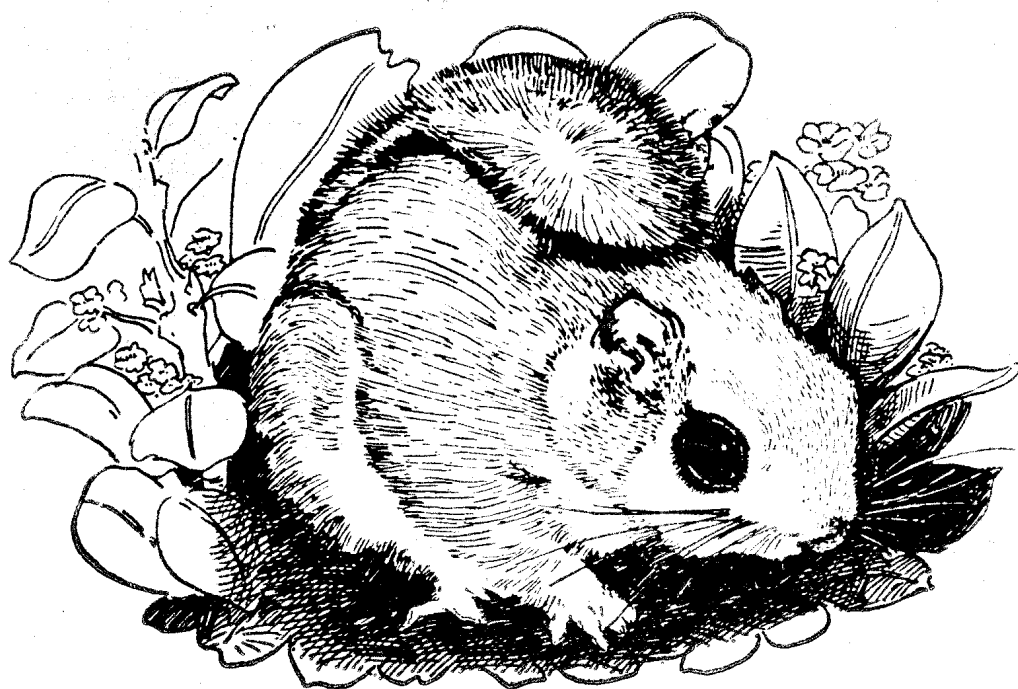


动物生理学

李荣慧 杨静英 王文荪 黄健 编



中央广播电视大学出版社

动物生理学

李荣慧 杨静英 王文荪 黄 健 编

中央广播电视大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

一二〇二工厂印装

开本787×1092 1/16 印张17.375 千字377

1990年4月第1版 1990年4月第1次印刷

印数 1—1700

定价 3.50元

ISBN 7-304-00470-3/Q·12

前 言

动物生理学是中央广播电视大学农科类两年制大专的专业基础课。本书在编写过程中,努力运用辩证唯物主义观点阐述生理学的基本规律。按照教学计划对本门课程的要求及我国农村、牧区畜牧业生产发展的需要选择内容和确定重点。在强调科学性的同时,注意应用性,并加强理论与实践的结合。为此,全书以哺乳动物各器官的活动规律为基本内容,在此基础上充实了禽类生理学特点方面的内容。此外,还适当地介绍了一些人类生理学知识,以便在加强教材针对性的同时照顾其兼容性。

鉴于目前中央电大统设课尚未开出解剖学、组织学等课程,故在本书中有必要对器官形态特征作简要的阐明,以便学员深入理解生理机能活动;又因教学需要故在第六章代谢与体温中增加了物质代谢一节有关生物化学的知识,以便于学员理解机体内的生理生化过程。

为使本书适应培养大专层次人才的要求,全书以器官和系统生理学知识为骨干;对于分子和细胞生理学知识,或是点到为止,或以小字印刷,仅供学员参考。此外,考虑到电视大学远距离教学和成人教育的特点,在编写时努力做到深入浅出、循序渐近,并辅以图表说明,以加强直观性和可读性,使教材便于学生自学。

本书除作为中央电大农科专科教材以外,还可供其他专科学校畜牧、兽医、小动物饲养、动物繁殖等专业作为参考书。对从事有关专业的科技人员和从事养殖业的专业人员等,均可作为一本自学的读物。

编者仅向对本教材编写提供过支持和宝贵意见的专家表示感谢!

本书的绪言及第一、五、六、十、十一、十二、十三章由李荣慧编写;第二、三、九章由杨静英编写;第四、七章由王文荪编写,第八章由黄健编写。

由于编者水平和时间所限,缺点和错误在所难免,恳请有关专家和广大读者批评指正。

作 者

1989年10月

目 录

绪 言	(1)
一、动物生理学的研究对象和任务	(1)
二、学习动物生理学的目的	(1)
三、动物生理学的研究方法	(1)
第一章 生理学基础知识	(3)
第一节 生命活动的基本特征	(3)
一、新陈代谢	(3)
二、兴奋性	(3)
三、适应性	(3)
第二节 刺激与反应	(4)
一、刺激	(4)
二、反应	(4)
三、兴奋和抑制	(4)
第三节 生物电现象	(5)
一、静息电位	(5)
二、动作电位	(6)
三、动作电位在细胞膜上的传播	(6)
四、生物电产生原理	(6)
第四节 机体功能的调节	(8)
一、神经调节	(8)
二、体液调节	(9)
三、反馈调节	(10)
第二章 血液	(11)
第一节 概述	(11)
一、体液和内环境	(11)
二、血液的成分和特性	(11)
三、血液的主要生理功能	(13)
四、血量	(13)
第二节 血浆	(15)
一、血浆的化学成分及血浆蛋白的功能	(15)
二、血浆的理化特性	(16)
第三节 血细胞	(17)
一、红细胞	(17)
二、白细胞	(20)
三、血小板	(22)
第四节 血液凝固	(23)
一、血凝的基本过程和原理	(23)

二、抗凝系统和纤溶系统·····	(25)
三、促凝和抗凝措施·····	(26)
第五节 血型·····	(27)
一、红细胞凝集反应和血型·····	(27)
二、家畜的血型·····	(27)
三、人类ABO血型系统和Rh血型系统·····	(28)
第三章 循环·····	(30)
第一节 心脏生理·····	(31)
一、心肌的生理特性·····	(32)
二、心动周期及其各种变化·····	(35)
附：·····	(40)
一、心肌细胞的生物电现象·····	(40)
二、心电图及其各波的意义·····	(42)
第二节 血管生理·····	(43)
一、各类血管的组织结构和功能特点·····	(43)
二、动脉血压和动脉脉搏·····	(44)
三、静脉血压、静脉血流和静脉脉搏·····	(47)
四、微循环及其生理意义·····	(48)
五、组织液和淋巴液·····	(49)
第三节 心脏和血管活动的调节·····	(50)
一、神经调节·····	(51)
二、体液调节·····	(54)
第四节 几种器官循环的特点·····	(56)
一、冠脉循环·····	(56)
二、脑循环·····	(56)
第四章 呼吸·····	(58)
第一节 概述·····	(58)
一、呼吸及其基本过程·····	(58)
二、呼吸系统的组成及其生理作用·····	(58)
第二节 肺通气·····	(60)
一、肺通气的动力——呼吸运动·····	(60)
二、肺通气的阻力·····	(63)
三、肺容量和肺通气量·····	(63)
第三节 气体的交换和运输·····	(64)
一、气体的交换·····	(64)
二、气体在血液中的运输·····	(66)
第四节 呼吸运动的调节·····	(67)
一、呼吸中枢及呼吸节律·····	(68)
二、呼吸运动的反射性调节·····	(69)
第五章 消化和吸收·····	(72)
第一节 概述·····	(72)

第二节 消化腺分泌和化学性消化	(73)
一、唾液分泌	(73)
二、胃液分泌	(74)
三、胰液分泌	(77)
四、胆汁的分泌和排出	(77)
五、小肠液的分泌	(78)
六、大肠液的分泌	(79)
第三节 消化道的运动和机械消化	(80)
一、概述	(80)
二、咀嚼与吞咽	(82)
三、胃的运动	(82)
四、小肠运动	(84)
五、大肠运动与排粪	(86)
第四节 各种动物消化特点	(87)
一、反刍动物消化特点	(87)
二、单胃草食动物消化特点	(96)
三、杂食动物消化特点	(98)
四、各种动物饲料通过消化管的时间	(99)
第五节 吸收	(99)
一、吸收部位	(100)
二、吸收原理	(101)
三、各种营养物质的吸收	(102)
第六节 消化机能整体性	(104)
一、消化过程的整体性	(104)
二、动物摄食和饮水的调节	(105)
第七节 肝脏生理	(105)
一、肝脏结构及血液循环特点	(105)
二、肝脏生理功能	(106)
第六章 新陈代谢和体温	(109)
第一节 物质代谢	(109)
一、糖的代谢	(109)
二、脂类代谢	(112)
三、蛋白质代谢	(113)
四、水的代谢	(115)
五、无机质的生理作用	(117)
六、维生素的生理作用	(118)
第二节 能量代谢	(119)
一、机体的能量来源和去路	(119)
二、能量代谢的测定方法	(120)
三、影响能量代谢的基本因素	(122)
四、基础代谢和静止时的能量代谢	(123)
五、生产代谢	(124)

第三节 体温及其调节	(124)
一、体温及其正常变动	(125)
二、机体的产热与散热	(126)
三、体温调节	(128)
四、环境温度对动物体温的影响	(129)
第七章 肾脏排泄	(132)
第一节 肾脏的结构和血液循环特点	(132)
一、泌尿系统的组成和肾脏的结构特点	(132)
二、肾脏血液循环的特点	(135)
第二节 尿的理化性质及组成	(136)
一、尿液的色泽及透明度	(137)
二、尿液的比重	(137)
三、尿液的酸碱度	(137)
四、尿液的化学组成	(138)
第三节 尿的生成过程	(138)
一、肾小球的滤过作用	(138)
二、肾小管和集合管的重吸收作用	(140)
三、肾小管和集合管的分泌和排泄作用	(143)
第四节 尿的排出	(144)
一、膀胱和尿道的神经支配	(144)
二、排尿反射	(145)
第八章 肌肉和运动	(146)
第一节 骨骼肌的结构特征	(146)
第二节 骨骼肌的特性及活动	(147)
一、骨骼肌的特性	(147)
二、神经肌肉间的兴奋传递	(148)
三、骨骼肌的收缩	(150)
第三节 运动时机体的生理变化	(152)
一、运动时循环机能的变化	(153)
二、运动时呼吸机能的变化	(153)
三、运动时消化和排泄机能的变化	(154)
四、运动对骨骼和肌肉的影响	(154)
第九章 神经系统生理	(155)
第一节 神经元活动的一般规律	(156)
一、神经纤维兴奋传导的特征	(157)
二、突触和突触传递	(158)
第二节 中枢活动的一般规律	(162)
一、中枢神经元之间的联系的方式	(162)
二、中枢活动的基本特征	(163)
三、反射活动的反馈协调	(166)
第三节 神经系统的感觉功能	(167)

一、感受器分类	(168)
二、感觉的传入系统	(170)
三、丘脑和大脑皮层的感觉分析功能	(171)
第四节 神经系统对躯体运动的调节	(173)
一、脊髓对躯体运动的调节	(173)
二、脑干对躯体运动的调节	(174)
三、小脑对躯体运动的调节	(176)
四、大脑皮层对躯体运动的调节	(177)
第五节 神经系统对内脏功能的调节	(178)
一、植物性神经系统的结构特征	(179)
二、植物性神经的生理作用及其活动规律	(179)
三、植物性神经末梢的兴奋传递	(183)
四、各级中枢对内脏活动的调节	(185)
第六节 脑的高级功能	(187)
一、条件反射	(187)
二、动力定型	(188)
三、高级神经活动类型	(189)
四、睡眠	(190)
第十章 内分泌	(192)
第一节 垂体	(193)
一、垂体的血液供应	(194)
二、腺垂体的生理功能	(195)
三、腺垂体机能调节	(196)
四、神经垂体	(197)
第二节 甲状腺	(198)
一、甲状腺激素	(198)
二、甲状腺激素的生理作用	(200)
三、甲状腺活动的调节	(201)
第三节 肾上腺	(202)
一、肾上腺皮质	(202)
二、肾上腺髓质	(204)
第四节 胰岛	(205)
一、胰岛素	(205)
二、胰高血糖素	(207)
第五节 甲状旁腺激素、维生素 D_3 和降钙素	(207)
一、甲状旁腺激素和维生素 D_3	(207)
二、降钙素(CT)	(209)
第六节 其他	(210)
一、胸腺	(210)
二、松果体	(211)
三、前列腺素(PG)	(211)
第七节 激素的几个共同问题	(212)

一、激素作用的一般特征	(212)
二、激素作用原理	(213)
第十一章 生殖	(215)
第一节 一般概念	(215)
一、性征和性器官	(215)
二、性成熟和体成熟	(215)
三、发情季节 (配种季节)	(216)
第二节 雄性生殖生理	(216)
一、睾丸的功能	(216)
二、公畜性反射	(219)
三、精液	(219)
第三节 雌性生殖生理	(223)
一、卵巢的功能	(223)
二、发情周期	(227)
三、卵巢活动的调节	(229)
四、受精	(230)
五、妊娠	(233)
六、分娩	(234)
第十二章 泌乳生理	(236)
第一节 乳腺的结构	(236)
一、乳房构造	(236)
二、乳腺的组织结构	(236)
三、乳腺的血管和神经分布	(237)
第二节 乳腺发育及其调节	(237)
一、乳腺的发育	(237)
二、乳腺发育的调节	(238)
第三节 乳的分泌	(239)
一、乳	(239)
二、乳的生成	(241)
三、乳的分泌	(242)
四、泌乳的调节	(242)
第四节 乳的排出	(243)
一、乳的蓄积	(243)
二、乳的排出	(244)
三、排乳的调节	(244)
第十三章 家禽的生理特点	(246)
第一节 血液	(246)
一、血液的理化特性	(246)
二、血细胞	(247)
第二节 循环	(249)
第三节 淋巴系统	(250)
一、胸腺	(250)

二、腔上囊 (又叫法氏囊).....	(250)
三、脾脏	(250)
四、其他淋巴组织	(251)
第四节 呼吸	(251)
一、呼吸系统解剖	(251)
二、呼吸的生理特点	(253)
第五节 消化	(254)
一、消化系统解剖	(254)
二、消化生理特点	(256)
第六节 泌尿	(258)
一、泌尿器官结构	(258)
二、尿生成特点	(258)
三、尿排出特点	(258)
第七节 生殖	(258)
一、雌禽的生殖	(259)
二、雄禽的生殖	(263)
三、交配与受精	(266)

绪 言

一、动物生理学的研究对象和任务

生理学是研究生物体各种功能活动规律的科学。动物生理学是生理学的一个分支，是以高等动物机体的各种功能活动为研究对象的一门学科。机体的功能就是指机体及各个组成部分所表现的各种生命现象或生理活动，例如血液循环、呼吸、消化、排泄、生殖、肌肉运动等。动物生理学的任务，就是阐明这些生理活动产生的原理、条件、各种活动之间的相互关系，以及体内外环境变化对它们的影响。例如肌肉收缩过程和原理，肌肉运动加强时心跳和呼吸的频率与强度也随之增强；又如当外界气温变化时，机体体温调节随着发生相应的改变等。

二、学习动物生理学的目的

动物生理学是动物饲养、繁殖与动物医学等专业的一门基础理论课程。我们学习这门课的目的在于认识和掌握动物生理活动及其规律，为学习有关专业课程打基础，同时也有利于分析和解决生产实践中的具体问题。例如可以在改良品种，驯化野生动物，进行科学饲养管理，提高乳肉毛皮等生产性能等方面运用生理学知识。此外，也只有在掌握动物正常生理规律后，才能正确认识疾病，分析致病原因，提出合理的治疗方案和有效的预防措施。

三、动物生理学的研究方法

动物生理学是一门实验性较强的学科。它的资料一方面来源于人们对动物生命活动进行的观察和积累，另一方面来源于人们用科学实验方法进行分析，从而掌握生命活动的规律。

生理学所用的实验方法，归纳起来有急性和慢性两种。急性实验方法根据研究目的的不同，可采用离体组织、器官实验法或活体解剖实验法。

（一）离体组织、器官实验法：

从活着的或刚处死的动物身上取下欲研究的器官，放在人工环境中，设法在短时间内保持它的生理功能以进行研究。例如离体肠运动观察实验就是取3~4厘米肠段，放在37℃~38℃的生理盐溶液中，连接记录仪器，就可以记录与观察肠运动情况，从而有利于理解平滑肌生理特性。离体组织、器官实验法也常用于心脏、肌肉和神经的生理活动研究。其优点是能在排除了其他因素影响下，观察到该组织、器官的基本生理特性。其缺点是不一定能代表该器官在体内的活动情况。

（二）活体解剖实验法

动物在麻醉情况下，进行活体解剖，露出欲观察的器官，连接记录仪器，以进行研究。

例如欲研究迷走神经对心脏的作用，就可以找出迷走神经和心脏，用电流刺激迷走神经，同时观察其对心脏活动的影响。这种方法还常用于观察各种因素对动脉血压的影响、呼吸运动调节、消化腺分泌、肾脏泌尿及神经系统活动等。其优点在于实验条件简单，容易控制，除能观察某一器官活动外，还能观察到器官间的关系。其缺点是动物处于麻醉情况下，所得实验结果与自然条件相比，器官活动仍有差别。

离体组织、器官实验方法和活体解剖实验方法要求实验过程不能持久，只能在较短时间内观察结果，故称急性实验方法。

（三）慢性实验方法

以完整、健康机体为研究对象，在尽可能接近正常生活条件下，进行长期的实验观察。这种方法是先在无菌条件下对健康动物作手术，如消化道瘘管、神经系统埋藏电极或摘除某一器官等等，等手术恢复健康后，进行研究。其优点是能观察某器官在体内的正常活动情况或摘除后对机体的影响，以便于研究该器官正常活动规律以及它在整体中的作用。但此法不适合对组织基本生理特性进行研究。

长期以来生理学工作者运用急性和慢性实验方法，积累了大量生理学知识。近年来，由于生物物理学和生物化学等基础学科迅速发展，以及组织培养、电子显微镜、放射免疫及电生理等新技术大量应用，生理学研究有了很大进展。从研究器官和系统的功能（称器官生理学），深入到对细胞及细胞内物质分子的运动规律的研究（称细胞生理学），同时对动物整体活动研究也有了显著进展，如研究动物体内各系统间的相互联系、动物体与环境的关系等（称整体生理学）。

就动物生理学的实际应用来说，对细胞、器官和系统的研究，都是为了更深刻地掌握动物体整体的生命活动规律，从而为生产实践服务。

第一章 生理学基础知识

第一节 生命活动的基本特征

新陈代谢、兴奋性、适应性及生殖是生物体生命活动的基本过程，也就是它们所共有的基本生理特征。了解这些基本知识，对深入理解高等动物复杂的生理功能活动是必要的。

一、新 陈 代 谢

活的生物体总是在不断地合成自身新的物质，而同时自身旧的物质又不断的分解破坏，这个过程称新陈代谢，或称为自我更新。

新陈代谢包括同化作用和异化作用两方面。生物体不断从外界环境中摄取营养物质，经过改造或转化，合成新的物质，并贮存能量，叫同化作用。与此同时，体内物质不断分解，在分解时放出能量，供机体生命活动需要，并将分解产物排出体外，叫异化作用。同化和异化包括了物质分解与合成（物质代谢）和能量的释放与贮存（能量代谢）两个基本过程，所以在体内进行的物质和能量的变化总是紧密联系不可分割的过程。

新陈代谢是生物体和环境最基本的联系方式，也是生命最基本的特征，如果新陈代谢停止，则生命也随之停止。机体的各种活动都是建立在新陈代谢基础上的。

二、兴 奋 性

各种生物体都生活在一定的环境中，这是进行新陈代谢的必要条件。当环境发生某些变化时，生物体又能作出相应的反应，如单细胞动物（变形虫）遇到有害的物质时，则游走避开。又如高等动物眼睫毛接触外物时，引起眨眼等。这种对环境变化做出反应的能力或特性，称为兴奋性。兴奋性是以新陈代谢为基础的，也是生物生存的必要条件，所以兴奋性也是生命的基本特征。

三、适 应 性

当环境发生变化时，生物体不仅能作出相应的反应，而且还能不断调整自身结构和机能以保持正常生存。机体这种主动适应环境变化而生存的特性称为适应性。动物越高等，对环境的适应能力就越强。以动物的体温为例，当环境温度变化时，低等动物的体温随着环境温度而改变，高等动物（鸟类和哺乳类）的体温则能通过复杂的体温调节活动，维持相对恒定，以保证机体新陈代谢正常进行。高等动物对环境的主动适应能力是进化的表现。但动物对环境的适应能力是有一定限度的，超过限度会导致疾病，甚至死亡。

第二节 刺激与反应

一、刺 激

生理学中将内外环境的突然改变称为刺激。但刺激必须具有一定强度和持续作用一定时间，才能引起组织产生反应。

凡能引起组织发生反应的最小刺激强度叫阈强度，这种强度的刺激叫阈刺激。低于阈强度的刺激叫阈下刺激；反之，高于阈强度的刺激称为阈上刺激。可以用阈强度衡量组织兴奋性高低，阈强度越低，说明该组织容易发生兴奋即兴奋性高。反之，阈强度高，则兴奋性越低。

一定强度的刺激还必须持续作用一定时间，才能引起刺激的效应。如果时间过短，即使强度很大，也不能引起反应。例如，用高频电流作为刺激，虽然强度明显超过阈值，但由于每个电震作用时间过短，故并不引起组织兴奋，只单纯引起电热效应。反之，刺激作用时间过长，组织对它产生适应，也不能引起反应。

刺激的强度和作用的时间两个因素之间存在着密切的相互关系。刺激强度越大，引起组织反应所需的作用时间就越短；反之，刺激强度越小，则所需的时间就越长。二者呈负相关。

二、反 应

当刺激作用于组织时，其内部的代谢过程和外在的活动表现将发生改变，这种改变称为反应。不同组织反应的表现形式不同，如神经组织接受刺激后，就传导动作电位；肌肉组织接受刺激后，产生动作电位并引起收缩；腺体组织接受刺激后，产生动作电位并引起分泌等等。

三、兴奋和抑制

各种组织接受刺激后，反应的表现形式虽然是多种多样的，但概括起来有两种情况，即兴奋和抑制。

兴奋 当组织受到刺激，其内部的代谢过程增强和加速，外在的活动表现由相对静止转变为活动；或由活动弱变为活动强。前面提到的神经、肌肉和腺体组织的反应，均为兴奋的表现。

抑制 当组织受到刺激，其内部的代谢过程减弱或减慢，外在的活动表现由活动状态转变为相对静止，或由较强的活动转变为较弱的活动。如心肌收缩减慢减弱，腺体分泌减少或停止等。

刺激作用于组织，究竟引起兴奋还是抑制反应？主要决定于组织本身的机能状态和刺激的性质、强度与作用时间。在整体情况下，兴奋和抑制是相互联系和相互制约的过程。有关这方面内容，将在后面章节加以叙述。

第三节 生物电现象

生物体在生命活动过程中所表现的电变化称为生物电现象。活细胞或组织无论是安静还是活动时，都伴随生物电现象。例如临床上应用的心电图，是心脏兴奋时所记录出的生物电变化；脑电图是大脑皮层兴奋时所记录的生物电变化等等。所以生物电现象是普遍存在的，也是生命的基本特征之一。

需要指出的是：在整个器官上记录的生物电现象，是许多细胞电变化的综合反映，对分析和理解基本过程是有困难的。现在由于研究电生理的仪器和技术不断改进，可以直接记录与观察单个细胞的生物电变化，从而有助于理解基本过程和产生原理。

细胞生物电主要表现形式有两种，一种是安静时具有的静息电位，另一种是受到刺激时产生的动作电位。

一、静息电位

经用电生理仪器测定细胞在安静时，膜外带正电，膜内带负电，膜内外存在着电位差。安静时膜内外的电位差称为静息电位或膜电位。膜外带正电，膜内带负电的状态，称为极化状态。大多数细胞静息电位是稳定的，如神经和肌肉细胞，若膜外作为零则膜内的电位大约为 $-70 \sim -90$ 毫伏（图1-1）。

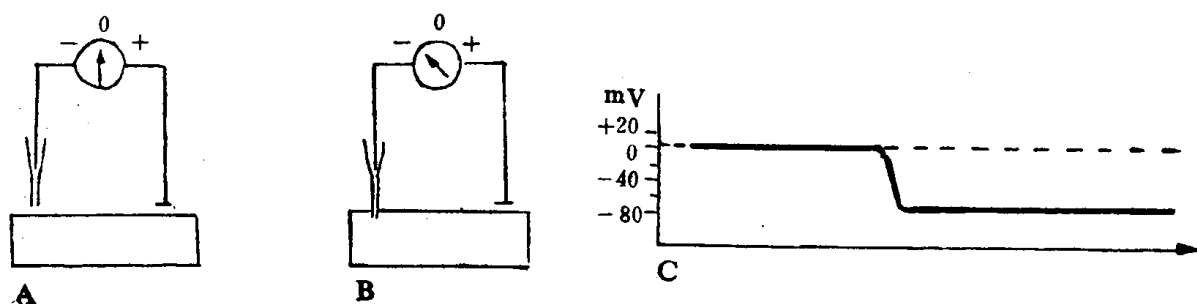


图 1-1 静息电位

- A 微电极在细胞外，电流计指向零位；
- B 微电极在细胞内，电流计指向负极；
- C 0 mV 为细胞膜外电位， -80 mV 为静息电位。

二、动作电位

当细胞受到刺激而兴奋时，细胞膜原来的极化状态立即消失，并在膜两侧发生一系列电位变化（或称电位波动）。这种在细胞兴奋时所产生的电位变化过程，叫做动作电位。动作电位包括三个基本过程：（一）去极化：当细胞膜受到刺激时，膜内原来存在的负电位迅速消失，即膜电位原有的极化状态消失，这一过程称为去极化。（二）反极化：继去极化之后，进一步发展为膜的极化状态倒转，即转变为内正外负，称为反极化过程。（三）复极化：膜内电位达到顶峰后开始下降，恢复到静息电位水平，称复极化。

用高倍放大和示波器慢扫描仪器记录的动作电位如图1-2所示。图中看到的尖峰式波形，称锋电位。它的上升相膜电位由 -70 毫伏至零（去极化），再由零上升到 40 毫伏（反极化，也称超射）；下降相膜电位水平开始下降，最后恢复到原来水平（复极化）。

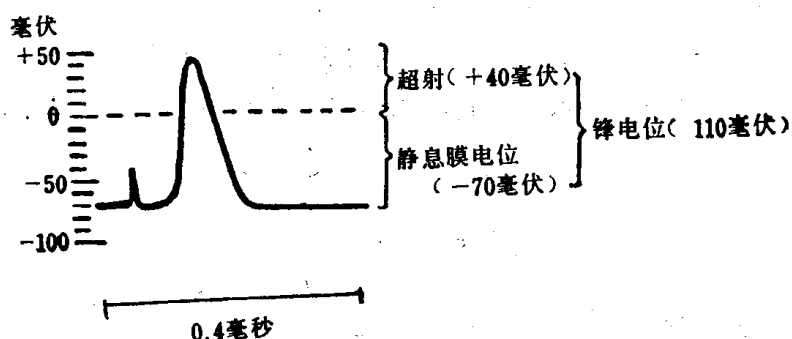


图 1-2 动作电位

动作电位发生后，可沿细胞膜向整个细胞传导。通常在生理学中将动作电位看作是细胞兴奋的标志。

三、动作电位在细胞膜上的传播

动作电位在细胞膜上的传播是指细胞膜任何一点产生动作电位后，都可沿着整个细胞膜传播的过程。发生动作电位的部位（即兴奋部位）的膜两侧电荷分布为内正外负（反极化），而相邻的安静部位则是内负外正。这样，兴奋部位和安静部位间因存在电位差而产生局部电流。局部电流可刺激邻近的安静部位，使膜逐渐去极化。当去极化达到一定水平时，就会爆发动作电位（如图1-3）。如此类推，只要细胞膜一处受到刺激而产生动作电位，就能依次使整个细胞发生兴奋。通常生理学所说的神经冲动的传导，就是动作电位沿神经纤维的传播过程。

四、生物电产生原理

目前对静息电位和动作电位的最一般原理已经得到阐明。大量实验研究表明各种细胞生物电现象的产生，主要是由于某些带电离子在细胞膜两侧的分布不均衡，以及在不同情况下膜对这些离子的通透性发生

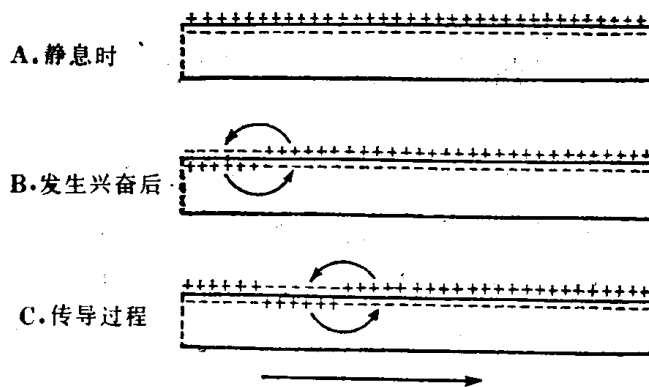


图 1-3 动作电位传导示意图

弯箭头表示膜内外局部电流的流动方向，直箭头表示动作电位（冲动）传导方向。

改变所造成的。

（一）细胞膜内外离子分布情况

一切动物细胞都被一层薄膜所包围，称细胞膜，它把细胞内容物和周围环境隔开。动物有机体内，细胞膜两侧都有多种离子组成的电解质溶液（细胞内液和细胞外液），但膜内外离子分布情况很不相同。用近代化学分析方法证明，在正离子方面，细胞内钾离子(K^+)浓度高，约为膜外的20~40倍；细胞外的钠离子(Na^+)浓度高，约为膜内的7~12倍。在负离子方面，细胞外的氯离子(Cl^-)浓度较细胞内高，而细胞内大分子有机物(A^-)较细胞外多。从上述情况可知细胞膜两侧离子分布不均匀，存在离子浓度的差异。当膜对其中某离子可以通透时，这种膜内外浓度差有推动该离子从膜的一侧向另一侧弥散的作用，即从浓度高向浓度低的一侧移动。

（二）细胞膜对离子的通透性

细胞膜的结构是以液态的脂质双分子层为基架，中间镶嵌具有各种生理功能的蛋白质。其中有一种蛋白质有运载离子通过膜的作用，这种蛋白质被称为通道蛋白，简称通道。例如，能运载 K^+ 的，称 K^+ 通道，运载 Na^+ 的，称 Na^+ 通道。由于条件的变化，通道的机能状态发生改变（开放或关闭），决定离子是否通过，从而决定了膜对某种离子的通透性。例如，细胞在静息状态下， K^+ 通道开放，膜对 K^+ 的通透性强，细胞在兴奋时， Na^+ 通道开放，膜对 Na^+ 的通透性强；而负离子 A^- ，则不能通过膜。

（三）静息电位和动作电位的产生原理

关于膜电位产生原理，有各种假说，目前比较公认的假说为离子学说，现将该学说主要内容做一简单介绍。该学说认为细胞的静息电位主要是由细胞内 K^+ 外流所产生。 K^+ 外流的动力是细胞膜内外 K^+ 的浓度差，外流条件是安静时细胞膜对 K^+ 通透性最强。正电荷随 K^+ 外流， A^- 留在膜内，于是膜外积累正电荷，膜内积累负电荷；由于异性电荷相互吸引，正负电荷就堆积在膜两侧，形成外正内负的极化状态。膜内外电位差稳定于一定水平，而产生静息电位。

细胞的动作电位的产生是由于细胞受刺激部位膜的通透性发生一系列变化所致。首先是膜对 Na^+ 通透性增大， Na^+ 内流，而这时对 K^+ 通透性降低，致使 K^+ 外流减少，膜内正电荷积累，形成去极化和反极化过程。随后膜对 Na^+ 通透性很快降低，而对 K^+ 通透性又增高， K^+ 外流增多，逐渐恢复到原来的静息电位水平，为复极化过程。在复极化时，要靠细胞膜上的钠-钾泵（一种特殊蛋白质）的作用，它能在逆浓度差的情况下，即从低浓度向高浓度，把 Na^+ 转运至细胞外，而把 K^+ 运至细胞内，这种转运称主动运转，消耗能量。