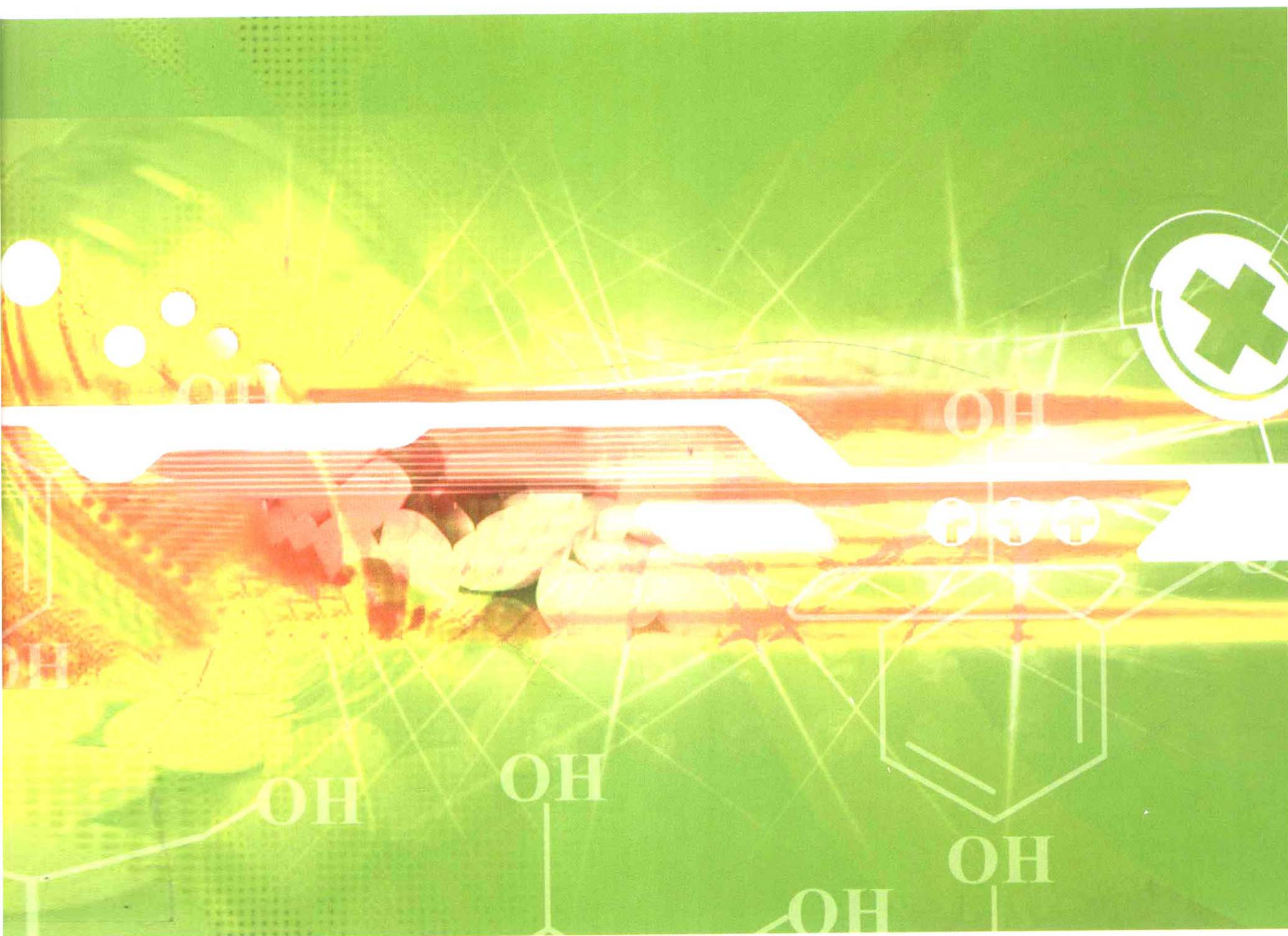


全国高职高专药学类专业规划教材

人体解剖生理学

(第二版)

主编 季常新 马恒东



全国高职高专药学类专业规划教材

人体解剖生理学

(第二版)

主 编	季常新	马恒东
副主编	曹晓娥	褚世居 廖世华
编 者	(按姓氏汉语拼音排序)	
	曹晓娥	上海职工医学院
	褚世居	巢湖职业技术学院
	董泽飞	邢台医学高等专科学校
	何世洪	四川中医药高等专科学校
	季常新	中国药科大学高等职业技术学院
	廖世华	黔西南民族职业技术学院
	马恒东	雅安职业技术学院
	马文樵	泰州职业技术学院
	米 健	扬州环境资源职业技术学院
	王鹤林	宜春职业技术学院
	叶颖俊	江西医学院上饶分院
	张义伟	宁夏医科大学高等卫生职业学院

科 学 出 版 社

北 京

· 版权所有 侵权必究 ·

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303(打假办)

内 容 简 介

本书为全国高职高专药学类专业规划教材之一,是为适应 21 世纪药学类高等职业教育的培养目标,大力推进高等职业教育人才培养模式的改革,向药物生产和经营第一线输送具有一定理论知识和较强实践技能的技术应用型人才,本着以就业为导向、以能力为本位的宗旨而开发的药学类专业基础课程教材。

本书主要供医药类高职高专院校药学、药物制剂技术、药物分析技术、中药制剂技术、制剂工程、制药工程、医药市场营销等专业学生和老师使用,同时可供医药类成人大专教学、函授使用及作为各类专业人员特别是医药卫生工作者自学用书或参考书,也可作为制药企业员工的培训教材及执业药师考试参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

人体解剖生理学 / 季常新,马恒东主编. —2 版. —北京:科学出版社,2009
全国高职高专药学类专业规划教材

ISBN 978-7-03-025990-5

I. 人… II. ①季… ②马… III. 人体解剖学:人体生理学-高等学校:技术学校-教材 IV. R324

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 202078 号

策划编辑:裴中惠 / 责任编辑:张 茵 / 责任校对:刘小梅

责任印制:刘士平 / 封面设计:黄 超

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009 年 12 月第 二 版 印张:16 1/2

2009 年 12 月第五次印刷 字数:388 000

印数:10 000—15 000

定价:34.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版编写说明

本教材在第一版《生理学》教材的基础上,经过层层遴选,确定了新的编写成员,扩大了参编院校。在总结和交流应用第一版《生理学》教材的经验基础上,强调应使本教材符合专业培养的要求,进一步突出药学高等职业教育的特色,注意学科间的衔接,删减重复性内容,对本学科大量的理论知识重新梳理调整,突出重点。本教材重点在生理学,按功能系统分章节,包括绪论、细胞的基本功能、运动系统、血液、循环系统、呼吸系统、消化系统、体温、泌尿系统、感觉器官、神经系统、内分泌系统、生殖系统共十三章。各章节注意形态结构与生理功能相结合,前部分主要介绍形态结构,后部分主要介绍生理功能,有些章节还注意把形态结构和生理功能整合在一起,便于学生学习和理解。

本教材力求适应高职类教学的特点,各章节内容编排合理,既便于教学安排,又便于学生理解与记忆。重点突出、由浅入深、条理清晰,易于学生掌握。对名词、概念、专业术语的表达力求准确、严谨、规范,注重培养学生分析问题、解决问题的能力。在每章前配有学习目标,以便学生掌握重点,在每章后设置目标检测,是学生应该熟悉和掌握的内容,有些习题需要借助课外参考书才能解答,从而培养学生独立思考并解决问题的能力。

全书增设了内容丰富的“知识链接”,以提升学生学习兴趣,开阔学生视野。同时结合“案例”教学,突出技能,寓实践于课堂理论教学,致力于培养实用型、技能型人才。

本教材在编写过程中,参考了国内已出版的生理学、人体解剖学和人体解剖生理学等规范教材,这些教科书给了我们很多启示,在此对这些教科书的主编和编者表示衷心的感谢(参考书目附后)。

由于编写时间紧迫,编者学识水平有限,对药学类职业教育的认识和理解尚有不足,书中不足之处在所难免,恳请广大师生批评指正,以便予以修订。

本教材配套有PPT课件,全面提高教师教学与学生学习效果。课件下载请登陆科学出版社网站www.sciencep.com,免费注册后进入右下方下载区→课件→医学,即可查找所需课件并下载。

编者
2009年7月

第一版编写说明

生理学是高等职业技术教育药学类的专业基础课之一,通过教学使学生了解、熟悉人体在正常情况下所表现的生命现象、活动规律、产生机制、调节方式及其过程。使学生掌握本课程的基本理论和基本技能,为学习后续课程特别是药理学打下必要的基础。

本教材的编写精神和要求:

1. 五项原则

五项原则是指贯彻专业培养目标;强调基本的理论知识、思维方法和实践技能;体现思想性、科学性、启发性;适合国情的先进性;教学适用性。

2. 体现高等职业技术教育的特点

培养第一线应用型人才,综合考虑教材的深度及广度,使其符合高等职业技术教育的培养目标。各章节内容力求编排合理,即便是教学安排,又便于学生理解与记忆。重点突出、由浅入深、条理清晰,易于学生掌握。对名词、概念、专业术语的表达力求准确和严谨规范,注重培养学生分析问题、解决问题的能力。

在每章前有学习目标,以便学生掌握重点,在每章后有复习思考题,是学生应该熟悉和掌握的内容,有些题需要借助其他生理学参考书才能解答,以培养学生独立思考并解决问题的能力。

3. 学时安排

本课程总学时数拟定为 72 学时,其中理论 54 课时,实验 18 课时。

本教材在编写过程中,参考了国内已出版的生理学 and 人体解剖生理学等有关教材,这些教科书给了我们很多启示和参考,在此对这些教科书的主编和编者表示衷心的感谢(参考书目附后)。本教材由中国药科大学生理教研室主任、博士生导师王秋娟教授担任主审。

由于编写时间紧迫,编者学识水平有限,对药学高等职业技术教育的认识和理解尚有不足,书中缺点错误在所难免,恳请广大师生批评指正,以便予以修订。

编 者

2004 年 7 月

目 录

第1章 绪论	(1)
第1节 人体解剖生理学的研究内容和方法	(1)
第2节 人体的基本结构	(2)
第3节 生命活动的基本特征	(4)
第4节 人体内环境与稳态	(5)
第5节 人体功能活动的调节	(6)
第6节 反馈控制系统	(8)
第2章 细胞的基本功能	(11)
第1节 细胞的基本结构	(11)
第2节 细胞膜的物质转运功能	(13)
第3节 细胞的跨膜信号转导	(17)
第4节 细胞的生物电现象	(19)
第5节 肌细胞的收缩功能	(22)
第3章 运动系统	(31)
第1节 骨和骨连结	(32)
第2节 肌肉	(40)
第4章 血液	(47)
第1节 概述	(47)
第2节 血细胞	(50)
第3节 血液凝固与纤维蛋白溶解	(53)
第4节 血型与输血	(56)
第5章 循环系统	(62)
第1节 循环系统的解剖结构	(62)
第2节 心的生理	(71)
第3节 血管生理	(81)
第4节 心血管活动的调节	(88)
第6章 呼吸系统	(97)
第1节 呼吸系统的解剖结构	(98)
第2节 肺通气	(105)
第3节 气体交换	(109)
第4节 气体在血液中的运输	(110)
第5节 呼吸运动的调节	(112)
第7章 消化系统	(118)
第1节 消化系统的解剖结构	(118)
第2节 消化管各段的消化功能	(126)
第3节 吸收	(131)

第4节 消化器官活动的调节	(134)
第8章 体温	(138)
第1节 人体正常体温及其波动	(139)
第2节 产热和散热	(140)
第3节 体温的调节	(144)
第9章 泌尿系统	(148)
第1节 泌尿系统的解剖结构	(148)
第2节 尿的生成	(154)
第3节 尿生成的调节	(162)
第4节 尿液及其排放	(164)
第10章 感觉器官	(169)
第1节 视器——眼	(169)
第2节 前庭蜗器——耳	(173)
第11章 神经系统	(181)
第1节 神经系统的解剖结构	(181)
第2节 神经元和反射活动的一般规律	(191)
第3节 神经系统的感觉功能	(201)
第4节 神经系统对躯体运动的调节	(206)
第5节 神经系统对内脏活动的调节	(210)
第6节 脑的高级功能	(213)
第12章 内分泌系统	(221)
第1节 激素	(221)
第2节 下丘脑与垂体	(223)
第3节 甲状腺	(227)
第4节 甲状旁腺和甲状腺C细胞	(229)
第5节 肾上腺	(231)
第6节 胰岛	(233)
第7节 其他激素	(234)
第13章 生殖系统	(237)
第1节 男性生殖系统	(237)
第2节 女性生殖系统	(239)
第3节 妊娠和避孕	(244)
主要参考文献	(247)
人体解剖生理学教学基本要求	(248)
目标检测选择题参考答案	(254)

第1章 绪论



学习目标

1. 掌握生命活动的基本特征、常用的解剖学术语和内环境稳态
2. 熟悉人体功能活动的调节
3. 了解人体解剖学和人体生理学的研究对象和方法

第1节 人体解剖生理学的研究内容和方法

一、人体解剖生理学的研究内容

人体解剖生理学包括人体解剖学和人体生理学两门学科。人体解剖学是研究正常人体形态结构的科学。人体生理学是研究人体生命活动规律的科学。人体生理学是以人体解剖学为基础的。

人体解剖学是一门古老的形态科学。解剖一词含有分割、切开的意思。远在两千多年以前,我国古代医著《灵枢经》中就已经有了“解剖”二字的记载。直到现在这种持刀切割的方法仍然是研究人体形态结构的基本方法之一。由于科学技术和研究方法的进展,解剖学的研究范围逐渐扩大和加深,门类增多,广义的解剖学包括解剖学、组织学、细胞学和胚胎学,其中,解剖学又可分为系统解剖学和局部解剖学。系统解剖学把人体从事一个共同功能活动的若干器官定为一个系统,按功能系统阐述人体器官的形态结构,一般所说的解剖学就是指系统解剖学。局部解剖学是在系统解剖学的基础上,就身体某一局部,由浅到深,重点研究各器官结构的形态及其相互位置关系的解剖学。

人体生理学是研究正常人体各种生命活动产生的现象、规律、原理和条件,以及体内外环境变化对它们的影响。由于人体的功能十分复杂,并且人体的结构又可以分为许多层次(细胞→组织→器官→系统→整体),因此,研究人体的生理功能可以从不同的结构水平出发。目前人体生理学的研究内容大致可以分为三个不同的水平。

1. 细胞、分子水平 细胞是构成人体的最基本结构和功能单位。因此,整个人体的生命活动或器官系统的功能活动都与其基本的结构功能单位——细胞的功能活动有关,而细胞的功能活动又与构成细胞的各个物质分子的理化特性有关。为了研究各器官活动的本质和产生的机制,还要深入到细胞的亚微结构和分子水平,来探讨生命活动的基本过程。其意义在于揭示生命现象最为本质的基本规律。

2. 器官、系统水平 研究体内各个器官、各个系统活动的规律、影响因素及其活动的调节,以及它在整体生命活动中的意义和作用。例如心的泵血、肺的呼吸、肾的排泄等。其意义在于揭示各器官、系统的特殊规律。

3. 整体水平 人体是一个完整统一的整体,其功能活动是以整体为存在形式的,并与周围环境保持密切联系。环境的变化会影响人体的生命活动,人体的生命活动必须与环境变化相适

应。整体水平的研究就是研究完整人体内各个系统之间的相互联系以及完整人体与外环境之间的协调统一关系。其意义在于揭示整体活动规律。

二、人体解剖生理学的研究方法

人体解剖学是借助解剖手术器械切割尸体的方法,用肉眼观察各部分的位置、形态和结构的科学。人体生理学是一门实验性科学,生理学知识来自对生命现象的客观观察和科学实验。观察主要是指在不损害人体健康的条件下,观察、记录和分析某些功能活动的客观表现。例如观察正常人群安静时的血压值、脉搏频率和呼吸频率等。而生理实验一般要人工地创造一定条件,对生命活动进行观察,并探讨其机制。由于进行这种研究会给人体造成一定的损害,甚至危及生命,因此一般都用动物作为实验对象。人与动物虽然有许多相似的结构和功能,但在应用动物实验获得资料来探讨人体的生理功能时,必须考虑到人与动物的差别,决不能把动物实验结果简单地套用在人体上。

生理学的动物实验法可分为急性实验和慢性实验两类。其中,急性实验又可分为在体和离体两种。

1. 急性实验法

(1) 在体实验法:又叫活体解剖实验法,即在麻醉或破坏动物大脑的条件下进行解剖,暴露所要研究的器官组织,进行实验研究的方法。例如对胃肠运动、胆汁分泌、泌尿活动的研究等。

(2) 离体实验法:即离体细胞、组织、器官实验法。此方法是从动物体内取出所要研究的器官或组织,置于适宜的人工环境中,保持它的生理功能进行研究。目前,已经运用细胞分离培养技术,深入研究细胞各亚微结构的功能和细胞内生物分子的各种理化性质。

急性实验法的优点是可以较严格地控制实验条件,排除非观察因素的干扰,直接、细致地研究细胞、器官或系统的生理功能;其缺点是实验结果未必能如实反映正常整体的功能活动规律。

2. 慢性实验法 在无菌条件下对健康动物进行手术,暴露要研究的器官(如消化管各种造瘘术)或摘除、破坏某一器官(如切除某一内分泌腺),待手术创伤恢复后,在清醒及正常生活状态下,观察、研究整体中某一器官或部位的功能。这种方法的优点是动物处于清醒状态,可较长时间进行观察,所得实验结果较接近于正常整体状态,但实验方法较复杂,影响因素较多。

三、人体解剖生理学与医药学的关系

人体解剖学和人体生理学是现代医药学的基础学科之一,而且也是病理学、药理学、微生物学、生物化学等学科的重要基础课。只有了解和掌握人体正常的生命活动规律,才能理解和掌握人体异常时的生命活动规律,对患病时所发生的一切病理现象才能理解,并通过医务人员和患者的主观努力,使异常向正常方面转化,同时在防治疾病的过程中,又不断的提出新的课题,推动生理学研究向纵深发展。这样,我们才能在防病治病,寻找新药和研究药物的毒理、药理作用时掌握主动权,推动临床医学和药学的迅速发展。

第2节 人体的基本结构

一、解剖学姿势及常用方位术语

1. 解剖学姿势 解剖学采用的标准姿势是人体直立,两眼向前平视,两臂自然下垂,掌心向

前,两脚并拢,脚尖向前。在观察尸体或标本时,不论是整体或离体,原位或变位,都应按标准姿势规定,说明各部的位置及其相互关系。

2. 轴 轴(图 1-1)是通过人体某部分或某结构的假想线,其与关节运动有密切关系。人体有 3 种互相垂直的轴。

(1) 垂直轴:垂直于地面,呈上下方向的轴。

(2) 矢状轴:前后方向的水平轴,与垂直轴直角相交。

(3) 冠状轴:左右方向的水平轴,与上述两轴垂直相交。

3. 面 解剖学上常用的切面有 3 种(图 1-1)。

(1) 矢状面:于前后方向将人体分成左右两部分的纵切面称为矢状面,其通过正中线的称为正中矢状面。

(2) 冠状面:于左右方向将人体分成前后两部分的纵切面,又称额状面。

(3) 水平面:与矢状面、冠状面相垂直,将人体分成上下两部分的切面,称为水平面。

若以器官本身为准,沿其长轴所作的切面为纵切面,与其长轴垂直的切面为横切面。

4. 方位

(1) 上和下:近头者为上,近足者为下。

(2) 近和远:多用于表示四肢的空间关系,凡连接躯干的一端为近侧,远离者为远侧。

(3) 前和后:近腹者为前,也称腹侧,近背者为后,也称背侧。

(4) 内侧和外侧:近正中矢状面者为内侧,远离正中矢状面者为外侧。前臂的内侧又称尺侧,前臂的外侧又称桡侧。小腿的内侧又称胫侧,小腿的外侧又称腓侧。

(5) 内和外:是表示与空腔相互位置关系的术语。在腔内或与腔的距离较近者为内,在腔外或与腔的距离较远者为外。

(6) 浅和深:近体表或器官表面者为浅,反之为深。

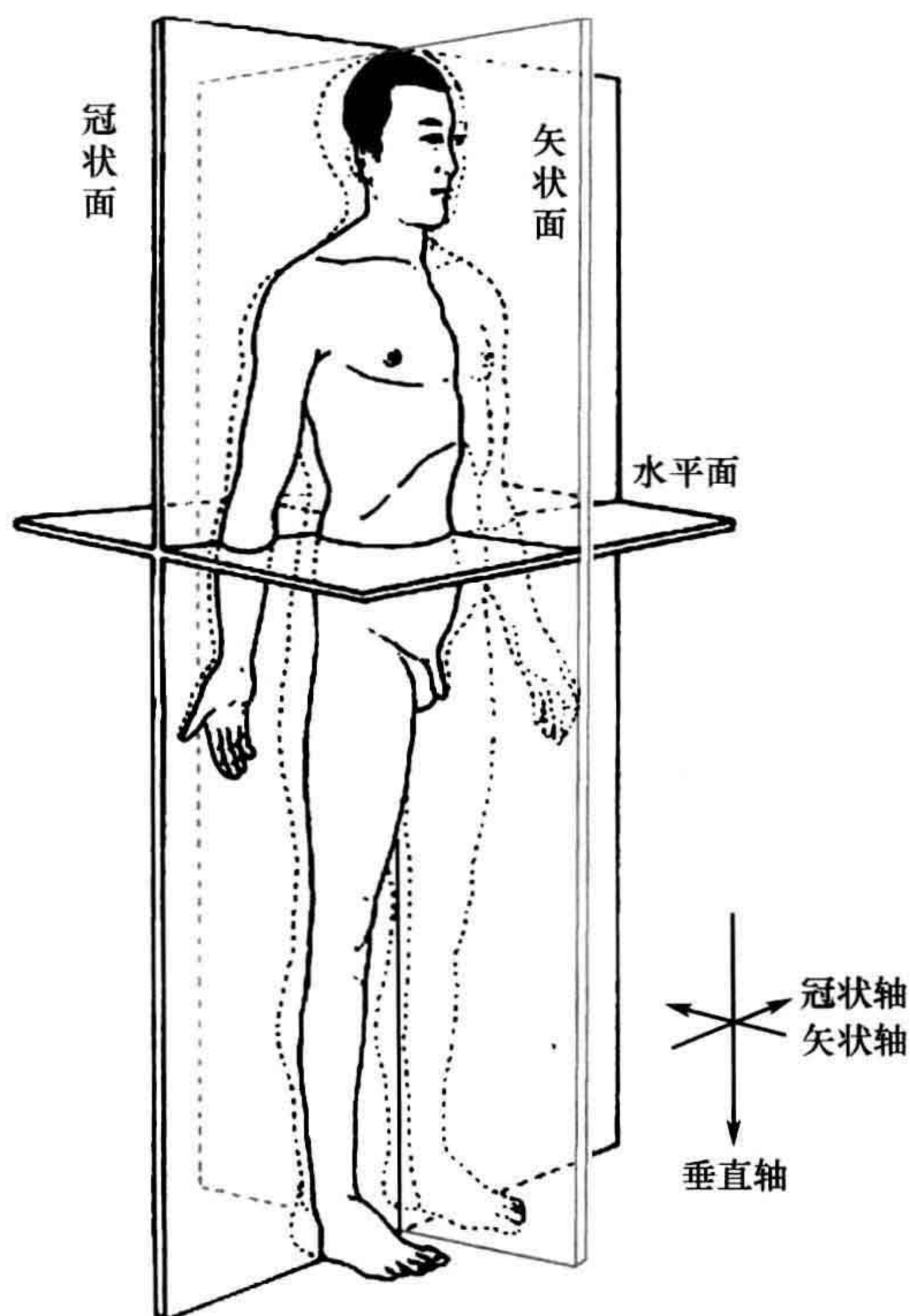


图 1-1 人体的轴和面

二、人体的结构

人体结构和功能的基本单位是细胞,它能完成一切生命活动,包括代谢、呼吸、消化、排泄、生殖等生理过程。细胞之间存在一些不具细胞形态的物质,称为细胞间质。

许多形态和功能相似的细胞和细胞间质,结合在一起构成组织。人体有 4 种基本组织,即上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织。

由几种不同的组织结合成具有一定形态和功能的结构,称为器官,如心、肺、肾和胃等。若干器官联合在一起完成某一方面的生理功能,便构成一个系统。各个系统在神经、体液的调节下,彼此联系,互相协调,构成一个完整的人体。

人体共有 8 个系统。

- (1) 运动系统:包括骨、骨骼肌、骨连结等。
- (2) 神经系统:包括脑、脊髓、脑神经和脊神经等。
- (3) 循环系统:包括心、血管、淋巴器官、淋巴管等。
- (4) 呼吸系统:包括鼻、咽、喉、气管、支气管和肺等。
- (5) 消化系统:包括口腔、咽、食管、胃、小肠、大肠等消化管及消化腺等。
- (6) 泌尿系统:包括肾、输尿管、膀胱及尿道等。
- (7) 生殖系统:男性包括睾丸、附睾、输精管、精囊、前列腺、尿道球腺及外生殖器。女性包括卵巢、输卵管、子宫、阴道及外生殖器。
- (8) 内分泌系统:包括垂体、甲状腺、甲状旁腺、肾上腺、胰岛等内分泌腺及散在的内分泌细胞。

除此之外,人体还有皮肤和感觉器官。皮肤是人体最大的器官之一,内有汗腺、皮脂腺和毛发等。感觉器官包括视觉器官、听觉器官、嗅觉器官和味觉器官等。

第3节 生命活动的基本特征

既然生理学研究的是生命活动,那么生命活动的基本特征又是什么呢?人们通过研究发现,至少有三种现象是共同的基本特征,即新陈代谢、兴奋性和适应性。

(一) 新陈代谢

从病毒这样简单的生物体到复杂的人体,都需要不断地从周围环境中摄取营养物质,并将这些物质转变为自身的组成物质(同化作用);同时,又不断地分解自身的组成物质,所分解的最终产物又不断地排泄到周围环境中去(异化作用)。物质分解时释放能量,物质合成时要吸收能量,因此,新陈代谢过程中既有物质变化,又有能量变化,前者叫物质代谢,后者叫能量代谢。由此可见,新陈代谢是指新的物质不断替代旧的物质的过程,包括物质代谢和能量代谢两个方面,具体表现为同化作用和异化作用,是生命活动的基础和最基本的特征。新陈代谢一旦停止,生命活动立即结束,机体也就死亡。

(二) 兴奋性

兴奋性是指机体感受刺激时产生反应的能力或特性。活的机体或组织细胞都具有兴奋性。

1. 刺激与反应 人体生活在不断变化着的环境中,经常受到各种因素的作用。其中能引起人体或其细胞、组织、器官产生反应的环境变化,称为刺激。刺激按性质不同可分为:物理性刺激,如声、光、电、机械、温度等;化学性刺激,如酸、碱、盐及各种化学物质等;生物性刺激,如细菌、病毒等;社会心理性刺激,如情绪波动、社会变革等。实验表明,刺激要引起组织细胞产生反应必须具备3个条件,即刺激的强度、刺激的作用时间和刺激强度的变化率。把这3个要素作大小不同的组合,可以得到各种各样的刺激。

刺激引起人体或其组成部分发生活动状态的改变称为反应。从外部活动表现看,机体对刺激发生反应的表现形式有两种,即兴奋和抑制。兴奋是指刺激使机体由相对静止状态转为活动状态或活动状态的加强;抑制是指机体由活动状态转为相对静止状态或活动状态的减弱。例如刺激心交感神经使心跳加强加快即为兴奋,刺激心迷走神经使心跳变弱减慢即为抑制。刺激引起的反应是兴奋还是抑制,取决于刺激的质和量,也与机体当时所处的功能状态有关。例如刺激交感神经使有孕子宫收缩(兴奋),而使无孕子宫舒张(抑制)。人体对环境变化,有的产生兴

奋反应,有的产生抑制反应,这样才能更好地适应环境的变化。

2. 衡量兴奋性的指标——阈值 人体内不同组织具有不同的兴奋性,而且同一组织在不同功能状态时,它的兴奋性高低也不一样。通常用刺激强度作为判断兴奋性高低的客观指标。以肌肉收缩为例,如果刺激作用时间和强度变化率固定不变,逐渐加大刺激强度,则可以测得刚能引起肌肉收缩的最小刺激强度。这个在一定时间前提下,刚能引起组织产生反应的最小刺激强度,称为该组织的阈强度,又称强度阈值。强度等于阈值的刺激,称为阈刺激;强度小于阈值的刺激称为阈下刺激;强度大于阈值的刺激称为阈上刺激。

不同组织或同一组织处于不同的功能状态下都会有不同的阈值,其大小与组织兴奋性的高低呈反变关系。神经、肌肉、腺体3种组织的兴奋性较高,受刺激产生兴奋时反应迅速而且明显,同时还有动作电位产生,称为可兴奋组织。

3. 兴奋性的周期性变化 组织受到一次刺激发生兴奋时,在兴奋过程及其后的一段时间内,该组织的兴奋性会产生一系列很有规律的变化,然后才恢复正常,这就是兴奋性的周期性变化。它包括以下几个时期。

(1) 绝对不应期:在组织受到刺激发生兴奋的同时,其兴奋性立即下降到零并持续一段时间,在这段时间内无论给予多么强大的刺激,都不能产生新的兴奋。这段对任何刺激都不起反应的时期称为绝对不应期。

(2) 相对不应期:在绝对不应期之后的一段时间内,组织兴奋性逐渐恢复并达到正常水平,故在这段时间内组织兴奋性低于正常水平,要用较强的阈上刺激,组织才可能产生新的兴奋。这段刺激强度必须大于阈值才能引起反应的时期称为相对不应期。

(3) 超常期:在相对不应期后,组织兴奋性超过正常水平,此时,只要给予较小的阈下刺激,就能产生新的兴奋,故此期称为超常期。

(4) 低常期:在超常期后,组织兴奋性又下降到正常水平以下,此时,需较强大的刺激才能引起兴奋,称为低常期。

组织兴奋时其兴奋性变化所经历的时间是很短暂的,各类组织亦不相同,一般都在100ms以内,并且不同组织细胞以上各期的长短可以有很大差异,一般绝对不应期较短,相当于或略短于前一刺激在该细胞引起的动作电位主要部分的持续时间,如在骨骼肌只有0.5~2.0ms,而在心肌细胞可达200ms。

（三）适应性

机体对环境的变化不仅能产生反应,并且能随着环境的变化,不断地调整自身各部分的功能和相互关系,产生适应环境条件的变化,使人体在环境的变化中仍然保持自身的生存,机体的这种对周围环境的变化能产生适应的能力称为适应性。它是以兴奋性为基础的;同时其适应性有一定限度,超过此限度,机体就会产生适应不全,甚至完全不能适应。

适应性是在种族进化过程中逐渐发展和完善起来的,动物越高等,机体对环境的适应越完善,到了人类,不仅是被动地适应环境,而且还能主动地改造自然环境以适应自身的需要。

第4节 人体内环境与稳态

（一）内环境

人体在生命过程中,总是处在经常变动着的外环境中,这个外环境包括自然环境和社会环

境。外环境变化形成的刺激不断地作用于人体,使人体不断地作出反应以适应环境进而改造环境。这个过程是人体与外环境之间的统一。而人体的结构十分复杂,由大约 100 万亿个结构和功能不同的细胞组成各种组织、器官和系统,因此,除了少数细胞外,人体绝大部分细胞并不直接与经常变化的外环境接触,它们的代谢活动都是通过细胞周围的液体进行的。体内位于细胞外部的液体,统称为细胞外液。细胞浸浴其中,与之进行物质交换,这样,细胞外液就是体内细胞生活的具体环境,称为人体的内环境,以区别于人体整个生活的外环境。

内环境对细胞的生存以及维持正常的生理功能十分重要,因为它是细胞直接生活的场所。细胞进行新陈代谢所需的 O_2 及营养物质只能直接从内环境中摄取,而代谢产生的 CO_2 及代谢终产物也只能直接排到内环境中,然后再经血液循环的运输,由呼吸系统与排泄器官排出体外。同时,它又必须给细胞创造一个适宜的环境,提供细胞正常生存与活动所必需的理化条件。

(二) 稳态

内环境与不断变化着的外环境不同,它的特点就是其理化性质必须保持相对稳定,即温度、渗透压、酸碱度、各种化学成分等因素只能在很小的范围内波动。这种内环境的理化性质相对稳定的状态称为稳态。稳态包括两方面的含义:一方面是指细胞外液的理化特性总在一定的水平上保持相对稳定,不随外环境的变化而发生明显的变化,如温度,自然环境有春夏秋冬的变化,但人体内部的温度总是维持在 $37^{\circ}C$ 左右;另一方面,相对稳定状态并不是固定不变,它是一种动态平衡,是在微小波动中保持相对恒定。因此,可以说稳态是一个相对稳定的状态,它不仅特指内环境理化特性的动态平衡,也泛指细胞到整体功能状态相对稳定的维持。

内环境稳态的维持是一个复杂的生理过程,是由于体内多种调节机制协同作用的结果。一方面外环境变化的影响和细胞的新陈代谢不断破坏内环境的稳定,另一方面人体器官的活动与调节又使破坏了的稳态得以恢复。人体的生命活动正是在稳态的不断破坏和不断恢复的过程中得以维持和进行的。如果稳态不能维持,内环境的理化条件发生较大变化并超过人体的调节能力,就会威胁到人体的正常功能,并可导致生病甚至死亡,如高热、酸中毒、严重缺氧、离子成分的严重紊乱等。

第 5 节 人体功能活动的调节

人体对外环境变化的适应和人体内环境稳态的维持都是通过人体功能活动的调节来实现的,是在神经调节为主导,体液与其他调节为辅助的情况下完成的。只有通过调节才能使人体各部分的功能在完成一个有目的的活动中协调一致。

(一) 神经调节

神经调节主要是通过反射活动来进行的,反射是指人体在中枢神经系统的参与下,对内外环境变化产生的规律性反应。

反射活动的结构基础是反射弧,它由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五个部分组成(图 1-2)。感受器是专门接受各种刺激的结构,是一种能量转换器,可以把各种能量形式的刺激转化为生物电讯号——神经冲动。效应器是产生反应动作的器官。神经中枢是指位于脑和脊髓内参与某一反射活动的神经细胞群,它能综合分析来自传入神经的传入冲动,并发出冲动,经传出神经到达所支配的效应器。传入神经和传出神经是将神经中枢与感受器和效应器联系起来的神经通路。当感受器受到刺激时,即把刺激的信息转变为神经冲动,经传入神经

传至神经中枢,经神经中枢加工、处理(整合)后,产生新的神经冲动,再经传出神经传至相应的效应器,改变效应器的活动状态,从而完成反射活动。其调节的特点是作用迅速而精确、短暂。反射弧任何环节的结构或功能受到破坏,这一反射活动就会发生紊乱或不能完成。

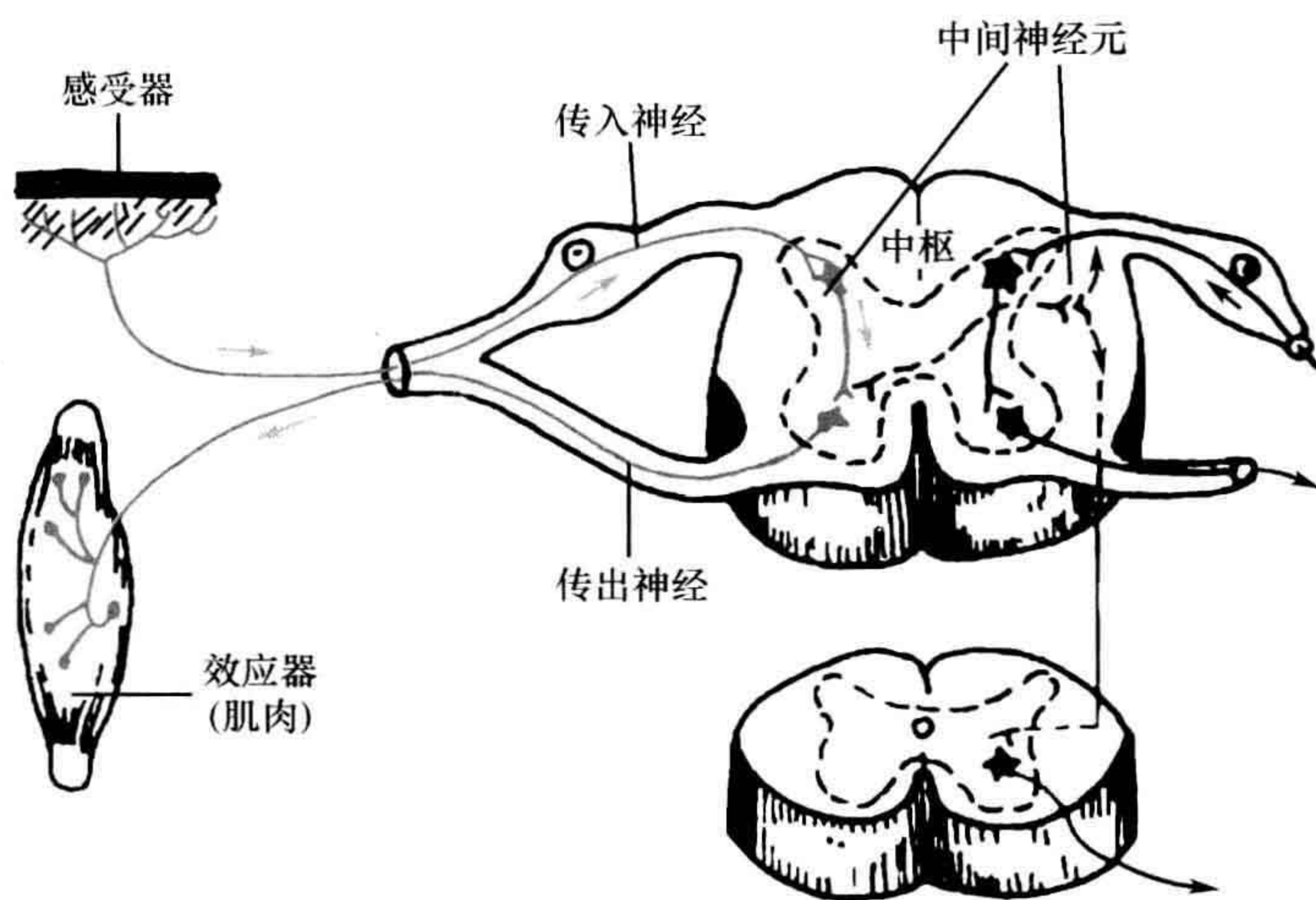


图 1-2 反射弧及其组成

人的反射活动,又可进一步分为非条件反射和条件反射。非条件反射是生来就有的,比较固定的反射。在非条件反射中,刺激性质与反应之间的因果关系,是由种族遗传因素决定的。条件反射是建立在非条件反射基础之上的,是人或高等动物个体后天获得的,即在生活过程中“建立”起来的,因而刺激性质与反应之间的关系是不固定的。例如,狗吃食物时有唾液分泌,这是非条件反射,而某种声响不能引起唾液分泌。但若在狗进食前预先给予这种声响,在声响与食物两种刺激多次结合后,单有声响而不伴有食物,也能引起唾液分泌。这就是在一定条件下,建立的由声响引起唾液分泌的反射,因而称为条件反射;声响则由“无关”刺激变成了条件刺激。如果以后声响又长期不与食物刺激相结合,此条件反射将逐渐消退,最终,声响将不再引起唾液分泌。通过建立条件反射,可以使大量无关刺激成为预示某些环境变化即将来临的信号,从而扩大了人或动物适应环境变化的能力。

(二) 体液调节

体液调节是通过体液中化学物质的作用进行的,在人体内主要是指内分泌细胞所分泌的激素,经血液或淋巴循环而作用于某种细胞、组织或器官,调节它们的功能状态。例如,甲状旁腺分泌的甲状旁腺素经血液运输到骨组织,使骨钙释放入血,血钙升高。有些内分泌细胞产生的激素,不经过血液或淋巴循环的运输,而是通过它周围的组织液扩散,作用于邻近的效应细胞,这叫旁分泌。例如,胰岛的D细胞分泌的生长抑素,可通过组织液扩散,作用于邻近的A细胞和B细胞,分别抑制其分泌胰高血糖素和胰岛素。

对大多数器官而言,神经调节和体液调节是密切联系、相辅相成的。神经调节作用迅速而准确,但作用部位有局限,作用时间比较短暂;体液调节则作用缓慢,受影响部位广泛,作用时间持久,主要调节新陈代谢、生长、发育、生殖等较为缓慢的生理过程。一般情况下,神经调节起主导作用。

一部分内分泌腺或内分泌细胞可以感受内环境中某种理化成分和性质的变化,直接作出相应的反应。但是,不少内分泌腺或内分泌细胞本身直接或间接地接受中枢神经系统的调节。在

这种情况下,体液调节成了神经调节的一个环节,相当于反射弧上传出纤维的一个延长部分,这种情况又称为神经—体液调节。例如剧烈运动时,交感神经兴奋,肾上腺素分泌增加,引起心跳加强加快,心输出量增加,血压升高,血液循环加快等反应,就属于神经—体液调节。

(三) 自身调节

自身调节是指内外环境变化时,组织、细胞不依赖于神经或体液调节而由该组织、细胞本身活动的改变产生的适应性反应。它的反应一般比较局限,调节幅度和范围较小,也不十分灵敏。例如脑血流量的调节,血压变动于 $8.0 \sim 18.7 \text{ kPa}$ ($60 \sim 140 \text{ mmHg}$) 范围内,脑血流量仍可维持恒定,因为血压升高,脑血管自发收缩,使脑血流量不致因血压升高而过多;血压下降,脑血管舒张,使脑血流量不致因血压降低而过少。

第6节 反馈控制系统

人体功能活动的调节主要依赖于神经和体液调节。那么,神经或体液调节对效应器的调节效果如何呢?是过度还是不足,往往还要效应器发出信息返回到神经中枢或内分泌腺,以便随时纠正和调整神经调节或体液调节,如调节过度便抑制之,调节不足则加强之,使调节更为准确。这种联系叫反馈联系。因此,神经调节和体液调节都是闭合回路,而不是开放回路,犹如工程学中的自动控制系统。一个自动控制系统包括:①接受装置(相当于感受器的功能),专门接受输入信息;②控制系统(相当于神经中枢或内分泌腺),根据接受装置送来的信息进行处理,并发出“指令”(控制信息),从而决定受控系统如何动作;③受控系统(执行装置,相当于效应器或靶器官),按控制系统的指令作出反应。此时所处的状态或所产生的效应称为输出变量;④监视装置(相当于内感受器),将受控系统活动的结果(输出变量)不断地返回给控制系统,为控制系统进一步发放“指令”做参考,它相当于感受效应器活动变化的内感受器,它与控制系统的联结线路称为反馈联系。从它发出的反映输出变量的信息称为反馈信息(图1-3)。

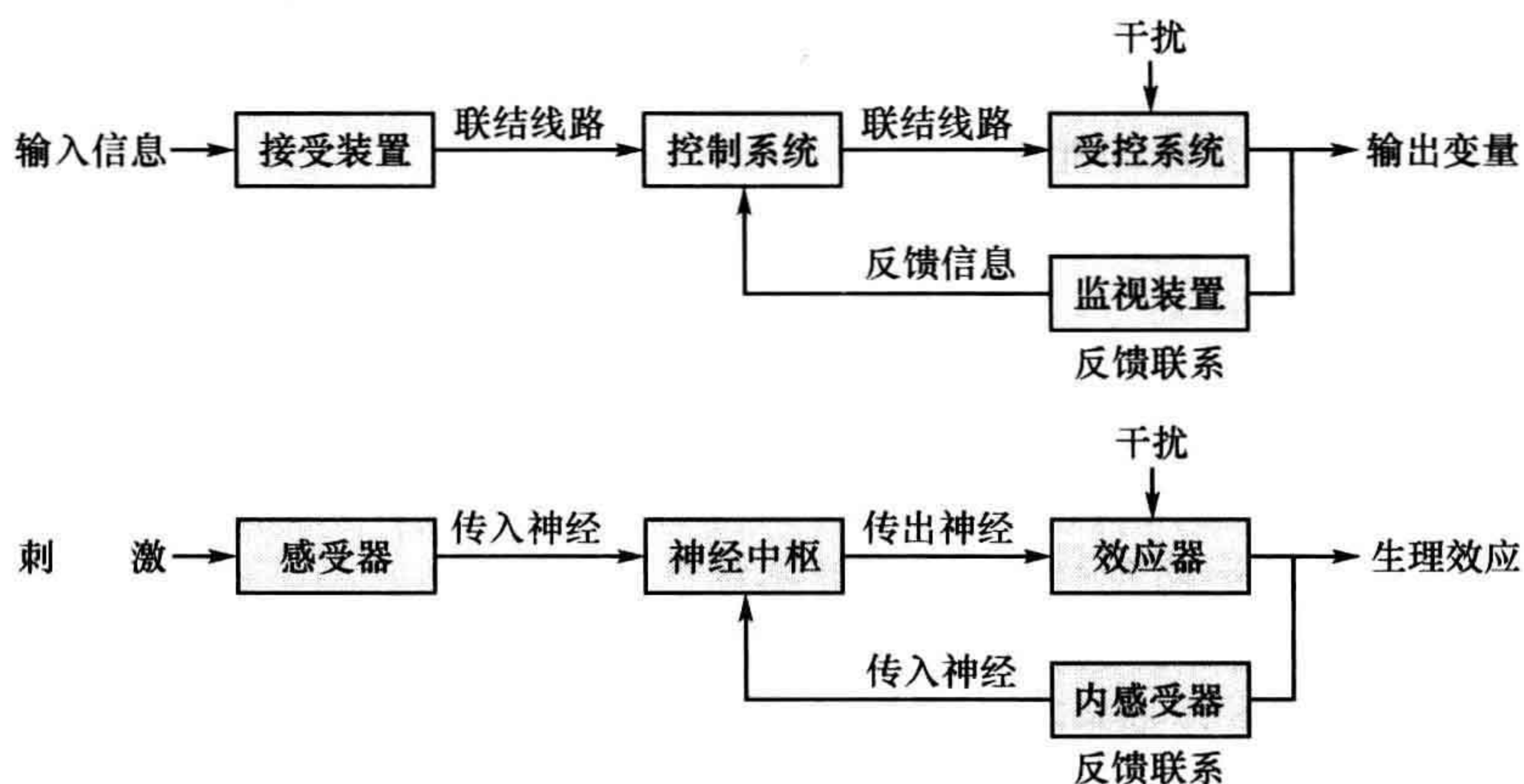


图 1-3 反馈联系模式图

受控系统(效应器)通过监视装置(内感受器)将信息传回到控制系统(神经中枢或内分泌腺),反过来调整其发出指令的过程称为反馈(feedback)。反馈可分为负反馈和正反馈两种。当输出变量(生理效应)发生偏差(如血压偏高或偏低)时,反馈信息使控制系统(神经中枢或内分泌腺)的作用向原效应的相反方向转化,称为负反馈(negative feedback)。负反馈具有双向性调

节的特点,故对机体功能活动及内环境理化因素的相对稳定起着重要的调节作用。正反馈(positive feedback)是指反馈信息使控制系统(神经中枢或内分泌腺)原效应的作用不断加强,直至反应动作完成为止。在人体功能的调节中,除血液凝固、排尿、排便、射精、分娩等属正反馈外,绝大多数的调节形式都属于负反馈,例如动脉血压偏高或偏低时,经过降压反射的调节使血压始终保持恒定的水平,就是典型的负反馈。

前馈控制系统

在生理功能的控制中,还有一种称为前馈的调节活动。在受控部分的状态未发生改变之前,机体通过某种监测装置得到信息,以更快捷的方式调整控制部分的活动,用以对抗干扰信号对受控部分稳态的破坏,这种调控称为前馈控制。条件反射活动就是一种前馈控制系统的活动,它使机体的反应具有超前性。例如,动物见到食物就会引起唾液分泌,这种分泌比食物进入口腔后引起的唾液分泌来得快,而且富有预见性,更具有适应性意义。不过,前馈控制系统引起的反应有可能失误。

链接

小结

人体解剖学生理学是现代医药学的基础学科之一,也是病理学、药理学、微生物学、生物化学等学科的重要基础课。人体结构和功能的基本单位是细胞,形态和功能相似的细胞和细胞间质,结合在一起构成组织,几种不同的组织结合成具有一定形态和功能结构即为器官,若干器官联合起来完成某一方面的生理功能,便构成一个系统。解剖学在观察尸体或标本时,采用的是标准姿势,另外还有轴、面和方位等常用术语。生命活动的基本特征是新陈代谢、兴奋性和适应性。细胞外液是体内细胞直接生活的内环境,其理化性质必须保持相对稳定的状态,即稳态。人体对外环境变化的适应和内环境稳态的维持都是通过人体功能活动的调节来实现的,是在神经调节为主导、体液与其他调节为辅助的情况下完成的。

目 标 检 测

一、名词解释

1. 兴奋
2. 神经调节
3. 阈值
4. 负反馈
5. 新陈代谢

二、选择题

1. 生理学是研究有机体的 ()
 - A. 新陈代谢
 - B. 结构和功能
 - C. 神经和体液调节
 - D. 生命活动规律
2. 生命活动最基本特征是 ()
 - A. 有心跳、呼吸功能
 - B. 能量的储存和释放
 - C. 同化作用和异化作用及能量转换
 - D. 内环境稳态
3. 兴奋性是机体或组织对刺激 ()
 - A. 发生兴奋的特性
 - B. 发生反应的特性

C. 产生适应的特性

4. 衡量组织兴奋性高低的指标是

A. 肌肉收缩的强弱

C. 刺激频率的高低

5. 内环境稳态是指其中

A. 化学组成恒定不变

C. 理化性质相对稳定

6. 神经调节的基本方式是

A. 反应

C. 反射

D. 引起反射的特性

()

B. 腺细胞分泌的多少

D. 刺激阈值的大小

()

B. 化学组成相对稳定

D. 理化性质恒定不变

()

B. 负反馈

D. 正反馈

三、简答题

1. 何谓内环境？稳态有何生理意义？

2. 简述神经调节、体液调节和自身调节的概念和作用特点。

(季常新)