



教育部高职高专教育人才培养模式和
教学内容体系改革与建设项目立项教材

高 职 高 专 教 材

生 理 学

郭争鸣 张光主 主 编
周义志 副主编

北京大学医学出版社



内附光盘

教育部高职高专教育人才培养模式和
教学内容体系改革与建设项目立项教材

高职高专教材

生 理 学

主 编 郭争鸣 张光主

副主编 周义志

编 委 (以姓氏笔画为序)

刘云肖 陕西省中医学校

李跃进 南京卫生学校

张光主 永州职业技术学院

陈湘秋 邵阳医学高等专科学校

周义志 四川省绵阳医科学校

郭少三 岳阳职业技术学院

郭争鸣 湖南中医药高等专科学校

董辉光 广东省新兴中药学校

北京大学医学出版社

SHENGLI XUE

图书在版编目 (CIP) 数据

生理学/郭争鸣, 张光主主编. —北京: 北京大学医学出版社, 2004. 6

教育部高职高专教育人才模式和教学内容体系改革与建设项目立项教材. 高职高专教材

ISBN 7-81071-516-X

I. 生… II. ①郭…②张… III. 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 (2004) 第 055337 号

生 理 学

主 编: 郭争鸣 张光主

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100083) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 莱芜市圣龙印务书刊有限责任公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 张彩虹 责任校对: 焦 娴 责任印制: 张京生

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 15.25 字数: 386 千字

版 次: 2004 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 2 次印刷 印数: 6001—9000 册

书 号: ISBN 7-81071-516-X/R·516

定 价: 29.90 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

前 言

本书是高职高专护理、临床医学、药学及相关专业的生理学教材。作为教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容改革与建设项目》批准的“高职高专课程教学内容体系改革与建设的研究与实践”（项目编号Ⅲ29-2）内容之一，本教材以高职高专医学、药学、护理等专业培养目标为依据，以“实用”与“够用”为基本原则，同时注意反映生理学的前沿进展。为体现信息时代的高新技术在医学教学领域中的应用，本书提供了配套多媒体教学光盘。

本书由湖南中医药高等专科学校郭争鸣和永州职业技术学院张光主担任主编，四川省绵阳医科学校周义志担任副主编。参加编写的有：郭争鸣（编写第一章绪论、实验指导及整个多媒体教学光盘制作），张光主（编写第二、十章），南京卫生学校李跃进（编写第三章），广东省新兴中药学校董辉光（编写第四、八章），邵阳医学高等专科学校陈湘秋（编写第五、六章），陕西省中医学校刘云肖（编写第七、十三章），岳阳职业技术学院郭少三（编写第九、十二章），周义志（编写第十一章）。

由于我们的学识水平所限，教材中难免出现不足之处，敬请读者在使用过程中及时提出批评指正。本书编写过程中，得到了课题组负责同志马祥志教授的悉心指导，编者们在所在学校也给予了大力的支持，谨表示衷心的感谢。

编 者

2004 年 5 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 生理学研究对象、任务及其与医学的关系	(1)
一、生理学研究对象	(1)
二、生理学的任务	(1)
三、生理学与医学的关系	(1)
四、生理学的研究方法	(1)
五、生理学的学习方法	(2)
第二节 生理学简史	(2)
第三节 生命的基本特征	(3)
一、新陈代谢	(3)
二、兴奋性	(4)
三、生殖	(4)
四、适应性	(4)
第四节 人体功能活动的稳态及其调节	(4)
一、内环境及其稳态	(4)
二、机体功能调节的方式	(5)
三、机体功能调节的自动控制	(6)
第二章 细胞的基本功能	(7)
第一节 细胞膜的基本结构与功能	(7)
一、细胞膜的结构	(7)
二、细胞膜的物质转运功能	(8)
三、细胞膜的受体功能	(11)
第二节 细胞的生物电现象	(11)
一、静息电位	(11)
二、动作电位	(12)
三、动作电位的传导	(14)
第三节 骨骼肌细胞的收缩功能	(15)
一、神经-肌肉接头的兴奋传递	(15)
二、骨骼肌的收缩机制	(16)
三、骨骼肌的收缩形式	(19)
四、影响骨骼肌收缩的主要因素	(20)
第三章 血液生理	(22)
第一节 血液的组成和理化特性	(22)
一、血液的基本组成和血量	(22)

二、血浆的化学成分和作用	(23)
三、血液的理化特性	(24)
第二节 血细胞生理	(25)
一、红细胞生理	(25)
二、白细胞生理	(28)
三、血小板生理	(29)
第三节 血液凝固与纤维蛋白溶解	(30)
一、血液凝固	(30)
二、纤维蛋白溶解与抗纤溶	(33)
第四节 血型与输血原则	(34)
一、血型与红细胞凝集反应	(34)
二、红细胞血型	(34)
三、输血的原则	(36)
第四章 血液循环	(38)
第一节 心脏生理	(38)
一、心肌细胞的跨膜电位和生理特性	(38)
二、心动周期与心脏泵血过程	(46)
第二节 血管生理	(54)
一、血液在血管内流动的基本规律	(54)
二、动脉血压与脉搏	(55)
三、静脉血压与血流	(58)
四、微循环和组织液生成	(60)
第三节 血液循环的调节	(64)
一、神经调节	(64)
二、体液调节	(68)
第四节 特殊脏器的血液循环	(70)
一、冠状循环	(70)
二、脑循环	(73)
第五章 呼吸生理	(75)
第一节 肺通气	(75)
一、呼吸器官的结构特点及功能	(75)
二、肺通气的动力与阻力	(77)
三、胸膜腔内压	(79)
四、肺容量与肺通气量	(79)
第二节 气体的交换与运输	(81)
一、气体交换	(81)
二、气体运输	(83)
第三节 呼吸运动的调节	(85)
一、中枢神经性调节	(85)
二、机械性反射调节	(86)

三、化学性反射调节	(86)
第六章 消化和吸收	(88)
第一节 概述	(88)
一、消化道平滑肌的特性	(88)
二、消化腺的分泌功能	(89)
三、胃肠的神经支配	(90)
四、胃肠道的内分泌功能	(91)
第二节 口腔内消化	(91)
一、唾液及其作用	(91)
二、咀嚼与吞咽	(92)
第三节 胃内消化	(93)
一、胃的运动	(93)
二、胃液的成分和作用	(94)
第四节 小肠内消化	(97)
一、小肠的运动	(97)
二、胰液的成分与作用	(98)
三、胆汁的成分与作用	(99)
四、小肠液的成分与作用	(100)
第五节 大肠内消化	(100)
一、大肠的运动	(100)
二、大肠液的成分与作用	(101)
第六节 吸收	(101)
一、吸收的部位	(101)
二、吸收的机制	(102)
三、主要营养物质的吸收形式	(102)
第七章 能量代谢与体温	(104)
第一节 能量代谢	(104)
一、食物的能量转化	(104)
二、能量代谢测定的原理和方法	(105)
三、影响能量代谢的因素	(108)
四、基础代谢	(109)
第二节 体温及其调节	(110)
一、体温及其生理变动	(110)
二、机体的产热与散热	(111)
三、体温调节	(114)
第八章 肾脏的排泄功能	(116)
第一节 肾结构与血液循环特点	(116)
一、肾的结构特点	(116)
二、肾血液循环的特点	(118)
第二节 尿的生成过程	(119)

一、肾小球滤过	(119)
二、肾小管和集合管的重吸收	(122)
三、肾小管和集合管的分泌与排泄	(126)
第三节 尿液的浓缩与稀释	(127)
一、尿液浓缩与稀释的基本过程	(127)
二、肾髓质高渗梯度的形成	(128)
三、肾髓质高渗梯度的保持	(129)
四、影响尿液浓缩与稀释的因素	(129)
第四节 肾泌尿功能的调节	(130)
一、抗利尿激素	(130)
二、醛固酮	(131)
三、甲状旁腺激素	(132)
四、心房钠尿肽	(132)
第五节 尿液及其排放	(133)
一、尿液	(133)
二、排尿	(133)
第九章 感觉器官生理	(136)
第一节 概述	(136)
一、感受器和感觉器官	(136)
二、感受器的一般生理特性	(136)
第二节 眼的视觉功能	(137)
一、眼的折光功能	(138)
二、眼的感光功能	(140)
三、与视觉生理有关的其他现象	(141)
第三节 耳的位听觉功能	(143)
一、耳的听觉功能	(143)
二、内耳前庭器官的位置觉功能	(146)
第四节 嗅觉、味觉和皮肤感觉感受器的功能	(148)
一、嗅觉感受器的功能	(148)
二、味觉感受器的功能	(148)
三、皮肤感觉感受器的功能	(148)
第十章 神经系统生理	(149)
第一节 中枢神经系统的主要组成单位	(149)
一、神经元	(149)
二、神经胶质细胞	(151)
第二节 突触、神经递质与受体	(151)
一、突触结构与功能	(151)
二、神经递质与受体	(155)
第三节 神经系统的感觉功能	(157)
一、感觉传导通路	(157)

二、大脑皮层的感觉代表区	(159)
三、痛觉	(160)
第四节 神经系统对躯体运动的调节	(161)
一、脊髓的躯体运动反射	(161)
二、脑干对肌紧张的调节	(164)
三、小脑的功能	(164)
四、基底神经节对躯体运动的调节	(165)
五、大脑皮层对躯体运动的调节	(166)
第五节 神经系统对内脏活动的调节	(167)
一、自主神经系统的结构特点与功能	(168)
二、各级中枢对内脏活动的调节	(170)
第六节 脑的高级功能与电活动	(172)
一、条件反射	(172)
二、人类大脑皮层活动的特征	(173)
三、大脑皮层细胞的电活动	(174)
四、学习与记忆	(176)
五、觉醒与睡眠	(177)
第十一章 内分泌生理	(178)
第一节 概述	(178)
一、激素的分类	(178)
二、激素的生理作用	(180)
三、激素的作用特点	(181)
四、激素作用的机制	(181)
第二节 垂体激素	(182)
一、下丘脑与垂体内分泌功能的联系	(183)
二、腺垂体激素及其作用	(184)
三、神经垂体激素及其作用	(185)
第三节 甲状腺激素	(186)
一、甲状腺激素的合成和代谢	(186)
二、甲状腺激素的作用	(186)
三、甲状腺功能的调节	(187)
第四节 调节钙磷代谢的激素	(189)
一、甲状旁腺激素	(189)
二、降钙素	(189)
三、维生素 D ₃	(190)
第五节 肾上腺分泌的激素	(190)
一、肾上腺皮质激素的作用和分泌的调节	(190)
二、肾上腺髓质激素的作用和分泌的调节	(192)
第六节 胰岛素与胰高血糖素	(193)
一、胰岛素	(193)

二、胰高血糖素	(194)
第十二章 生殖生理	(195)
第一节 男性生殖	(195)
一、睾丸的功能	(195)
二、睾丸功能的调节	(197)
第二节 女性生殖	(197)
一、卵巢的功能	(197)
二、月经周期	(198)
三、妊娠	(200)
第十三章 老年生理	(202)
第一节 概述	(202)
一、寿命、衰老和老年的概念	(202)
二、老化的因素	(203)
三、老化过程的生物学机制	(204)
第二节 老年人的生理变化	(205)
一、内脏器官的生理变化	(205)
二、生殖、运动、感觉器官的生理变化	(206)
三、调节系统的变化	(206)
第三节 延缓衰老	(207)
一、延缓衰老的途径	(207)
二、中药抗衰老的探讨	(208)
生理学实验指导	(209)
总论	(209)
一、生理学实验课的教学要求	(209)
二、生理学实验要求和实验报告书写形式	(209)
三、实验室规则	(210)
四、常用生理实验器材简介	(210)
实验一 刺激与反应	(212)
实验二 反射弧的分析	(213)
实验三 ABO 血型鉴定	(214)
实验四 出血时间和凝血时间的测定	(215)
实验五 人体心音听诊	(216)
实验六 人体心电图描记	(217)
实验七 人体动脉血压测量	(218)
实验八 哺乳动物动脉血压调节	(219)
实验九 肺通气功能的测定	(220)
实验十 胸膜腔负压观察	(222)
实验十一 呼吸运动的调节	(223)
实验十二 胃肠运动观察	(224)
实验十三 人体体温测量	(225)

实验十四	影响尿生成的因素·····	(226)
实验十五	视力测定·····	(227)
实验十六	视野测定·····	(228)
实验十七	色盲检查·····	(229)
实验十八	瞳孔对光反射·····	(229)
实验十九	声音传导的途径·····	(229)
实验二十	去大脑僵直·····	(230)
实验二十一	人体腱反射检查·····	(231)

第一章

绪论

生理学属于生物科学的一个分支，是研究机体正常生命活动及其规律的科学。机体是有生命个体的总称，机体所表现的各种功能活动，统称为生命活动。

第一节 生理学研究对象、任务及其与医学的关系

一、生理学研究对象

根据研究对象的不同，生理学有许多分支。人体生理学（通常简称生理学）是以正常人体功能活动为研究对象的，与人类的医疗实践紧密相关，称为人体生理学。随着科学的发展和社会生产的需要，动物和植物及一切有生命物体的功能活动相继纳入生理学的研究范围，也就相应产生了动物生理学、植物生理学。医学生学习的生理学一般指的是人体生理学（或医学生理学）。

二、生理学的任务

生理学的任务在于揭示正常人体生命活动的具体过程、生命活动产生的机制、影响因素，从而阐明生命活动的规律。

三、生理学与医学的关系

生理学是一门重要的基础医学课程。医学的主要目的是防治疾病，促进人类健康。只有全面系统地掌握机体各系统、各器官的正常的生命过程和规律，才能正确认识和预防、治疗各种疾病。而生理学则正是解答正常人体生命过程和规律的科学，也就是说生理学是指导临床工作者做好一切临床医疗、护理工作的理论基础。同时临床实践工作也不断为生理学提出新的研究课题，检验生理学理论的正确性，从而推动生理学的不断发展。

四、生理学的研究方法

生理学是一门实验性科学，其知识来源于实践。生理学的研究方法可分为实验观察和调查研究。为了避免实验对于人体的创伤，大多数情况下需要利用活体动物进行研究。动物实验的方法可分为离体与在体两大类，前者是将动物某一组织或器官从体内取出，放置于适宜环境下观察其功能状态。后者又分为急性在体实验和慢性在体实验两种。急性在体实验是将实验动物麻醉后，暴露出需要观察的组织器官，当即进行实验。慢性在体实验是将动物进行必要的手术等处理并康复后在其清醒、接近正常的生理状态下进行实验。急性在体实验条件控制较好，结论比较可靠，但与机体正常、完整的功能状态有一定区别；慢性在体实验的结

论更接近正常整体状态，但实验周期长，干扰因素难以全部消除，实验条件不易控制。

五、生理学的学习方法

要学好生理学，必须根据生理学的学科特点，在学习过程中特别要加强以下四个方面的相互联系：

1. 结构与功能联系

生物进化理论认为，机体的结构与功能是相适应的，各器官、组织和细胞的结构是一切功能活动的物质基础，而功能活动则是这些结构的运动形式。临床经验表明，一旦结构变化，功能随之变化；而功能长期改变，也可逐渐演变成结构的改变。因此学习各器官、系统生理时，及时复习有关形态结构对理解和掌握相应功能活动是十分必要的。

2. 局部与整体联系

重视和强调机体的整体性、统一性是祖国医学的主要特点之一。构成机体整体的各器官、各系统虽然各具独特的结构与功能，但这些局部的结构和功能并非孤立的，而是机体不可分割的组成部分。本教材的编写和本课程教学按器官系统分章进行只是为了便于学习和理解。因此我们在学习各器官、各系统的生理时，一定要有一个明确的各部分功能相互联系、相互影响的整体观念。决不可片面地、孤立地、机械地、分割地理解各器官、各系统的功能活动。

3. 机体与环境联系

机体生活于一定的环境之中，并通过与环境不断进行的物质、能量和信息交换而生存。这样，环境的变化必然直接或间接地影响到机体的功能。祖国医学早有“天人相应”的思想，认为机体的功能活动与天气气候、地理条件的变化是相适应的。特殊环境下机体的功能活动必然表现为特殊的变化，当前，随着科技的进步，人类活动空间已向极地、太空、深海等特殊空间延伸，这就给生理科学带来了更多研究课题，我们在学习和理解生命活动时，一定要注意环境条件对生理功能的影响。

4. 理论与实践联系

正如前述，生理学是一门实验性科学，因此实验教学与课堂、书本理论教学是相辅相成的。在实验教学中需要积极参与，认真观察，仔细分析，养成严谨的科学态度。特别是一些非损伤性的人体实验，如正常心音听取、正常体温与血压测定等，一定要在本课程教学中达到熟练掌握的要求。通过动物实验训练，培养动手操作的能力。

第二节 生理学简史

以实验为特征的近代生理学始于17世纪。1628年英国医生哈维出版了有关血液循环的名著《动物心血运动的研究》一书，这是历史上首次以实验证明了人和高等动物血液是从左心室输出，通过体循环动脉而流向全身组织，然后汇集于静脉而回到右心房，再经过肺循环而入左心房。哈维当时由于工具的限制，对于动脉与静脉之间是怎样连接的还只能依靠臆测，认为动脉血是穿过组织的孔隙而通向静脉。直至1661年意大利组织学家马尔皮基应用简单的显微镜发现了毛细血管之后，血液循环的全部路径才搞清楚，并确立了循环生理的基本规律。

17世纪法国哲学家笛卡儿首先将反射概念应用于生理学，认为动物的每一活动都是对

外界刺激的必要反应，刺激与反应之间有固定的神经联系，他称这一连串的活动为反射。反射概念直至 19 世纪初期由于脊髓背根司感觉和腹根司运动的发现，才获得结构与功能的依据。这一概念为后来神经系统活动规律的研究开辟了道路。

18 世纪，法国化学家拉瓦锡首先发现氧气和燃烧原理，指出呼吸过程同燃烧一样，都要消耗氧和产生二氧化碳，从而为机体新陈代谢的研究奠定了基础。意大利物理学家伽伐尼发现动物肌肉收缩时能够产生电流，于是开始了生物电学这一新的生理学研究领域。

19 世纪，生理学开始进入全盛时期。法国的著名生理学家贝尔纳提出的内环境概念已成为生理学中的一个指导性理论。他指出血浆和其他细胞外液乃是动物机体的内环境，是全身细胞直接生活的环境，内环境理化因素如温度、酸碱度和渗透压等的恒定是保持生命活动的必要条件。德国的路德维希所创造的记纹器，长期以来成为生理学实验室的必备仪器，他对血液循环的神经调节也曾作出过重要贡献，在肾脏的泌尿生理研究方面提出过有价值的设想。德国海登海因除了对肾脏泌尿生理提出了新的设想外，还首次运用小胃制备法以研究胃液分泌的机制，被称为海氏小胃。经俄国的著名生理学家巴甫洛夫改良成为巴氏小胃，从而分别证明了胃液分泌的调节既有体液机制又有神经机制，他们都对消化生理作出了不朽的贡献。

美国生理学家坎农在长期研究自主神经系统生理的基础上，于 1929 年提出著名的稳态概念，进一步发展了贝尔纳的内环境恒定的理论，认为内环境理化因素之所以能够在狭小范围内波动而始终保持相对稳定状态，主要有赖于自主神经系统和有关的某些内分泌激素的经常性调节。1903 年英国的谢灵顿出版了他的名著《神经系统的整合作用》，对于脊髓反射的规律进行了长期而精密的研究，为神经系统的生理学奠定了牢固的基础。与此同时，巴甫洛夫从消化液分泌机制的研究转到以唾液分泌为客观指标对大脑皮层的生理活动规律进行了详尽的研究，提出著名的条件反射概念和高级神经活动学说。

中国近代生理学的研究自 20 世纪 20 年代才开始发展。1926 年在生理学家林可胜先生的倡议下，成立了中国生理学会，翌年创刊《中国生理学杂志》，新中国成立后，改称《生理学报》。中国生理学家在这个刊物上发表了不少很有价值的研究论文，受到国际同行的重视。

第三节 生命的基本特征

将一切有生命物体与非生命物体相比较，我们发现有机体具有新陈代谢、兴奋性、生殖和适应性等四个非生命物体不具备的独特的生命现象。

一、新陈代谢

机体与环境不断进行物质与能量交换，从而达到不断自我更新的生命过程称为新陈代谢。新陈代谢包括同化与异化两个方面。机体从外界摄取营养物质并转换为自身成分，以实现生长、发育、更新、修复的过程，称为同化作用（也称合成代谢）；体内成分不断破坏、分解、转化为代谢产物并排出体外的过程称为异化作用（也称分解代谢）。在以上物质代谢过程中，同时伴随能量的产生、转化、贮存、释放和利用的过程，称能量代谢。新陈代谢是有机体整个生命过程中一个最重要的生命现象，一旦新陈代谢终止，生命活动也就随之终止。

二、兴奋性

当机体所处的内外环境发生变化时,其功能活动会发生相应变化,例如刺激性气味引起喷嚏或屏气;气温下降时皮肤血管收缩等。这种有机体活组织细胞对于内外环境变化发生反应的能力或特性称为兴奋性。能引起机体功能改变的内外环境变化称为刺激。机体接受刺激后功能活动的变化则称为反应。根据接受刺激后机体功能变化的情况,可将反应分为兴奋和抑制两种形式。机体接受刺激后,功能活动由弱变强或由静止到活动的变化称为兴奋;反之,机体接受刺激后功能活动由强变弱或由活动到静止的变化则称为抑制。

机体不同的组织以及机体在不同生理状态下其兴奋性是不相同的。能对刺激产生反应的组织,称为可兴奋组织。肌肉、神经、腺体等组织兴奋性较高,只需要很小的刺激即可引起明显的反应。生理学常以引起反应的最小刺激强度——刺激阈的大小来作为衡量机体兴奋性高低的指标。所谓刺激阈是指刚刚引起机体或组织发生反应的最小刺激。对于组织而言,刺激阈越小的其兴奋性越高,反之,兴奋性越低的刺激阈越大。

三、生殖

生命个体均具有一定的生存寿限,为了延绵种族,生物体生长发育到一定阶段后必须产生与自己相似的子代个体,这一生理过程称为生殖。早期的简单生命物体(如单细胞生物)通过简单分裂或较复杂的有丝分裂,分成两个子代个体。高等动物则需经过两性的生殖细胞结合才能形成新的子代个体(详见第十二章 生殖生理)。

四、适应性

机体除了具有兴奋性之外,还能随环境变化不断调整自身各部分的关系,从而有利于在变化的环境中维持正常的生理功能。机体这种能根据外部情况而调整内部关系的生理特性称为适应性。以体温的调节为例,适应性分为行为适应和生理适应两种类型,当外界气温高于体温时,机体可通过减少衣着,寻找荫凉有风的地方,甚至借助空调、风扇以维持体温正常,此为体温的行为调节;与此同时,在环境气温较高时,机体皮肤血管扩张,血流加快,通过对流、传导、蒸发、辐射等物理学方式加快生理散热过程,以维持体温正常,是为生理性体温调节。

第四节 人体功能活动的稳态及其调节

一、内环境及其稳态

在生理学上将整个机体所处的大自然环境称为外环境,而将细胞共同生存的直接环境,即细胞外液称为内环境。正常情况下,内环境的化学成分和理化特性,如 O_2 和 CO_2 的含量、离子的组成与浓度、温度、渗透压和酸碱度等,虽然经常处于变动中,但变动范围很小,这说明内环境具有相对稳定性。内环境的化学成分和理化特性保持相对稳定的状态,称为内环境稳态。内环境稳态是细胞进行正常生命活动的必要条件。这是因为细胞的新陈代谢过程是由很多复杂的酶促反应组成,而酶促反应只有在一定的理化条件下才能顺利进行。此外,细胞的生物电活动也只有在一一定的离子浓度下才能维持正常。一旦内环境稳态遭受破

坏, 将引起机体某些功能紊乱, 导致疾病。

机体在生命活动过程中, 必须不断地进行新陈代谢; 同时外界环境也经常发生剧烈变化; 而体内细胞又不断地通过细胞外液与外环境进行物质交换, 因此新陈代谢和外环境变化必然会随时影响甚至破坏内环境稳态。机体各器官、系统只有在神经系统和体液因素的调节下, 进行各种复杂的生理协调活动, 才能保持内环境稳态。

二、机体功能调节的方式

机体对于环境变化的适应性反应是以整体进行的, 这种整体反应包括行为调节和生理调节两个方面。其中生理调节有神经调节、体液调节、自身调节三种调节机制。

1. 神经调节

中枢神经系统的活动通过神经纤维的联系, 实现对机体功能活动的调节称为神经调节。神经调节的基本方式是反射。所谓反射是指在中枢神经系统参与下, 机体对内外环境变化的刺激产生的规律性反应。如强光照射眼睛引起瞳孔缩小, 进食引起唾液分泌等均为典型的反射。

反射的结构基础是反射弧, 它由感受器、传入神经、中枢神经、传出神经和效应器组成(图 1-1)。以搔扒反射为例, 用沾有硫酸溶液的纸片接触实验动物蛙的某一肢体末梢, 将引起该肢体屈曲。其中与硫酸纸片相接触的皮肤上有对伤害性化学刺激敏感的感受器, 该感受器与硫酸纸片接触后产生传入冲动, 经躯体感觉传入神经送至脊髓, 脊髓经整合发出运动冲动经躯体运动传出神经导致受刺激肢体屈肌收缩, 达到回避伤害刺激以免遭进一步损伤的保护目的。对于反射而言, 反射弧的五个部分是一个有机整体, 是缺一不可的。也就是说, 反射弧任何环节结构或功能障碍, 反射活动都将无法进行。

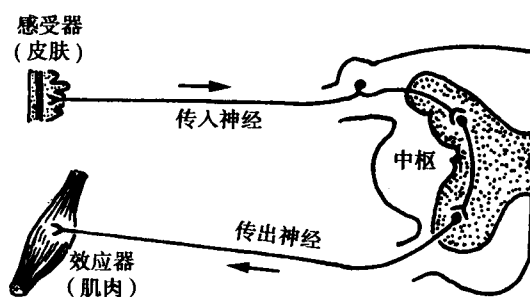


图 1-1 反射弧模式图

对于反射而言, 反射弧的五个部分是一个有机整体, 是缺一不可的。也就是说, 反射弧任何环节结构或功能障碍, 反射活动都将无法进行。

反射的类型: 按反射形成的条件和反射弧的特点的不同, 可将反射分为非条件反射和条件反射两大类。

(1) 非条件反射 由种族遗传因素决定的, 先天具备的, 与个体生存密切相关的, 反射弧相对固定的一种反射, 称为非条件反射, 例如吮吸反射就是一种典型的非条件反射。

(2) 条件反射 在非条件反射基础上经后天学习和训练建立的反射称为条件反射。条件反射的有关内容详见第十章 神经系统生理。

神经调节的特点是速度较快、调节的结果较准确、针对性强而影响面较窄。

2. 体液调节

由内分泌系统产生的激素等生物活性物质通过体液运输而发挥的调节作用称为体液调节。例如进食后随着糖在消化道的消化、吸收, 血中葡萄糖浓度升高, 刺激胰岛产生胰岛素, 胰岛素有选择地作用于机体某些细胞, 经多种途径使餐后血糖恢复到正常水平, 这种调节就是典型的体液调节。体液调节与神经调节比较, 其调节速度较慢、作用范围较广作用持续的时间较长, 调节结果也比较准确。

3. 自身调节

机体的组织、细胞不依赖外来神经和体液调节而对刺激产生的适应性反应过程称为自身调节。例如，脑的血流量在体动脉血压变化时要保持相对不变，就是通过颈动脉的肌源性收缩和舒张来实现的，当体动脉血压在一定范围内升高时，脑血管自动收缩，增大血流阻力，使脑的血流不因血压增高而过度增多；反之，体动脉血压在一定范围内降低时，脑血管舒张，降低血流阻力，保障脑血流不因血压下降而减少过多。自身调节是一种较原始的低级的调节方式，其影响范围小，调节结果欠准确，调节的幅度较小，对维持某些器官功能的稳定具有一定意义。

三、机体功能调节的自动控制

人体调节系统如同一个由众多子系统构成的复杂的自动控制系统，神经系统、内分泌系统在对机体各器官、系统的调节控制中起着控制作用，称为控制系统。而机体其他器官、系统受神经、内分泌系统的调节控制，称为被控制系统。机体控制系统通常是一种闭环系统，即控制部分发出信号改变受控制部分的活动；受控制部分也可发出信号返回到控制部分，并改变控制活动的强度，称为反馈（图 1-2）。由被控制部分返回到控制部分的信息，称为反馈信息。根据反馈信息对控制系统强度影响的不同，将反馈分为正反馈与负反馈两种不同类型。

1. 正反馈

凡是反馈信息加强控制部分活动的反馈称为正反馈。正反馈使原控制效应得到加强，促使生理控制过程加强加快，这种反馈在机体调节控制中常见于需要快速完成的一些生理过程，如血液凝固、排尿反射、排便反射、分娩过程均为正反馈的实例。这些生理过程一旦发动，就会通过正反馈不断增强和加速，保障在最短的时间内得以完成。

2. 负反馈

凡是反馈信息减弱控制部分活动的反馈称为负反馈。负反馈使原控制效应减弱，促使被控制系统生理状态恢复到调控变化之前。血糖浓度的调节、血压的调节等需要维持相对稳定的生理状态的调控，均为典型的负反馈调节。通过负反馈调节，使系统维持相对稳定状态，因此，负反馈调节是机体维持内环境稳态的最重要的一种调节方式。

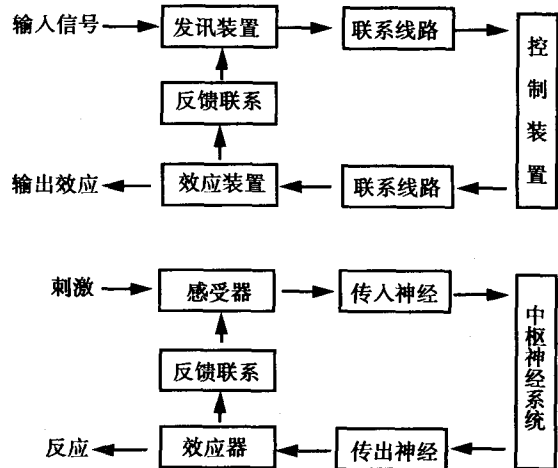


图 1-2 生物控制系统示意图

（湖南中医药高等专科学校 郭争鸣）