



全国医药卫生类农村医学专业教材

生理学基础

第2版

主 编 符史干 陈桃荣



第四军医大学出版社

全国医药卫生类农村医学专业教材

生理学基础

第2版

主 编 符史干 陈桃荣

副主编 李小林 韦 斌 郭俊梅 董战玲

编 委 (按姓氏笔画排序)

韦 斌(福建省福清卫生学校)

左国云(云南省普洱卫生学校)

邬 倩(南昌市卫生学校)

刘殿辉(朝阳市卫生学校)

许娟娟(福建省福清卫生学校)

李 丹(重庆市医药卫生学校)

李小林(甘南州卫生学校)

吴育凌(福建省龙岩卫生学校)

张彩彩(海南医学院)

陈桃荣(南昌市卫生学校)

杨汎雯(云南省大理卫生学校)

尚小梅(鄂尔多斯市卫生学校)

周贇秀(福建省龙岩卫生学校)

胡晓玲(新疆库尔勒市巴州卫生学校)

高玉民(丹东市中医药学校)

郭俊梅(山西省晋中市卫生学校)

符史干(海南省卫生学校)

梁志民(南宁市卫生学校)

董战玲(海南医学院)

提拉古丽·米吉提(新疆库尔勒市巴州卫生学校)

学术秘书 尚小梅

第四军医大学出版社·西安

图书在版编目 (CIP) 数据

生理学基础/符史干, 陈桃荣主编. —2 版. —西安: 第四军医大学出版社, 2015. 1
全国医药卫生类农村医学专业教材

ISBN 978 - 7 - 5662 - 0651 - 0

I. ①生… II. ①符… ②陈… III. ①生理学 - 医学院校 - 教材 IV. ①Q4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 003702 号

shenglixue jichu

生理学基础

出版人: 富 明 责任编辑: 王 雯 黄 璐

出版发行: 第四军医大学出版社

地址: 西安市长乐西路 17 号 邮编: 710032

电话: 029 - 84776765 传真: 029 - 84776764

网址: <http://press.fmmu.edu.cn>

制版: 绝色设计

印刷: 陕西奇彩印务有限责任公司

版次: 2012 年 5 月第 1 版 2015 年 1 月第 2 版第 6 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 18 字数: 430 千字

书号: ISBN 978 - 7 - 5662 - 0651 - 0/Q · 65

定价: 36.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书, 凡有缺、倒、脱页者, 本社负责调换

全国医药卫生类农村医学专业教材 审定委员会

主任委员 刘 晨

副主任委员 符史干 刘 敏 曹文元 崔玉国

黎 梅 吴润田 吴国宝 张 静

委 员 （按姓氏笔画排序）

马永林 王之一 王喜金 韦东玲 方 莉

邓鼎森 石海兰 叶海珍 田应伟 孙守明

纪 霖 李平芳 李运华 杨 松 杨 鑫

杨金友 何海明 沈成万 宋立富 张 展

张石在 张金来 张学夫 张贵锋 陈 军

陈玉奇 陈玉梅 陈碧霞 陈德军 邵兴明

林宏军 郑长民 赵苏静 闽晓松 宫国仁

徐家正 郭永凯 管辉勇 崔效忠 符秀华

符致明 章 龙 章晓红 谭 菁 腾艺萍

潘永忠

再版说明

2010年，教育部颁布《中等职业学校专业目录》，新增农村医学专业。第四军医大学出版社联合中国职教学会教学工作委员会、中华预防医学会职业教育分会，在全国40余所率先开设农村医学专业的职业院校的积极参与和配合下，经过近两年的研发与实践，于2012年6月正式出版了国内首套“全国医药卫生类农村医学专业教材”。全套教材包括公共基础课、专业基础课、专业课、选修课、毕业实习与技能实习5个模块，共31门课程。其中，《诊断学基础》被教育部确定为“中等职业教育改革创新示范教材”。

2014年，教育部公布《中等职业学校农村医学专业教学标准》（试行），对农村医学专业学制及核心课程设置进行了调整。针对此变化，我社适时提出对《诊断学基础》等13门专业核心课程教材进行改版，以适应卫生职业教育农村医学专业的改革和发展需求。

本次教材改版，在一版教材编写理念的基础上，进一步破除理论教学与实践二元分离的格局，以“工作过程为导向”，坚持“贴近实际、关注需求、注重实践、突出特色”的基本原则，更加注重校企（院）合作与行业专家的参与，同时密切结合国家执业助理医师资格考试的“考点”，以培养目标为依据，以农村医学专业教学标准和课程标准为纲领，充分体现“以用为本，够用为度，增强实效”的特点。本次改版的重点集中在以下三个方面：

1. 注重引导，激发兴趣：二版教材在每章开篇均设置有“导言”模块，以生动、简短的故事或案例引出章节内容，从而激发学生的阅读兴趣，提高学生学习的主动性。

2. 更新考点，对接临床：通过对近三年国家执业助理医师资格考试试题进行分析，全面修订和完善教材中的“考点链接”“案例分析”模块。通过选编临床典型案例和高频考点并进行解析，以加深学生对重点、考点内容的理解，并提高其实际应用能力。邀请临床专家参与教材编写并进行把关，使教学与临床规范相一致。

3. 全面梳理，整体优化：对照农村医学专业发展的要求，依据学生认知规律与学习特点，对教材进行梳理和优化，对所用甚少的“偏深、偏难、偏繁”等不适合学生学习的内容进行删减，准确把握教材难易程度，易于学生学习。

本次改版的教材共13种，主要供中等职业院校农村医学专业学生使用，亦可作为基层医务人员的培训教材。

前 言

《生理学基础》(第2版)与农村医学专业岗位需求紧密结合,以技能培养为核心,强调适用性与实用性;突出“做中学、做中教”的职业教育特色,提倡案例引导、情境模拟等教学方法;教材内容紧扣国家执业助理医师资格考试大纲(2014版),并尽量涵盖所有考点;体现中职教育的基本要求和特色,与中职学生的心理特点相一致;立足基础,联系临床,体现桥梁学科的作用。

本教材共分12章,分别为绪论、细胞的基本功能、血液、血液循环、呼吸、消化与吸收、能量代谢和体温、尿液的生成与排出、感觉器官的功能、神经系统、内分泌、生殖。在内容深度上,以器官和系统水平为主,充分阐述中职层次学生所需的基本理论、基本知识和基本技能,选择性描述细胞、分子水平的相关知识和新进展,兼顾叙述整体水平对机体的调节作用。在内容广度上,以中职层次学生在使用相关理论知识时达到实用、好用、够用、应用以及能够通过国家执业助理医师资格考试为准则,每章涵盖导言、考点提示、小结、综合测试等。

全书的编者来自全国15所医学院校,他们大多是长期工作在教学一线的骨干教师,能够更好地掌握教学的重点和难点。在编写过程中,编者参考了国内外大量研究成果,认真、细致地对各项内容进行推敲,对各类图、表做了必要的修改。同时,在修订过程中增加了几方面的内容:一是考点提示,相应的章节内容根据国家执业助理医师资格考试大纲(2014版)要求进行提示,帮助学生为通过国家执业助理医师资格考试打下基础;二是考点链接及答案与解析,融入大量历年国家执业助理医师资格考试的真题,让学生尽早了解考试模式;三是案例分析,借助与知识点相关的案例锻炼学生的逻辑思维能力;四是联系临床或临床链接,增加基础课程和临床课程的联系,从而提高学生的学习兴趣,通过早临床、多临床和反复临床的方式更好地培养学生;五是综合测试,在每章后都设置综合练习,题型涵盖名词解释、填空题、单项选择题、简答题等,帮助学生强化对相应章节内容知识点的学习。

本教材的编写和修订得到了各位编者所在院校的大力支持,第四军医大学出版社的编辑为教材的出版付出了辛勤的劳动,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,教材中难免存在不妥或错误之处,恳请广大师生和读者在教学和学习中提出宝贵的意见,以便我们日后不断完善。

符史干

2014年11月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 生理学简介	(1)
第二节 生命的基本特征	(3)
第三节 内环境与稳态	(4)
第四节 生理功能的调节	(6)
第二章 细胞的基本功能	(12)
第一节 细胞膜的物质转运功能	(12)
第二节 细胞膜的跨膜信号转导功能	(17)
第三节 细胞的生物电现象	(18)
第四节 骨骼肌的收缩功能	(23)
第三章 血液	(30)
第一节 血液的组成和理化特性	(30)
第二节 血浆	(32)
第三节 血细胞及其功能	(35)
第四节 血液凝固与纤维蛋白溶解	(41)
第五节 血型	(47)
第四章 血液循环	(53)
第一节 心脏生理	(54)
第二节 血管生理	(67)
第三节 心血管活动的调节	(75)
第四节 器官循环	(81)
第五章 呼吸	(88)
第一节 肺通气	(89)
第二节 气体的交换和运输	(96)
第三节 呼吸运动的调节	(100)



第六章	消化与吸收	(107)
第一节	消化道各段的消化功能	(107)
第二节	吸收	(116)
第三节	消化器官活动的调节	(120)
第七章	能量代谢和体温	(124)
第一节	能量代谢	(124)
第二节	体温	(127)
第八章	尿液的生成与排泄	(134)
第一节	肾脏的结构及功能概要	(134)
第二节	肾小球的滤过功能	(137)
第三节	肾小管和集合管的泌尿功能	(141)
第四节	尿液的浓缩和稀释	(147)
第五节	肾脏泌尿功能的调节	(150)
第六节	尿液及其排放	(153)
第九章	感觉器官的功能	(159)
第一节	概述	(159)
第二节	视觉器官	(160)
第三节	听觉器官	(165)
第十章	神经系统	(170)
第一节	神经元活动的一般规律	(170)
第二节	神经系统的感觉功能	(177)
第三节	神经系统对躯体运动的调节	(181)
第四节	神经系统对内脏活动的调节	(188)
第五节	脑的高级功能	(193)
第十一章	内分泌	(203)
第一节	激素	(203)
第二节	下丘脑与垂体	(204)
第三节	甲状腺	(208)
第四节	肾上腺	(212)
第五节	胰岛	(216)
第六节	甲状旁腺激素、降钙素和维生素 D ₃	(218)

第七节 其他激素	(219)
第十二章 生殖	(222)
第一节 男性生殖	(222)
第二节 女性生殖	(224)
实验指导	(231)
总论	(231)
实验一 坐骨神经腓肠肌标本制备	(236)
实验二 阈刺激、阈上刺激与最大刺激	(238)
实验三 骨骼肌的单收缩、复合收缩和强直收缩	(239)
实验四 红细胞膜脆性试验	(241)
实验五 血液凝固及其影响因素	(242)
实验六 出血时间、凝血时间的测定	(243)
实验七 ABO 血型的鉴定	(244)
实验八 人体心音的听诊	(245)
实验九 人体动脉血压的测量	(246)
实验十 蛙心搏动观察及心搏起源分析	(248)
实验十一 期前收缩和代偿间歇	(249)
实验十二 哺乳动物动脉血压调节	(250)
实验十三 人体肺活量的测定	(252)
实验十四 呼吸运动的调节	(253)
实验十五 胸膜腔负压及其周期性变化的观察	(255)
实验十六 影响尿生成的因素	(255)
实验十七 视力测定	(257)
实验十八 色盲检查	(258)
实验十九 听力检查法	(258)
实验二十 反射弧的分析	(259)
实验二十一 脊髓反射	(260)
实验二十二 人体腱反射检查	(261)
参考答案	(263)
参考文献	(275)

第一章 绪 论

【导言】

当你走进生理学知识殿堂去感悟其内涵时，首先要知道的是生理学的含义及其研究对象和任务是什么。同时，你还会认识到生理学与医学的发展有着紧密的联系，它是医学的重要基础学科之一；它应用了急性和慢性实验方法从细胞和分子、器官和系统整体水平来研究机体的生命活动规律。新陈代谢、兴奋性、适应性和生殖成为生命活动的四个基本特征。学习内环境和稳态的概念和意义，有助于加深对生理学功能的变化与临床疾病发生关系的理解。神经调节、体液调节和自身调节是机体生理功能的三大调节方式，重要的调节过程是通过闭合环路完成的，而反馈调节理论可解释这些调节功能。

第一节 生理学简介

一、生理学

生理学（physiology）是一门研究机体生命活动现象和规律的科学。它主要研究在正常状态下，机体内各细胞、器官、系统的功能，以及机体各部分之间的相互协调并与外界环境相适应的规律和机制。

考点提示：生理学的概念

二、生理学的研究对象和任务

（一）研究对象

生理学是以活的机体（包括活器官、活细胞等）为研究对象，探讨各种生命活动现象及变化规律。按研究对象不同可分为植物生理学、动物生理学和人体生理学等，按所处环境状态不同分为高原生理学、潜水生理学和太空生理学等。人体生理学是以人体及组成人体的各个系统、器官及细胞为研究对象。

（二）研究任务

生理学的任务就是研究这些生命活动，即生理功能发生的条件、过程及机制，以及机体的内外环境中各种因素变化对这些功能的影响，从而掌握各种生理功能变化的



规律。在人体生理学研究任务中，既要研究各器官、细胞的正常活动现象和规律，又要研究各系统、器官和细胞之间的相互关系，为卫生保健、疾病防治提供理论依据，并为学习其他学科打下良好的理论基础。

三、生理学与医学的关系

在医学课程中，生理学是一门必不可少的基础理论课。它以解剖学、组织学为基础，其本身又是药理学、病理学、诊断学及临床各课程的基础，因而起到承前启后的作用。要认识疾病的病理变化及其机制，就必须弄清人体正常生理功能；同样，认识人体正常生理功能可以促进对临床疾病的进一步认识。医学中关于疾病问题的理论研究是以人体生理学的基本理论为基础的；同时，通过医学实践又可以检验生理学理论是否正确，并不断以新的内容和新的问题丰富生理学理论和推动生理学研究。19 世纪法国著名的生理学家克劳德·伯尔纳（Claude Bernard）说：“医学是关于疾病的科学，而生理学是关于生命的科学，所以后者比前者更有普遍性。”可见，生理学在医学中位居重要的地位，是医学不可缺少的一门基础理论科学。

四、生理学研究的三个水平

构成机体的基本功能单位是细胞，不同的细胞构成器官。行使某一生理功能的不同器官互相联系，构成一个系统。完整的机体就是由各系统互相联系，互相补充而构成的一个复杂的整体。因此，生理学可从细胞和分子、器官和系统、整体三个水平进行研究。

（一）细胞和分子水平的研究

生理活动的物质基础是生物机体。构成机体的最基本结构和功能单位是各类细胞。每一器官的功能都与组成该器官的细胞的生理特性分不开，例如肌肉的功能与肌细胞的生理特性分不开，而腺体的功能与腺细胞的生理特性分不开。细胞的生理特性又取决于其特殊的基因，在不同环境条件下基因的表达也可发生改变，其表达产物蛋白质分子也将出现相应的变化，导致功能变化。心脏之所以能搏动，是由于心肌细胞中含有特殊的蛋白质，这些蛋白质分子具有一定的结合排列方式，在离子浓度的变化和酶的作用下排列方式发生变化，从而发生收缩或舒张的活动，故对心脏功能的研究需要在心肌细胞和生物大分子的水平上进行。在多数情况下，需将某种组织细胞从整体取下后，在一定的环境条件下对其功能进行研究。因此，在分析研究结果时，不能简单地把在离体实验中得到的结果直接用来推测或解释该细胞在完整机体中的功能或所起的作用。

（二）器官和系统水平的研究

这个水平着重阐明器官或系统的功能，它在机体中所起的作用，它是怎样进行活动的，它的功能活动的内在机制以及调控其活动的各种影响因素。例如，关于心血管组成的血液循环系统的生理功能研究，需要阐明心脏各部分如何协同活动、心脏如何射血、血管如何调配血液供给、血管内血液流动的动力和阻力、心血管活动如何调节

等规律。

(三) 整体水平的研究

整体水平的研究以完整的机体为研究对象，观察和分析在生理条件下不同的器官、系统之间互相联系、互相协调的规律以及机体与环境之间相互联系和相互影响的研究。在整体情况下，机体活动并不等于心、肺、肾等器官生理功能的简单总和。只有各个器官、系统之间发生相互联系和相互影响，各种功能互相协调，才能使机体成为一个完整的整体，在变化的环境中维持正常的生命活动。人的生理活动还具有个体化特点，随着个体生活条件的变异而发生相应的变化。例如，在完整人体内心脏的搏动频率和收缩力量，会受体内外环境条件、人体的健康情况以及情绪等因素的影响。

总之，生理功能虽然以细胞和分子特性为基础，并服从于物理和化学的变化规律，但生理学毕竟不等同于物理学和化学，它们既有细胞和分子水平的研究和科学规律，还有器官、系统和整体水平的研究和科学规律。因此，上述三个研究水平相互间不是孤立的，而是互相联系、互相补充的。要阐明某一生理功能的机制，一般需要对细胞和分子、器官和系统、整体三个水平的研究结果进行综合分析，才能得出比较全面准确的结论。

五、常用研究方法

生理学不仅是一门理论性很强的科学，也是一门实验性科学。生理学的理论主要来自于实验研究，因此实验研究方法对生理学的发展甚为重要。实验研究方法按动物实验进程分为慢性实验和急性实验，两种方法各有优、缺点，可以互相补充、取长补短（表 1-1）。

表 1-1 慢性、急性实验的基本概念及其优、缺点

研究方法		概 念	优 点	缺 点
慢性实验		在一段时间内同一动物多次、重复观察完整机体内某器官或生理指标变化	符合整体功能活动	条件高、时间长、影响因素多
急性实验	在体实验	在麻醉或清醒状态下的完整动物身上进行观察或实验	易于控制，实验简单	特定条件下不一定代表整体条件的活动情况
	离体实验	器官或细胞从体内分离出来，在一定实验条件下进行的研究	利于排除无关因素	

第二节 生命的基本特征

通过对各种生物体基本生命活动的观察和研究，发现生命活动的基本特征主要包括新陈代谢（metabolism）、兴奋性（excitability）、适应性（adaptability）和生殖（reproduction）。各种特征的基本概念及其意义见表 1-2。



表 1-2 生命活动基本特征的概念及其意义

基本特征	概 念	意 义
新陈代谢	机体通过合成和分解作用与外界环境进行物质和能量交换，以及机体内部物质与能量转变而实现自我更新的过程	是生命活动的最基本特征；新陈代谢一旦停止，生命也就结束
兴奋性	活组织或细胞对刺激产生反应（动作电位）的能力或特性	是生物体对环境变化做出适应性反应的基础
适应性	机体在各种环境变化中，保持自己生存的能力或特性	维持稳态，保护机体，适应生存
生殖	生物体生长发育到一定阶段，能产生与自己相似的子代，即自我复制的功能	繁殖后代，延续种系

需要指出的是，新陈代谢包括两个过程，即机体从环境中摄取营养物质，合成为自身物质的过程称为合成代谢（anabolism）；机体分解其自身成分并将分解产物排出体外的过程称为分解代谢（catabolism）。兴奋性涉及刺激与反应两个名词。刺激（stimulus）是指活的机体或组织细胞所感受的内外环境的任何变化。根据性质不同可将刺激分为机械、化学、物理、生物、心理刺激等。阈值（threshold）是指刚刚能引起组织细胞发生反应的最小刺激强度，又称为阈强度（threshold intensity），它与兴奋性成反变关系。相当于阈强度的刺激称为阈刺激，刺激强度低于阈值的刺激称为阈下刺激，刺激强度大于阈值的刺激称为阈上刺激。任何刺激能引起组织兴奋必须具备三个条件，即一定的刺激强度、刺激的持续时间和强度-时间变化率。反应（response）是指当环境发生改变时，机体内部的代谢和外表的活动将发生变化。机体对刺激所产生的反应是多种多样的，形式各异，但都属于各器官或组织细胞的特有功能表现，如肌肉收缩、神经传导、腺体分泌、纤毛运动、变形运动等等。这些功能活动若在感受有效刺激后表现为加强，称为兴奋；感受有效刺激后功能活动表现为减弱，则称为抑制。抑制并不是无反应，而是与兴奋现象相对立的另一种活动现象。如在动物实验中，以电刺激家兔颈部交感神经，家兔的心跳加快、加强（兴奋）；若刺激颈部迷走神经，心跳减慢、减弱，甚至停止（抑制）。神经、肌肉和腺体三种组织在接受刺激后迅速产生特殊的生物电变化和功能反应，因此三者被称为可兴奋组织。

考点提示：兴奋性与阈值的概念及关系

第三节 内环境与稳态

机体所处的外界环境称为外环境，如阳光、空气等。社会环境也影响人体的功能，亦属于外环境范畴。机体不断调整功能状态以适应外环境的变化。机体内细胞所直接生存的环境称为内环境（internal environment），即细胞外液，包括血浆、组织液、脑脊

液和淋巴液。而分布在细胞内的部分称为细胞内液。二者总称为体液，占体重的 60%（表 1-3）。

表 1-3 机体体液分布

体液 (占体重 60%)	{	细胞内液 (40%)	{	血浆 (5%)
		细胞外流 (20%)		组织液 (14%)
				脑脊液和淋巴液 (1%)

细胞外液和细胞内液的成分有很大差别。这种差别得以维持取决于细胞膜的结构以及细胞膜上的一些特殊的蛋白质分子的功能。细胞外液不仅为细胞直接提供必要的物理和化学条件，而且为细胞生存提供营养物质及接受细胞代谢的终产物。对细胞而言，它是细胞生存的外环境，但对机体而言则是机体的内环境。

细胞外液的各种理化因素（如渗透压、温度、pH、水、电解质、营养物质、 O_2 和 CO_2 分压等）在一定范围内波动，保持相对稳定的状态称为内环境稳态。它是细胞维持正常生理功能的必要条件，也是机体维持正常生命活动的必要条件。内环境的稳态并不是说内环境的理化因素是静止不变的。相反，由于细胞不断进行代谢，就不断与内环境发生物质交换，也就不断地扰乱或破坏内环境的稳态；外界环境因素的改变也可影响内环境的稳态。体内各个器官、组织的功能往往都是从某个方面参与维持内环境的稳态的。例如肺的呼吸活动可补充细胞代谢消耗的 O_2 ，排出代谢产生的 CO_2 ，维持细胞外液 O_2 和 CO_2 分压的稳态；胃肠道的消化、吸收可补充细胞代谢所消耗的各种营养物质；肾的排泄功能将各种代谢产物排出体外，从而使细胞外液中各种营养物质和代谢产物的浓度维持相对稳定。因此，内环境的稳态是细胞、器官维持正常生存和活动的必要条件；反之，各种细胞器官的活动又能维持内环境的稳态。一般而言，当某些环境变化或疾病发生时，导致内环境发生改变，但机体许多器官可发生代偿性的改变，从而使内环境的各种成分重新恢复正常。如果器官、细胞的活动改变不能使内环境的各种成分恢复正常，则内环境可进一步偏离正常，使细胞和整个机体的功能发生严重障碍，甚至死亡。

考点提示：内环境与稳态的概念及稳态的生理意义

临床联系

内环境稳态失调与疾病

正常情况下，内环境中各种理化因素的变化是在一定范围内波动，即相对稳定。例如，体温的变化范围在 $36.5^{\circ}C \sim 37.5^{\circ}C$ ，如果超过该范围将导致稳态失调而导致发热；血液的pH在 $7.35 \sim 7.45$ 波动，如超过该范围将导致酸碱平衡紊乱；血糖的正常水平是 $3.9 \sim 6.1 mmol/L$ ，一旦血糖过高可发生糖尿病。因此，临床治疗疾病的最终目标就是将失调的内环境稳态纠正至正常水平。



第四节 生理功能的调节

在机体处于不同的生理情况或当外界环境发生改变时,体内一些器官、组织的功能活动会发生相应的改变,最后使机体能适应各种不同的生理情况和外界环境的变化,也可使被扰乱的内环境重新得到恢复,这种过程称为生理功能的调节。

一、生理功能的调节方式

机体对各种功能活动的调节方式主要有三种,即神经调节、体液调节和自身调节。

(一) 神经调节

神经调节(neuroregulation)是通过神经系统的活动实现的。神经系统的活动能够传导其兴奋时所产生的电位变化,生理学上称其为神经冲动。神经系统正是通过神经冲动的传导影响其他器官的活动,这一过程称为神经调节。

神经系统活动的基本方式是反射(reflex)。所谓反射,是指机体在中枢神经系统的参与下,对内、外刺激产生规律性应答的过程。反射活动的结构基础称为反射弧。反射弧(reflex arc)由五个部分组成,即感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器(图1-1)。

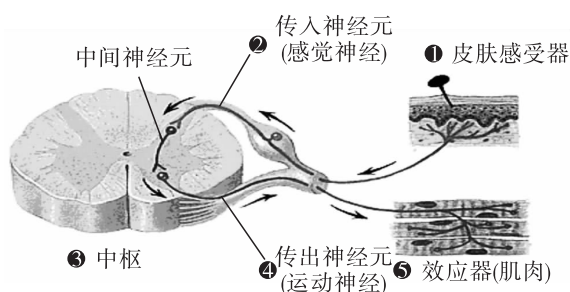


图1-1 反射弧的基本结构模式图

考点链接

以下关于反射错误的是

- A. 血压调节的减压反射是正反馈
- B. 反射是在中枢神经系统参与下,机体对刺激产生的规律性应答
- C. 正反馈可使某些生理过程迅速发动不断加强且及时完成
- D. 负反馈可维持机体功能活动和内环境稳态,是人体最重要的反馈调节
- E. 排尿反射是正反馈

解析与答案:减压反射是维持动脉血压保持相对稳态非常重要的反馈调节,血压高时该反射活动增强,血压低时该反射活动减弱,该反射是负反馈而非正反馈,故选A。

感受器能够感受体内某部位或外界环境的变化,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,中枢对传入信号进行分析,并做出反应,再通过传出神经纤维改变效应器的活动。这里以肢体躲避反射为例,当肢体皮肤接触图钉时,皮肤感受器将信息经传入神经传给脊髓反射中枢,整合后发出冲动经传出神经传给肢体肌肉,屈肌收缩产生躲避反应,免受伤害。再如,在生理情况下动脉血压是保持相对稳定的,当动脉血压高于正常时,分布在主动脉弓和颈动脉窦的动脉压力感受器能感受血压的变化,并将血压变化转变为神经冲动,后者通过传入神经纤维到达延髓的心血管中枢,心血管中枢对传入的神经信号进行分析,然后通过迷走神经和交感神经传出纤维,改变心脏和血管的活动,最后使动脉血压回降。这个反射称为动脉压力感受性反射,对于维持动脉血压的稳态起着重要的作用(见第四章)。人类和高等动物的反射可分为非条件反射和条件反射两种类型(见第十章)。神经调节的特点是迅速、准确、短暂、局限、自动化。

考点提示: 反射与反射弧的概念

(二) 体液调节

体液调节(humoral regulation)是指体内产生的一些化学物质通过组织液或血液循环影响某种组织或器官的活动。这一类化学物质包括激素(内分泌腺和散在分布的内分泌细胞所分泌)、细胞代谢产物(如 CO_2 、乳酸)以及组胺、5-羟色胺、腺苷酸等。根据作用途径远近、范围和相互关系,体液调节有全身性体液调节和局部性体液调节。例如胰岛B细胞分泌的胰岛素能调节细胞的糖代谢,促进细胞对葡萄糖的摄取和利用,在维持血糖浓度稳定中起重要作用,属全身性体液调节。除激素外,体内有些物质,包括某些代谢产物(例如 CO_2),对有些细胞、器官的功能也能起调节作用。许多激素的分泌直接或间接地受神经系统的控制。实际上激素的分泌是神经调节的一部分,是反射弧传出通路上的一个分支和延伸。如交感神经兴奋时,既通过传出神经直接作用于心血管和胃肠道,同时又引起肾上腺髓质激素的分泌,通过血液循环作用于心血管和胃肠道。这种复合调节方式被称为神经-体液调节。体液调节的特点是缓慢、持久、广泛。

(三) 自身调节

许多组织、细胞自身对周围环境变化发生适应性的反应是组织、细胞本身的生理特性,并不依赖于外来的神经或体液因素的作用,所以称为自身调节(auto regulation)。例如,骨骼肌或心肌的初长度(收缩前的长度)能对收缩力量起调节作用,当初长度在一定限度内增大时,收缩力量会相应增加,而初长度缩短时收缩力量就减小。一个器官在不依赖于器官外来的神经或体液调节情况下,器官自身对刺激发生的适应性反应过程也属于自身调节。自身调节的特点是范围局限,幅度较小,敏感性低,但对生理功能的调节仍有一定意义。

二、生理功能的反馈调节

利用工程技术的控制论原理来分析人体许多功能的调节,可见功能调节过程和控



制过程有共同的规律。20 世纪 40 年代，通过运用数学和物理学的原理和方法，分析研究各种工程技术的控制和人体的各种功能调节，得出了一些有关调节和控制过程的共同规律，产生了一个新的学科，这就是控制论。运用控制论原理分析人体的调节活动时，人体的各种功能调节可分为三类控制系统。

(一) 非自动控制系统

非自动控制系统是一个开环系统，即系统内受控部分的活动不会影响控制部分的活动。这种控制方式是单向的，即只由控制部分发出活动指令控制受控部分，受控部分则不能返回信息。这种控制方式对受控部分的活动实际上不能起调节作用。例如在应激反应中，当应激性刺激特别强大时，可能由于下丘脑神经元和垂体对血中糖皮质激素的敏感性减退，亦即血中糖皮质激素浓度升高时不能反馈抑制它们的活动，使应激性刺激能导致促肾上腺皮质激素（ACTH）与糖皮质激素的持续分泌；这时，肾上腺皮质能不断地根据应激性刺激的强度作出相应的反应（参见第十一章）。在人体正常生理功能的调节中，这种方式的控制系统是极少见的。

(二) 反馈控制系统

这是人体生命活动最常见的反馈控制系统。它是一个闭环系统，即控制部分发出信号指示受控部分发生活动，受控部分则发出反馈信号返回到控制部分，使控制部分能根据反馈信号来改变自己的活动，从而对受控部分的活动进行调节。可见，在这样的控制系统中，控制部分和受控部分之间形成一个闭环联系。在反馈控制系统中，反馈信号对控制部分的活动可发生不同的影响。在正常人体内，大多数情况下反馈信号能降低控制部分的活动，即负反馈（negative feedback）；在少数情况下反馈信号能加强控制部分的活动，为正反馈（positive feedback）（表 1-4）。

1. 负反馈 负反馈控制系统对于维持内环境稳定极为重要。当一个系统的活动处于某种平衡或稳定状态时，若某种外界因素使该系统的受控部分活动增强，则该系统原先的平衡或稳态遭受破坏。在存在负反馈控制机制的情况下，活动增加的受控部分，可通过反馈机制传递至控制部分，控制部分经分析后，发出指令使受控部分活动减弱，使

反应向平衡恢复方向发展；反之，如果受控部分活动过低，可通过反馈机制使其活动增强，结果也向平衡状态恢复方向转变。所以，负反馈控制系统的作用是使系统保持稳定。机体内环境之所以能维持稳态，就是因为存在许多负反馈控制系统。动脉血压是由心脏和血管的活动共同形成的，而心脏和血管的活动又受脑内的心血管活动中枢控制。如动脉血压的维持就是一个典型负反馈控制例子。当人体由卧位转变为立位时，体内部分血液因滞留在下肢，使回心血量减少，血压会降低，主动脉弓和颈动脉窦的压力感受器就立即将信息通过传入神经反馈到心血管中枢，使心血管中枢的活动发生

表 1-4 机体功能的自动控制系统模式

