

高等教育自学考试丛书

生理学

SHENG LI XUE

朱思明 主 编

陈启盛 庄寿元 副主编

东南大学出版社

生 理 学

主 编 朱思明

副主编 陈启盛 庄寿元

编委(按姓氏笔画为序)

叶景林 庄寿元 朱思明

陈启盛 金龙铨 林谷秀

桓荣铭 谢蒲荻 蔡毓英

东南大学出版社

内 容 提 要

生理学是研究生命活动规律的科学。全书分绪论、细胞的基本功能、血液、血液循环、呼吸、消化、能量代谢和体温、肾脏的排泄、神经系统、感觉器官和内分泌共十一章,分别阐明各种生命现象和它们产生的原理,以及机体适应内、外环境变化的调节过程。本书每章附有学习要求和复习思考题,便于读者自学。

本书可作为高等医学院校专科、医学专科学校的临床医学、预防医学、护理、药学、检验等专业的生理课程教材,还适用于成人医学各专业证书班及自学、晋升考试之用,同时也是一本临床工作者和中等医学、护理专业学校的教师参考用书。

生 理 学

朱思明 主编

*

东南大学出版社出版

南京四牌楼2号

*

江苏省新华书店发行 江苏江宁县印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 14.125 字数 362 千字

1991年9月第1版 1999年8月第11次印刷

印数 81001—87000

ISBN 7-81023-527-3/R·33

定价:12.00

(凡因印装质量问题,可直接向承印厂调换)

序

由南京医学院担任主考学校的护理专业自学考试,在江苏省自学考试指导委员会的大力支持下,已于一九九一年开考,受到广大护理工作者的热烈欢迎。

护理学是一门有明确研究目标和研究范围的学科,在医疗、预防和卫生保健事业中,具有重要的地位和作用。随着医学模式的转变,医学科学技术的进步和预防医学与康复医学的发展,要求护理学也要有相应的发展。护理模式必须由传统的功能护理向以心身整体护理为中心的责任制护理转变。要适应这一转变,作为护理专业人才就必须具备广博的生理、心理、社会学和人文科学方面的知识和专业技能。为此,通过各种渠道加速在职护理人员的培养,提高护理队伍的业务素质和专业水平显得十分必要和紧迫。

大专层次护理专业自学考试的开设,是实现上述目标,提高临床护理质量的重要途径之一,也是对广大在职护理人员强烈要求学习和提高的愿望的满足。

搞好护理专业自学考试的环节很多,教材建设是其中的重要一环。为有一套适合该专业特点的教材,供广大应试者自学用,南京医学院组织有关教师根据考试课程编写了这套教材希望对大家有所帮助。但是,由于护理专业自学考试尚在起步阶段,缺乏实践经验,加之时间也较为匆促,不足之处在所难免,希望广大读者提出宝贵意见,以便在今后实践中不断总结经验,进行修正补充,使这套教材进一步完善并提高质量。

张振声

于南京医学院 1991年7月

前 言

生理学是医学基础课的主干课程之一。为适应大专层次的教学需要,根据全国医学专科学校生理学教学大纲,组织了富有多年教学经验的教师编写了本书。

在编写过程中,选材力求反映现代生理学水平,在有限的篇幅内达到一定的广度和深度,注重理论联系实际。文字通俗易懂,图表简单明了。在教材份量上作了适当控制,以免加重学生负担。为了便于读者自学,在每章前列有学习要求。“要求”中将内容分为“掌握、熟悉、了解”三级,使读者明确重点,将较多的精力花在“掌握和熟悉”的内容上。同时,在每章内容后附有复习思考题,可在读者复习时起导向和自测作用。

全书共分十一章。朱思明教授负责编写了第一章绪论和第四章血液循环的部分内容;蔡毓英副教授编写了第二章细胞的基本功能;桓荣铭副教授编写了第三章血液和第四章血液循环的部分内容;金龙铨副教授编写了第五章呼吸;陈启盛副教授编写了第六章消化和吸收及第七章能量代谢和体温;林谷秀副教授编写了第八章肾脏的排泄;谢浦荻副教授编写了第九章神经系统;庄寿元副教授编写了第十章感觉器官和叶景林副教授编写了第十一章内分泌。本书由朱思明任主编,陈启盛、庄寿元任副主编。编者从周衍椒和张镜如主编的生理学第三版和徐宁善主编的生理学中选用了许多幅插图,在此表示感谢。

本书在出版过程中,江苏省自学考试办公室和东南大学出版社给予很大的支持和帮助,为此表示深切感谢。

由于编写的时间仓促和我们的水平所限,本书一定会存在一些缺点和不足之处,恳切希望使用本书的同志不吝指教,以便再版时修改。

编者 1991.5

目 录

第一章 绪 论

第一节 人体生理学的研究内容和方法	(1)
一、人体生理学的研究内容	(1)
二、生理学的研究方法	(2)
第二节 生命的基本表现	(3)
一、新陈代谢	(3)
二、兴奋性	(3)
三、生殖	(3)
第三节 人体生理功能的调节	(4)
一、内环境与稳态	(4)
二、生物节律	(4)
三、人体功能活动调节的方式	(4)
第四节 生理功能的自动控制原理	(5)

第二章 细胞的基本功能

第一节 细胞膜的基本结构和物质转运功能	(7)
一、细胞膜的化学组成和分子结构	(7)
二、细胞膜的物质转运功能	(9)
第二节 细胞的兴奋性和生物电现象	(11)
一、刺激与反应	(11)
二、细胞的生物电现象	(12)
第三节 兴奋的引起与传播	(16)
一、兴奋的引起	(16)
二、兴奋的传播	(17)
第四节 骨骼肌的收缩	(21)
一、骨骼肌的微细结构	(21)
二、骨骼肌的收缩原理——肌丝滑行学说	(23)
三、骨骼肌的兴奋——收缩耦联	(23)
四、肌肉收缩的外部表现和力学分析	(24)

第三章 血 液

第一节 体液与内环境的概念	(28)
一、体液与内环境	(28)
二、内环境的相对稳定	(28)
第二节 血液的组成与特性	(28)
一、血液的组成	(28)
二、血浆的成分	(29)
三、血液的理化特性	(30)
第三节 血细胞	(31)

一、红细胞	(31)
二、白细胞	(33)
三、血小板	(34)
第四节 血液凝固、抗凝和纤维蛋白溶解	(35)
一、血液凝固	(35)
二、抗凝系统	(37)
三、纤维蛋白溶解	(38)
第五节 血量、输血和血型	(38)
一、血量	(38)
二、失血和输血	(39)
三、血型	(39)

第四章 血液循环

第一节 心动周期	(42)
一、心动周期的概念	(42)
二、心动周期中心腔及大血管内压力、心腔容积、心瓣膜活动及血流方向的周期性变化	(44)
三、心动周期中心房压力的变化	(45)
四、心动周期与心音	(45)
第二节 心脏的泵血功能	(46)
一、心房和心室在心脏泵血功能中的作用	(46)
二、心脏泵血功能的评定	(46)
三、心脏泵血功能的调节	(47)
第三节 心脏的生物电活动	(49)
一、心肌细胞的跨膜电位	(49)
二、心肌细胞生物电现象产生的机制	(50)
三、心脏自动节律起搏的机制	(52)
第四节 心肌的生理特性	(52)
一、心肌的电生理特性	(52)
二、离子对心肌电生理特性的影响	(56)
第五节 体表心电图	(57)
一、心肌细胞动作电位与心电图的关系	(57)
二、正常典型体表心电图的波形及其生理意义	(58)
第六节 血管生理	(59)
一、各类血管的功能特点	(59)
二、血流量、血流阻力和血压	(60)
三、动脉血压和动脉脉搏	(61)
四、静脉血压和静脉回心血量	(64)
五、微循环	(66)
六、组织液	(68)
七、淋巴流	(69)
第七节 心血管活动的调节	(70)
一、神经调节	(70)
二、体液调节	(75)

三、自身调节	(77)
第八节 器官循环	(78)
一、冠脉循环	(78)
二、肺循环	(79)
三、脑循环	(80)

第五章 呼 吸

第一节 肺通气	(83)
一、实现肺通气的结构及其功能	(83)
二、肺通气的原理	(86)
三、肺容量与肺通气量	(88)
第二节 肺换气与组织换气	(90)
一、气体交换的机制	(90)
二、气体交换的过程	(90)
三、影响气体交换的因素	(90)
第三节 气体在血液中的运输	(92)
一、O ₂ 的运输	(92)
二、CO ₂ 的运输	(94)
第四节 呼吸运动的调节	(95)
一、呼吸中枢	(95)
二、呼吸运动的神经反射性调节	(97)
三、周期性呼吸	(99)

第六章 消化和吸收

第一节 概述	(101)
一、消化和吸收的概念	(101)
二、消化道平滑肌的特性	(101)
三、消化腺的分泌功能	(102)
四、消化道的神经支配	(102)
五、胃肠激素	(103)
第二节 消化	(104)
一、口腔内消化	(104)
二、胃内消化	(105)
三、小肠内消化	(110)
四、大肠内消化	(113)
第三节 吸收	(114)
一、吸收的部位	(114)
二、吸收的机制	(115)
三、主要营养物质的吸收	(115)

第七章 能量代谢和体温

第一节 能量代谢	(118)
一、机体能量的来源和去路	(118)

二、能量代谢测定的原理和方法	(119)
三、影响能量代谢的因素	(122)
四、基础代谢	(123)
第二节 体温	(124)
一、体温及其正常变动	(125)
二、机体与环境之间的热量交换	(126)
三、体温调节	(128)

第八章 肾脏的排泄

第一节 概述	(130)
一、排泄的概念和途径	(130)
二、肾脏的功能概述	(130)
三、肾脏的结构和血液循环特征	(131)
第二节 肾脏的泌尿过程	(134)
一、肾小球的滤过机能	(134)
二、肾小管和集合管的重吸收机能	(136)
三、肾小管和集合管的分泌和排泄功能	(139)
四、影响肾小管和集合管泌尿功能的因素	(140)
第三节 尿液的浓缩和稀释	(142)
一、尿浓缩和稀释的机制——逆流倍增学说	(142)
二、影响尿液浓缩的因素	(144)
第四节 肾脏泌尿功能的调节	(144)
一、抗利尿激素的作用	(144)
二、醛固酮的作用	(146)
三、甲状旁腺素的作用	(147)
第五节 血浆清除率	(147)
一、血浆清除率的概念	(147)
二、血浆清除率的计算方法	(147)
三、测定血浆清除率的意义	(148)
第六节 尿的排放	(148)
一、膀胱和尿道的神经支配	(148)
二、排尿反射	(149)

第九章 神经系统

第一节 神经元活动的一般规律	(151)
一、神经纤维	(151)
二、神经元间相互作用的方式	(152)
三、神经递质	(154)
四、神经的营养作用	(158)
第二节 反射活动的一般规律	(158)
一、反射与反射弧	(158)
二、中枢神经元联系的方式	(159)
三、反射弧中枢部分的兴奋传播	(159)

四、中枢抑制	(161)
第三节 神经系统的感觉功能	(163)
一、脊髓的感觉传导功能	(163)
二、丘脑	(164)
三、感觉投射系统	(165)
四、大脑皮层的感覺分析功能	(166)
五、痛觉	(167)
第四节 神经系统对躯体运动的调节	(169)
一、脊髓在躯体运动调节中的作用	(169)
二、低位脑干对肌紧张的调节	(172)
三、小脑	(174)
四、基底神经节	(175)
五、大脑皮层对躯体运动的调节	(176)
第五节 神经系统对内脏活动的调节	(177)
一、植物性神经系统	(177)
二、植物性机能的中枢调节	(180)
第六节 脑的高级功能	(182)
一、条件反射	(182)
二、学习和记忆	(183)
三、大脑皮层的语言中枢和一側优势	(183)
四、大脑皮层的电活动	(184)
五、睡眠	(185)

第十章 感觉器官

第一节 视觉器官	(187)
一、眼的折光系统及其调节	(187)
二、眼的感光系统的功能	(190)
三、与视觉有关的某些现象	(193)
第二节 听觉器官	(195)
一、外耳和中耳的传音作用	(195)
二、内耳耳蜗的感音换能作用	(196)
第三节 前庭器官	(199)
一、前庭器官的感受器及其适宜刺激	(199)
二、与前庭器官有关的反射	(200)
第四节 嗅觉和味觉感受器	(201)
一、嗅觉感受器	(201)
二、味觉感受器	(201)

第十一章 内分泌

一、概述	(202)
二、下丘脑的内分泌功能	(204)
三、腺垂体	(205)
四、神经垂体	(206)

五、甲状腺	(207)
六、甲状旁腺和甲状腺“C”细胞	(209)
七、胰岛	(209)
八、肾上腺	(210)
九、性腺	(212)

第一章 绪 论

学习要求:

1. 对生理学的定义以及学习生理学的目的有一概括的认识。
2. 对人体生理学的研究内容和方法有一初步的了解。
3. 掌握生命的基本表现。
4. 了解机体的内环境和人体功能活动稳态的概念,以及生物节律的意义。
5. 初步掌握人体机能活动的主要调节方式与反馈调控的重要生理意义。

生理学是生物学的一个分支学科。它是一门研究生命活动规律的科学,也就是研究生物机体功能活动规律的科学。人体生理学是医学的重要基础理论学科之一,它的主要任务是阐明正常人体及其器官、组织等所表现的各种生命活动现象或生理功能活动的机理及其活动规律。例如,正常人体的血液循环、呼吸、消化、排泄、内分泌等生理功能产生的原理及其活动规律,以及人体内、外环境发生变化时,对这些生命活动的影响等等。学习人体生理学的目的是掌握正常人体生命活动的基本规律,为今后学习其他医学基础和临床课程和在医疗、护理实践中促进病人的身体健康、有效地防治各种危害人体健康的疾病,为人类延年益寿提供必要的理论基础。

第一节 人体生理学的研究内容和方法

一、人体生理学的研究内容

正常人体是由各种器官和系统所组成,而各器官和系统又由不同的组织和细胞所组成。因此,研究人体的生命活动现象或生理功能活动的机理及其活动规律时,可从不同的结构基础出发,进行以下三个不同水平的研究:

(1) 细胞、分子水平的研究

主要是研究细胞的各种微小结构的功能活动以及细胞内各种物质分子物理化学变化的过程及其机理。有关这一方面的研究内容,称为细胞与分子生理学,例如,研究心肌细胞生物电现象及其产生原理、心肌细胞的生理特性等等。近三四十年来,由于生物电子技术、超微量检测技术、同位素示踪技术、电子显微镜技术等方面的发展,促使细胞、分子生理学的迅速发展,为研究生命活动现象的基本物理化学过程及其机理奠定了细胞、分子生理学基础。

(2) 器官、系统水平的研究

主要是研究人体各个器官及系统的生理功能活动的规律及共调控机制,以及它们对整体的生理功能有何意义和作用等。有关这一方面的研究内容,称为器官生理学,如心脏生理学、血管生理学、呼吸生理学、消化生理学等等。器官及系统生理活动过程及其调控机理的研究

是生理学发展过程中的重要组成部分。

(3) 整体水平的研究

主要是研究完整人体各个系统之间的功能联系，人体内、外环境之间维持相互平衡的过程及其机理，以及社会条件对人体生理功能活动的影响等等。例如，人类在劳动、运动、高温、低温、高原、潜水等条件下，人体将发生哪些生理功能活动的变化，以及此时心血管系统、呼吸系统、神经系统、内分泌系统等方面相互之间又发生什么效应？研究整体生理学是一比较复杂的研究课题，因为它要求人体或动物要处于清醒状态，而又要避免对人体有所伤害。近年来，由于生物电子学技术的发展，遥控、遥测技术、体表无创伤检测技术以及微电脑技术的应用，使人类对人体或动物的整体生理学研究有了较大的进展，不断地取得前所未有的新成果，对阐明生命活动的规律作出重要贡献。

以上三个不同水平的研究是紧密相关的不同层次的研究内容。人类对人体生命现象活动的规律及其机理的研究，必需在局部研究的基础上进行综合研究。但是，整体生理学的内容又不等于局部生理学知识相加。因为细胞、器官及系统的生理功能在组合的条件下可以产生功能活动上的质的变化，出现新的生理活动规律。因此，在应用细胞及分子生理学、器官及系统生理学知识时，要考虑到在整体生理学中不同研究水平所得结果的共性和个性。

二、生理学的研究方法

生理学是一门实验性科学，它的科学知识主要是来自于生活实践、实验研究和临床实践。生理学的研究方法可区分为急性实验和慢性实验两大类。主要的实验对象是各种实验动物。

(一) 急性实验研究方法

急性实验可分为：离体细胞、组织、器官的实验方法以及活体解剖实验方法两类。所谓离体实验方法，指的是从活着的、或是刚被处死的动物身上取出所要研究的细胞、组织或器官，放置于人工控制的实验环境中，使它在一定的时间内保持其生理功能，亦即仍然维持其正常的生命活动，以进行实验研究。活体解剖实验方法是应用麻醉药将实验动物麻醉成破坏实验动物脑的高级部位，在这种条件下进行活体解剖，对体内的各种器官进行各种预定的实验研究工作。由于离体实验和活体解剖实验不可能持久地进行下去，实验后动物往往难以继续生存，所以称为急性实验方法。

(二) 慢性实验研究方法

所谓慢性实验，是指在完整而且清醒的动物身上，在机体与内、外环境处于相对稳定的条件下，对实验动物进行各种生理功能实验研究的方法。例如，用外科无菌手术方法给实验动物制备各种器官的瘘管、摘除或破坏某些器官，以观察研究该器官的生理功能。由于这种实验动物可以在较长时间内生存下去，并可继续供作各种实验研究，所以称为慢性实验方法。

近年来，由于无创伤性检测技术的发展，我们可以应用遥控、遥测技术，体表无创伤检测技术，微电脑技术对动物或人体进行各种无创伤性生理功能的研究，使人类对自身的各种生命现象和生理功能活动有了更全面的了解，同时为生理学的发展提供了更丰富的资料 and 知识。

应当指出，生理学的知识大部分是从实验动物的急性实验和慢性实验中获得的，这是研究人体生理功能所不可缺少的手段。但是，在应用实验所得的生理学知识时，务必要考虑到人和动物之间的差别，不可简单地将动物实验所得的结果套用于人体。同时，也应当注意到急性实验所得的结果与慢性实验的结果，以及无创伤性实验所得的结果，彼此之间也是有差异的，一定要分析综合研究所得的实验研究结果，方能对人体生理功能得出正确的认识。

第二节 生命的基本表现

非生物不能表现出生命活动，只有生物才具有生命活动。通过对各种生物体，包括对单细胞生物以至各种低等和高等动物基本生命活动的观察和研究发现，生命现象至少存在三种基本活动，即新陈代谢、兴奋性和生殖。因为这些活动是生物活体所特有的生命现象，所以可以认为是生命的基本表现。

一、新陈代谢

新陈代谢是新旧交替、自身更新的最基本的生命活动过程。新陈代谢包括同化作用和异化作用两方面。机体不断地从体外环境中摄取有用的物质，使其合成、转化为机体自身的物质，称为同化作用；另一方面，机体又可分解自身陈旧的物质，并把所分解的产物排出体外。机体在分解物质时释放出能量，以供机体生命活动的需要，称为异化作用。一般情况下，在物质合成时要吸收能量；而在物质分解时，释放能量。因此，在新陈代谢过程中，物质代谢与能量代谢是同时进行的，它包括机体与外界环境之间的物质和能量的交换，以及机体内部的物质和能量的转变。新陈代谢是生命活动的最基本特征，一旦新陈代谢停止，生物体的生命也就终止。

二、兴奋性

当环境发生变化时，生物体内部的代谢及其外表活动将发生相应的改变，这种改变称为生物机体的反应。能引起生物机体发生反应的各种环境变化，统称为刺激。生物体对刺激发生反应的能力称为兴奋性。神经、肌肉和腺体等组织受刺激后，能迅速地产生特殊的生物电现象（如动作电位）及其它反应。在传统的生理学中，将它们统称为可兴奋组织；而将这些

组织接受刺激后所产生的生物电反应过程及其表现，称之为兴奋。因此，可兴奋组织感受刺激产生兴奋的能力的高低反映了该组织兴奋性的高低（图 1-1）。在刺激作用时间不变的条件下，引起组织兴奋所需的最小刺激强度，称为强度阈值或阈强度；若保持刺激强度不变，引起组织兴奋所需的最短作用时间，称为时间阈值。一般所谓的阈值，是指强度阈值而言。组织兴奋性的高低可从阈值的大小来反映。阈值小，说明该组织的兴奋性高；或值大，说明组织不容易发生兴奋，亦即兴奋性较低。

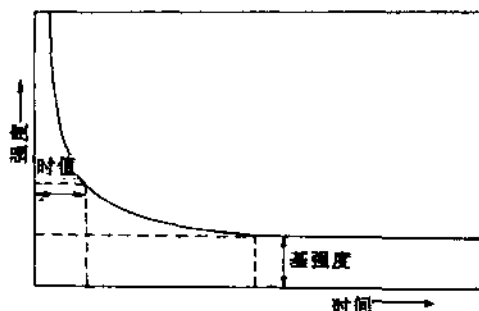


图 1-1 可兴奋组织的强度-时间曲线

基强度：亦即强度阈值、或称阈强度；

时值：以两倍基强度的刺激作用于组织，使其应激兴奋所需的最短作用时间，即此时的时间阈值。

三、生殖

生物体生长发育到一定阶段后，能够产生与自己相似的子代个体，这种功能称为生殖。高等动物是由雄性与雌性的生殖细胞结合以生成子代个体。生物个体的寿命是有限的，只有通过生殖过程进行自我复制和繁殖，从而达到种系延续的目的，所以生殖也是生命的基本表现之一。

第三节 人体生理功能的调节

人体是由各种细胞、组织和器官所组成。它们的生理功能活动在空间上和时间上是紧密配合,相互协调成一个统一的整体。机体与外界环境也是互相联系,彼此影响的。人体对机体内、外环境的变化能发生适应性反应,这是因为人体具有完整的调控机构,对各种生理功能进行各种调节的结果。

一、内环境与稳态

细胞是构成人体的结构和功能的单位。细胞可以单独进行新陈代谢活动而生存。人体的细胞大都不与外环境直接接触,而是浸浴在细胞外液(血液、淋巴、组织液)之中。因此,细胞外液成为细胞生存的液体环境,称为机体的内环境。内环境所起的作用是为机体的细胞提供必要的理化条件,使细胞的各种酶促反应和生理功能得以正常进行;同时它又为细胞提供营养物质,并接受来自细胞的代谢产物。细胞的正常代谢活动需要内环境理化因素的相对恒定。然而,代谢活动本身又会造成内环境理化因素性质的波动。因此,机体为了维持内环境理化性质的相对恒定,使其经常处于相对稳定状态,这种状态称之为稳态或自稳态,就要求机体在调节机制的作用下,使各系统、各器官进行相互协调的活动,以实现在新陈代谢活动正常进行的条件下,仍能保持内环境理化性质的相对恒定。

稳态是一种复杂的、由体内各种调节机制相互协调而维持的动态平衡;一方面各种代谢过程使相对恒定的稳态受到破坏,而另一方面是通过各种调节机制使其恢复平衡。整个机体的生命活动正是在稳态不断受到破坏而又不断得到恢复的过程中得以维持和进行的。

二、生物节律

生物机体内的各种生理功能活动经常可按一定的时间顺序发生周期性变化,重复出现,周而复始。这种变化的节律称为生物节律。人和动物的生物节律可按其频率的高低而分为高频、中频、低频三类节律。节律周期低于一天者属于高频节律,如心脏活动而周期性变化、呼吸的自动节律等。中频节律是日周期的生物节律,是人体中最常见、最重要的生物节律。人体内几乎每种生理功能都有各自的日周期,即一天中出现一次节律性波动的周期。例如,血细胞数、体温的日周期波动,血压、尿成分、各种代谢过程的强度等均有日周期的节律性变化。低频节律有周周期、月周期和年周期。例如,人类女性的月经周期即属于月周期;候鸟的迁徙栖息具有年周期的生物节律。由此可见,生物体的稳态调定点具有生物节律波动的特征。生物节律的调控中枢可能与下丘脑中的视交叉上核的活动有关。

生物节律的重要生理学意义是由于生物节律的存在使生物机体对体内、外环境的变化产生更完善的前瞻性的适应过程。在医疗和护理工作中,可利用生理功能活动的生物节律性周期变化的特征和机体对药物反应强度周期性差异,来提高防治疾病的效果。此外,了解有关生物节律的知识将有助于正确掌握和解释各种生理功能活动的变异,从而得到正确的认识。

三、人体功能活动调节的方式

人体对机体内、外环境变化的反应总是为了能与环境的相适应,使其经常处于相对平衡的稳态,以保证正常生理功能的进行。这种适应性的反应过程是依靠人体内三种调控机制来完成的,即神经调节,体液调节及器官、组织、细胞的自身调节,其中以神经调节最为重要。

(一) 神经调节

神经调节是人体最主要的调节方式。它通常是通过反射活动来实现其调节作用的。所谓

反射，指的是在中枢神经系统参与下，机体对内、外环境刺激发生规律性的适应性反应。反射是神经调节的基本过程，其结构基础是反射弧。反射弧的五个组成环节是：感受器、传入神经、中枢、传出神经、效应器（图 1-2）。反射弧本身是一开放回路，但在人体的效应器内，也存在有感受细胞或感受器，能将效应器活动的信息回输到中枢，适时地调整中枢的活动，使效应器的活动更加准确协调。因此，神经调节的实际调控过程是一闭合回路的反射过程。

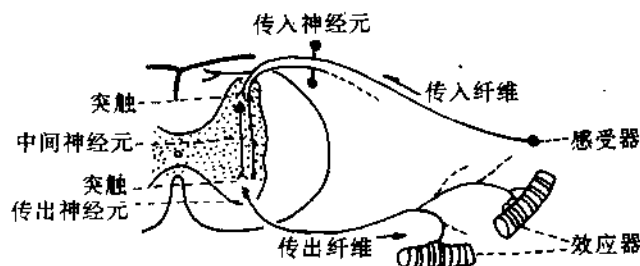


图 1-2 反射弧的组成

反射可区分为非条件反射和条件反射两大类。非条件反射是与生俱来的，其反射弧较为固定，其刺激性质与反应之间的因果关系是由种族遗传因素所决定。条件反射是后天获得的，它是建立在非条件反射的基础上，是个体在生活过程中根据所处的生活条件“建立”起来的，其刺激性质与反应之间的因果关系是不固定的，是灵活可变，具有预见性。

（二）体液调节

人体血液及其他体液中的某些化学成分（如内分泌腺所分泌的激素及组织细胞所产生的一些化学物质或代谢产物等），可随血液循环到达全身各处，以调节人体的新陈代谢、生长、发育、生殖等生理功能，这种调节方式称为体液调节。体液调节可区分为全身性体液调节和局部性体液调节。二者相互配合、协调一致，以实现体液调节的生理调控作用。应当指出，体液性调节经常处于中枢神经系统调控之下，在这种情况下，体液调节则成为神经调节反射弧传出通路的延伸部分，因此，称为神经体液调节。由此可见，神经调节与体液调节二者有不可分割的相辅相成的联系。

（三）自身调节

除了神经调节和体液调节之外，器官、组织、细胞尚有自身调节作用。所谓自身调节，指的是人体在体内、外环境发生变化时，器官、组织、细胞不依赖于神经或体液调节而产生的适应性反应。例如，心肌收缩力在一定范围内与收缩前心肌纤维的长度成正相关。即在一定范围内，收缩前心肌纤维愈长，收缩时产生的力量愈大。又如，脑血管在动脉血压波动不大时，可通过自身的舒缩活动来改变血流阻力，使脑的血流量能经常保持相对恒定。一般说来，自身调节所能调节的范围虽然较小，也不十分灵敏，但对于人体生理功能的调节仍有一定意义。

第四节 生理功能的自动控制原理

人体生理功能的调节过程显然与工程技术的控制过程具有共同的调控规律。按照控制论的原理，人体的调节系统可以看作是一“自动控制系统”（图 1-3）。这一自动控制系统是一闭合回路，在控制部分（如反射中枢或内分泌腺等）和受控部分（如效应器或靶器官等）之

间,存在往返的双向信息联系。由于受控部分可不断地把信息送回控制部分,以纠正或调整控制部分对受控部分的影响,从而实现自动地精确调节。来自受控部分的反馈信息可纠正或调整控制部分所发出的信息量。在人体生理功能调节的自动控制系统中,如果受控部分的反馈信息的作用与控制部分的控制信息作用方向相反,亦即对控制部分起抑制作用者,称为负反馈。负反馈是可逆的,是维持稳态的重要方式。体内大多数反馈性调节均为负反馈。与此相反,反馈信息的作用与控制部分的控制信息作用方向一致,亦即促进或加强控制部分的作用,称为正反馈。正反馈是不可逆的,是不断增强的过程,直至整个过程完成为止。例如,排尿反射、分娩过程、血液凝固等均存在正反馈调节。

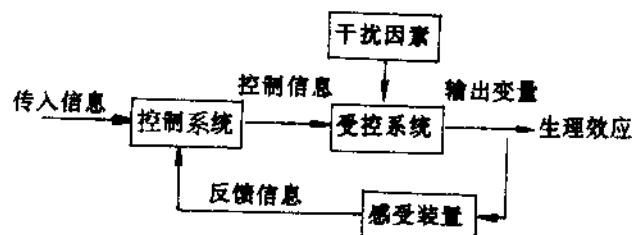


图 1-3 人体功能调节的自动控制方式

近年来发现干扰信息在作用于受控部分引起输出效应发生变化的同时,还可直接通过感受装置作用于控制部分,这种干扰信息对控制部分的直接作用,称为前馈。这样,机体的控制部分可在输出效应尚未发生偏差而引起反馈信息之前就可对受控部分发出纠正信息,使机体的调控过程不出现较大的波动和反应滞后现象,从而更有效地保持生理功能活动的稳态。例如,当人们在进行冬泳锻炼时,尽管尚未跳入水中,此时人体体温也还未出现降低,但由于皮肤感受器已受到体外低温的刺激,所产生的信息已可发动中枢神经系统对体温调节的作用,增加产热并控制散热,以保持体温的相对稳定。这些就是前馈作用的表现。

复 习 思 考 题

1. 为什么说人体生理学是医学的重要基础理论学科?
2. 人体生理学的研究内容有哪几个不同的研究水平?它们之间有何密切联系?
3. 人体生理学的方法有哪几大类?它们之间有何重要差异?
4. 生命的基本表现是什么?
5. 何谓机体的内环境?有何重要生理意义?
6. 何谓稳态?机体的稳态是怎样保持的?
7. 何谓生物节律?有何生理意义?
8. 人体生理功能调节的方式有哪些?它们之间有何密切联系?
9. 何谓反射?反射弧是由哪几部分组成的?
10. 何谓负反馈、正反馈、前馈?它们在生理功能调节过程中各有什么重要生理意义?