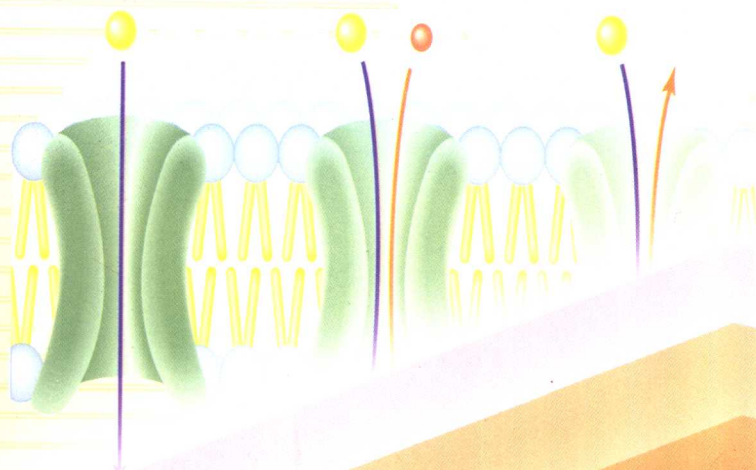


高职高专教育“十一五”规划教材

动物生理

曲强 主编



中国农业大学出版社

高职高专教育“十一五”规划教材

动物生理

曲 强 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

动物生理/曲强主编. —北京:中国农业大学出版社,2007.2

高职高专教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-81117-159-4

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 025498 号

书 名 动物生理

作 者 曲 强 主编

策划编辑 陈巧莲 姚慧敏 丛晓红

责任编辑 陈巧莲 姚慧敏

封面设计 郑 川

责任校对 王晓凤 陈 莹

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100094

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出版部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail [cbsszs @ cau.edu.cn](mailto:cbsszs@cau.edu.cn)

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷

规 格 787×980 16 开本 14.25 印张 256 千字

印 数 1~4 000

定 价 19.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主 编 曲 强(辽宁农业职业技术学院)

副主编 林伯全(福建农业职业技术学院)
左伟勇(江苏畜牧兽医职业技术学院)
陈现伟(山东临沂师范学院)
董 冰(信阳农业高等专科学校)

参 编 姜凤丽(辽宁农业职业技术学院)
罗永华(沧州职业技术学院)
张香斋(河北科技师范学院)
赵希彦(辽宁农业职业技术学院)
林晓清(福建农业职业技术学院)
王 强(沈阳农业大学职业技术学院)

内 容 简 介

本教材共分为 10 章,包括绪论、血液、循环、呼吸、消化与吸收、尿的生成与排出、体温、神经生理、内分泌和生殖与泌乳等内容,并附有实训指导。本教材按照职业教育教学改革的要求,从生产和教学实际出发,本着科学性、先进性和适用性原则进行编写。每章前面设有学习目标,在正文中适当穿插了知识链接栏目。全书语言简练,条理清晰,图文并茂,通俗易懂,适合学生学习。

本教材可供高职高专畜牧兽医类及相关专业学生使用,也可作为成人教育教材。

前 言

根据教育部《关于加强对高职高专教育人才培养工作的意见》和《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》的有关精神,按照高职高专培养技能型、应用型人才的要求,本着基础知识“必需、够用”的原则,我们编写了《动物生理》教材。

动物生理是畜牧兽医类专业的一门专业基础课程,主要任务是阐述动物各器官系统的生理功能,揭示生命活动现象及发生发展规律,为后续专业课程学习奠定一定的理论基础,进而为畜牧生产实践服务。

在编写教材的过程中,我们参阅了大量近年出版的相关教材,针对畜牧行业的发展变化,与生产和教学实际需要相结合,对原学科体系的内容进行调整,删繁就简,在保证教材先进性和科学性的基础上,力求突出教材的适用性。

本书共分为 10 章,第一章绪论简要介绍了动物生理的基本内容。自第二章起分别介绍了血液、循环、呼吸、消化与吸收、尿的生成与排出、体温、神经、内分泌和生殖与泌乳等知识。每章前面设有学习目标,包括知识目标和技能目标,章后有本章小结和复习思考题,以便于学习者掌握主要内容。在正文中适当穿插了知识链接栏目,作为知识的延伸部分,旨在增强教材趣味性,加强与专业课程联系。此外,教材内容安排上做到重点突出,详略得当。内容阐述上力图语言简练,条理清晰,深入浅出,通俗易懂,图文并茂,增强教材的直观性和概括性。

参加本教材编写的老师有:辽宁农业职业技术学院曲强(前言、第一章和第五章),福建农业职业技术学院林伯全、林晓清(第二章和第三章)、江苏畜牧兽医职业技术学院左伟勇(第四章),山东临沂师范学院陈现伟(第六章和第七章),信阳农业高等专科学校董冰(第八章),河北科技师范学院张香斋(第九章),沧州职业技术学院罗永华(第十章前四节),辽宁农业职业技术学院姜凤丽(第十章第五节)、赵希彦(实训指导),沈阳农业大学职业技术学院王强(实训指导)。初稿完成后由主编和副主编进行修改,最后由主编统稿。

在本教材出版之际,仅向为本教材编写工作提供过帮助和支持的所有人士表示诚挚的谢意!

由于编者水平有限,加之时间仓促,教材中难免有疏漏、不足甚至错误之处,恳请同行及专家批评指正。

编 者

2007 年 1 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 动物生理的内容、学习目的及方法	1
第二节 细胞的兴奋性和生物电现象	3
第三节 机体功能的调节	7
第二章 血液	9
第一节 机体的内环境	9
第二节 血液的组成和理化特性	11
第三节 血细胞生理	15
第四节 血液凝固与纤维蛋白溶解	21
第五节 禽类血液特点	27
第三章 循环	32
第一节 心脏的泵血功能	32
第二节 心脏的生物电现象及生理特性	36
第三节 血管生理	43
第四节 心血管活动的调节	55
第五节 禽类循环特点	60
第四章 呼吸	64
第一节 肺通气	64
第二节 气体交换	69
第三节 气体在血液中的运输	72
第四节 呼吸运动的调节	73
第五节 禽类的呼吸特点	77
第五章 消化与吸收	80
第一节 概述	80
第二节 口腔内消化	86
第三节 单胃消化	87
第四节 复胃消化	88
第五节 小肠内消化	95

第六节 大肠内消化	97
第七节 吸收	99
第八节 禽类消化吸收特点	101
第六章 尿的生成与排出	106
第一节 肾小球的滤过作用	106
第二节 肾小管与集合管的转运功能	111
第三节 尿的排放	119
第四节 禽类的泌尿特点	121
第七章 体温	123
第一节 动物的体温及正常变动	123
第二节 机体的产热与散热	126
第三节 动物对外界高温和低温的反应	130
第八章 神经生理	134
第一节 神经元与神经纤维	134
第二节 突触与突触传递	136
第三节 反射	143
第四节 神经系统的感觉分析功能	146
第五节 神经系统对躯体运动的调节	149
第六节 神经系统对内脏活动的调节	152
第七节 条件反射	154
第八节 禽类的神经生理特点	155
第九章 内分泌	158
第一节 概述	158
第二节 内分泌腺的机能	162
第三节 禽类的内分泌特点	171
第十章 生殖与泌乳	174
第一节 概述	174
第二节 雄性生殖生理	176
第三节 雌性生殖生理	179
第四节 禽类生殖生理	187
第五节 泌乳	190
实训指导	196
实训一 家禽血液样品的采集	196

实训二	红细胞渗透脆性实验	196
实训三	血液凝固	197
实训四	红细胞的计数	198
实训五	血红蛋白的测定	199
实训六	蛙心活动的观察	200
实训七	心音听诊	201
实训八	蛙血管内血液流动的观察	201
实训九	脉搏检查	202
实训十	动脉血压的直接测定及其影响因素观察	203
实训十一	胸内压测定	204
实训十二	呼吸运动的调节	205
实训十三	胃肠运动观察	206
实训十四	小肠吸收观察	207
实训十五	尿的分泌观察	208
实训十六	蛙肾小球血流的观察	209
实训十七	家畜体温的测定	210
实训十八	反射弧分析	211
实训十九	脊髓反射活动观察	211
实训二十	胰岛素、肾上腺素对血糖的影响	212
参考文献		214

第一章 绪 论



知识目标

- 了解动物生理基本内容。
- 理解细胞的兴奋性与生物电现象。
- 掌握机体功能调节方式及特点。

技能目标

- 能根据细胞的基本特性解释某些生命活动现象。

动物生理是研究健康动物的基本生命活动现象及其发生发展规律的科学,是生命科学的核心。动物的生命活动,一方面表现在与其生存环境的联系,另一方面则表现在各种生命活动高度的协调性和维持本身完整的统一性。而有机体内、外环境的协调统一,则有赖于神经和体液系统的精细调节。

第一节 动物生理的内容、学习目的及方法

一、动物生理的研究内容

动物的生命活动以基本结构为基础。高等动物有机体由细胞分化形成不同的组织,构成各个器官和系统,行使不同的功能。而各器官系统的功能又相互联系、相互作用,作为一个完整的机体进行着有规律的活动。生命活动又与外界环境有着十分密切的联系,环境的变化常常会引起动物生理功能的改变。机体通过一系列调节系统的作用,来适应外界环境的变化。

因此,动物生理的研究内容应该包括细胞和分子水平、器官和系统水平以及整体水平。对于这3种水平的研究应该相互联系、相互补充。本书以器官、系统和整体水平为基本脉络进行研究,涉及一些相关的细胞和分子以及环境方面的内容。

一、细胞的兴奋性

二、学习目的、意义及任务

学习动物生理的目的是为畜牧生产实践服务,解决生产实践中出现的问题。因此学习动物生理不能局限于对动物生理活动的简单观察和理解,而是在于掌握了动物生理活动的基本规律之后,能运用对这些规律性的认识,去分析畜牧兽医实践中出现的问题,提出解决问题的办法,以便采取适当的措施,定向地去调控动物的生理活动,以提高生产效益。

畜牧业是现代农业的重要组成部分。畜牧业的发展一方面为人们提供了丰富的肉、蛋、奶等动物性产品,满足了人们日益增长的物质生活需要;另一方面也成为落后地区农民脱贫致富、生活奔小康的一条重要途径。但由于我国地少人多,如何利用有限的资源去生产更多的动物产品,是摆在畜牧科技工作者面前的重要课题。此外,动物食品安全性问题也日益受到人们关注,如何加大对各类疾病的控制和预防显得尤为重要。对动物生理知识进行深入细致的研究,可以为解决这些实际问题奠定一定的理论基础。

随着畜牧业不断发展以及科技的不断进步,与动物生理知识相关的研究也在不断深入。如近年出现的应用生长激素促进生长与泌乳的技术、胚胎工程与动物克隆技术以及功能基因组研究等,都与动物生理研究有关。而随着这些新技术在畜牧生产中的不断普及和推广,就需要人们掌握更多的动物生理知识和其他理论知识,才能利用这些新技术为畜牧生产服务。

三、学习方法

(一)多实践,多观察

动物生理是一门实践性很强的学科,很多基础理论都来源于实践。要学好动物生理,就必须深入实际,加强实训环节,在实训中加深感性认识。要注意观察,对发生的现象进行比较、分析,得出结论。

(二)注重理解

动物生理包含很多基本理论内容,这些内容都是经过严密论证得到的。要想牢固地掌握这些理论知识,就必须多动脑筋、多思考,从深层次出发,抓住问题的本质。不仅要“知其然”,而且要“知其所以然”。只有真正理解了这些知识,才能运用它去解决实际问题。如果只是死记硬背,不注重理解,就失去了学习的意义。

(三)要掌握相关基础知识

要学好动物生理,必须掌握一些相关课程的基础知识。在学习动物生理之前学过的数学、化学、生物学、动物解剖等课程为动物生理的学习奠定了很好的基础,

动物生理也是运用这些知识来探索动物体的各项机能。因此在学习动物生理时要复习好这些课程,特别是要加强与动物解剖课程的联系,应用这些知识来研究动物机体的生理功能和生命活动规律。

第二节 细胞的兴奋性和生物电现象

一、细胞的兴奋性

(一)应激性与兴奋性

应激性是指活的机体、组织、细胞对内外环境刺激发生反应的能力或特性,是原质普遍的特性。无论是低等的原生动物还是高等的禽类、哺乳动物均具有应激性。

虽然不同细胞对刺激产生的反应不同,但其本质都是细胞受到刺激后膜电位发生变化的结果。细胞膜电位变化有2种形式:①神经、肌肉、腺体等组织细胞,接受刺激后膜电位的变化表现为可传播的动作电位,该过程称为细胞的兴奋。这类细胞称为可兴奋细胞。②结缔组织的细胞接受刺激后,膜电位变化仅表现为局部膜电位下降,并不产生动作电位,这类细胞称非兴奋细胞。通常把非兴奋接受刺激发生反应的能力或特性称为应激性,把可兴奋细胞接受刺激发生反应的能力或特性称为兴奋性。

(二)刺激与兴奋的关系

1. 刺激的性质

各种刺激并不是对所有可兴奋细胞都能引起反应。例如,一定频率的声波能引起内耳听细胞的兴奋反应,称适宜刺激;而对机体其他细胞则不起反应,则称不适宜刺激。体内多种激素往往是同一靶细胞的适宜刺激。

2. 刺激强度

适宜刺激引起细胞兴奋还需要一定的强度。在一定的时间内,能引起细胞产生兴奋的最低刺激强度称为阈值。兴奋性越高,阈值就越低。低于阈值的过弱刺激称为阈下刺激,单个的阈下刺激不能引起细胞的反应。

3. 刺激时间

引起细胞反应除需要一定的刺激强度外,还需要一定的刺激时间。一般说来,细胞的兴奋性越低,需要刺激的时间就越长。刺激的强度和作用时间是引起细胞发生反应的2个必要条件,两者关系密切。刺激强度越大,引起细胞反应的刺激时间就越短。反之,刺激强度越小,所需刺激时间就越长(图1-1)。但如果刺激作用

时间过长,细胞就将对刺激产生适应作用而不引起反应。细胞发生适应作用时,它的兴奋性会逐渐降低,刺激阈会逐渐升高,因而会使原来足够能引起反应的刺激变为阈下刺激而不引起反应。细胞的兴奋性越高,它对刺激的适应作用就越快。

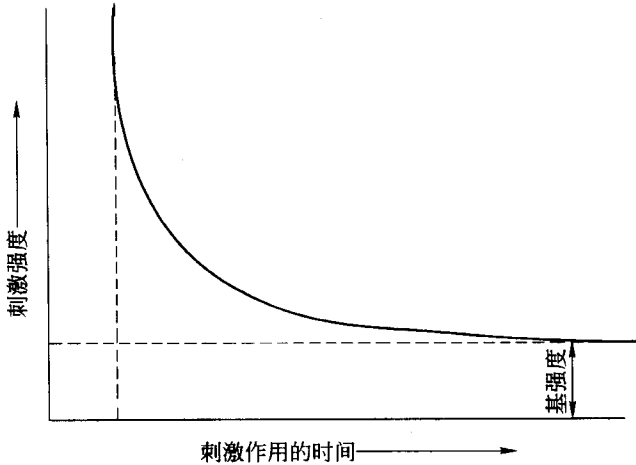


图 1-1 刺激强度与时间的关系

(三)兴奋性的变化

细胞的兴奋性不是固定不变的,尤其受到刺激时会发生较大变化。以神经细胞和肌肉细胞为例,一次刺激后,兴奋性要经历4个阶段的变化,然后又恢复到正常水平。这4个阶段依次为:

(1)绝对不应期 细胞完全缺乏兴奋性的时期,对任何新刺激都不发生反应,所以也称绝对乏兴奋期。

(2)相对不应期 这时细胞的兴奋性开始逐渐恢复,但还没有达到正常水平,原来的阈刺激不能引起反应,较强的刺激才能引起反应。

(3)超常期 继相对不应期之后出现,这时细胞的兴奋性略高于正常水平,原来的阈下刺激也能引起反应。

(4)低常期 这时细胞兴奋性又降低至正常水平以下,低常期后兴奋性逐渐恢复正常。

二、生物电现象

生命活动过程中出现的电现象称为生物电现象,它是细胞基本特性之一,伴随

细胞兴奋性变化而发生变化。

(一) 静息电位

细胞在安静时,即未受刺激时,膜内外两侧的电位差(膜外为正、膜内为负的极化状态)称为静息电位或膜电位。神经细胞和肌细胞的膜电位为 $-90\sim-70\text{ mV}$ 。

(二) 动作电位

可兴奋组织或细胞接受刺激而发生兴奋时,细胞膜原来的极化状态立即消失,并在膜的内外两侧发生一系列电位变化,这种电位变化称为动作电位。动作电位包括3个基本过程:①去极化。膜内原来存在的负电位迅速消失,即膜电位的极化状态消失。②反极化。继去极化之后,进而发展为极化状态倒转,即转变为膜内电位为正,膜外电位为负。③复极化。膜内电位达到顶峰后开始下降,恢复至原来静息电位水平。

如图1-2所示,动作电位曲线第一部分是一个迅速发生和迅速消失的较大负电位,称为锋电位。它的上升波包括膜电位由 $-70\text{ mV}\sim 0$ (去极化),再由0上升到 40 mV (反极化,也称超射)。曲线的第二部分为后电位。在锋电位恢复到静息电位水平以前,膜电位经历较长时间的波动,一般先有负后电位,而后出现正后电位,最后恢复到原来水平(复极化)。锋电位表示细胞处于兴奋状态,大体上相当于绝对不应期;锋电位下降波的最后时间与相对不应期相当;负后电位则相当于超常期;正后电位则与低常期相当。

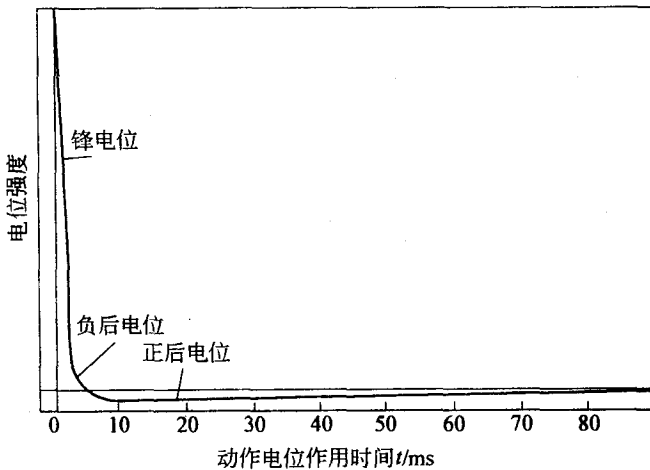


图 1-2 哺乳动物有髓神经动作电位曲线

(三)生物电现象产生的机理

细胞膜内外离子分布很不相同。在正离子方面,细胞内 K^+ 浓度高,为膜外的 20~40 倍,而细胞外 Na^+ 浓度约高于膜内的 20 倍。负离子方面,细胞外 Cl^- 浓度较细胞内高,而细胞内大分子有机物(A^-)较细胞外多。因此细胞膜内外两侧存在离子分布的不平衡,即存在离子浓度差和电位差,在电化学梯度的作用下,离子就有扩散到膜另一侧的可能性。

细胞在静息状态下,膜对 Na^+ 的通透性小,而膜对 K^+ 有较大的通透性,于是 K^+ 浓度差推动 K^+ 从膜内向膜外扩散,正电荷随钾离子外流,而带负电荷的蛋白质不能外流而留在膜内,于是膜外积累正电荷,膜内积累负电荷,这种电位差随着 K^+ 的外流逐渐增大,并对 K^+ 外流产生阻碍作用。当膜内外 K^+ 浓度差(K^+ 外流动力)与电位差(K^+ 外流阻力)达平衡时, K^+ 跨膜净转运为 0,膜内外电位动态稳定于一定水平,即形成静息电位。因此,细胞的静息电位主要由 K^+ 外流所产生,反映 K^+ 的平衡电位。

当细胞受刺激而兴奋时,细胞膜对 Na^+ 通透性突然增大,于是在膜两侧 Na^+ 浓度差的推动下, Na^+ 向细胞内流,而这时对 K^+ 的通透性降低,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^+ 通透性迅速降低,而对 K^+ 通透性又增加,于是 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。在锋电位结束时,膜内 Na^+ 和膜外 K^+ 的浓度都比正常时有所增加,复极化(锋电位后)除靠 Na^+ , K^+ 的被动扩散外,还有赖于逆浓度差的主动扩散作用,在 ATP 分解供能使钠-钾泵运转下,膜内增多的 Na^+ 被排出膜外,同时把膜外增多的 K^+ 吸进膜内,使膜内外的 Na^+ , K^+ 浓度完全恢复到静息状态水平,构成后电位时相。

(四)动作电位的传导

细胞某一部位兴奋产生动作电位后,能够沿着细胞膜传导至整个细胞。这是可兴奋细胞的特征之一。

动作电位发生传导的原因是:当膜受到刺激时,兴奋部位的膜两侧电荷分布为内正外负,而相邻部位则是内负外正。由于两部位存在电位差产生局部电流,局部电流刺激邻近的静息部位引起兴奋,使膜去极化,引发新的动作电位,如此顺次重复,使动作电位沿整个膜传导。

第三节 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,但它们又密切配合、相互协调,以保持整体性和内环境的稳定,并使机体与周围环境变化相适应。机体各部分功能统一的整体活动,主要通过神经调节、体液调节和自身调节3种调节机制来实现,其中最为重要的是起主导作用的神经调节。

一、神经调节

机体的许多生理功能是由神经系统的活动来进行调节的。神经系统的基本过程是反射,反射活动的结构基础是反射弧。反射弧由以下5个基本部分组成:感受器、传入神经纤维、神经中枢、传出神经纤维和效应器。这5个环节联系起来,构成神经调节的结构和功能的基本单位。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。反射弧是一个完整的整体,任何部分的缺损,均可导致反射功能的丧失。

神经调节的特点是快速、精确、短暂,具有高度的整合能力。

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(激素),后者经由体液运输,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。体内有许多内分泌腺细胞,能分泌几十种激素,专一性地分别对不同组织或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,除了分别调节不同组织、细胞生理活动之外,还进行复杂的协同和颞颞作用(详见内分泌部分)。

激素是实现体液调节的主要因素。除激素外,体内一些细胞分泌的活性物质和代谢产物如组胺、激肽、 CO_2 、乳酸等也能通过组织液扩散到邻近的组织细胞并影响其功能活动。

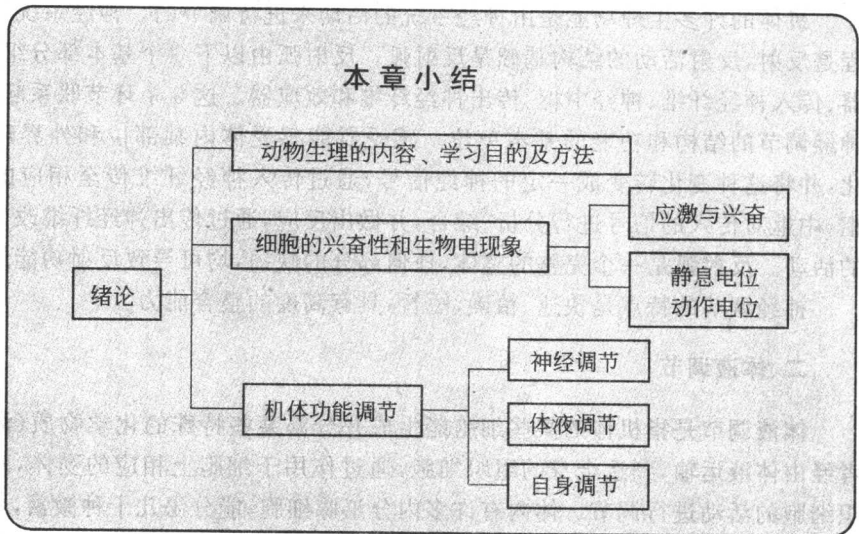
体液调节的特点是作用缓慢、广泛和持久。

神经调节和体液调节存在密切联系。参与体液调节的激素多数直接或间接受神经系统控制。例如:下丘脑内一些神经细胞也能合成激素,并由神经末梢释放入血液,进而调节其他内分泌组织细胞的活动。在这个过程中,体液调节实质上成了神经调节传出途径的一个环节,故称为神经-体液调节。

三、自身调节

许多器官、组织、细胞自身也能对周围环境变化发生适应性反应,这种反应是器官、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。例如在小动脉灌注时,随着血管内压力的升高,血管平滑肌受牵张刺激后自动发生收缩,使小动脉的口径缩小。因此当小动脉的灌注压力升高时,其血流量不致增大。即使除去神经或体液因素后,此种反应依然存在。

与上述 2 种调节方式比较,自身调节较为简单,幅度小,但对功能和稳态的维持仍然十分重要。



复习思考题

1. 什么是静息电位? 其产生的原理是什么?
2. 什么是动作电位? 其过程是怎样的?
3. 机体功能调节有哪些方式? 各有何特点?