



高职高专“十一五”规划教材

DONGWU SHENGLIXUE

动物生理学

滑 静 主编



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

动物生理学

滑 静 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材按照职业教育教学改革的要求,从教学实际出发,系统介绍了动物生命活动规律及其调控,重点突出与人类生产和生活密切相关的动物生理学知识。语言简练,条理清楚,图表丰富,通俗易懂,适于学生学习和使用。

全书共十四章,介绍了绪论、细胞的基本功能、血液、血液循环、呼吸、消化和吸收、能量代谢和体温调节、泌尿、神经生理、肌肉生理、内分泌、生殖、泌乳、家禽的生理特点等内容。在实验部分精心设计了 21 个典型实验,供各学校依据实际需要开设实验课程。

本书可作为高职高专畜牧兽医类及相关专业和成人教育相关专业教材,也可供相关技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

动物生理学/滑静主编. —北京:化学工业出版社, 2009.9

高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-06209-3

I. 动… II. 滑… III. 动物学:生理学-高等学校:技术学院-教材 IV. Q4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 131382 号

责任编辑: 窦 臻 郭庆睿

文字编辑: 何 芳

责任校对: 洪雅姝

装帧设计: 周 遥

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京市振南印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 15 $\frac{3}{4}$ 字数 395 千字 2009 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编 滑 静（北京农学院）

副 主 编 张香斋（河北科技师范学院）

王延寿（甘肃职业技术学院）

吕永智（重庆三峡职业学院）

参编人员 （按姓名汉语拼音排列）

侯强红（怀化职业技术学院）

滑 静（北京农学院）

李进军（怀化职业技术学院）

李佩国（河北科技师范学院）

刘宇博（北京农学院）

吕永智（重庆三峡职业学院）

覃建基（广西农学职业技术学院）

田莉莉（锦州医学院）

王延寿（甘肃职业技术学院）

吴礼平（杨凌农业职业技术学院）

张淑萍（北京农学院）

张香斋（河北科技师范学院）

张永东（北京农业职业学院）

赵晓萌（北京农学院）

周 嫻（湖北生物科技职业学院）

前 言

本教材在编写的指导思想上,充分考虑到高职高专学生的特点,教材编写重点突出了知识的实用性,以应用为目的,同时参考了国内的动物生理学教材,达到必需、够用和适用的基本要求,讲清概念,强化应用,满足培养高等技术应用型专门人才的需求。

在内容上突出了农林类院校的专业特色,充分体现动物生理学相关专业的教学要求。

在结构体系上,以生理功能及其调控为主线,以系统为基本单元,同时注重各系统的内在联系和协调。

在写作上尽量做到结构合理、逻辑严密、重点突出、特色鲜明、叙述严谨、条理清楚、体例统一。

本书由滑静担任主编,具体编写分工如下。第一章、第四章、第九章、第十一章由滑静、赵晓萌、刘宇博、张永东编写,第二章由覃建基编写,第三章由吴礼平编写,第五章由田莉莉编写,第六章由吕永智编写,第七章由周娴编写,第八章由张香斋、李佩国编写,第十章、第十四章由李进军、侯强红编写,第十二章、第十三章由王延寿编写,实验部分由滑静、张淑萍编写,最后由滑静进行统稿。

参加编写的人员都是一线教师,有丰富的教学经验。但由于编写知识水平和编写能力有限,疏漏在所难免,恳请读者给予批评指正。

本教材配有电子课件,选用本教材的学校可以和化学工业出版社(cipedu@163.com)联系索取。

编者

2009年7月

目 录

第一章 绪论	1
学习目标	1
第一节 机体与内环境	1
一、生命活动的基本特征	1
二、内环境与稳态	2
第二节 动物机体功能的调节	2
一、神经调节	2
二、体液调节	3
三、自身调节	3
本章小结	3
复习思考题	4
第二章 细胞的基本功能	5
学习目标	5
第一节 细胞膜的基本结构和物质转运功能	5
一、细胞概述	5
二、细胞膜的基本结构和功能	6
三、细胞膜的物质转运功能	7
四、细胞的生命活动	12
第二节 细胞膜的信号转导功能	14
一、细胞膜的受体	14
二、细胞膜的信号转导功能	15
第三节 细胞的生物电与兴奋性	16
一、细胞的兴奋性和刺激引起兴奋条件	16
二、细胞生物电及其产生机制	18
三、动作电位的传导	20
本章小结	21
复习思考题	21
第三章 血液	22
学习目标	22
第一节 血液的组成和理化特性	22
一、血液的组成	22
二、血量	23
三、血液的理化特性	24
第二节 血细胞生理	25
一、红细胞	25
二、白细胞	28
三、血小板	30
第三节 生理性止血	31
一、生理性止血的基本过程	31
二、血液凝固	31
三、抗凝与促凝	33
第四节 血型与输血	35
一、血型	35
二、输血原则	36
三、动物血型的应用	36
本章小结	37
复习思考题	37
第四章 血液循环	38
学习目标	38
第一节 心脏的泵血功能	38
一、心动周期及心率	38
二、心脏的泵血功能	39
三、心输出量及其影响因素	40
四、心音和心电图	41
第二节 心肌细胞的生物电现象和生理特性	42
一、心肌细胞的生物电现象	42
二、心肌细胞的生理特性	43

第三节 血管的生理活动	45	第四节 心血管活动的调节	51
一、各类血管的功能特点	46	一、神经系统对心血管活动的调节	51
二、血流阻力和血压	46	二、心血管活动的体液调节	53
三、动脉血压和动脉脉搏	47	本章小结	54
四、静脉血压和静脉血流	48	复习思考题	54
五、微循环及组织液	49		
第五章 呼吸	55		
学习目标	55	第三节 气体在血液中的运输	61
第一节 肺通气	55	一、氧的运输	61
一、呼吸器官及其功能	55	二、二氧化碳的运输	61
二、肺通气的动力	56	第四节 呼吸运动的调节	62
三、肺容量与肺通气量	58	一、神经调节	62
第二节 肺换气和组织换气	59	二、体液调节	63
一、气体交换动力——气体分压	59	本章小结	64
二、气体交换过程	60	复习思考题	64
第六章 消化和吸收	65		
学习目标	65	三、皱胃的消化	75
第一节 概述	65	第五节 小肠内消化	75
一、消化方式	65	一、胰液的消化作用	75
二、消化道平滑肌的特性	66	二、胆汁的消化	76
三、消化腺的分泌	67	三、小肠液的消化作用	77
四、胃肠道的神经支配及作用	67	四、小肠的运动	77
五、消化道的内分泌作用	67	第六节 大肠内消化	78
第二节 口腔消化	68	一、大肠液的作用	78
一、采食和饮水	68	二、大肠内微生物的作用	78
二、咀嚼和吞咽	68	三、大肠的运动	79
三、唾液及其作用	68	四、粪便的形成和排粪	79
第三节 单胃的消化	69	第七节 吸收	79
一、胃的化学性消化	69	一、吸收过程概述	79
二、胃的运动	71	二、各种主要营养物质的吸收	80
第四节 复胃消化	71	本章小结	83
一、瘤胃和网胃的消化	71	复习思考题	83
二、瓣胃的消化	75		
第七章 能量代谢和体温调节	84		
学习目标	84	四、基础代谢	88
第一节 能量代谢	84	第二节 体温的维持及其调节	89
一、动物体能量的来源与消耗	84	一、体温	89
二、能量代谢的测定	85	二、机体的产热和散热	90
三、影响能量代谢的因素	87	三、体温调节	93

四、外界温度对动物体温的影响	95	复习思考题	96
本章小结	96		
第八章 泌尿	97		
学习目标	97	第四节 尿的浓缩和稀释	107
第一节 肾脏的解剖和血流特点	97	一、尿液的稀释	108
一、肾脏的功能结构	97	二、尿液的浓缩	108
二、肾脏的血液供应	98	三、尿液浓缩与稀释的机制	108
第二节 肾小球的滤过作用	98	第五节 尿生成的调节	111
一、滤过膜及其通透性	99	一、肾功能的自身调节	111
二、有效滤过压	99	二、肾功能的神经调节	113
三、肾小球滤过功能指标	100	三、肾功能的体液调节	113
四、影响肾小球滤过的因素	100	第六节 排尿	115
第三节 肾小管和集合管的重吸收与分泌作用	100	一、输尿管的蠕动将肾盂内的尿液送入膀胱	115
一、肾小管和集合管中不同物质重吸收	101	二、膀胱与尿道的神经支配	115
二、肾小管和集合管的分泌	106	三、排尿反射	116
三、影响肾小管、集合管重吸收的因素	107	本章小结	116
		复习思考题	117
第九章 神经生理	118		
学习目标	118	二、脑干	131
第一节 神经元与神经胶质细胞	118	三、小脑	132
一、神经元	118	四、大脑	132
二、神经胶质细胞	119	第五节 神经系统对内脏活动的调节	133
第二节 神经元间的功能联系	120	一、交感神经和副交感神经的特征	133
一、突触	120	二、植物性神经的功能	133
二、神经递质及受体	122	三、内脏活动的中枢性调节	135
三、反射活动	125	第六节 脑的高级神经活动	136
第三节 神经系统的感觉功能	128	一、非条件反射与条件反射	136
一、感受器	128	二、条件反射的形成	136
二、感觉投射系统	129	三、影响条件反射形成的因素	136
三、大脑皮质的感觉功能	129	四、条件反射的生理意义	137
第四节 神经系统对躯体运动的调节	130	本章小结	137
一、脊髓	130	复习思考题	138
第十章 肌肉生理	139		
学习目标	139	三、骨骼肌的细微结构	141
第一节 神经-肌肉接头及其兴奋传递	140	四、骨骼肌的收缩机制	144
一、神经-肌肉接头的结构特点	140	五、骨骼肌的兴奋-收缩耦联	145
二、神经-肌肉接头的兴奋传递	140	第二节 骨骼肌收缩的外部表现	145

一、骨骼肌的收缩形式	145	五、疲劳	149
二、运动的力学装置	147	本章小结	149
三、躯体运动的类型	147	复习思考题	150
四、运动时机体的生理变化	148		
第十一章 内分泌	151		
学习目标	151	一、肾上腺皮质	159
第一节 概述	151	二、肾上腺髓质	160
一、内分泌和激素的概念	151	第六节 胰岛	160
二、激素作用的特征和机制	151	一、胰岛素	160
三、激素分泌的调节	153	二、胰高血糖素	160
第二节 脑垂体	154	第七节 性腺的内分泌	161
一、腺垂体的激素及其生理功能	154	一、睾丸的内分泌	161
二、神经垂体	155	二、卵巢的内分泌	161
第三节 甲状腺	156	第八节 其他内分泌腺激素	162
一、甲状腺激素的生理作用	156	一、前列腺素	162
二、甲状腺活动的调节	157	二、松果腺及其激素	163
第四节 甲状旁腺与调节钙、磷代谢的 激素	157	三、胎盘及其激素	163
一、甲状旁腺	157	四、外激素	163
二、降钙素	158	五、胸腺及其激素	163
第五节 肾上腺	158	本章小结	164
		复习思考题	164
第十二章 生殖	165		
学习目标	165	二、受精	172
第一节 概述	165	第五节 妊娠	173
一、性成熟和体成熟	165	一、胚胎早期发育	173
二、性季节（配种季节）	166	二、胚泡的附植	174
第二节 雄性生殖生理	166	三、胎膜与胎盘	174
一、雄性生殖器官的功能	166	四、妊娠时母体的变化	175
二、授精	167	五、妊娠期	175
三、精液	168	第六节 分娩	176
第三节 雌性生殖生理	169	一、分娩过程	176
一、雌性生殖器官的功能	169	二、激素在分娩中的作用	177
二、发情周期	170	本章小结	177
第四节 排卵与受精	171	复习思考题	177
一、排卵	171		
第十三章 泌乳	178		
学习目标	178	一、乳腺的发育	179
第一节 乳腺的功能结构	178	二、乳腺发育的调节	180
第二节 乳腺的发育及其调节	179	第三节 乳的分泌及其调节	180

一、乳的分泌	180	第五节 排乳	183
二、乳分泌的调节	181	一、乳的蓄积	183
三、影响泌乳的激素	182	二、排乳过程	184
第四节 初乳与常乳	182	三、排乳的调节	184
一、初乳	182	本章小结	185
二、常乳	183	复习思考题	185
第十四章 家禽的生理特点	186		
学习目标	186	一、尿生成的特点	198
第一节 血液生理	186	二、尿的理化特性、组成和尿量	199
一、血液的理化特性	186	第七节 神经系统	199
二、血细胞	187	一、脊髓	200
三、血液凝固	188	二、延髓	200
第二节 循环生理	188	三、小脑	200
一、心脏生理	188	四、中脑	200
二、血管生理	189	五、间脑	200
三、心血管活动的调节	190	六、前脑	200
第三节 呼吸生理	190	第八节 内分泌	200
一、呼吸运动	190	一、垂体	200
二、气体交换与运输	191	二、甲状腺	201
三、呼吸运动的调节	191	三、甲状旁腺	202
第四节 消化	192	四、鳃后腺	202
一、口腔及嗉囊内的消化	192	五、肾上腺	202
二、胃内的消化	193	六、胰岛	203
三、小肠内的消化	194	七、性腺	203
四、大肠内的消化	195	八、松果腺	204
五、吸收	196	第九节 生殖	204
第五节 能量代谢和体温	196	一、雌禽的生殖	204
一、能量代谢及其影响因素	196	二、雄禽的生殖	208
二、体温	197	本章小结	209
第六节 排泄	198	复习思考题	210
实验	211		
实验一 血红蛋白含量的测定	211	实验九 离体蛙心容积导体心电图描记	219
实验二 红细胞渗透脆性实验	212	实验十 动脉血压的直接测定及影响	
实验三 红细胞沉降率(血沉)的测定	213	因素	219
实验四 红细胞的凝集现象(血型鉴定		实验十一 人体动脉血压的测定及影响	
实验)	214	因素	221
实验五 蛙心活动的观察	215	实验十二 呼吸运动的调节和胸内压	
实验六 蛙心收缩的记录和心肌特性	215	测定	222
实验七 蛙心起搏点	217	实验十三 离体肠段运动的描记	223
实验八 离体蛙心灌流	217	实验十四 影响尿生成的因素	224

实验十五 反射与反射弧的分析	225	关系	228
实验十六 坐骨神经腓肠肌标本制备	226	实验十九 神经干动作电位的引导	229
实验十七 刺激强度与骨骼肌收缩的 关系	227	实验二十 大脑皮质的运动区定位	230
实验十八 刺激频率与骨骼肌收缩的 附录	232	实验二十一 去大脑僵直	230
一、动物生理实验常用仪器	232	三、生理实验常用试剂	239
二、动物实验的基本操作	233		
参考文献	241		

第一章 绪论

学习目标

1. 了解动物生理学的概念、动物生理学的研究对象和任务。
2. 了解生命的特征，掌握机体功能调节的方式。

动物生理学是研究动物体的生命活动现象和机体各个组成部分功能的一门科学，生理学 (physiology) 是生物科学的一个分支。从单细胞生物进化到多细胞生物体，不同的细胞群构成各个器官和系统，形成不同的功能。动物生理学 (animal physiology) 的任务就是研究动物机体各个系统、器官和细胞的正常活动过程，以及不同细胞、器官和系统之间的相互联系和相互作用。认识到动物有机体由许多器官、系统组成，而各器官、系统的功能互相联系、配合、制约、依存，作为一个整体进行有规律的活动。生命活动与外界环境有十分密切的联系，动物机体通过一系列的调节过程，以适应外界环境的变化。

动物生理学以家畜、家禽、宠物等为主要研究对象，通过研究机体内部各系统的活动及其互相联系，以及动物机体和外界环境之间的关系，认识动物机体正常的生命活动规律，从而利用这些规律提高动物的生产性能，更好地为人类的生产活动服务。动物生理学是动物医学、动物科学、生物技术、生物工程、生命科学、动物检疫等专业重要的专业基础课之一。

第一节 机体与内环境

任何生物有机体都生活在一定的环境中，机体的一切生命活动都与生活环境紧密相关。环境是自然选择的重要因子。现代生物学认为，机体的生命活动取决于内因和外因。内因包括基因和直接影响基因表达的各种因子，而外因则涉及营养、食物、温度、光照等因素。因此，动物的生理活动实质上是动物机体与环境相互作用的过程。

一、生命活动的基本特征

动物生命活动的基本特征包括新陈代谢、兴奋性和适应性。

1. 新陈代谢

新陈代谢是指动物体与其周围环境之间的物质交换和能量交换，以及体内的物质转化和能量转化过程。

动物和其他生物一样，为了自身的生长、发育、繁殖等，都要不断地从外界环境中摄取营养物质，在体内经过改造或转化，合成机体自身成分，同时储存能量；又不断地分解自身的旧成分，并放出能量，供机体生命活动需要，将代谢产物排出体外。新陈代谢从运动形式上可分为物质代谢与能量代谢，两者密切联系，物质的变化必定伴有能量的转移。新陈代谢是生命的基本特征，新陈代谢一旦停止，生命也将随之结束。

2. 兴奋性

一切活细胞或组织，当其周围环境条件迅速改变时，有产生动作电位并发生反应的能力或特性，称为兴奋性 (excitability)。当生物体所处的环境发生变化时，它都能做出相应的

反应,适应变化了的环境。例如,针刺趾尖可立即出现屈腿反应,异物触碰眼角可引起眨眼。这种能引起动物或组织出现反应的各种内外环境因素称为刺激。

活组织在接受刺激发生反应时,其表现形式有两种:一种是由相对静止状态转变为显著的活动状态,或由较弱的活动变为较强的活动,称为兴奋;另一种是由显著活动状态转变为相对静止状态,或由较强的活动变为较弱的活动,称为抑制。兴奋和抑制是相互联系、相互制约的,它们都是活组织具有兴奋性的表现。不同的组织发生反应时外部表现不同,例如肌肉表现为收缩,腺体表现为分泌,神经纤维则表现为传导神经冲动等。虽然外部表现不同,但是它们都有一个共同的变化,就是在接受刺激处的细胞膜两侧首先出现可传导的电位变化,即产生动作电位。因此,兴奋性也可以定义为细胞受刺激时具有产生动作电位的能力。

3. 适应性

动物体生活在一定的外界环境中,包括自然环境和社会环境。自然环境指自然界中的各种因素,如空气、水、食物、光线、温度等,社会环境包括人与动物以及动物的群体等因素。外界环境的变化,都能引起动物机体生理功能的改变。在一定的范围内,动物机体能够随着外界环境的改变,不断调整各种生理功能,达到与环境的相对平衡。动物机体的这种适应环境变化而生存的特性,称为适应性。

二、内环境与稳态

动物机体生活的外部环境是多变的,如温度、营养、光照、湿度等,它们作用于机体,可能引起机体功能的变化。但是,机体绝大多数细胞并不直接与外界环境接触,而是在体液的包围之中。动物体内所含的液体统称为体液(body fluid),约占体重的60%,大部分位于细胞内,称为细胞内液(intracellular fluid),约占体重的40%,还有一部分存在于细胞外,称为细胞外液(extracellular fluid),约占体重的20%。约有1/4的细胞外液是血浆,其余3/4分布于全身的组织间隙,称为组织液。机体的绝大多数细胞并不直接与外界环境接触,而是浸浴在细胞外液之中。因此,将细胞外液称为机体的内环境(internal environment),以区别于整个机体所处的外界环境。

将内环境化学成分和生理特性保持相对稳定的生理学现象称之为稳态(homeostasis)。

第二节 动物机体功能的调节

机体的各种器官和系统分别执行不同的功能,但是它们又密切配合,互相协调,以保持整体性和内环境的稳定,并且使机体与外环境变化相适应。机体对各种功能活动的调节方式主要有三种,神经调节(nervous regulation)、体液调节(humoral regulation)和自身调节(autoregulation)。

一、神经调节

机体许多生理功能是由神经系统的活动来进行调节的。神经调节的基本过程是反射,反射是指在中枢神经系统的参与下,机体对内外环境变化产生的规律性应答。反射活动的结构基础是反射弧。反射弧由以下五个基本部分组成,它们是:感受器、传入神经纤维、神经中枢、传出神经纤维、效应器。这五个环节联系起来,构成神经调节的结构单位和功能单位。感受器能感受体内某部位和外界环境的变化,并将这种变化转变成一定的神经信号,通过传入神经纤维传至相应的神经中枢,中枢对传入的信号进行分析、综合,并做出反应,通过传出神经纤维改变效应器的活动。举例来说,在正常的生理情况下,动脉血压是保持相对稳定

的,当动脉血压高于正常时,分布在主动脉弓和颈动脉窦的压力感受器能感受血压的变化,并将血压的变化转化为神经冲动,后者通过传入神经纤维到达延脑的心血管中枢,心血管中枢对传入的神经信号进行分析,然后通过迷走神经和交感神经的传出纤维,改变心脏和血管的活动,最后使动脉血压下降。人类和其他高等动物的反射可分为非条件反射和条件反射两类。非条件反射是先天遗传的、生来就有的反射,是一种初级神经活动。条件反射是后天获得的,是大脑的高级神经活动。

神经调节的特点是:迅速而准确,但作用范围局限,作用持续时间短暂。

二、体液调节

体液调节是指机体的某些细胞能生成并分泌某些特殊的化学物质,经体液运输到达全身的组织细胞,通过作用于细胞上相应的受体,对这些组织细胞的活动进行调节。体内有许多内分泌细胞,能分泌几十种激素(hormone),专一性地对不同组织器官的活动产生各自特殊的调节性影响。各种激素的调节活动并不是彼此孤立的,它们同时作用于同一组织或器官时,有的发生协同作用,有的发生拮抗作用。正是由于激素之间的这种复杂的相互作用,体液调节就成为神经调节方式以外的另一种比较完善的调节方式。

激素虽然是实现体液调节的主要因素,但体液调节的概念并不仅局限于激素的作用。例如组织细胞的代谢产物 CO_2 在组织中含量增加时,可以引起局部的血管舒张,促进局部的血液循环,使积蓄的 CO_2 较快地清除。

体液调节的特点:作用出现比较缓慢,作用范围比较广泛,作用持续时间比较长。

神经系统与内分泌系统在功能上关系

密切,有相互调节的作用,因此它们的调节又合称为神经-体液调节(图 1-1)。

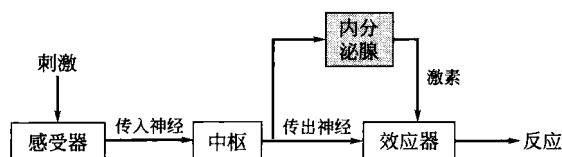


图 1-1 神经-体液调节

三、自身调节

许多组织细胞自身也能对周围环境变化发生适应性反应,这种反应是组织、细胞本身的生理特性,并不依赖于外来的神经或体液的作用,所以称为自身调节。例如,血管壁平滑肌在受到牵拉刺激时,会发生收缩性反应,这种自身调节对于维持组织局部血流量的相对恒定起一定的作用。与上两种调节相比,自身调节较为简单,幅度小,但也是全身性神经和体液调节的补充,使有机体的生理活动更完善。

本章小结

- 动物生理学是研究动物体的生命活动现象和机体各个组成部分功能的一门科学,动物生理学以家畜、家禽、宠物等为主要研究对象,是动物医学、动物科学、生物技术、生物工程、生命科学、动物检疫等专业重要的专业基础课之一。

- 生命的基本特征有兴奋性、适应性和新陈代谢。

- 动物机体的功能调节方式主要有神经调节、体液调节和自身调节。神经调节和体液调节是机体的主要调节方式,神经调节的基本过程是反射,神经调节的特点是快速、准确,但作用时间短、范围局限。体液调节是指激素通过体液循环调节靶细胞活动的过程,体液调节的特点是作用范围广泛、持续时间长,但是作用比较缓慢。

复习思考题

1. 动物生理学的研究对象和任务是什么？
2. 生命的基本特征是什么？
3. 动物机体的功能调节方式有哪些？各有何特点？

第二章 细胞的基本功能

学习目标

1. 理解细胞概念；掌握细胞的构造和功能。
2. 掌握细胞膜的物质转运方式和概念、跨膜信息传递的概念及主要方式。
3. 了解细胞的兴奋性和刺激引起兴奋条件，了解细胞生物电和有关现象，理解静息电位的概念及其形成机理、动作电位的概念及其形成机制。

细胞是动物体的形态功能和生长发育的基本结构单位。机体内所有生理功能和生化反应都以细胞及其代谢产物为基础。离开了对细胞及各种细胞器的分子组成和功能认识，要阐明物种进化、生物遗传、个体的新陈代谢、各种生命活动等生物学现象以及整体和各系统、器官功能活动的机制是不可能的。因此，要阐明动物整体和各系统、器官的功能活动的机制，首先要学习细胞的基本功能。

细胞的基本功能主要包括：细胞膜的基本结构，不同物质分子与离子的跨膜转运功能，作为细胞接受外界影响或细胞间相互影响基础的跨膜信号转导功能，以不同带电粒子跨膜运动为基础的细胞生物电和有关现象。

第一节 细胞膜的基本结构和物质转运功能

一、细胞概述

细胞是动物有机体的基本结构和功能单位。畜、禽等动物有机体都是由细胞和细胞间质构成。细胞的基本化学成分有蛋白质、核酸、脂类、糖类、水、无机盐、维生素和酶等。

（一）细胞的形态和大小

动物体内的细胞形态多种多样，有圆形、卵圆形、立方形、柱形、梭形、扁平形、星形等。细胞的形态与其所处的环境、执行的生理功能相适应。例如在血液内流动的血细胞，多呈圆形；接受刺激、传导冲动的神经细胞多呈星形；具有突起、能收缩和舒张的肌细胞呈梭形（图 2-1）。

细胞的大小不一。家畜体内最小的细胞是小脑的小颗粒细胞，直径只有 $4\mu\text{m}$ ，最大的是成熟的卵细胞，直径可达 $200\mu\text{m}$ ，最长的细胞是神经细胞，其突起可达 1m 左右。一般动物的细胞直径在 $10\sim 30\mu\text{m}$ 。

（二）细胞的组成

1. 细胞膜或质膜

细胞膜（cell membrane）是细胞表面一层连续而封闭的界膜，又称原生质膜或质膜（plasma membrane）。生物膜则指细胞膜、核被膜及构成各种细胞器，例如线粒体、内质网、高尔基体、溶酶体等膜的统称。通常又将细胞内的膜性结构称为单位膜。

细胞膜的基本功能是维持细胞内微环境的相对稳定并与外界环境进行物质交换，但细胞膜不是一种简单的屏障和支架，生物体内许多代谢过程都与细胞膜上酶的活动有关，如能量

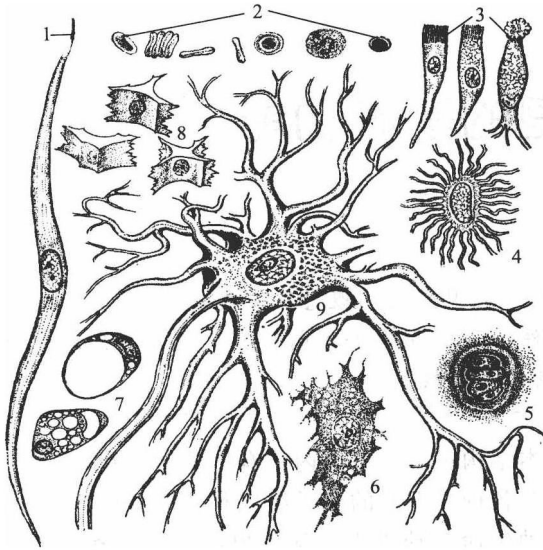


图 2-1 细胞的形态

- 1—平滑肌细胞；2—血细胞；3—上皮细胞；
4—骨细胞；5—软骨细胞；6—成纤维细胞；
7—脂肪细胞；8—腱细胞；9—神经细胞

细胞没有细胞核外，所有的细胞都有细胞核。大多数细胞只有一个细胞核，少数也有两个核或多个核。细胞核由核膜、核基质、核仁和染色质构成。染色质和染色体实际上是同一物质的不同功能状态，由 DNA 和蛋白质组成，含有大量的遗传信息，可控制细胞的代谢、生长、分化和繁殖，决定着子代细胞的遗传性状。

二、细胞膜的基本结构和功能

关于细胞膜的分子结构形式，20 世纪 70 年代，Singer 和 Nicholson 提出了“液态镶嵌模型”（fluid mosaic model）。该模型的基本内容是：细胞膜呈脂质双分子层结构，其中镶嵌着具有不同生理功能的蛋白质。镶嵌的膜蛋白与磷脂双层分子交替排列。流动的脂质双分子层构成膜的连续主体，蛋白质分子游动在脂质的“海洋”中（图 2-2）。

对各种膜性结构的化学分析表明，膜主要由脂质、蛋白质和糖类物质组成，一般是以脂质、蛋白质为主，只有少量糖类。

1. 脂质双分子层

细胞膜上的脂质主要是磷脂，约占总量的 70% 以上，其次为胆固醇，还有少量的糖脂。磷脂是最重要的脂类，主要是磷酸甘油酯和鞘磷脂。磷脂的基本结构是：一分子甘油的两个羟基同两分子的脂肪酸相结合，另一个羟基则同一分子磷酸结合，

磷酸又与一个碱基结合。每个磷脂分子中由磷酸和碱基构成的基团为亲水端，都朝向膜的外表面或内表面，而磷脂分子中两条较长的脂肪酸烃链为疏水端，在膜的内部两两相对。由于脂质的熔点较低，所以在一般体温条件下是液态的，具有某种程度的流动性。膜的流动性大

转换、物质转运、信号转导、生物电产生等。这些功能的机制是由膜的分子组成和结构决定的。此外，各种抗原、抗体分子也存在于膜中。

2. 细胞质

细胞质中包含有基质、内含物和多种细胞器。细胞器是位于细胞质中具有一定形态的、执行一定生理功能的微小器官，如参与细胞内物质氧化、释放能量的、有“能量供应站”之称的线粒体；有合成、分泌、运输蛋白质作用的内质网；有合成蛋白质功能的核糖体；参与细胞分裂的中心体；对细胞合成物质进行加工、浓缩、包装的高尔基体；把进入细胞内的异物和衰老死亡细胞进行消化分解的溶酶体等。

3. 细胞核

细胞核是细胞遗传和代谢活动的控制中心。在畜、禽体内，除家畜成熟的红细胞

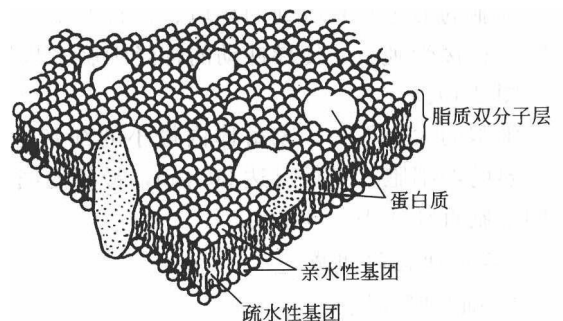


图 2-2 膜的液态镶嵌模型