

全国高等农业院校合编教材

动物生理学

DONGWU SHENGLIXUE

张玉生 柳巨雄 刘娜 主编

吉林人民出版社

高等农业院校合编教材

动 物 生 理 学

张玉生 柳巨雄 刘 娜 主编

吉林人民出版社

(吉)新登字 01 号

动物生理学

主 编	张玉生 柳巨雄 刘 娜	
责任编辑	高振方	封面设计 于卫东
责任校对	柳巨雄	版式设计 巨 雄

出 版 者	吉林人民出版社 (长春市人民大街 124 号 邮编 130021)
发 行 者	吉林人民出版社
印 刷 者	中国人民解放军军需大学

开 本	787×1092 1/16
印 张	23.5
字 数	524 千字
版 次	2000 年 7 月第 1 版
印 次	2000 年 7 月第 1 次印刷
印 数	1—2 000 册

标准书号	ISBN 7-206-03048-3/G·969
定 价	25.00 元

如图书有印装质量问题,请与承印工厂联系。

参编人员名单

主 编：张玉生 柳巨雄 刘 娜

副主编：李士泽 章怀云 马恒东 武现军

编 者：(按姓氏笔画为序)

马恒东 (四川农业大学)

王文魁 (山西农业大学)

王纯洁 (内蒙古农业大学)

王南舟 (杭州商学院)

邓展明 (广西大学)

邢 华 (扬州大学)

伍晓雄 (华中农业大学)

刘 娜 (邯郸农业高等专科学校)

刘淑英 (内蒙古农业大学)

孙镇平 (扬州大学)

杨焕民 (黑龙江八一农垦大学)

李士泽 (黑龙江八一农垦大学)

李佩国 (河北农业技术师范学院)

张玉生 (中国人民解放军军需大学)

张汤杰 (扬州大学)

武现军 (河北农业大学)

范明普 (东北农业大学)

柳巨雄 (中国人民解放军军需大学)

章怀云 (湖南农业大学)

曾 丽 (云南农业大学)

责任编辑：高振方

封面设计：于卫东

正文设计：柳巨雄

插图制作：于卫东

编写说明

动物生理学是畜牧、兽医及卫生检验等专业的一门重要学科，是农业大学、师范院校、综合性大学农学院的一门重要的基础理论课程。为适应畜牧、兽医教育事业改革和发展的需要，根据培养目标和素质教育的要求，由全国 15 家高等农业院校合作编写了这本《动物生理学》教材，本教材除系统阐述动物生理学的基本理论和基本知识，突出动物科学的特点外，还注重提高教材的思想性、科学性、先进性、启发性和适用性，在编写上力求做到文字简练，通俗易懂，使教材具有可读性。

在内容上力求做到言简意赅；同时也注意添加了一些新的进展，如稳态及机体机能活动的调控模式，神经免疫调节等。

参加本书编写的成员，均是在教学、科研第一线工作的骨干，都有一定的教学经验和科研实践能力，但学科发展突飞猛进，日新月异，使编者深感学识浅薄，加之编者经验不足，在编写过程中，虽然多次讨论、修改和审校，但修改后的教材，疏漏和不当之处仍然难免。恳切希望广大读者给予批评，敬请各位同仁进行斧正。

编 者

2000 年 6 月于长春

目 录

序言	1
第一章 机体的基本生理过程	4
第一节 稳态与机体机能活动的调节	4
一、生命的基本特征	4
二、内环境与稳态	5
三、机体机能活动的调节	6
第二节 细胞的基本功能	8
一、细胞膜结构及物质转运功能	8
二、细胞的兴奋性与生物电现象	14
三、兴奋的细胞间传递	19
第二章 血液	23
第一节 血液的组成与特性	23
一、体液	23
二、血液的组成	23
三、血量	24
四、血液的理化特性	25
第二节 血浆	28
一、血浆化学成分及其作用	28
二、血浆的主要功能	30
第三节 红细胞	30
一、红细胞的形态和数目	30
二、红细胞的功能与血红蛋白	31
三、红细胞的生成与破坏	31
第四节 白细胞	33
一、白细胞的形态与数目	33
二、白细胞的免疫功能	34
三、白细胞的生成和破坏	37
四、脾脏的功能	38
第五节 生理止血机制	38
一、血小板	39
二、血液凝固	40
三、抗凝血系统与纤维蛋白溶解	43
四、促进和延缓血液凝固	45
第六节 血型	46
一、有关血型的几个概念	46
二、红细胞血型	47
三、蛋白质型	47
四、血型的应用	48
第三章 血液循环	50
第一节 心脏的生理活动	51
一、心肌细胞的生物电现象	51
二、心肌的生理特性	56
三、心动周期及其中的各种变化	62
第二节 血管的生理活动	68
一、血压的概念	70

二、动脉血压与动脉脉搏·····	71
三、静脉血压、静脉血流及静脉脉搏·····	73
四、血流速度与阻力·····	75
第三节 微循环、组织液与淋巴液·····	76
一、微循环与毛细血管血压·····	76
二、组织液的生成及其影响因素·····	79
三、淋巴的生成和回流·····	81
第四节 心血管活动的调节·····	82
一、心血管活动的神经调节·····	82
二、心血管活动的体液调节·····	88
第五节 器官循环的特点·····	91
一、冠状循环·····	91
二、肺循环·····	92
三、脑循环·····	93
四、肝循环·····	94
第四章 呼吸生理·····	95
第一节 肺通气·····	95
一、肺通气的结构基础和功能·····	95
二、肺通气原理·····	97
三、肺容量与肺通气量·····	102
第二节 气体交换及运输·····	104
一、气体交换·····	104
二、气体运输·····	106
第三节 呼吸运动的调节·····	110
一、神经调节·····	110
二、化学因素对呼吸的调节·····	112
三、高原对呼吸的影响·····	113
第四节 肺的非呼吸功能·····	114
第五章 消化与吸收·····	115
第一节 概述·····	115
一、消化的方式·····	115
二、消化道平滑肌的特性·····	115
三、胃肠道功能的调节·····	118
第二节 口腔的消化·····	121
一、采食和饮水·····	121
二、唾液分泌·····	123
三、咀嚼·····	124
四、吞咽·····	125
第三节 单胃内的消化·····	125
一、胃的分泌·····	125
二、胃的运动·····	129
第四节 复胃内的消化·····	132
一、瘤胃和网胃内的消化·····	133
二、前胃运动及其调节·····	138
三、皱胃内消化·····	142
第五节 小肠内的消化·····	142
一、胰液·····	142
二、胆汁·····	144
三、小肠液·····	146

四、小肠运动·····	147
第六节 大肠消化·····	149
一、大肠液的分泌·····	149
二、大肠的运动和排粪·····	149
三、大肠内的生物学消化·····	150
第七节 吸收·····	152
一、吸收的部位·····	152
二、吸收的原理·····	154
三、主要营养物质的吸收·····	154
第六章 能量代谢和体温调节·····	160
第一节 能量代谢·····	160
一、能量代谢的测定方法·····	160
二、影响能量代谢的几个因素·····	164
三、基础代谢和静止能量代谢·····	165
第二节 体温及其调节·····	167
一、动物的体温及其正常变动·····	167
二、机体的产热和散热过程·····	168
三、体温恒定的调节·····	170
四、外界温度对动物体温的影响·····	174
第七章 泌尿·····	177
第一节 尿的理化性质及组成·····	177
一、尿的组成·····	177
二、尿的理化性质·····	177
第二节 尿的生成·····	178
一、肾脏的结构特点·····	178
二、肾脏血液循环的特点·····	179
三、尿的生成过程·····	180
第三节 尿的浓缩和稀释·····	184
一、逆流交换和逆流倍增·····	185
二、肾髓质渗透梯度的维持-直小血管的作用·····	186
三、尿液的浓缩和稀释过程·····	186
第四节 尿生成的调节·····	186
一、影响肾小球滤过的因素·····	186
二、影响肾小管和集合管重吸收及分泌作用的因素·····	187
第五节 排尿·····	189
一、膀胱与尿道的神经支配·····	189
二、排尿反射·····	189
第八章 肌肉生理·····	191
第一节 骨骼肌的特性·····	191
一、骨骼肌的物理特性·····	191
二、骨骼肌的生理特性·····	191
第二节 骨骼肌的收缩·····	192
一、骨骼肌的收缩形式·····	192
二、神经肌肉间的兴奋传递·····	193
三、骨骼肌的收缩机理·····	195
第三节 躯体运动·····	198
一、运动的力学装置·····	199
二、躯体运动的类型·····	199
三、运动时机体的生理变化·····	200

四、疲劳·····	201
第九章 神经系统 ·····	203
第一节 神经元活动的一般规律·····	203
一、神经纤维·····	203
二、突触·····	205
三、神经递质·····	209
第二节 反射中枢活动的一般规律·····	213
一、中枢兴奋·····	213
二、中枢抑制·····	215
第三节、神经系统的感觉功能·····	217
一、感受器·····	218
二、脊髓的感觉传导通路·····	219
三、丘脑及其感觉投射系统·····	220
四、大脑皮质的感觉分析功能·····	222
五、痛觉·····	223
第四节 神经系统对躯体运动的调节·····	225
一、脊髓对躯体运动的调节·····	225
二、脑干对肌紧张的调节·····	227
三、基底神经节对躯体运动的调节·····	229
四、小脑对躯体运动的调节·····	230
五、大脑皮质对躯体运动的调节·····	231
第五节 神经系统对内脏活动的调节·····	232
一、交感和副交感神经的特征·····	232
二、交感和副交感神经的功能·····	233
三、内脏活动的中枢性调节·····	235
第六节 神经免疫调节·····	236
一、神经和内分泌系统对免疫功能的调节·····	236
二、免疫系统对神经内分泌系统的调节作用·····	238
三、神经内分泌与免疫系统之间相互作用的途径·····	240
第七节 脑的高级神经活动·····	241
一、条件反射·····	241
二、动力定型·····	243
三、神经活动的类型·····	243
第十章 内分泌 ·····	246
第一节 概述·····	246
一、内分泌器官和内分泌细胞·····	246
二、激素·····	246
三、激素作用的机制·····	251
四、激素分泌的调控·····	254
第二节 下丘脑的内分泌功能·····	254
一、下丘脑的神经内分泌细胞·····	255
二、下丘脑与垂体的功能关系·····	255
三、下丘脑分泌的激素(因子)及生理作用·····	255
四、下丘脑调节肽分泌的调节·····	257
第三节 垂体·····	257
一、腺垂体·····	258
二、神经垂体·····	260
第四节 甲状腺·····	261
一、甲状腺激素的化学·····	261

二、甲状腺激素的合成、分泌、转运和代谢	262
三、甲状腺激素的生理作用	263
四、甲状腺激素分泌的调节	265
第五节 甲状旁腺、维生素D ₃ 和甲状腺C细胞	265
一、甲状旁腺	265
二、维生素D ₃	266
三、甲状腺C细胞	267
第六节 肾上腺	267
一、肾上腺皮质	267
二、肾上腺髓质	270
第七节 胰岛	271
一、胰岛素	271
二、胰高血糖素	272
第八节 其他内分泌腺和内分泌物质	273
一、胸腺	273
二、松果腺(松果体)	274
三、胎盘及其激素	274
四、前列腺素	275
五、细胞生长、分化的有关因子	275
第十一章 生殖	277
第一节 一般概念	277
一、生殖器官和副性征	277
二、性成熟和体成熟	277
三、性季节(繁殖季节)	278
第二节 雄性生殖生理	278
一、睾丸的功能	278
二、睾丸活动的调节	280
三、附睾及副性腺的主要功能	281
四、精液	281
第三节 雌性生殖生理	283
一、卵巢的功能	283
二、性周期	287
三、附性器官的功能	289
四、受精和授精	290
五、妊娠	293
六、分娩	295
第十二章 泌乳	299
第一节 乳腺的结构	299
第二节 乳腺的发育及其调节	301
一、乳腺的发育	301
二、乳腺发育的调节	301
第三节 乳的分泌	302
一、乳汁	302
二、乳的生成过程	303
三、乳分泌的发动和维持	305
第四节 乳的排出	306
一、排乳过程	306
二、排乳的神经-体液调节	306
三、乳导管系统内压与泌乳和排乳的关系	308

第十三章 感觉器官及皮肤生理	309
第一节 视觉	309
一、眼球的结构	309
二、眼的折光功能	310
三、眼的感光功能	311
四、双眼视觉	312
第二节 听觉	313
一、外耳	313
二、中耳	314
三、内耳	315
第三节 平衡感觉	316
一、前庭器官的结构	316
二、前庭器官的适宜刺激	317
三、前庭器官的反射	318
第四节 嗅觉和味觉	318
一、嗅觉	318
二、味觉	319
第五节 皮肤生理	319
一、被毛	319
二、皮肤的感觉功能	321
三、皮肤的分泌及排泄机能	322
第十四章 家禽的生理特点	324
第一节 血液生理	324
一、血液的理化特性	324
二、血细胞	325
三、血液凝固	327
第二节 循环生理	327
一、心脏生理	327
二、血管生理	328
三、心血管活动的调节	329
第三节 呼吸生理	329
一、呼吸运动	330
二、气体交换与运输	331
三、呼吸运动的调节	331
第四节 消化	332
一、口腔和嗉囊内的消化	332
二、胃内的消化	333
三、小肠内的消化	334
四、大肠内的消化	335
五、吸收	336
第五节 能量代谢和体温	337
一、能量代谢及其影响因素	337
二、体温	338
第六节 排泄	339
一、尿生成的特点	340
二、尿的理化特性、组成和尿量	340
三、鼻腺的排盐功能	340
第七节 神经系统	341
一、脊髓	341

二、延髓·····	341
三、小脑·····	341
四、中脑·····	341
五、间脑·····	342
六、前脑·····	342
第八节 内分泌·····	342
一、垂体·····	342
二、甲状腺·····	343
三、甲状旁腺·····	344
四、腮后腺·····	344
五、肾上腺·····	345
六、胰腺·····	345
七、性腺·····	346
八、松果腺·····	346
第九节 生殖·····	347
一、雌禽的生殖·····	347
二、雄禽的生殖·····	351
生理学常用词汇英汉对照表·····	353

绪 言

生理学(Physiology)是生物学的一个分支,是研究生物机体的正常生命活动规律的科学。动物生理学是生理学的一个分支,是研究动物体正常生命活动及其规律的科学。例如食物的消化和吸收、气体的吸入和呼出、血液的循环、代谢产物的排出等等。动物生理学的任务就是要研究动物机体这些生理功能的发生机制、条件以及各种内外环境变化对这些功能的影响,从而掌握动物机体各种生理变化的规律。

一、动物生理学的研究对象

动物体的正常生命活动,首先在于其本身是以完整统一体而存在。具体表现为机体各部分的活动均保持着密切的联系,机体内部情况保持在相对恒定或稳定的状态之中。同时,机体和环境之间也保持着密切的联系。周围环境的变化,必然导致动物体各系统的机能发生与之相适应的变化,动物才能正常生活和繁殖后代。例如,生活在南方与北方、高原与平原的动物,由于长期适应环境的结果,都具有各自的机能特点。因此,动物生理学的研究从整体观点出发,既要阐明机体各部分活动特点,即各器官、系统的机能,以及各部分活动之间的相互关系,又要阐明机体在与环境相互作用时,各器官系统活动的变化规律。

然而,动物体各器官、系统的机能,一般决定于其结构单位—组织和细胞的生理特点和物理特性。而这些特性,归根到底,又取决于其化学组成和物理、化学的变化。因此,动物生理学还要进一步阐明这些特性和理化变化的规律。目前生理学的研究已从组织、细胞的水平发展到探索亚细胞和细胞内部各种物质分子的活动规律的分子水平。因此动物生理学的研究归纳起来,大致分为三个水平:整体的生理、器官和系统的生理以及细胞和分子的生理。本书内容主要以整体及器官、系统的生理为主,兼论某些组织和细胞的生理,至于分子生理只在个别处有所涉及。

二、动物生理学的研究目的和任务

动物生理学是畜牧、兽医及卫生检验等学科的一门基础科学。它的理论来源于实践,又转过来为实践服务。研究动物生理学的目的,不仅在于揭露动物体的生命活动规律,解释各种生命活动规律和各种生理现象。更主要的是在于掌握动物体的生命活动规律,并运用这些规律,更有效地预防和治疗动物疾病,保障动物体健康和畜牧业的发展。

畜牧业是社会主义经济和现代化农业的重要组成部分,其发展有利于提供丰富的畜产品以满足人民日益增长的生活需要,促进以畜产品为原料的轻工业的发展,推动我国外贸事业的发展。总之,对于促进我国社会主义市场经济的繁荣和发展,有着深远的意义。因此,要迅速发展畜牧业。向农业的集约化进军这一目标,给动物生理学研究提出了十分艰巨而光荣的任务。例如,在实现畜牧业集约化过程中,根据我国的具体情况,用何种饲料、如何合理配制、采用何种饲养管理制度等,方能达到畜、禽的高效消化吸收,使之生长迅

速,乳、肉、蛋、毛皮等产品产量多而质好,这些都是家畜生理学的消化和代谢生理领域亟待解决的问题。又如繁育肉用、乳用、或乳肉兼用型的优良种牛;驯化和培育野生经济动物(如鹿、貂、麝、狐等),也都向动物生理学提出了新的研究课题。此外,通过对家禽生理的研究,可促进养禽业的发展。这些都说明了动物生理学的实用价值很大。

兽医事业是畜牧事业迅速发展的重要保证。因此,在发展畜牧业的同时,应迅速消灭和控制各种动物的传染病,制定“防重于治”的方针,开展兽医防治工作。动物生理学在这方面也承担着十分重要的任务。只有深入揭示动物体正常生理活动的规律性,才能以新的生理学理论,去促进兽医科学的发展。这样,兽医科学工作者,就能在更高的理论基础上,正确认识疾病,分析致病原因和制定各种防治措施,以确保畜牧业的迅速发展。

三、动物生理学的研究方法

动物生理学是一门实验科学,动物生理学的知识必须来自对生命现象的客观观察和实验。所谓观察,就是如实地把自然的客观现象记录下来,加以概括和统计,得出结论。例如,我们欲知健康成年牛的心搏频率,可以在一大群健康成年牛中进行观察,计数每头牛在安静状态下每分钟心搏次数。积累数千头牛的观察记录,加以统计分析,得出平均值为每分钟心搏若干次,于是得出结论:健康成年牛安静状态下心搏频率大致平均每分钟若干次。

所谓实验,就是人为地创造一定条件,使平时不能观察到的某种隐蔽的或微细的生理变化能够被观察,或某种生理变化的因果关系能够被认识。绝大多数生理学问题都要借助于这类方法进行研究。生理学所进行的动物实验方法,归纳起来不外乎慢性实验和急性实验两大类,而急性实验又可分为在体(*in vivo*)和离体(*in vitro*)两种。慢性动物实验方法主要是在无菌条件下对健康动物进行手术,暴露要研究的器官(如消化道各种造瘘手术)或摘除、破坏某一器官(如切除某一内分泌腺),然后在接近正常生活的条件下,观察所暴露器官的某些功能,观察摘除或破坏某器官后所产生的功能紊乱等。这种方法由于以完整动物为实验对象,又是在接近正常生活的条件下进行的,因此获得的结果比较接近正常生理活动规律。急性在体实验方法,是在无痛条件下剖开动物身体,对某一两个器官进行实验观察。这种方法比慢性实验方法简单,易于控制条件,有利于观察器官间的具体关系和分析某一器官功能活动的过程与特点,但与正常情况下的功能活动有一定差别。离体实验方法是在动物体内取出某一器官,置于人工的环境中,研究它的机能和有关因素的作用。例如,观察离体肌肉的收缩或离体心脏的活动等。但所得结果不一定能代表它在正常机体内的情况。

近二三十年来,由于基础科学和新技术的迅速发展,以及相关学科间的交叉渗透,使生理学的研究得到迅速发展。有关器官机能的知识,特别是内分泌和中枢神经系统的机能的知识日新月异。如微量化学分析、免疫学、组织培养、电子显微镜、放射性同位素、PCR、电生理和电子计算机技术的应用,促使生理学从器官系统机能活动的描述,深入到细胞分子水平的研究。无创伤探测方法的应用,促进了整体水平的研究。

总之,所有这些不同的实验方法,各有其特殊的意义。在进行生理学研究时,应根据

其研究的任务和课题的性质，选择最适当的方法。这里必须着重指出，无论采取哪种实验方法，在解释研究结果时，都必须持实事求是的态度，既不能把局限于某种特定条件下所获得的资料引伸为普遍性规律；更不能把一种动物实验的结果，不加区别的移用于所有的动物。这样才能正确、客观地反映事物的本质。

第一章 机体的基本生理过程

动物的门类繁多、结构复杂,但不同种类动物或不同的生理活动都表现出共同的基本特性和普遍规律。本章将从动物整体和细胞的角度讨论这些特性和规律。

第一节 稳态与机体机能活动的调节

一、生命的基本特征

各种生命都有一些基本的特征,包括新陈代谢、兴奋性、适应性、生长和生殖等,下面着重讨论新陈代谢、兴奋性和生殖。

1. 新陈代谢(metabolism) 新陈代谢是指机体主动地与环境进行物质和能量交换,以及机体内部物质和能量的转变转移过程。从物质运动方向看,新陈代谢过程包括两个基本方面:一方面把从外界环境摄入体内的营养物质经过改造或转化,以提供建造自身结构所需的原料和能量,称为同化作用(主要是合成代谢);另一方面是将组成自身的物质或贮存于体内的物质分解,并把分解后的终产物排出体外,称为异化作用(主要是分解代谢)。在进行同化作用时要吸收能量,在进行异化作用时要释放能量。后者所释放的能量,除一部分用于同化作用外,其余的供应机体各种生命活动的需要及产生热量。因此,新陈代谢又可从运动形式上分为物质代谢与能量代谢两个方面,二者密切联系,物质的变化必定伴有能量的转移。动物体内能量代谢的基本知识本书第六章将阐述。

新陈代谢是生命的最基本特征,新陈代谢一旦停止,生命也就停止。其它各种生命特征和机能无不是建立在新陈代谢基础之上。

2. 兴奋性(excitability) 一切活组织或细胞,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(response)的能力或特性,称为兴奋性或应激性(感应性,irritability)。这种引起反应的环境条件的迅速变化称为刺激(stimulus)。在动物组织中,通常以神经细胞和肌细胞以及腺细胞表现出较高的兴奋性,因此被称为可兴奋细胞或可兴奋组织(excitable tissue)。兴奋性这一概念是在应激性基础上发展起来的,比应激性要窄一些,兴奋性是更为常用的术语。在许多场合下,由于刺激的作用,活组织可以丧失兴奋性,而保存应激性。

活组织在接受刺激而发生反应时,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,或由活动强变为活动弱,称为抑制(inhibition)。所谓抑制,并不是无反应,抑制乃是与兴奋相对立的一种主动过程,并且抑制必须以兴奋为前提。兴奋和抑制是生理学上一对重要的概念。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。

随着电生理技术的发展和实验资料的积累,发现动作电位是组织细胞兴奋表现的共同特征,并且是表现其它功能(如肌细胞收缩、腺细胞分泌)的前提或触发因素。因此,在近代生理学中,兴奋性被理解为细胞在受刺激时产生动作电位的能力;而兴奋一词就成为产生动作电位的过程或动作电位本身了。可以说,兴奋是兴奋性的表现,兴奋性则是兴奋的前提。

当环境发生改变时,机体或其部分组织的机能与结构也将在某种限度内随之改变,以求与所在环境保持动态平衡,机体的这种能力称为适应性(adaptability)。动物越高等,适应性越强。到了人类,不仅能适应环境,而且能改造环境。长期适应的结果是进化。所以在进化过程中,机能的分化与专门化是机体对外界环境长期适应的结果。适应性是建立在细胞、组织兴奋性的基础之上的,可理解为是若干细胞、组织兴奋性的有机组合和集中体现。

3. 生殖(reproduction) 生长是个体合成代谢超过了分解代谢的结果。生殖(自我复制, self-replication)是个体生长发育到一定阶段时可产生相似的另一新个体的过程。抽象一点说,生命是一个能记载和表达信息、积累信息、保持和传递信息的信息系统。正因为生命具有自我复制的特性,保持了种群的延续和进化成果的积累。以往认为高等动物只能通过两性生殖细胞结合以形成子代个体。但随着胚胎工程研究的发展,特别是体细胞无性繁殖(克隆, clone)个体—绵羊“多莉”等的出现,正在突破这一传统观念。

讲新陈代谢、兴奋性和生殖是生命的基本特征,是从生命的普遍现象和种群角度出发的,并不一定在每个生物个体表现出来,也不一定在个体生活史的每一个阶段表现出来。例如,处于休眠状态的孢子几乎停止了代谢,老年个体和某些不育个体就不具备繁殖特征,但却无法否认它们也是生命。

二、内环境与稳态

1. 内环境(internal environment) 高等动物特别是哺乳动物大都生存于外界大气环境之中,但是有机体的大多数细胞并不直接与外界环境发生接触,也不能与外环境直接进行物质交换。有机体的大多数细胞实际上是浸浴在包括血浆、淋巴液、组织液等组成的细胞外液(extracellular fluid)中,因而称细胞外液为机体的内环境。内环境能为细胞提供营养物质并接受来自细胞代谢的终产物,能保持其中各种成分和 pH 值、渗透压、各种离子浓度以及温度等理化性质的相对稳定,从而保证了细胞的各种代谢活动和生理功能的正常进行。关于内环境及其相对稳定的概念,是 19 世纪法国生理学家贝纳纳(Claude Bernard 1813-1878)提出的。

2. 稳态(homeostasis)及其生理意义 由于细胞不断地进行着新陈代谢,新陈代谢本身不断地扰乱内环境的稳定,外环境的强烈变动也会对内环境造成影响;为此,要保持内环境的成分和各种理化性质相对稳定,有赖于各器官系统在神经、体液调节下的相互协调活动。例如,通过消化系统活动,不断地给内环境提供各种营养物质;通过呼吸和循环系统的活动,内环境得到 O_2 的供应、 CO_2 得以排除;通过肾脏活动,内环境中代