

家畜生理学

兽医专业本科基本教材

家畜生理学

主 编

徐 佐 钦

编 者

李永田 徐佐钦 景在新 张玉生

审 校

李 永 田

3.31

目 录

第一章 绪 言

第一节 家畜生理学的研究

对象、目的和方法…………… 1

一、家畜生理学的研究对象…………… 1

二、家畜生理学的目的和任务…………… 2

三、家畜生理的研究方法…………… 2

第二节 机体的基本生理特征…………… 3

一、新陈代谢…………… 4

二、兴奋性…………… 4

三、适应性…………… 5

第三节 机体机能调节的

基本方式…………… 6

一、神经调节…………… 6

二、体液调节…………… 7

三、器官、组织、细胞的

自身调节…………… 8

第二章 细胞膜的基本功能及生物电

第一节 概 述…………… 9

一、细胞质…………… 10

二、细胞核…………… 10

三、细胞膜…………… 11

第二节 细胞膜的功能…………… 12

一、转运物质的作用…………… 12

二、受体功能…………… 15

第三节 生物电现象…………… 16

一、静息电位及其产生原理…………… 16

二、动作电位及其产生原理…………… 18

第三章 血 液

第一节 机体的内环境…………… 22

第二节 血液的一般组成及其

理化特性…………… 23

一、血液的一般组成…………… 23

二、血液的理化特性…………… 24

第三节 血浆的功能…………… 26

第四节 有形成分…………… 27

一、红细胞…………… 27

二、白细胞…………… 33

三、血小板…………… 35

附：脾脏的机能…………… 37

第五节 血液凝固与液态的维持…………… 37

一、血液凝固…………… 38

二、血液液态的维持…………… 41

第六节 血量、血型及血液机能…………… 44

一、血量…………… 44

二、血型与输血…………… 44

三、血液机能…………… 46

第四章 血液循环

第一节 心脏生理…………… 48

一、心肌的生物电现象…………… 48

二、心肌的生理特性…………… 50

三、心动周期及心动周期

中的各种变化…………… 57

四、心电图及其各波的意义…………… 62

第二节 血管的活动…………… 65

一、血压的概念…………… 65

二、动脉血压与动脉脉搏…………… 66

三、静脉血压及静脉血流…………… 68

四、血流速度与阻力…………… 69

第三节 微循环、细胞间液与

淋巴循环…………… 70

一、微循环…………… 71

二、细胞间液与淋巴液…………… 75

第四节 心脏和血管活动的调节…………… 78

一、心、血管活动的神经调节…………… 78

二、心、血管活动的体液调节…………… 85

第五节 器官循环特点…………… 86

一、冠状循环特点.....	86	一、消化液的分泌及其作用	143
二、肺循环特点.....	87	二、小肠运动及其调节	146
三、脑循环特点.....	88	三、小肠内容物的后送	149
四、肝循环特点.....	89	四、几种家畜小肠内消化的 特点	150
第五章 呼吸		第五节 大肠内的消化	151
第一节 肺通气	90	一、大肠内微生物的作用	151
一、肺通气的结构特点.....	90	二、大肠运动及其调节	153
二、肺通气的动力.....	93	三、马大肠内挥发性脂肪酸的 吸收与溶液转运的关系	154
三、肺通气的阻力.....	96	四、猪和牛大肠内的消化 特点	154
四、肺容量与肺通气量.....	97	第六节 吸 收	155
第二节 气体的交换与运输	99	一、吸收的部位	155
一、气体的交换.....	99	二、吸收的原理	156
二、气体的运输	101	三、各种营养物质吸收的形 式和途径	157
第三节 呼吸运动的调节	106	第七节 排粪过程	161
一、呼吸运动节律性的维持	107	一、粪便的性状及数量	161
二、血中二氧化碳、氧和氢 离子浓度对呼吸的影响	109	二、排粪及其调节	162
三、呼吸运动的其它反射 性调节	111	第八节 消化机能的整体性	163
四、大脑皮质对呼吸运动 的调节	112	一、食物通过消化管的速度	163
第四节 高原对呼吸的影响	112	二、在消化过程中各部分 机能的关系	163
第六章 消 化		三、食物中枢	164
第一节 概 述	114	四、消化机能与其他机能的 相互关系	165
一、消化的概念及其方式	114	第七章 能量代谢及体温调节	
二、胃肠平滑肌的生理特性	114	第一节 能量代谢	166
三、消化酶的特点	116	一、能量代谢的测定法	166
四、神经和激素的调节	117	二、影响能量代谢的基本 因素	170
五、消化生理的研究方法	119	三、基础代谢和静止的 能量代谢	171
第二节 口腔内的消化	119	第二节 体温调节	172
一、采食和饮水	119	一、家畜的体温及其正常变动	173
二、咀嚼	120	二、机体的产热和散热过程	174
三、唾液	120	三、体温恒定的调节	175
四、吞咽	123		
第三节 胃内的消化	124		
一、单胃内的消化	124		
二、复胃内的消化	131		
第四节 小肠内的消化	142		

四、家畜对环境温度过高 或过低的反应	180
第八章 排 泄	
第一节 尿的理化特性及其组成	182
一、尿的理化特性	182
二、尿的化学组成	183
第二节 尿的生成	183
一、肾脏的组织学特点	183
二、尿的生成过程	185
三、尿液的浓缩与稀释	192
第三节 肾脏的其它机能	195
一、维持水盐平衡	195
二、调节电解质平衡	196
三、维持血浆的酸碱平衡	196
四、肾脏的内分泌机能	196
第四节 尿的排出	197
一、膀胱、尿道的神经支配	198
二、排尿反射	198
第五节 皮肤的机能	199
一、皮肤的分泌和排泄机能	199
二、皮肤的保护机能	200
三、皮肤的感觉机能	201
四、皮肤的其它机能	201
第九章 肌肉和运动生理	
第一节 肌肉生理	202
一、肌肉收缩的机械变化	202
二、肌肉收缩的原理	206
三、骨骼肌的作功及其机 械效率	209
四、肌肉收缩的能量来源	210
五、骨骼肌的机能类型	211
第二节 运动生理	212
一、运动系统的力学装置	212
二、躯体运动的类型	213
三、运动时机体各系统生理 的变化	215
四、疲劳	216
五、运动与调教的关系	217

第十章 神经系统生理	
第一节 神经纤维的生理	218
一、神经纤维的兴奋及其 兴奋后的变化	219
二、神经纤维的机能	221
三、神经纤维的分类	223
四、神经纤维的轴浆运输	224
五、神经纤维的营养作用	224
六、神经纤维的代谢	225
七、神经纤维的变性和再生	225
第二节 神经肌肉接头和突触 的兴奋传递	226
一、神经肌肉间的兴奋传递	226
二、突触传递	228
第三节 反射中枢活动的一般 规律	232
一、神经元间的联系方式	233
二、中枢活动的一般规律	234
第四节 神经系统的感觉机能	237
一、感受器	237
二、脊髓的感觉传导机能	239
三、丘脑及其感觉投射系统	241
四、大脑皮质的感觉机能	243
五、痛觉	245
第五节 神经系统对躯体运 动的调节	247
一、脊髓对躯体运动的调节	248
二、脑干对肌紧张的调节	251
三、脑干对姿势反射的调节	253
四、基底神经节对躯体运动 的调节	254
五、小脑对躯体运动的调节	254
六、大脑皮质对躯体运动 的调节	257
第六节 神经系统对内脏活动 的调节	260
一、植物性神经的特征	260
二、植物性神经的机能	260

三、植物性神经末梢的兴奋传递	262
四、各级中枢对内脏活动的调节	265
第七节 高级神经活动	267
一、条件反射	267
二、动力定型及其与调教的关系	270
三、神经活动的类型	270
四、大脑皮质的电活动和睡眠	271
第十一章 内分泌	
第一节 概述	274
一、体内主要的内分泌腺和激素	274
二、激素作用的特点	275
三、激素在机体机能调节中的作用	275
四、激素的作用原理	276
五、内分泌腺活动的调节	278
第二节 甲状腺	279
一、甲状腺激素的合成、贮存和释放	279
二、甲状腺激素的生理作用	280
三、甲状腺活动的调节	282
第三节 甲状旁腺和甲状旁腺“C”细胞	283
一、甲状旁腺	283
二、甲状旁腺“C”细胞	284
第四节 肾上腺	284
一、肾上腺皮质	285
二、肾上腺髓质	289
第五节 胰岛	290
一、胰岛素	290
二、胰高血糖素	291
第六节 性腺	291
一、睾丸的机能及其活动的调节	292

二、卵巢的机能及其活动的调节	293
第七节 脑垂体	296
一、腺垂体	297
二、神经垂体	300
第八节 其他内分泌腺和内分泌物质	302
一、胸腺	302
二、松果腺	303
三、胎盘及其激素	303
四、前列腺素	303
五、松弛激素	304
第十二章 感觉器官	
第一节 视觉	305
一、眼球的结构	305
二、眼的折光系统的功能	306
三、眼的视网膜的感光功能	307
第二节 听觉	309
一、外耳和中耳的功能—传音系统	310
二、内耳的功能—感音系统	311
第三节 嗅觉和味觉	311
一、嗅觉	311
二、味觉	312
第四节 平衡感觉	312
一、前庭器官的结构	312
二、椭圆囊和球囊的生理功能	313
三、半规管的生理功能	313
第五节 皮肤感觉	313
一、触觉和压觉	314
二、冷觉和热觉	315
三、皮肤的痛觉	315
附 录	
一、参考文献	316
二、图的索引	318

第一章 绪 言

第一节 家畜生理学的研究对象、目的和方法

一、家畜生理学的研究对象

家畜生理学是生理学中的一个分支，它是研究正常家畜所表现的各种生命现象或机能活动规律的科学。例如家畜在正常生活过程中，血液不停地循环、呼吸不断地进行、既要进行消化、又要不断排泄等等。这些活动的发生原理、发生条件、以及各种环境因素对它们的影响，都是家畜生理学必须阐明的问题。从研究这些机能活动之中，来认识家畜整体及其各部分活动的规律。

但是，畜体的结构和机能是十分复杂的，要研究生命现象的发生发展规律，就必须从不同角度提出不同的问题，逐步研究才能加以解决。家畜生理学也和其它生理学一样，大致可以从下列三个不同水平去研究。

1. 从分子和细胞水平去研究 畜体是由各种器官和组织构成的，但其基本构造单位是各种细胞。每一器官的机能特点都与组成该器官或组织的细胞的生理特性分不开。而细胞的生理特性又归结到一点是构成该细胞的各种特殊物质的一系列生物化学和物理过程的表现。例如肌肉之所以能收缩和舒张，就是因为肌细胞内含有一定排列的特殊蛋白质，这些蛋白质在一定离子运动和酶的作用下，由其排列方式发生改变而引起的。这种以细胞和它所含的物质分子的运动规律为研究对象的生理学，就叫做细胞与分子生理学。

2. 从器官和系统的水平去研究 就是研究各器官或系统所表现的各种特殊的生理活动的过程和规律，以及它们对整体生理机能的作用。例如心脏是怎样驱血的，心搏的强弱和快慢又受哪些因素的影响；空气是如何进出肺脏的，肺脏又为什么能随胸廓的运动而张缩等问题，就必须选用一定的方法，分别对心、肺等进行观察或实验，才能阐明问题。这种以器官系统为研究对象的生理学，就叫做器官生理学。

3. 从整体各系统之间以及整体与环境之间的相互关系去研究 也就是从整体观点出发，研究机体各系统生理活动如何通过复杂的调节系统，进行互相配合和适应不断变化的环境条件。

任何机体都不能离开它的生存环境而孤立地生活。家畜也不例外，它的生存、生长、发育和繁殖等等都依赖一定的生存环境。生存环境发生变化，这些生理过程必然要受到影响。实际上，家畜的正常生理活动是和生存环境不断进行相互作用的过程。只要这种相互作用能相适应，家畜就能在不断变化的环境中生存和正常活动。但是，生存在高原地区与平原地区的家畜，生存在南方与北方的家畜，都有它自己的生理活动特点。既使在同一地区的家畜，也会因某种原因而不同，例如在一定饲养管理制度下，家畜能

够逐步形成适应这种制度的生理活动。当饲养管理制度改变时，家畜的各种生理活动就要随之变化，这些都必须以完整机体为研究对象，才可能阐明问题。

总之，要认识和掌握家畜的生命活动规律，就需要在分析的基础上进行综合。没有分析，就没有对局部功能的认识，也就不可能有对复杂的整体机能的认识。所以细胞、组织和器官的研究是必要的。但是，整体机能并不是局部功能在量上的简单相加，而是—定数量的组织或器官组成的系统或整体在机能上起了质的变化，有其新的生理规律。因而，对整体机能的研究就更为重要，更切合生产实践和兽医临床实践的需要。

本书主要是从器官、系统和整体水平来阐述家畜的生理活动。但为了更便于理解所述内容，在一些基本问题上，也选择地介绍了一些细胞和分子水平研究的现代知识。

二、家畜生理学的目的和任务

家畜生理学是适应兽医临床和畜牧业生产实践的需要而发生发展的一门科学。它的理论基础是实践，又反过来为实践服务。因此研究家畜生理学的目的，不仅在于揭露家畜的生命活动规律，能够解释各种生理现象；而且更重要的在于掌握家畜生命活动规律后，去能动地控制这些活动，以便更有效地预防和治疗家畜疫病，保障畜牧业的发展。

畜牧业是社会主义经济和现代化农业的重要组成部分。它的发展对于提供丰富的畜产品以满足人民日益增长的生活需要；对于提供优质的有机肥料来保证农业增产；对于促进以畜产品为原料的轻工业生产；对于推动我国外贸事业来加速实现四个现代化，均具有深远的意义。党中央一再号召我们迅速发展畜牧业，向畜牧业机械化进军，这就给我们家畜生理学的科学研究提出了十分艰巨而光荣的新任务。例如在实现畜牧业机械化过程中，根据我国的具体情况，用什么饲料、怎样合理配制、采用什么饲养管理制度等等，方能达到消化吸收好、生长快、乳肉皮毛等产品多而好，都是家畜生理学在消化和代谢生理方面急待解决的任务；又如繁育肉用、乳用或乳肉兼用的优良品种，驯化和培育野生经济动物（如鹿、貂、麝、狐等），使之为建设社会主义服务等等新问题，也都向家畜生理学提出了新的研究课题。

兽医事业是畜牧业迅速发展的重要保证。因此，党在提出迅速发展我国畜牧业的同时，号召我们迅速消灭和控制家畜传染病，制定了“防重于治”的兽医方针，号召中西兽医互相学习，继承和发展中兽医学遗产，开展兽病防治工作。家畜生理学在这方面也承担着十分重要的任务。只有深入揭露家畜正常生理活动的规律性，才能以新的家畜生理学理论，去促进兽医科学的发展。这样，兽医科学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。

综上所述，家畜生理学是兽医和畜牧科学的一门基础理论学科，它来源于生产实践，并随着社会生产的发展而发展。

三、家畜生理学的研究方法

家畜生理学知识来源于医学实践和科学实验。家畜生理学的科学实验包括对生命现象的观察和生理学实验。

所谓观察，主要是把家畜的生命现象如实的记录下来，加以分析综合，并做出结论。例如对健康

家畜的呼吸数观察，可以在一大群家畜中进行调查研究，计数每个家畜在安静时每分钟的呼吸次数。积累千百个的观察记录，经过统计分析，得到每分钟呼吸数的平均值和正常变动范围，从而做出结论说，某种健康家畜安静时每分钟的呼吸数是多少，等等。

所谓生理实验，就是人为地创造一定条件，以利于平时不能从外表观察到的隐蔽或微细的生理活动，得以被观察，或某种生理过程的因果关系得以被认识。因此，需要对整体的某组织或器官、细胞的某特定的生理活动，在尽量排除与研究无关的其它因素的条件下，进行孤立的分析研究。进行这种研究时，常给机体带来一定的损害，甚至危及生命，故多用实验动物进行。对于整体家畜的实验研究和观察，最好在不影响或少影响健康的情况下进行。随着生产的发展和科学技术的进步，目前已有有些能做到不损害健康的前提下进行。如心电图可反映整体心脏兴奋的发生与传播，脑电图可反映大脑皮质的功能状态等等。

值得指出，畜体的结构和机能是经过漫长的年代进化而来的。故从进化论的观点来看，家畜同其他动物有许多基本相似的构造和机能。这就是说，利用一些结构和功能比较简单的动物，来探索一些基本的生命活动，不仅有其方便之处，而且获得的生理知识可以用来分析某些机能。但是，家畜在进化过程中已获得了与其他动物不同的本质，这就显出实验动物对了解畜体生理功能的局限性。在进行动物实验时，应根据研究课题的性质，选择适宜的动物；在应用动物实验的资料时，也必须考虑它们的差别，不能任意互相套用。

生理实验方法，归纳起来不外急性和慢性两种。急性实验方法又可按照研究的目的而采取离体组织、器官实验法或活体解剖实验法。

1. 离体组织、器官实验法 从活着或刚死的动物身上取下所欲研究的器官，置于人工环境中，使其在短时间内保持生理功能，以进行研究的方法。例如研究肠壁平滑肌的活动，就切取一段离体肠管，研究神经组织的电活动，就取离体神经。

2. 活体解剖实验法 在使动物麻醉或毁坏其大脑的条件下，进行活体解剖，暴露所要观察的器官，来进行实验研究。例如研究迷走神经对心脏的作用，就用手术方法暴露迷走神经和心脏，并用电刺激迷走神经，观察心搏起什么变化。

上述两种方法的实验过程不能持久，实验动物往往死亡，故叫做急性实验法。此方法的优点，在于实验条件简单，与研究无关的因素容易控制，并可对研究的对象进行直接的观察和细致的分析。

3. 慢性实验法 以完整健康的机体为研究对象，并在它与周围环境保持较接近自然的情况下进行实验。采用这种实验方法，也要尽可能地保持实验对象体内外环境条件的相对稳定，来研究一定条件下的某项生理活动。在动物实验中，有时还必须预先进行无菌外科手术，在不损害机体完整性的前提下，将所要研究的器官露出体外或导出体外，待手术创伤恢复后，直接从体外观察和记录该器官的生理活动。例如在唾液分泌反射的研究中，就要先用手术方法做好唾瘘，待动物手术创伤恢复后，可以用来研究完全清醒的动物在各种条件下的唾液分泌规律。这样的动物可在较长时间内用于实验，故叫做慢性实验法。

一定的研究目的和对象要求有与之相适应的研究方法，而每种研究方法都有它的局限性。比如离体器官实验法很难用于研究完整机体内脏活动的规律，慢性实验法又很难用来研究心肌组织的基本生理特性。家畜生理学的研究不仅要根据研究目的和对象选择适宜的实验方法，而且要了解所用方法的局限性。只有这样，才能对实验结果做出正确的估价。

第二节 机体的基本生理特征

动物机体的生命活动尽管各不相同，但具有各种动物所共有的基本生理特征。扼要地了解这些基本特征，对理解家畜生理活动的特殊规律是很有益的。

一、新 陈 代 谢

一切生物的生存，都要不断地从外界环境中摄取适当的物质并转变为自身的化学成分，又要将自身中的一些物质分解并不断地排泄到外界环境中去。家畜机体也是这样，在与外界环境的新陈代谢中，实现生长、发育、繁殖和衰老。新陈代谢一停止，生命也就随之停止。所以，新陈代谢是生命的基本因素，机体的各种活动无不建立在新陈代谢的基础上。

生物体的新陈代谢包括同化（合成）和异化（分解）两个方面：机体从外界环境中摄取营养物质，并把它们转变为机体自身物质的过程，叫做同化作用；机体分解自身的物质释放能量，供应机体生命活动的需要，并排出其分解产物的过程，叫做异化作用。一般物质分解时要释放能量，物质合成时要吸收能量，而后者所需要的能，正是由前者所提供的。动物体内各种营养物质分解供能的过程，主要是氧化分解的过程。在这一过程中必须从环境中吸入所需要的氧而排出所产生的二氧化碳。否则新陈代谢就不能进行。所以体内物质代谢、能量代谢和气体交换是互相联系而不可分割的。物质的变化必定伴有能量的转移，气体交换则是这个变化中的必要条件。

新陈代谢是十分复杂的，它是生物化学的主要研究内容之一，在这里就不多叙述了。

二、兴 奋 性

单细胞生物（如变形虫）在环境变化时，就会出现变形运动；肌肉组织受到刺激，就会出现收缩；眼角膜接触外物时，就会马上眨眼，等等。这些现象说明从活细胞到整个机体，都有对周围环境的改变起反应的能力或特性。这种特性就叫做兴奋性（Excitability），或称为应激性。不过兴奋性比应激性的概念要狭窄一些，是常用于神经和肌肉组织的术语。

兴奋性是活细胞或组织的基本特征之一，它的基础是新陈代谢。家畜机体的细胞或组织由于结构和机能的特点，不仅新陈代谢的强度不同，而且在周围环境变化的影响下，改变代谢的能力也不一样，所以各组织细胞的兴奋性高低不同。一般说来，神经最高，肌肉次之。肌肉中骨骼肌大于心肌，心肌大于平滑肌。

（一）刺激与反应

凡属能被细胞或组织所感受并引起一定反应而正在变化的环境因素，叫做刺激（Stimulus）。例如机械、化学、温度、电、光、声等等，只要变化到一定强度时，都能改变代谢而出现反应。其中引起组织发生反应的最小强度的刺激，叫做阈刺激（Threshold stimulus）。阈刺激的大小反映组织兴奋性的高低，兴奋性越高的组织，阈刺激就越小。例如神经组织的兴奋性最高，微弱刺激就可以引起反应。如果某组织的兴奋性不变时，在一定的刺激强度范围内，刺激越强，组织对它发生的反应也就越强。例如冷冻刺激的强度不同，局部的冻伤也不一样。但是刺激强度超过一定限度时，组织对它发生的反应反而减弱，甚至引起抑制。例如严重创伤是引起剧烈疼痛的强烈刺激，有的可使机体处于昏迷无知觉的状态。

细胞、组织以至机体在刺激作用下所发生的新陈代谢改变或活动的改变，叫做反

应。家畜在长期进化过程中，体内各种细胞和组织都发生了高度的分化，其中有一些细胞或结构是专门感受体内外环境条件变化的，叫做感受器（Receptor）；另有一些细胞或结构则是机体对体内外某些刺激起反应的器官，叫做效应器（Effector）。效应器不同，反应的方式也不一样。如肌肉接受刺激后，反应是收缩或舒张；腺体接受刺激后，反应是分泌或不分泌；神经接受刺激后，则传导兴奋（或叫神经冲动）。就整体来讲，神经系统把感受器和效应器联接起来，使感受器接受周围环境的刺激，通过神经系统，引起效应器发生反应。所以当机体接受刺激后，常常出现整体反应。

刺激、反应和兴奋性这三者的关系总结起来说，刺激是原因，反应是结果。没有刺激固然不能发生反应，有了刺激能否引起反应，以及引起什么样的反应，又主要决定于组织的兴奋性。作为一个整体，则决定于机体的机能状态。刺激只是反应的外因，兴奋性（机能状态）是反应的内因，外因通过内因而引起作用。如果兴奋性（机能状态）不同或发生变化，同一个刺激就可能引起不同的反应。比如寒冷刺激，有的马就感冒，有的就不感冒。

（二）兴奋和抑制

机体的各种组织受到刺激后，发生的反应是多种多样的。例如，心搏加快与减慢，呼吸变深与变浅，血管收缩与舒张。但概括起来，其基本形式不外两种：兴奋和抑制。

兴奋（Excitation）是一种什么样的反应呢？举例来说，军马看到熟悉的驭手时，常发出嘶鸣声，用前肢踏地，向人表示亲和，在实验条件下，用电流刺激脊神经，可引起受它支配的肌肉发生收缩；动物运动时，心搏就加快。这些反应统称为兴奋。由此可见，所谓兴奋，就是机体的器官或组织受刺激后，从相对静止状态转变为活动状态（前二例），或由较弱的活动状态转变为较强的活动状态（后一例），也就是它们的新陈代谢过程增强或加速的反应。

抑制（Inhibition）又是一种什么样的反应呢？举例来说，马拉车前进时，驭手喊“吁”的声音，马即站住；在实验条件下，刺激支配心脏的迷走神经，心搏就减慢，甚至停止。这些反应统称为抑制。由此可见，所谓抑制，就是机体的器官或组织受刺激后，从活动状态转变为相对静止状态（前例），或由较强的活动状态转变为较弱的活动状态（后例），也就是它们的新陈代谢过程减弱或减慢的反应。

兴奋和抑制是矛盾的两个方面，它们既互相斗争，又互相依赖。取消任何一方，机体的活动就不存在。例如，马左前肢屈曲时，屈肌的兴奋必须伴随着该肢伸肌的抑制。如果仅有屈肌的兴奋，没有伸肌的抑制，就不能完成屈曲动作。

兴奋和抑制互相斗争的结果，在一定条件下互相转化。当兴奋转化为主要矛盾方面时，马体或它的某一器官就表现为兴奋，如觉醒、心搏加快等；反之，当抑制转化为主要矛盾方面时，马体或某一器官则表现为抑制，如睡眠、心搏减慢等。正由于这种转化，机体才能发生各种各样的活动，以适应需要。

三、适应性

动物机体不仅能感受环境因素的变化而发生一定的反应，而且还能随着环境的变异，不断地改变或调整自身各部分之间的结构和机能的关系，来保持机体的正常生存和

延绵种族。人们把这种主动适应环境变化而生存的特性叫做适应性 (Adaptation)。

适应性是在动物进化过程中和个体生活过程中逐渐发展而臻于完善的。动物越进化, 其适应性越强, 成熟的个体比初生或衰老的适应性要强些。以动物的体温为例, 低等动物的体温随着环境温度而变化, 一到冬季, 代谢率就降低, 生理活动迟钝, 只能蛰伏或冬眠。这表明它们的适应性很差。但进化到了鸟类和哺乳动物, 由于它们能对环境温度的变化发生适应性反应, 故体温经常保持相对恒定, 这就使得这类动物在冬季也象热季一样活动。不过它们的适应性需要有个过程, 除了全身各部分机能的发展外, 中枢神经系统的发展尤为重要。所以个体只有随着年龄的增长和与环境的相互作用, 才能逐渐具备适应能力。

第三节 机体机能调节的基本方式

在动物进化过程中, 机体的各种结构和机能不断地向前发展。一方面机体的细胞和组织日益分化, 使每一器官或系统都具有自己特殊的结构和机能; 另一方面各器官或系统之间的相互联系越来越完善, 形成了一个高度统一的整体。每一个器官的活动, 都有赖于其它器官、系统活动的同时存在。例如, 家畜运动时, 骨骼肌活动增强, 同时心脏收缩也加强加快, 呼吸也加深加快, 而胃肠活动则相应减弱等。体内各部分的活动就是这样相互配合和协调, 使机体形成一个完整的矛盾统一体, 从而保证机体的活动和外界环境变化的对立统一, 借以维持机体正常的生命活动。

机体之所以能够随环境的变化而不断调节各器官、系统的机能活动水平, 使之紧密配合和相互协调, 是由于机体存在着有一套完善的控制机构调节的结果。就其调节的基本方式来说, 不外乎下述的主要调节。

一、神经调节

神经调节是指机体在刺激的作用下, 通过神经系统的反射活动, 调节各器官的机能。

什么是反射活动? 举例来说, 铁钉刺激蹄冠部, 立刻出现抬腿的动作, 这就是一个反射活动。这个反射活动的发生, 是由于蹄冠的皮肤感受器受到钉的伤害性刺激, 而发生兴奋, 经传入神经将兴奋传到脊髓的反射中枢。中枢的兴奋再经传出神经传到腿部肌肉 (效应器), 引起屈肌收缩, 于是抬腿。由此可见, 完成一个反射活动, 需要下列五个基本部分的相继活动。

1. 感受器 是感受刺激的装置。任何一个反射活动, 首先起自感受器, 它能把体内外各种刺激转化为神经兴奋。全身各处都有感受器, 种类很多, 有温度的、化学的、机械的等等。不同的感受器, 感受不同的刺激。如舌的味觉感受器 (味蕾) 感受酸、甜、苦、咸; 皮肤的温度感受器感受冷、热等。

2. 传入神经 是连接感受器和反射中枢的神经纤维。它能把感受器所转化的兴奋传导到中枢。

3. 反射中枢 是指脑或脊髓内一定部位的、执行某种机能的神经细胞群。神经细

胞间有着复杂的联系,能对传入的兴奋进行分析和综合。不同的反射活动有不同的中枢。

4. 传出神经 是连接反射中枢与效应器的神经纤维。它能将中枢发出的兴奋传导到效应器(肌肉、腺体)。动物体的传出神经分为躯体运动神经和植物性神经。躯体运动神经支配骨骼肌,植物性神经则支配心肌、平滑肌和腺体。

5. 效应器 是指肌肉和腺体等。它接受传出神经传来的兴奋,引起肌肉的收缩或腺体的分泌。

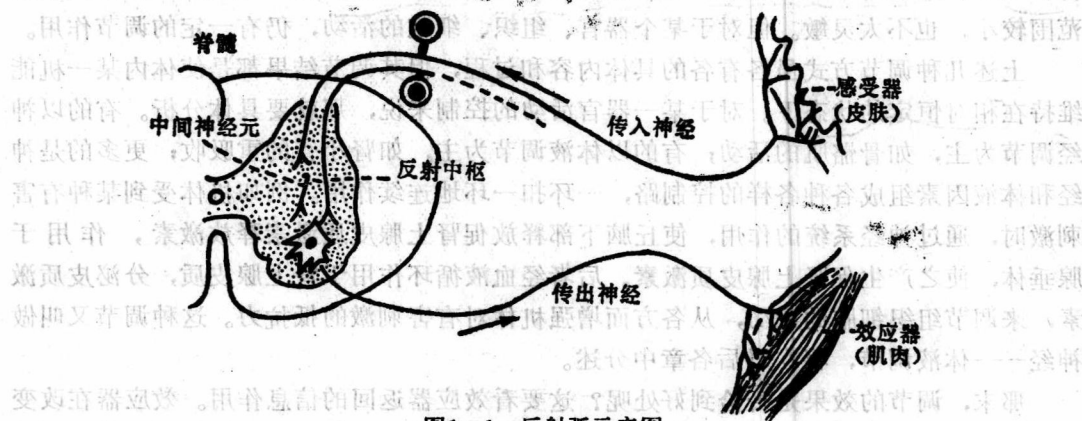


图1-1 反射弧示意图

上述五个互相连接的结构,叫做反射弧(图1-1)。反射弧的任何一部分受到破坏,反射活动就消失;如果机能异常,反射活动就减弱或增强。

总之,动物体的反射活动,都是先由感受器接受刺激,按着反射弧的顺序相继活动,最后完成相应的动作,来调节各器官的机能。它的调节特点是迅速而准确,作用范围局限,持续时间短暂。动物越高等,神经系统越发达,这种调节就越重要。

二、体液调节

什么是体液调节呢?举例来说,组织代谢所产生的二氧化碳进入血液,随血液循环达到脑的呼吸中枢,不断地刺激这一中枢,使之发生兴奋,从而调节呼吸运动。这种由于体液中的因素,借助血液或淋巴循环达到特定的靶器官,调节它们的活动过程,就叫做体液调节。

体液中对机体机能具有兴奋或抑制作用的各种化学物质和理化特性,统称为体液因素。化学物质可分为两大类:一为各种内分泌腺所分泌的激素;一为组织的代谢产物,如二氧化碳、乳酸等。理化特性是指渗透压、酸硷度和温度等的变化。

体液因素作用的方式大致可分为三种:一是作用于内脏感受器,通过反射而发生全身性效应;二是作用于中枢神经系统的某些部位,从而也发生全身性效应;三是直接作用于某些效应器,而引起机体的局部效应。

体液调节的特点是缓慢而持久,作用的部位(除局部效应外)较比广泛,准确性较差。这种调节对于维持机体内环境的相对恒定以及机体的新陈代谢、生长、发育、繁殖等方面,都起着重要作用。

三、器官、组织、细胞的自身调节

什么叫自身调节 (Autoregulation) 呢? 举例来说, 骨骼肌的收缩在一定范围内, 收缩前的纤维长度较长时, 所发生的收缩力量也较大。又如脑血流量在很大程度上决定于动脉血压的高度, 但平均动脉压在一定范围内升降时, 脑血管即相应地收缩或舒张, 以改变血流阻力, 来维持脑血流量的相对恒定。这种基本不依赖于神经或体液调节的器官、组织、细胞对环境变化所产生的适应性反应, 叫做自身调节。一般说来, 自身调节的范围较小, 也不太灵敏。但对于某个器官、组织、细胞的活动, 仍有一定的调节作用。

上述几种调节方式虽各有各的具体内容和过程, 但其调节结果都是使体内某一机能维持在相对恒定的状态下。对于某一器官活动的控制来说, 那就要具体分析。有的以神经调节为主, 如骨骼肌的活动; 有的以体液调节为主, 如肾小管的重吸收; 更多的是神经和体液因素组成各种各样的控制路, 一环扣一环地连续作用。例如机体受到某种有害刺激时, 通过神经系统的作用, 使丘脑下部释放促肾上腺皮质激素释放激素, 作用于腺垂体, 使之产生促肾上腺皮质激素。后者经血液循环作用于肾上腺皮质, 分泌皮质激素, 来调节组织细胞的活动, 从各方面增强机体对有害刺激的抵抗力。这种调节又叫做神经—体液调节, 将在以后各章中分述。

那末, 调节的效果是否恰到好处呢? 这要看效应器返回的信息作用。效应器在改变活动的同时, 又不断地发出信息来影响神经或体液因素, 以纠正和调整控制机构的活动, 从而达到精确的调节。这种由效应器发出的返回信息对控制机构的作用, 叫做反馈作用。其中使其活动加强的, 叫做正反馈 (Positive feedback); 使其活动减弱的, 叫做负反馈 (Negative feedback)。不论那种反馈作用, 都是为了使反应更具有适应性。

在家畜机体内, 反馈作用多数是负反馈调节。例如动脉血压因某种原因升高时, 血管壁上的压力感受器受到的刺激增强, 就发出相应的反馈信息, 纠正中枢神经系统中的心、血管中枢的控制信息, 使动脉血压降至原来水平, 就是一种负反馈作用。总之, 负反馈在各种机能保持相对恒定的自动控制上, 起着极为重要的作用。

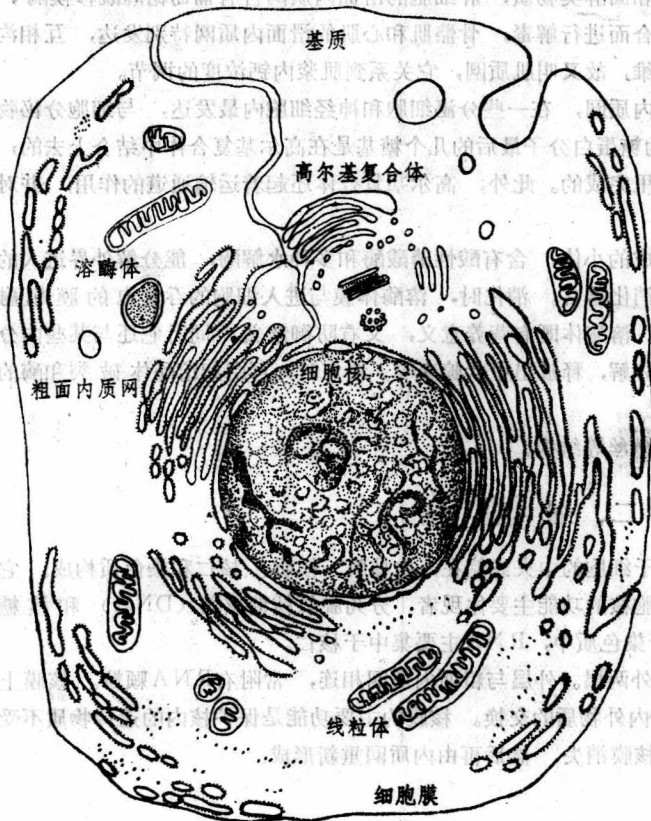
第二章 细胞膜的基本功能及生物电

动物有机体是由亿万个高度分化的细胞组成不同组织，由许多组织组成器官，许多器官组成系统，从而使整个机体显出生命。尽管动物体的细胞与单细胞或简单多细胞生物不同，不能直接由外界摄取养料和排出废物，只能同它周围的液体进行物质交换。但机体各系统的机能，仍然是靠细胞活动来实现的。特别是基本的代谢过程包括复杂分子的合成，都是在细胞内完成的。所以，动物体的细胞同样是生命的基本单位。

近十余年来，由于应用了形态学和生物化学研究的新技术，人们对细胞及其构成细胞的各种亚单位（细胞器）的结构和功能，已从分子水平获得了不少知识。目前可以认为，离开了对细胞及其亚单位的结构和机能的认识，要阐明生物遗传、个体的生长发育和繁殖等重要的生命活动，要阐明家畜各系统、器官机能的最根本原理，将是很困难的。因此，了解细胞生理学的一些基本知识，对学习家畜生理学是有益的。

本章在概略地复习细胞的一般结构和功能的基础上，着重讨论细胞膜的功能和细胞的生物电现象，为以后学习家畜生理学内容打下一定基础。

第一节 概 述



家畜体内的各种细胞在结构和功能上尽管有很大的差异，但除成熟的红细胞没有细胞核外，一般均可分为细胞质、细胞核和细胞膜三部分（图2—1）。

图2—1 动物细胞的结构模式图
（根据电子显微镜观察）

一、细胞质

细胞质又叫胞浆，是填充于细胞膜与细胞核之间的胶状物。它除了电子显微镜看不出结构来的基质外，还含有各种具有特殊结构和功能的细胞器。最常见的细胞器如下：

线粒体 在电镜下，是由内外两层膜围成的椭圆形小体。它的形态、大小和数目，在不同功能的细胞内是不同的。缺氧可使之肿胀和破裂。线粒体中含有与生物氧化有关的三羧酸循环和电子传递系统的各种酶类，能把进入线粒体内的乙酰辅酶A（糖、蛋白质和脂肪代谢的共同中间产物）彻底氧化，形成高能磷酸键的三磷酸腺苷（ATP），供应细胞活动的能量。所以，线粒体不仅是细胞内进行生物氧化和氧化磷酸化的主要场所，而且是细胞主要的能量供应站。线粒体结构和功能的正常，对维持整个细胞结构和功能的正常是十分重要的。另外，线粒体还有一些可与钙离子结合的蛋白质，因而也是细胞内贮存钙离子的装置。

核蛋白体 是直径约200埃的小体。它的主要成分核蛋白体核糖核酸（rRNA）与蛋白质结合，就构成核蛋白体。有的核蛋白体附着在内质网膜的表面，有的游离在细胞质中。核蛋白体是细胞内制造蛋白质的小器官。在合成蛋白质时常看到几个或几十个核蛋白体附着在一条信息核糖核酸（mRNA）链上，形成串珠样的结构，叫做多聚核蛋白体。

内质网 由单层膜构成的小泡或小管，分粗面内质网和滑面内质网两种。粗面内质网的表面有许多核蛋白体，形成“粗面”。它的主要机能是合成那些需要送出细胞或送到细胞别处去的蛋白质。在一些以分泌蛋白质为主要功能的细胞，粗面内质网内含蛋白质特别多。各种核蛋白体合成的多肽，则以某种方式进入内质网的内腔，再经滑面内质网到达高尔基复合体，作分泌和排出的准备。滑面内质网的表面不附有核蛋白体。滑面内质网在不同的细胞内有不同的机能，例如睾丸间质细胞、卵巢和肾上腺皮质细胞的滑面内质网，则合成脂质和固醇类物质；肝细胞的滑面内质网含有葡萄糖醛酰转移酶，能使胆红素和肠吸收来的毒物与之相结合而进行解毒；骨骼肌和心肌的滑面内质网特别发达，互相沟通成细胞内的纵行小管，并包绕肌原纤维，故又叫肌质网，它关系到肌浆内钙浓度的调节。

高尔基复合体 是一组特殊的滑面内质网，在一些分泌细胞和神经细胞内最发达，与细胞分泌物的进一步加工有关。例如由内质网合成的糖蛋白分子最后的几个糖基是在高尔基复合体中结合上去的；蛋白质与脂质合成的脂蛋白，也是在这里完成的。此外，高尔基复合体还起着运输通道的作用，并对分泌物包裹一层膜，以备泌出。

溶酶体或叫溶体 它是由单层膜构成的小体，含有酸性磷酸酶和多种水解酶，能分解外界进入的物质和细胞内原有的物质，是细胞内的消化器官。消化时，溶酶体膜与进入细胞的吞食泡的膜相融合，使之与胞浆分隔开，避免破坏细胞。溶酶体既有营养意义，又有防御意义。同时它还与某些内分泌物质的释放有关，如使甲状腺球蛋白分解，释放出甲状腺素等。缺氧时，可引起溶酶体破裂和酶的外溢，造成组织和细胞的自身溶解。

此外，细胞质还有中心体、微管、微丝等结构。

二、细胞核

细胞核是细胞的重要组成部分，位于细胞的中央或偏在，由核膜、核质、核仁和染色质构成。它的主要成分是蛋白质和核酸。核酸是细胞核的功能主要体现者，分为脱氧核糖核酸（DNA）和核糖核酸（RNA）两类。DNA主要分布于染色质中，RNA主要集中于核仁。

核膜 核膜包在核的表面，分内、外两层。外层与粗面内质网相连，常附有RNA颗粒。核膜上有许多小圆形核膜孔，可控制和调节核内外物质的交换。核膜的主要功能是保护核内的遗传物质不受细胞质各种活动的干扰。细胞分裂时，核膜消失，然后再由内质网重新形成。

核质 是充满核内无定形的基质。它含有水、无机盐、催化核内各种特殊生化反应的酶系和化学反应的前体，而成为细胞核行使各种功能的有利内环境。

核仁 每一核内有一个或两个核仁，一般呈球形。核仁的一个重要特点是没有界膜。它的主要功能是合成核蛋白体的RNA。合成的RNA穿过核膜孔而进入细胞质的内质网中，把遗传信息从细胞核传递到细胞质。目前认为，核仁还能产生某种具有保护作用的物质，能防止RNA被核中的核糖核酸酶分解破坏。

染色质 存在于核质中，呈分散的细丝状。在细胞分裂期，染色质浓缩成为粗短的染色体。马体的体细胞核中含有染色体32对，其中一对是性染色体。染色体从化学组成来看，主要是脱氧核糖核酸和蛋白质。脱氧核糖核酸贮藏着大量的遗传信息，它决定着当代细胞的结构、功能和代谢特点，也决定着子代细胞的遗传性状。

染色体的数目和形状，虽然各种动物不同，但就一种动物来说，它的数目和形态是一定的。

三、细胞膜

细胞膜是细胞外表面的一层薄膜。在电镜下，它是由三层结构组成，即在膜的靠内外两侧各有一条厚约25Å的致密带，中间夹有一条厚约30Å的透明带，其总厚度约80~100Å。这种结构不仅见于各种细胞的表面，也见于细胞内的细胞器等结构（如线粒体膜、溶酶体膜等）。因此，被认为是细胞及其亚单位所共有的结构形式，故叫做膜单位。

细胞膜是由蛋白质、脂类（以磷脂为主）和糖类物质组成。一般以蛋白质和脂类为主，糖类只占少量。不同部位的单位膜，蛋白质和脂类的比例也不一样，这与它们的功能有密切关系。例如主要起绝缘作用的神经髓鞘，其脂类成分可达80%；含有参与生化反应酶系的线粒体膜，其蛋白质含量可达75%。

关于细胞膜的分子结构，目前较普遍地认为是液态镶嵌模型（图2-2）。即在液态的脂类双分子层中，镶嵌着可以移动的蛋白质。

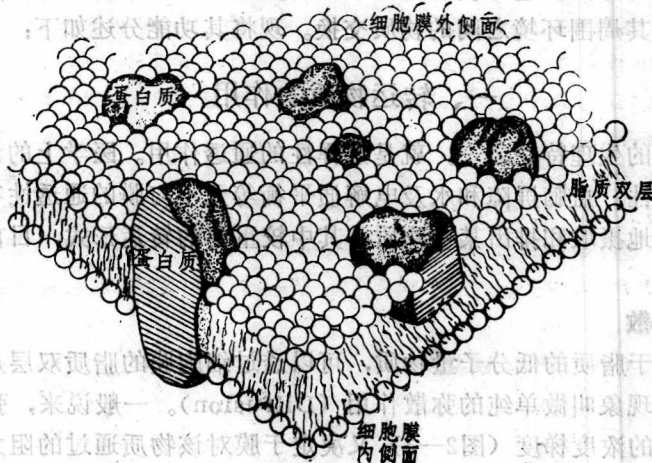


图2-2 细胞膜的液态镶嵌模型

脂类 膜上的脂类除少量胆固醇和糖脂外，主要是磷脂。磷脂是一种两性分子。分子的一端是由磷酸和硷基构成的亲水性极性基团，另一端是由脂肪酸两条烃链组成的疏水性非极性基团。当磷脂充分在水中分散时，则由于疏水基团之间的相互吸引和亲水基团与水亲和，就自动地构成双分子层的薄膜。膜的两外侧面是亲水基团，膜的中央是疏水基团。x线衍射研究证实，在细胞膜里的磷脂也平