、肾小球的滤过作用	230	一、脑垂体的位置、形态和结构	247
二、肾小管和集合管的重吸收与分泌	231	二、神经垂体的激素及生理作用	249
第三节 泌尿机能的调节	233	三、腺垂体的主要激素及生理作用	249
一、抗利尿素的调节作用	233	四、下丘脑—垂体—靶腺之间的关系	251
二、醛固酮的调节作用	234	第七节 其它内分泌腺	254
三、交感神经的作用	234	一、胸腺	254
第四节 尿的排放	234	二、松果体	254
一、输尿管、膀胱和尿道的构造	234	三、前列腺素	254
二、排尿与遗尿	235	四、消化管分泌的激素	254
[附] 皮肤	235	第十二章 生殖系统	256
一、皮肤的结构	236	第一节 概述	256
二、皮肤的附属器官	237	第二节 女性生殖系统	256
三、皮肤的功能	237	一、女性生殖系统的结构	256
第十一章 内分泌系统	238	二、卵巢的作用	258
第一节 概述	238	三、月经周期	260
一、内分泌的概念	238	第三节 男性生殖系统	262
二、激素的特征	238	一、男性生殖系统的结构	262
三、激素的作用机理	239	二、睾丸的作用	264
第二节 甲状腺	240	[附] 受精与妊娠	265
一、甲状腺的位置、形态和结构	240	一、受精与妊娠	265
二、甲状腺激素的生理作用	241	二、计划生育的生理基础	266
三、甲状腺的功能障碍	241	三、人口控制与计划生育	267
第三节 甲状旁腺	242	第十三章 人体的生长发育	268
一、甲状旁腺的位置、形态和结构	242	第一节 整体的生长	268
二、甲状旁腺激素的生理作用	242	第二节 人体各器官的发育	270
第四节 胰岛	243	第三节 影响生长发育的因素	275
一、胰岛的位置、形态和结构	243	第四节 青春期和青年期的发育	278
二、胰岛素的生理作用	244		

绪 论

一、人体解剖生理学的研究对象与研究方法

人体解剖学(anatomy)是研究正常人体各部形态、结构及其发生发展规律的学科。人体生理学(physiology)是研究人体的功能及其原理和活动规律的学科。结构和功能是相互密切联系的,结构是功能的物质基础,功能是物质的运动形式。例如,人体的肌肉越锻炼越发达,越健壮有力,同时灵活性也加强。神经系统和有关器官的灵敏性和精确性,经学习和训练,可以达到惊人的程度。

(一) 解剖生理学的发展概况 从对解剖生理学的认识来看,随着社会的发展和科学的进步,人们对各器官结构和功能的认识,是在唯物主义与唯心主义长期斗争中发展起来的,尤其在脑的问题上表现得更为突出。

自古希腊的希波克拉底(Hippokrates,约公元前466—377)到罗马时代的盖仑(Galen,约130—200)这一时期内,对解剖生理学的认识已略有基础,但由于受宗教的束缚,得不到解剖人体的机会。当时,虽具有一些朴素的唯物主义观点,但也有很多错误。例如,盖仑的生理学体系提出的“三元气”学说,在欧洲被奉为不可违背的信条,统治了几乎一千五百年。

我国古代对解剖生理学的知识也早有记载,在公元前六世纪最古的医书《内经》中很多地方描述了人体结构;《灵枢》的“经水”篇有“若夫八尺之士,皮肉在此,外可度量切循而得之,其死可解剖而视之”;《痿论》有“心主全身之血脉”等等,可见古人对人体结构已经积累了不少知识,而且很多是正确的。宋代王惟一(公元1026年)铸铜人,分脏腑十三经,是我国人体模型的创始者。但由于封建思想的长期禁锢,解剖学仍得不到发展。

到了欧洲文艺复兴时期,才能解剖尸体并加以观察,对人体功能也开始有一些认识。维萨里(Vesalius)是近代解剖学的创始人,1543年出版了他的解剖学名著《人体的构造》一书,震动一时。但维萨里终因教会的压迫,最后死于流放途中。

清代王清任(1768—1831)亲自到坟冢间观察30余具尸体,著有《医林改错》一书,补充和纠正了古书上的某些错误,可称为我国近代解剖学的重要著作。其中对脑的看法,如“灵机记性在于脑”,“听之声归于脑”,“两目即脑汁所生”等等,在当时条件下均属难能可贵的。

(二) 近代解剖生理学的研究方法 生产实践和科学实验是知识的源泉,也是检验知识的唯一标准。解剖学经典的研究方法是用器械解剖尸体,进行肉眼观察,这是了解人体结构最直接的一种方法。但因为尸体经过药物处理,已经是死的器官和组织,它和活体器官在外貌、形状、颜色和活动度上都有不同程度的改变,不能完全反映活体的真实情况。现代应用X射线等新技术,可以观察活体器官的结构。由于电子显微镜的发明和生物化学技术的应用,使解剖学的研究发展到亚细胞和分子水平。

英国医生哈维(William Harvey, 1578—1657)应用活体解剖方法,在鱼、蛙、狗等多种动物身上进行了血液循环的实验研究。通过大量实验,证明了心脏的搏动是血液循环的动力,并指出了体循环和肺循环的途径,1628年出版了著名的《心血运动论》一书。哈维发现的血液循环粉碎了统治一千五百多年的盖仑生理学体系,创立了一个新的生理学派,奠定了近代实验生理学的基础,确立了动物活体解剖实验方法,从而为科学的生理学的发展开辟了道路。正如恩格斯所说,“哈维由于发现了血液循环而把生理学确立为科学”,这是对哈维的科学发现所作出的正确评价。

作为一门实验科学的近代生理学,以各种动物(蛙,鼠,兔,猫,狗,猴)为实验材料是很重要的。因为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能完全实现。人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,所以研究哺乳动物生理有助于对人体生理的了解。例如,目前对人类下丘脑功能的认识,主要是通过动物实验获得的,再通过下丘脑某些疾病的临床症状加以验证。目前所阐述的生理知识大部分仍然是由哺乳动物生理的研究结果所提供的。当然,将哺乳动物生理学的知识应用到人体时,必须考虑到人体的特点。目前,在无创伤和不影响人体健康的条件下进行生理学实验研究的方法也日趋增多了。

近代生理学发展初期多采用急性实验方法,这为生理学积累了大量器官组织活动规律和功能的知识。但由于离体器官不一定能完全代表在整体内和正常条件下的真实情况,因此,需要在此基础上发展慢性实验方法。由于研究的对象和目的不同,可选择不同的实验方法。

动物的急性实验法又可分为两种:一种是离体器官组织实验法,这是将某种组织或器官从活的或刚杀死的动物体上分离出来,在人工控制条件下,在一定时间内保持其生理功能,以此作为观察和研究的对象。例如,将蛙的心脏取出,以近似血浆成分的溶液进行灌流,这样的蛙心能继续搏动若干小时,从而可以进行各种实验研究。另一种是活体解剖实验法,一般是在麻醉中枢神经系统高级部位的条件下,暴露所要研究的器官,研究其功能,也可了解细胞、组织、器官的精细活动的变化。以上实验方法有的是在离体条件下进行的,有的是在麻醉状态下短时间的生理现象,不免具有局限性。

动物的慢性实验法,是以完整、清醒的动物为研究对象,在保持比较自然的外界环境情况下进行实验,可以研究复杂的生理活动,器官之间的协调关系,以及如何与外界环境相适应。例如,将埋藏电极植入动物脑内某一部位,施予刺激以观察分析其生理活动。又如,根据研究的需要,可将狗等动物的某些器官进行无菌手术后,较长期地进行观察研究。因而慢性动物实验所得的结果更符合正常生活过程中的生理活动规律。

解剖生理学的深入研究与其他学科的发展有密切关系,随着电子学、生物化学、生物物理学、免疫学等的发展,促进了生理学从宏观向微观领域不断深入。例如,用电子学方法在中枢神经系统内部可以记录个别神经细胞内和细胞外的电活动;又如用生物化学方法研究记忆的机制及有关突触记忆过程的分子水平的变化。

从辩证唯物主义观点来看,人体的一切生理活动,必然是在解剖结构和化学结构基础上进行的,它既服从于物理和化学的基本规律,但它们又是一种复杂而高级的运动形式,所以又有其特

殊规律,这是学习解剖生理学一个很重要的观点。

二、生命活动的基本特征

(一) 新陈代谢(metabolism) 一般是指有生命物质与周围环境进行物质交换和自我更新的过程。人体的新陈代谢是一个非常复杂的过程,包括同化作用(组成代谢)和异化作用(分解代谢)两个方面。机体从外界不断地摄取各种物质,如糖类、脂肪、蛋白质、维生素、无机盐等,同时还必须通过肺吸入氧气,构成自身的物质或转化成化学能蓄积于体内,称为同化作用。同时,机体又不断地分解这些营养物质,并且释放能量,供各种生理活动的需要,并把分解后的终产物,如水、二氧化碳、尿素等排出体外,这一过程称为异化作用。

新陈代谢过程中物质的转变称为物质代谢。人体进行物质代谢的同时,也进行着能量的转换。也就是说,在同化作用过程中,是以合成大分子的方式将能量贮存起来;在异化作用过程中释放出能量。这种能量一部分用于同化作用,一部分供生命活动的需要,一部分变成热,维持一定的体温。这种能量转换叫做能量代谢。

因此,从整个代谢过程来看,异化作用供给同化作用所需的能量,同化作用为异化作用提供物质基础。二者同时进行,并密切相关。一般说来,同化作用和异化作用的相对平衡是人体生命活动的基本条件。

新陈代谢固然是一切生物体所共有的基本特征,然而不同的机体以及同一机体在不同情况下,各种组织的代谢形式有所不同。在新陈代谢过程中,每个环节都是在一系列酶的参加下进行的。

(二) 生殖和生长发育

1. 生殖(reproduction) 是机体产生下一代以绵延种族的过程,人和高等动物的生殖是通过两性生殖器官的活动而实现的。生殖也是以新陈代谢为基础的。在生殖过程中,机体表现出另一些生命特征,即遗传变异。各种生物都能通过生殖产生子代。亲代和子代之间不论在形态结构或生理功能上都很相似,这种现象称为遗传(heredity)。亲代和子代各个体之间又不会完全相同,总会有些差异,这种现象称为变异(variation)。

2. 生长和发育 生长(growth),一般是指形体的生长,即机体在新陈代谢的基础上,使细胞繁殖增大以及细胞间质增加,表现为各器官、组织的大小、长短以及重量的增加。发育(development),一般是指性机能的成熟。一个新的个体要经过一系列转变过程,才能形成一个成熟的个体。

(三) 兴奋性(excitability) 是指生物体对刺激发生反应的特性。凡是能引起机体发生反应的内外环境的变化,均称为刺激。如外界环境中的光、温、声、电、化学药品、机械刺激、地心引力等因素的改变均可成为刺激。

当活组织受到刺激时,可以有两种表现,一种是由相对静止状态转变为显著活动状态,或由活动弱变为活动强,称为兴奋(excitation)。另一种是由显著活动状态转变为相对静止状态,或活动减弱,称为抑制(inhibition)。例如,睡眠时心跳减慢,心收缩力减弱,就是由于心脏受到了抑制。我们人体的一切机能状态,其基础不外乎兴奋和抑制的不同表现。

(四) 适应性(adaptability) 活的有机体对其生存的环境具有适应能力, 它可随环境变化而发生相应的功能变化, 与环境保持动态平衡, 这种能力称为适应性。例如, 当刚进入稍冷的屋子感觉冷, 但慢慢地就不觉得象刚进屋子那样冷了, 这是由于冷环境提高了人体的新陈代谢, 增加了产热量, 这是复杂生理过程的整合作用。动物越高等适应性越完善, 人不仅能适应环境, 并且能改造环境。

三、学习《人体解剖生理学》的目的

本课程主要是为学习心理学、学校卫生学、教育学等课程打下一定的有关人体解剖学基础, 也为将来从事教育科学研究打下必要的基础。科学的教育学也必然会涉及到与学生的身体状况、年龄特点等有关的问题。因此, 应该根据学生的解剖生理特点安排活动, 才能增强学生身心健康, 发展语言思维, 以利于学生德、智、体全面发展。现代心理学, 如教育心理学、儿童心理学、心理生理学等发展很快, 人体生理学, 特别是神经系统生理学对这些学科关系更为密切。对教育工作者来说, 将来工作和研究的对象主要是青少年和学龄前儿童, 因此, 掌握人体解剖生理学的基础理论知识是十分必要的。本课程不仅阐述了人体结构和基本生理规律, 也适当地联系了青少年解剖生理特点和一般的生长发育规律。

(北京师大 戴宝隆)

第一章 人体基本结构概述

人体由细胞、组织、器官和系统所组成。在神经与体液的调节下执行着人体的各种功能，如运动、感觉、血液循环、呼吸、消化、排泄、生殖等。

第一节 细胞的结构与功能

细胞(cell)是机体结构与功能的最小最基本的单位。其形态因功能、发育阶段及所处环境不同而有差异(图 1-1)。如游离在血浆中的红细胞多为圆形；上皮细胞因覆盖于体表或衬在体

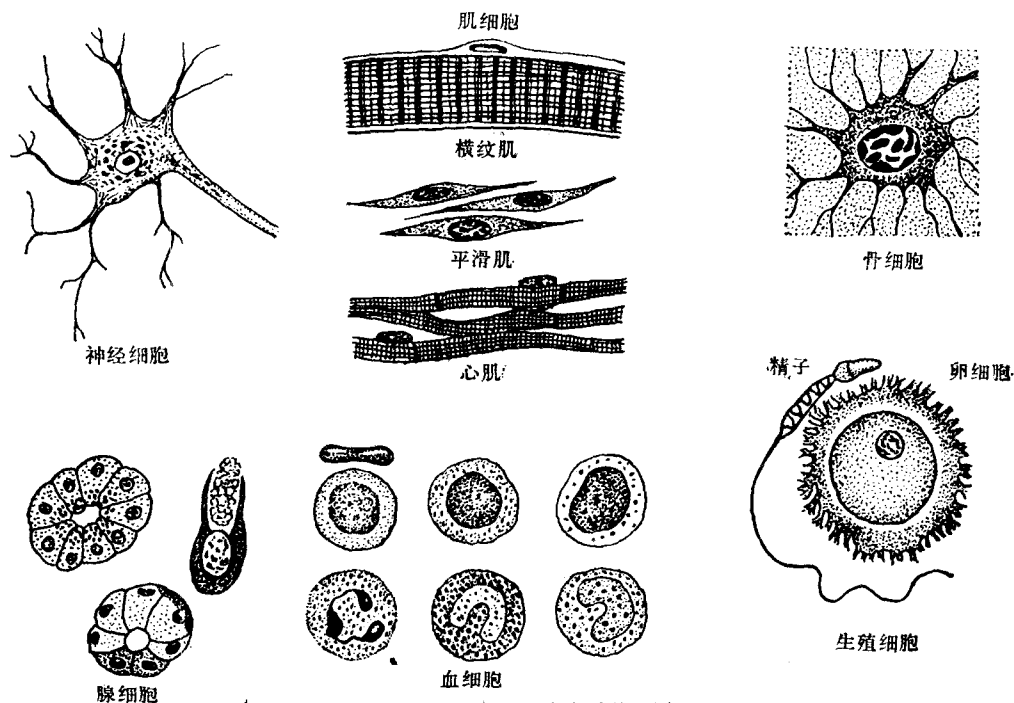


图 1-1 各种类型的细胞模式图

内各种管、腔、囊的内表面多为扁平、立方和柱状；具有传导功能的神经细胞常具多分支的突起；而具收缩功能的肌细胞则为圆柱形或长梭形。细胞的大小不一，如人的卵细胞直径可达 150 微米(μ)^{*}，红细胞则为 7.5 微米，人体内某些神经的突起(即神经纤维)可长达 1 米以上。

* 单位表
 1 米(m) = 39.37 吋
 1 厘米(cm) = 10^{-2} 米(0.01 米)
 1 毫米(mm) = 10^{-3} 米(0.001 米)

1 微米(μ) = 10^{-6} 米(0.000001 米)
 1 纳米(nm) = 10^{-9} 米(0.000000001 米)
 1 埃($\text{\AA}$) = 10^{-10} 米(0.0000000001 米)

在光镜下,可见细胞是由细胞膜、细胞核和细胞质组成的。膜很薄,质为透明胶状物,有线粒体、高尔基复合体、中心体等细胞器及一些分泌颗粒、脂肪滴等内含物(图 1-2)。核内有核仁、核膜、核质、染色质等。在电镜下观察,可见细胞乃由膜性结构和非膜性结构组成(彩图一)。

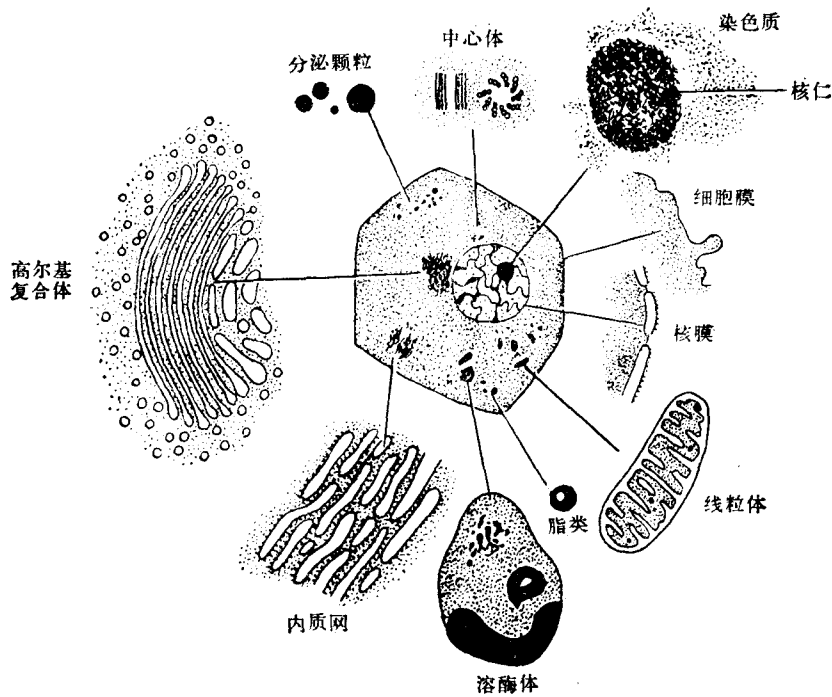


图 1-2 细胞模式图(光镜、电镜)

一、细胞膜

(一) 细胞膜的结构 细胞膜 (cell membrane) 为细胞外面的一层薄膜, 是由脂质双层膜所组成的。此脂质膜为可动的液态物质, 并有两排脂质分子, 分子一端为亲水极, 另一端为疏水极。亲水极朝向膜的内外两表面, 与体液或细胞质相接触, 而疏水极则朝向膜的中间, 互相贴近。电镜下看到膜的三层结构, 即内、外两层的亲水极与中间层的疏水极(图 1-3)。膜上有一些蛋白

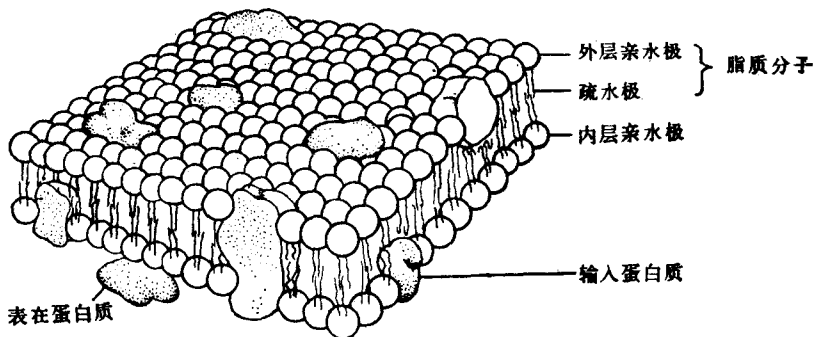


图 1-3 细胞膜分子结构模式图

质分子,有的镶嵌在脂质双层间,称为“嵌入蛋白质”,有的附在脂质双层的表面,称为“表在蛋白质”。此种膜性结构又称生物膜,它不仅构成细胞膜,而且亦与细胞器,如线粒体、高尔基复合体、内质网、核膜、溶酶体等相联。

(二) 细胞膜的功能 细胞膜的基本作用在于作为细胞的界限,使细胞成为具有一定形状和一定功能的单位,它控制着细胞内外物质的运输,维持细胞内环境的相对稳定。细胞通过细胞膜与外界不断地进行物质交换、能量与信息的交换和传递。镶嵌在脂质双层中的蛋白质,有的作为“泵”,有的作为载体分子,协助某些物质通过细胞膜,维持细胞的功能;有的作为受体,接受外界的化学信号,引起细胞内的一定变化。

1. 运输作用

(1) 被动转运作用 细胞与周围环境进行物质交换必须通过细胞膜。细胞膜为一种半透膜,对物质通透有一定的选择性,即有些物质能通过,而有些物质不能通过,这种作用称为选择性的通透作用。

水进出细胞靠扩散作用。所谓扩散,即分子从浓度高处向浓度低处移动,如一滴染液滴入一杯水中,染液很快在水中扩散开。通过膜的扩散称为通透或渗透。水的通透主要决定于细胞内外的溶液浓度,如细胞外面水溶液浓度比细胞内低,为低渗溶液,水即从细胞外透过细胞膜进入细胞内。反之,则细胞内水分向细胞外渗透。当细胞内、外溶液为等渗时,则处于动态平衡状态。如将人的红细胞置于低渗溶液中,则吸水膨胀,甚至破裂,置于高渗溶液中,则失水而皱缩,而在等渗(0.9% NaCl)盐水中,才能维持正常的生理作用(图 1-4)。

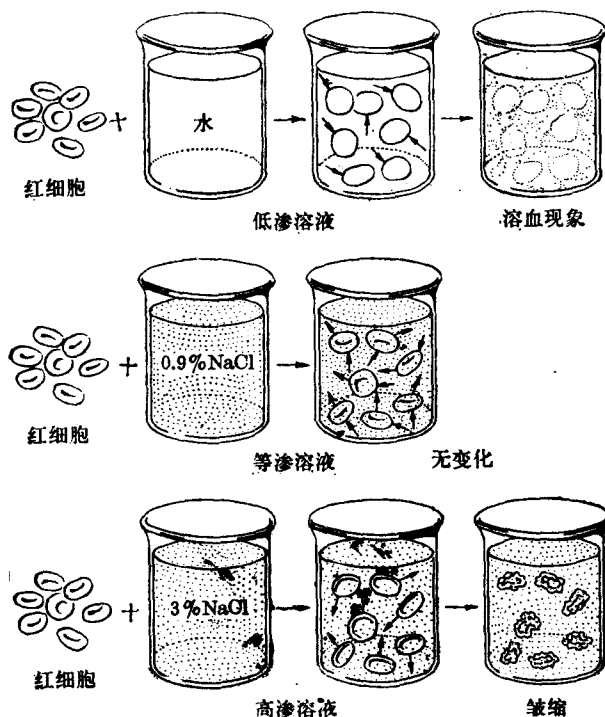


图 1-4 渗透作用图解

脂溶性物质和一些小分子物质易于透过细胞膜。这些物质由浓度高处经细胞膜移至浓度低处,是靠单纯扩散作用进行的,细胞膜仅起被动的屏障作用。而非脂溶性的物质,虽然也是由浓度高处经细胞膜向浓度低处移动,但需与镶嵌在膜上的蛋白质、多肽等暂时结合,使蛋白质发生构形变化,将结合物质带入细胞内,称为协助扩散(异化扩散)。例如葡萄糖进入红细胞即通过这种扩散作用。

(2) 主动转运作用 把某种物质从浓度低的一侧运输至浓度高的一侧,需要消耗细胞代谢所产生的能量,如同用水泵把水从低处引向高处需要能量一样。这种运输依靠细胞膜上的嵌入蛋白质。此种蛋白质称为“泵”,即镶嵌在细胞膜脂质双层中的分解三磷酸腺苷(ATP)的酶(此酶在有钠、钾、镁离子存在时才具有活性)。ATP酶分解ATP释放能量,从而把某种物质从浓度低处运输至浓度高处。例如,钾在细胞内的浓度高于细胞外的浓度,当钾从细胞外移向细胞内时,钾的转运就不是被动的扩散与渗透,而是逆浓度梯度的运输,这就需要消耗细胞代谢所产生的能量,此时细胞膜起着动力器官的功能。

(3) 胞饮作用与胞吐作用 细胞膜对大分子物质是不能渗透的。大分子物质出入细胞是通过细胞膜的胞饮作用与胞吐作用的方式进行的(图1-5)。当细胞外液体中的大分子物质接近细

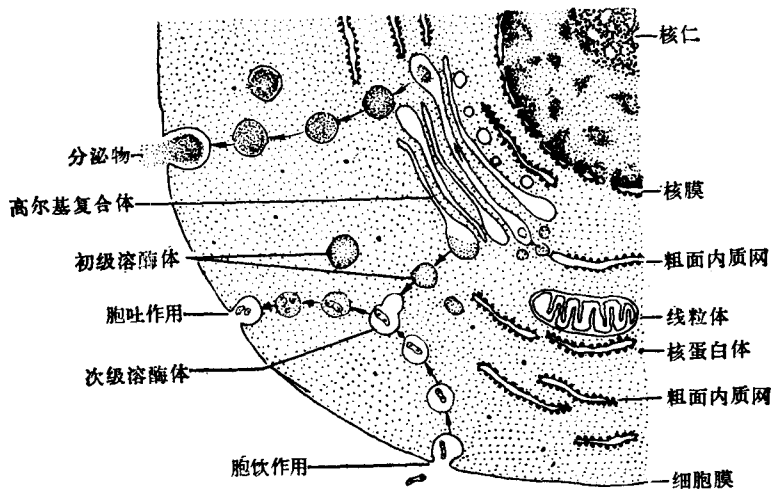


图1-5 细胞的胞饮作用、胞吐作用和分泌过程模式图

胞膜时,与膜上的某种蛋白质相结合,附在膜上,该处细胞膜即凹陷,形成小囊,将此物质包围在里面并进入细胞内,随后从细胞膜上脱离下来,形成小泡,此现象称胞饮作用。与此相反,当细胞内的大分子物质排出时,此物质在细胞质内先被一层膜包围,形成小泡,逐渐移到细胞膜附近。当小泡与细胞膜相接触时,在接触点上与细胞膜融合,形成小孔道,向外张开,物质可由此孔排出,此现象称胞吐作用。某些腺体的分泌、神经末梢递质的释放,都是以胞吐作用的方式进行的。

2. 受体作用 细胞膜上一定种类的蛋白质与外界特定的化学信号进行特异性结合,引起蛋白质构形的变化,即称此蛋白质为这一化学信号的受体。不同的受体,接受不同的化学信号,引起细胞内不同的变化。如促甲状腺素只作用于甲状腺细胞,是因为甲状腺细胞膜上有促甲状腺素的受体。一般把受体分为分辨部、转换部和效应部。分辨部为受体蛋白向着细胞外的部分,位

于脂质双层的外表面，它可识别化学信号。转换部能将接受的化学信号转换成蛋白质构形上的变化。效应部为受体蛋白向着细胞质的部分，即脂质双层的内表面，具有酶的功能。细胞接受外界信号后，酶被激活，即产生相应的反应。如受体与神经递质和某些药物结合后被激活，引起细胞内一系列酶的变化，调节与控制细胞的生理活动。

二、细胞质

细胞质(cytoplasm)是细胞膜与细胞核之间的原生质，为复杂的有机物。其构成元素有碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、钾(K)、钠(Na)、硫(S)、氯(Cl)、铁(Fe)、镁(Mg)等。主要化合物有水、蛋白质、糖类、脂肪、盐类等。

蛋白质是细胞的结构基础，由20种以上的氨基酸所组成。核酸为存在于一切活细胞中的重要生物高分子化合物，可分为脱氧核糖核酸(DNA)及核糖核酸(RNA)两大类。由核酸与蛋白质结合的核糖核蛋白体(简称核糖体)为原生质中的主要成分。细胞质中匀质而透明部分称基质，又称细胞液。基质中有各种不同的特殊结构，称为细胞器。其中膜状细胞器有内质网、高尔基复合体、线粒体、溶酶体，非膜状细胞器有中心体、核糖体等。其形态、成分与功能各不相同。除基质、细胞器外，还有无特殊名称的细胞内含物。

(一) 内质网 为结构复杂的膜状的管道或囊状物，分布在细胞质的基质中。这些膜与细胞膜相连接。有的内质网上附有核糖体，为粗面内质网，与细胞合成蛋白质有关，也是细胞内物质运输的通道。有的内质网上不附有核糖体，为滑面内质网，除为细胞内物质运输通道外，并参与糖类、脂肪等的合成与分解。

(二) 高尔基复合体 位于细胞核附近的细胞质中，为紧密重叠在一起的扁平囊、小泡及大泡三种膜状结构组成(图1-6)。其重要功能之一为参与分泌颗粒的形成。

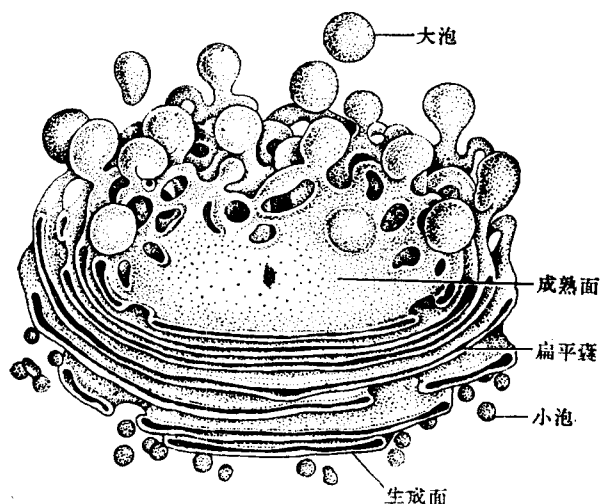


图1-6 高尔基复合体的超微结构模式图

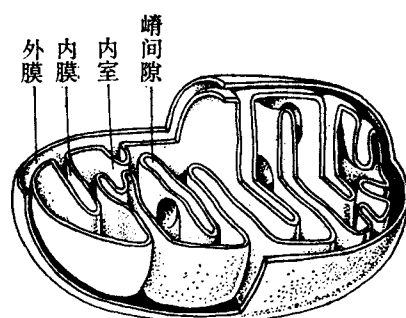


图1-7 线粒体的超微结构模式图

(三) 线粒体 在光镜下为粗线状、粒状，在电镜下可看到其为两层单位膜(外膜和内膜)包围而成的结构(图1-7)。外膜平整，内膜向内褶皱形成嵴，酶分子附在嵴的表面。线粒体为细胞