



全国高等医学教育课程创新
“十三五”规划教材



附数字资源增值服务

供临床、预防、基础、急救、全科医学、口腔、麻醉、影像、药学、检验、护理、法医、生物工程等专业使用

生理学

李文忠 周裔春 ▶ 主编

SHENGLIXUE



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



全国高等医学教育课程创新 “十三五”规划教材

系统解剖学

局部解剖学

★ 生理学

病理学

人体寄生虫学

医学免疫学

药理学

组织学与胚胎学

生物化学与分子生物学

病理生理学

医学微生物学

医学生物学

人体解剖学实验

形态学实验（组织学与胚胎学分册）

形态学实验（病理学分册）

医学机能学实验教程

病原生物学与免疫学实验

生物化学与分子生物学实验

基础化学

有机化学

医学统计学

预防医学

流行病学

医学伦理学

策划编辑◎周琳 责任编辑◎郭逸贤 封面设计◎原色设计



本书附赠数字资源增值服务

1. 本书留白处附有对应二维码

2. 扫码即可获取相关数字资源

华中科技大学出版社 医学图书分社

E-mail: medhustp@126.com

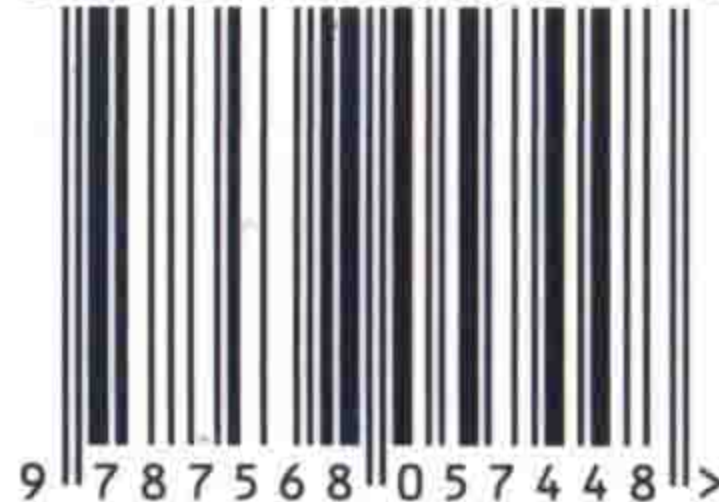


华中出版



天猫书城

ISBN 978-7-5680-5744-8



9 787568 057448 >

定价：62.00元



全国高等医学教育课程创新
“十三五”规划教材

供临床、预防、基础、急救、全科医学、口腔、麻醉、影像、药学、检验、护理、法医、生物工程等专业使用

生理学

主 编 李文忠 周裔春
副主编 尚曙玉 胡志红 李玉明 刘重斌
编 者 (以姓氏笔画排序)
于 欢 九江学院
王明晓 遵义医科大学
刘重斌 湖州师范学院
李文忠 荆楚理工学院
李玉明 首都医科大学燕京医学院
李海涛 首都医科大学燕京医学院
张玉梅 沈阳医学院
张玲华 荆楚理工学院
尚曙玉 黄冈科技学院
金 戈 甘肃中医药大学
周寿红 南华大学
周裔春 九江学院
赵 洋 河西学院
胡志红 河南科技大学
顾 静 甘肃中医药大学
韩维娜 邵阳学院



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本教材是全国高等医学教育课程创新“十三五”规划教材。

本教材共十二章,主要包括绪论、细胞的基本功能、血液、血液循环、呼吸、消化与吸收、能量代谢与体温、肾脏的排泄功能、感觉器官、神经系统的功能、内分泌、生殖等内容。教材内容充分体现了专业特色,紧扣专业人才培养目标和临床实践需求,突出应用性和实践性,侧重对近年来生理学研究进展和结论的运用,兼顾学生参加职业资格认证和考研的需求。

本教材主要作为高等医学教育本科生的教学用书,也可供研究生、专科生和从事相关医学研究的工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

生理学/李文忠,周裔春主编. —武汉:华中科技大学出版社,2020.1

全国高等医学教育课程创新“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5680-5744-8

I. ①生… II. ①李… ②周… III. ①人体生理学-医学院校-教材 IV. ①R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 001904 号

生理学

Shenglixue

李文忠 周裔春 主编

策划编辑:周 琳

责任编辑:郭逸贤

封面设计:原色设计

责任校对:张会军

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉华工鑫宏印务有限公司

开 本:880mm×1230mm 1/16

印 张:23

字 数:641千字

版 次:2020年1月第1版第1次印刷

定 价:62.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

全国高等医学教育课程创新“十三五”规划教材
编委会



丛书顾问 文历阳 秦晓群

委 员 (以姓氏笔画排序)

马兴铭	兰州大学	张悦	河西学院
王玉孝	厦门医学院	张云武	厦门大学
化兵	河西学院	赵玉敏	桂林医学院
尹平	华中科技大学	赵建龙	河南科技大学
卢小玲	广西医科大学	赵晋英	邵阳学院
白虹	天津医科大学	胡东生	深圳大学
刘立新	首都医科大学燕京医学院	胡煜辉	井冈山大学
刘俊荣	广州医科大学	姜文霞	同济大学
刘跃光	牡丹江医学院	姜志胜	南华大学
孙连坤	吉林大学	贺志明	邵阳学院
孙维权	湖北文理学院	秦伟	遵义医科大学
严金海	南方医科大学	钱中清	蚌埠医学院
李君	湖北文理学院	徐世明	首都医科大学燕京医学院
李梅	天津医科大学	黄涛	黄河科技学院
李文忠	荆楚理工学院	黄锁义	右江民族医学院
李洪岩	吉林大学	扈瑞平	内蒙古医科大学
吴建军	甘肃中医药大学	赖平	湖南医药学院
沙鸥	深圳大学	潘爱华	中南大学
张忠	沈阳医学院		
编写秘书 周琳 陆修文 蔡秀芳			

网络增值服务使用说明

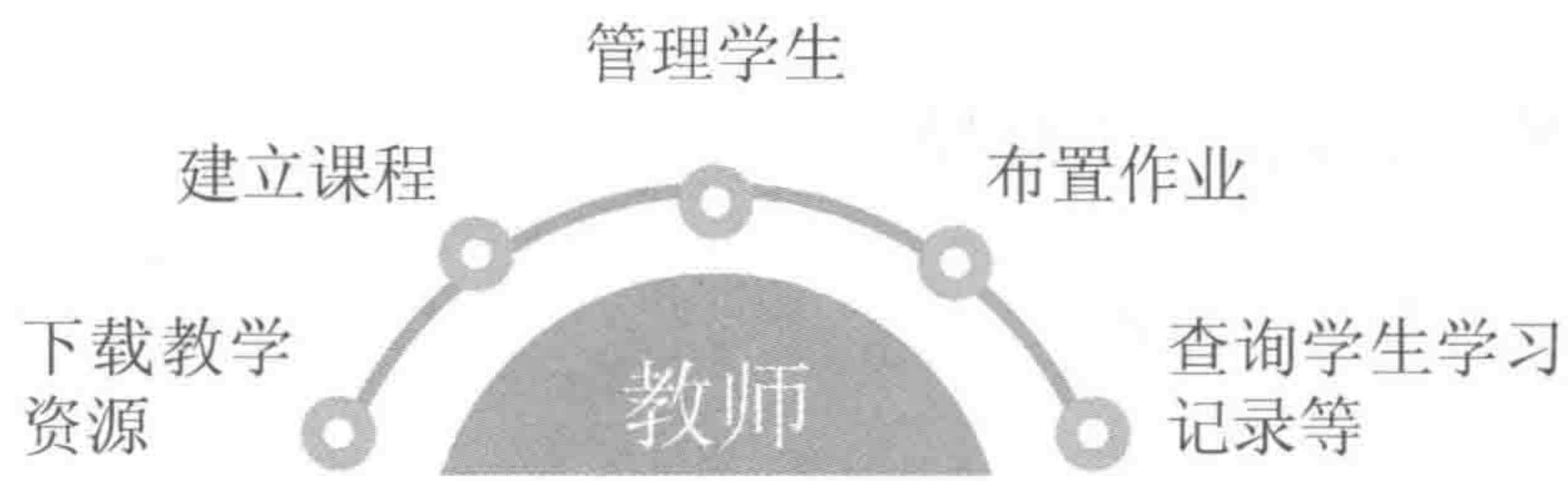
欢迎使用华中科技大学出版社医学资源网yixue.hustp.com

1.教师使用流程

(1) 登录网址：<http://yixue.hustp.com>（注册时请选择教师用户）



(2) 审核通过后，您可以在网站使用以下功能：

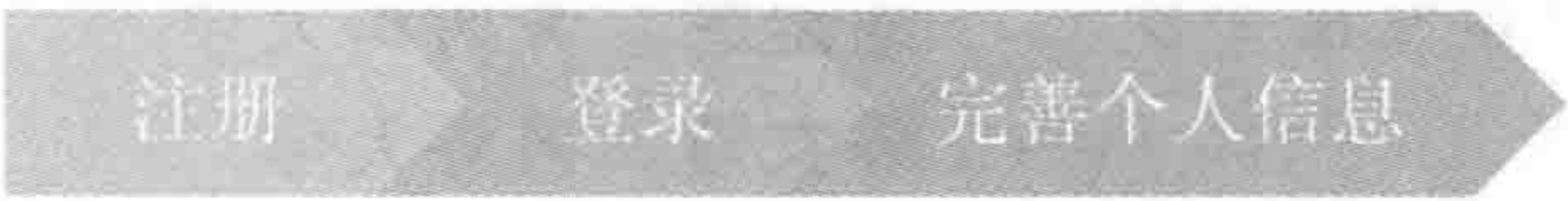


2.学员使用流程

建议学员在PC端完成注册、登录、完善个人信息的操作。

(1) PC端学员操作步骤

①登录网址：<http://yixue.hustp.com>（注册时请选择普通用户）

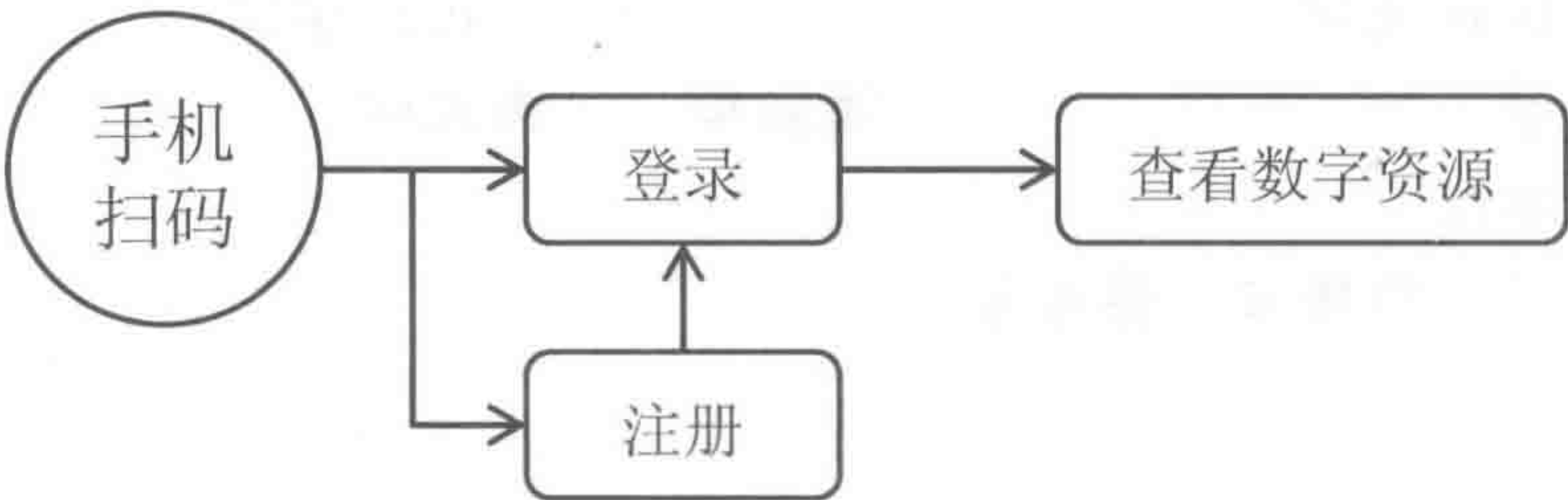


② 查看课程资源

如有学习码，请在个人中心-学习码验证中先验证，再进行操作。



(2) 手机端扫码操作步骤



总序

Zongxu

《国务院办公厅关于深化医教协同进一步推进医学教育改革与发展的意见》指出：医教协同推进医学教育改革与发展，加强医学人才培养，是提高医疗卫生服务水平的基础工程，是深化医药卫生体制改革的重要任务，是推进健康中国建设的重要保障。始终坚持把医学教育和人才培养摆在卫生与健康事业优先发展的战略地位。我国把质量提升作为本科教育发展的核心任务，发布落实了一系列政策，有效促进了本科教育质量的持续提升。而随着健康中国战略的不断推进，加大了对卫生人才培养支持力度。尤其在遵循医学人才成长规律的基础上，要求不断提高医学青年人才的创新能力和实践能力。

为了更好地适应新形势下人才培养的需求，按照《国务院办公厅关于深化医教协同进一步推进医学教育改革与发展的意见》《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020 年）》《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020 年）》等文件精神要求，进一步出版高质量教材，加强教材建设，充分发挥教材在提高人才培养质量中的基础性作用，培养医学人才。在认真、细致调研的基础上，在教育部相关医学专业专家和部分示范院校领导的指导下，我们组织了全国 50 多所高等医药院校的近 200 位老师编写了这套全国高等医学教育课程创新“十三五”规划教材，并得到了参编院校的大力支持。

本套教材充分反映了各院校的教学改革成果和研究成果，教材编写体系和内容均有所创新，在编写过程中重点突出以下特点：

- （1）教材定位准确，突出实用、适用、够用和创新的“三用一新”的特点。
- （2）教材内容反映最新教学和临床要求，紧密联系最新的教学大纲、临床执业医师资格考试的要求，整合和优化课程体系和内容，贴近岗位的实际需要。
- （3）以强化医学生职业道德、医学人文素养教育和临床实践能力培养为核心，推进医学基础课程与临床课程相结合，转变重理论而轻临床实践，重医学而轻职业道德、人文素养的传统观念，注重培养学生临床思维能力和临床实践操作能力。
- （4）问题式学习（PBL）与临床案例进行结合，通过案例与提问激发学生学习的热情，以学生为中心，利于学生主动学习。

本套教材得到了专家和领导的大力支持与高度关注，我们衷心希望这套教材能在相关课程的教学发挥积极作用，并得到读者的青睐。我们也相信这套教材在使用过程中，通过教学实践的检验和实际问题的解决，能不断得到改进、完善和提高。

全国高等医学教育课程创新“十三五”规划教材
编写委员会

前言

Qianyan

根据华中科技大学出版社全国高等医学教育课程创新“十三五”规划教材编写思想,我们组织全国多所高校长期从事生理学教学及科研工作、学术水平较高、具有丰富的教学和教材编写经验的教师共同撰写了本教材。教材内容充分体现了专业特色,紧扣专业人才培养目标和临床实践需求,突出应用性和实践性;内容编排循序渐进,由浅入深,图文并茂,形象生动;内容表述繁简结合,突出重点,层次分明,符合专业需求,侧重对近五年来生理学研究进展和结论的运用,兼顾学生参加职业资格认证和考研的需求。

本教材共十二章,第一章绪论,第二章细胞的基本功能,第三章血液,第四章血液循环,第五章呼吸,第六章消化与吸收,第七章能量代谢与体温,第八章肾脏的排泄功能,第九章感觉器官,第十章神经系统的功能,第十一章内分泌,第十二章生殖;后附中英文名词对照和参考文献。

本教材配有数字资源和能力测试题,便于教师教学和学生自主学习。

在编写过程中,各参编院校给予了大力支持,西北农林科技大学李嘉祥为本教材的多媒体与计算机图形技术提供了帮助,谨此一并致谢。由于编者的水平有限,教材中疏漏之处在所难免,欢迎同仁和读者们批评指正。

李文忠

目录

Mulu

第一章 绪论	/ 1
第一节 概述	/ 1
第二节 生命活动的基本特征	/ 3
第三节 人体与环境	/ 5
第四节 人体功能的调节	/ 7
第二章 细胞的基本功能	/ 11
第一节 细胞膜的基本结构和功能	/ 11
第二节 细胞的生物电现象	/ 20
第三节 肌细胞的收缩功能	/ 25
第三章 血液	/ 37
第一节 血液的组成和理化性质	/ 37
第二节 血细胞生理	/ 41
第三节 生理性止血	/ 52
第四节 血量、血型 and 输血	/ 58
第四章 血液循环	/ 66
第一节 心脏生理	/ 67
第二节 血管生理	/ 88
第三节 心血管活动的调节	/ 99
第四节 器官循环	/ 107
第五章 呼吸	/ 113
第一节 肺通气	/ 114
第二节 呼吸气体的交换	/ 123
第三节 气体在血液中的运输	/ 127
第四节 呼吸运动的调节	/ 133
第六章 消化与吸收	/ 143
第一节 概述	/ 143
第二节 口腔内消化	/ 148
第三节 胃内消化	/ 150
第四节 小肠内消化	/ 155
第五节 大肠的功能	/ 160
第六节 吸收	/ 162



第七章 能量代谢与体温	/ 168
第一节 能量代谢	/ 168
第二节 体温及其调节	/ 175
第八章 肾脏的排泄功能	/ 183
第一节 肾脏的结构和血液循环特点	/ 183
第二节 肾小球的滤过功能	/ 188
第三节 肾小管和集合管的重吸收及其分泌功能	/ 191
第四节 尿液的浓缩和稀释	/ 200
第五节 尿生成的调节	/ 205
第六节 尿液及其排放	/ 209
第九章 感觉器官	/ 213
第一节 概述	/ 213
第二节 视觉器官	/ 215
第三节 听觉器官	/ 225
第四节 前庭器官	/ 231
第五节 嗅觉和味觉器官	/ 235
第十章 神经系统的功能	/ 238
第一节 神经元活动的一般规律	/ 238
第二节 神经系统的感觉功能	/ 259
第三节 神经系统对躯体运动的调控	/ 267
第四节 神经系统对内脏活动的调节	/ 280
第五节 脑的高级功能	/ 284
第十一章 内分泌	/ 294
第一节 概述	/ 294
第二节 下丘脑与垂体	/ 300
第三节 甲状腺	/ 305
第四节 肾上腺	/ 311
第五节 胰岛	/ 314
第六节 甲状旁腺激素、降钙素和维生素 D ₃	/ 317
第七节 其他激素	/ 320
第十二章 生殖	/ 323
第一节 男性生殖	/ 323
第二节 女性生殖	/ 327
第三节 妊娠和避孕	/ 332
附录 中英文名词对照	/ 337
参考文献	/ 357

第一章 绪 论



学习要点



本章 PPT

1. 生理学研究的对象、内容、方法及任务;生理学研究的三个水平。
2. 生命活动的基本特征;刺激与反应、刺激阈值与兴奋性、兴奋与抑制。
3. 内环境与稳态及其生理意义。
4. 人体功能调节的方式、特点及其意义;反馈的概念,正反馈和负反馈的生理意义。

第一节 概 述

一、生理学及其任务

生理学(physiology)是生物科学的一个分支,是研究生物机体及其各个组成部分正常功能活动规律的科学。生物机体简称为机体,是自然界中有生命个体的总称,包括动物、植物和微生物。根据研究对象的不同,生理学可分为动物生理学、植物生理学和人体生理学。

人体生理学简称为生理学,是以正常人体作为研究对象,研究正常状态下人体以及人体各个组成部分的功能活动,如新陈代谢、生长发育、神经活动、躯体运动、腺体分泌、血液循环、呼吸和消化等。生理学的主要任务是阐明人体各种功能活动发生的机制、产生的条件、内外环境条件变化的影响以及机体所进行的相应调节,从而掌握整体以及各个组成部分的功能活动规律和意义,为其他后续医学基础课程和临床课程的学习以及疾病防治、促进健康奠定必要的理论基础。



知识链接 1-1

二、生理学的研究方法

生理学是一门实验性科学,其系统理论的积累都来源于实验研究以及对生活实践、临床实践的观察和总结。早期的生理学知识大多来源于对尸体的解剖和动物活体解剖进而对人体器官功能所做的推测,而生理学真正成为一门实验性科学是从 17 世纪开始的。1628 年,英国医生 Harvey 所著的《心与血的运动》一书出版,这是人类历史上第一部基于实验证据的生理学著作。Harvey 首次在多种动物身上应用活体解剖的方法,经多次反复实验观察,推断出血液循环的途径;心脏是循环系统的中心,血液由心脏射入动脉,再由静脉回流入心脏而不断循环。随后显微镜的发明和毛细血管的发现,证实了 Harvey 对循环系统结构的正确推论。1902 年英国生理学家 Bayliss 和 Starling 在研究胰液分泌的调节机制中,大胆地打破了当时“神经反射”这个传统观念的束缚,发现了历史上第一个激素,并将它命名为促胰液素;1921 年加拿大青年生理学家和医生 Banting 和他的学生 Best 发现了胰岛素;1982 年澳大利亚医生 Mar-



shall 和病理学家 Warren 证实了引起消化性溃疡的重要病因是幽门螺杆菌的感染。这样的事例不胜枚举。因此,生理学的知识除来自临床实践外,主要来源于实验研究,现代生理学的发展更是如此。一般而言,生理学实验(physiological experiment)是在人工创造的一定条件下,通过对生命现象进行客观的观察和分析,以获取生理学知识的一种研究手段。进行生理学实验时,往往需要对完整机体或某一器官、组织或细胞的某一特定功能活动进行孤立的观察和分析,并测试各种因素对它们的影响。由于生理学实验往往会对机体造成不同程度的损伤,因此生理学实验一般都是以动物作为实验对象。仅在不损害人体健康并得到受试者本人同意的情况下,人体试验才允许有限进行。由于人与动物的机体在结构和功能上具有诸多相似之处,因此利用动物实验的结果来推断人体生理功能是完全可能的。另外,由于动物机体的结构和功能相对简单或在某些方面更具有典型性和优越性,在研究一些基本生命活动或特殊功能活动时则更为适合。例如,研究细胞生物电时,使用枪乌贼巨大神经轴突作为研究材料要比使用其他生物材料来研究容易得多;由于猫的防御反应较为明显,因而在研究防御反应时,猫往往作为首选动物。由于人体的许多功能活动尤其是高级神经活动,与动物相比已发生了质的变化,因而利用动物进行这方面的实验研究时则具有一定的局限性。所以,动物实验时应根据不同的研究内容选择适当的动物或动物材料;在推断人体功能活动规律时,也须注意到人与动物结构和功能上的差异,不能简单地将动物实验结果直接套用于人体。

(一) 动物实验

动物实验分为急性动物实验和慢性动物实验两大类。

1. 急性动物实验 急性动物实验又分为离体实验和在体实验两种方法。

(1) 离体实验:离体实验是将动物器官、组织取出来,置于一个能保持其正常功能活动的人工环境中,观察某些因素对其功能活动的影响。例如,将蛙心取出放在任氏液中观察某些离子以及药物和温度等因素对心脏活动的影响;利用蛙的坐骨神经-腓肠肌标本研究骨骼肌的收缩等(图 1-1)。

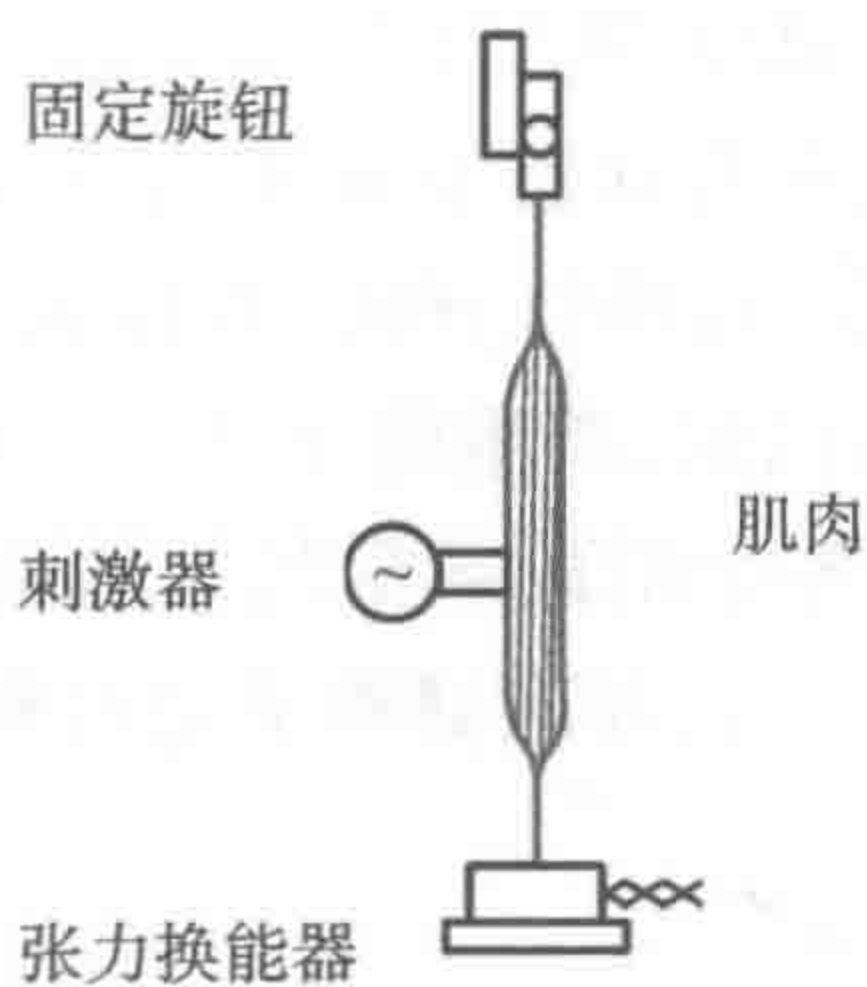


图 1-1 骨骼肌收缩实验模式图

(2) 在体实验:在体实验是在麻醉状态下,通过手术暴露出要观察的器官组织,观察和记录某些因素对其生理功能的影响。例如,剖开兔的胸腔暴露其心脏,观察某些神经体液因素对心脏搏动的影响。

急性动物实验的优点是实验条件比较简单,较易控制,便于进行直接观察,尤其离体实验更能深入到细胞和分子水平,有助于揭示生命现象的本质。但急性动物实验的结果与真实情况可能会有较大的差异。

2. 慢性动物实验 慢性动物实验是以清醒、健康动物作为研究对象,在接近自然的环境中观察和记录整体或某一器官对各种环境变化的反应规律。

实验前一般需要对动物进行一些预处理,待动物康复后再进行实验观察。如研究某种内分泌功能时,先摘除动物相应的内分泌腺,待其康复后观察相应的内分泌激素缺乏以及人为替代后的生理效应。慢性动物实验适用于观察某一器官或组织在正常情况下的功能和在整体中的作用地位,但不宜用来分析某一器官、组织功能的详细机制,且实验的干扰因素较多,实验条件也不易控制。

(二) 人体试验

人体试验目前主要用于人群资料的调查,如人体心率、血压、肺通气量、肾小球滤过率以及红细胞、白细胞、血小板正常值等,就是通过对大量人群采样及数据的统计分析得到的;测试人体在某些特殊环境如高温、低温、缺氧、失重、高压下的生理活动的变化,也可在人体进行。近

年来,随着科学技术的快速发展,越来越多的无损伤检测技术被直接应用于人体功能的研究,为探索人体生命的奥秘,丰富生理学理论开辟了更为广阔的前景。

各种试验方法均有其优、缺点,也各有其特殊的意义和适用范围,因此在生理学的研究过程中应根据不同的研究内容和目的,采用不同的试验方法。

三、生理学研究的三个水平

人体是由执行不同生理功能的若干系统组成,如呼吸系统、循环系统、消化系统、神经系统、内分泌系统等。每个系统又是由不同的器官相互连接而构成,如呼吸系统是由鼻、咽喉、气管、支气管和肺等构成,循环系统则由心脏和血管等构成。每个器官又是由不同的组织和细胞按一定的形式排列而构成。因此,生理学研究可分为整体、器官和系统以及细胞和分子三个不同的水平。

(一) 整体水平

整体水平的研究是以完整机体作为研究对象,研究人体各个系统之间以及人体与环境之间的相互联系和影响。例如,在运动、劳动或环境急剧变化的情况下,人体许多器官和系统的功能都会发生相应的变化,但这些变化并不是互不相关、各自为政,而是相互联系、相互影响的,各个器官系统的功能相互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。

(二) 器官和系统水平

器官和系统水平的研究是以器官和系统作为研究对象,研究各器官和系统的功能、活动规律和机制以及各种因素的变化对其活动的影响等。例如,心脏搏动是如何发生的、有什么特点、其功能是什么、受哪些因素的影响和调节等。器官和系统水平的研究可采用多种方法,包括急性和慢性动物实验,但更多的是采用急性动物实验的方法,急性动物实验既可进行在体实验,也可进行离体实验。

(三) 细胞和分子水平

细胞和分子水平的研究,是以人体细胞以及构成细胞的物质分子尤其是生物大分子作为研究对象,研究人体各种细胞的超微结构和功能以及细胞内各种物质分子的功能,其意义在于揭示生命活动的本质和规律。例如,神经递质的合成与释放、细胞的跨膜信号转导、肌细胞收缩时肌丝滑行的机制等研究就属于细胞和分子水平的研究。

上述三个水平的研究相互联系,相互补充,相辅相成。没有微观的细胞和分子水平的研究,就无法了解组织和器官功能的细胞内变化及其物质基础;没有综合性整体水平的研究,将无法阐明生命活动的规律及发生机制。因此,对任何一种重要生命现象的认识都必须从不同的水平综合研究、综合分析,才能得出正确的结果。

第二节 生命活动的基本特征

生命活动又称为生命现象或功能活动,是指生命的各种外在表现,如呼吸、心跳、肌肉运动、思维活动以及大家所熟悉的“吃、喝、拉、撒、睡”等都是显而易见的生命活动。

生命活动的基本特征,是指所有生命个体共有的本质特征。自然界中的生物种类繁多,生命活动的表现形式也多种多样,如植物的生根、发芽、开花、结果是生命活动;动物的觅食、迁徙、求偶、争斗是生命活动;人体的运动、学习和思维也是生命活动。如此不同的生命现象,表面看来似乎并没有什么共同之处,但研究其实质却可发现都具有一些共同的特征。这些共同



的特征就是生命活动的基本特征,包括新陈代谢、兴奋性、适应性和生殖等。

一、新陈代谢

新陈代谢(metabolism)是指机体与环境之间通过不断地进行物质和能量的交换,以实现自我更新的过程。新陈代谢包括合成代谢(同化作用)和分解代谢(异化作用)两个方面。合成代谢是指机体从外界摄取营养物质,经过改造转化为自身的组成成分同时储存能量的过程;分解代谢是指机体分解自身的组成成分、释放能量,并将分解产物排出体外的过程。故新陈代谢包括物质代谢和能量代谢两个方面。物质代谢为机体的生长、发育、成分的更新提供物质基础,能量代谢为生命活动提供必需的能源。因此,新陈代谢是机体与环境之间最根本的联系,是生命活动的基础,也是生物体与非生物体最本质的区别。新陈代谢一旦停止,生命活动随之停止,机体就会死亡。

二、兴奋性

(一) 刺激与反应

机体生存的周围环境在不断地变化,其中能被机体感受并发生反应的环境变化称为刺激(stimulus)。细胞或机体受到刺激后生命活动所发生的变化称为反应(response)。

刺激的种类很多,按其性质不同可分为物理性刺激如声、光、电、机械、压力、温度等;化学性刺激如酸、碱、药物等;生物性刺激如细菌、病毒等。对人类而言,社会、心理因素也可对生命活动产生重要的影响,甚至导致心身疾病。临床上常用电、光以及心理刺激来诊断和治疗某些疾病。刺激与反应是因果关系,刺激是因反应是果,没有刺激就没有反应。刺激要引起机体发生反应,必须具备三个要素:①足够的刺激强度,任何性质的刺激必须达到足够的强度,才能引起机体发生反应;②刺激作用的持续时间,刺激必须持续作用一定的时间才能引起反应;③刺激强度变化率,是指单位时间内强度增减的幅度。变化率越大,刺激作用越强,反之则越弱。

(二) 兴奋与抑制

刺激引起机体发生的反应有两种形式:一种是刺激后机体的功能活动由明显活动状态变为相对静止状态或活动由强变弱,称为抑制(inhibition)。如刺激迷走神经时,引起心率减慢,收缩力减弱,心排血量减少即为抑制性反应;另一种是刺激后机体功能活动由相对静止状态变为明显活动状态或活动由弱变强,称为兴奋(excitation)。如刺激交感神经可使心跳加快、加强,心排血量增多即为兴奋性反应。

兴奋和抑制是人体功能活动的两种基本形式。正常情况下,二者互为前提,既相互对立,又互相协调,并随环境条件的改变而相互转化。一种组织接受刺激后到底是发生兴奋还是抑制,取决于刺激的质和量以及接受刺激时的功能状态。同类刺激,由于强度不同,反应可以不同。如中等强度的疼痛可使人体兴奋,表现为烦躁不安、心跳加快、血压上升等;但过于剧烈的疼痛反而引起抑制,表现为心跳减弱、血压下降,甚至意识丧失;机体的功能状态不同,对同一刺激的反应亦不相同。例如,食物对处于饥饿和饱食两种不同状态的机体所产生的反应则大不一样。

(三) 兴奋性及其衡量指标

兴奋性(excitability)是指机体组织或细胞接受刺激后发生反应的能力或特性。因为神经、肌肉和腺体组织兴奋性较高,称为可兴奋组织。研究发现,尽管不同的可兴奋组织兴奋时的表现不同,但其共同特点都是受刺激后首先产生动作电位,再由动作电位来触发功能状态的改变。因此,可将动作电位作为兴奋的标志或同义语;将可兴奋组织受到刺激后产生动作电位的过程称为兴奋;将组织细胞受到刺激后产生动作电位的能力称为兴奋性。兴奋性是生命活



知识链接 1-2

动的基本特征之一,任何器官、组织和细胞对刺激发生反应都必须以兴奋性为基础。

不同的组织兴奋性高低也不同,即使是同一组织在不同的功能状态下其兴奋性也不一样。生理学上通常用刺激强度作为衡量组织细胞兴奋性高低的客观指标。以肌肉收缩为例,将刺激强度变化率和刺激作用时间固定,从小到大逐渐增加刺激强度,可测得一个刚能引起肌肉收缩的最小刺激强度。这个刚能引起组织细胞发生反应的最小刺激强度称为阈强度或刺激阈值。刺激阈值与组织细胞的兴奋性有反变关系,即阈值愈小,组织的兴奋性愈高;反之,阈值愈大则组织的兴奋性愈低。以阈值为标准,刺激强度等于阈值的刺激称为阈刺激(threshold stimulus),刺激强度小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。通常阈下刺激不能引起组织细胞兴奋,阈刺激和阈上刺激都可引起组织细胞产生兴奋。

(四) 兴奋性的周期性变化

组织细胞在受到刺激发生兴奋的过程中,其兴奋性会发生周期性变化,主要经历以下几个时期后才能恢复正常。

1. 绝对不应期 组织细胞在发生兴奋的最初一段时间内,其兴奋性降低到零,无论多大强度的刺激都不能引起其再次发生兴奋,这段时间称为绝对不应期。

2. 相对不应期 在绝对不应期结束之后,细胞的兴奋性逐渐恢复,但仍低于正常,只有足够强度的阈上刺激才能引起其再次发生兴奋,这段时间称为相对不应期。

3. 超常期 在相对不应期结束之后的一段时间内,细胞的兴奋性略高于正常,一定的阈下刺激也能引起组织细胞再次发生兴奋,这段时间称为超常期。

4. 低常期 超常期结束之后,有些组织细胞的兴奋性还有一段略低于正常水平的时期,此时需用一定的阈上刺激才能引起其再次兴奋,故称为低常期。

三、适应性

机体根据内、外环境条件的变化而调整自身活动以保持自身生存的能力或特性,称为适应性(adaptability)。例如,长期居住在高原地区的居民,其血液中红细胞的数量和血红蛋白的含量远高于平原地区的居民,血液运输氧的能力大大提高,以适应高原缺氧的环境。

适应性包括行为性适应和生理性适应。行为性适应是动物普遍存在的本能的行为,通过改变躯体的活动而实现,如夏天趋凉而冬天趋暖、遇到伤害性刺激时的躲避行为等。生理性适应是指机体内部的协调性反应,如在高温环境下皮肤血管扩张、血流量增加、汗腺分泌增加等,机体通过加强散热而保持体温的相对稳定。

四、生殖

生殖(reproduction)是生物体产生与自身相似的子代个体的过程。人体生长发育到一定阶段后,通过男性和女性个体中成熟生殖细胞的结合形成受精卵,经过着床、胚胎发育、分娩等过程,完成生殖活动。生殖是生物体繁衍后代、延续种系的特征性活动。

第三节 人体与环境

环境是机体生长发育和赖以生存的必要条件,脱离环境机体或细胞将无法生存。人体生存的环境包括外环境和内环境。

一、人体与外环境

人体生存的外环境包括自然环境和社会环境。自然环境的各种变化如光照、气压、温度、



湿度的变化等形成刺激,不断地作用于人体,而人体能够对此做出相应的反应,以适应环境、维持正常的生命活动。但当环境条件发生剧烈的变化并超过人体的适应能力时,将会对机体产生不良的影响,甚至危及生命。

人类不仅具有生物属性,同时也具有社会属性,因而社会环境的变化对人体的生理功能以及疾病的发生、发展也产生着十分重要的影响。每个人都生活在特定的社会环境中,不断变化的社会因素和错综复杂的人际关系无不对人的心身健康产生影响。例如,安定和谐的社会环境、和睦友善的社会交往、积极向上的团队文化、团结协作的工作氛围等,可促进健康、延长寿命;反之,则可导致人体多种功能紊乱,甚至引起疾病。

二、内环境与稳态

(一) 体液及其分布

人体内的液体总称为体液(body fluid)。正常成人的体液约占体重的60%,按其分布可分为细胞内液和细胞外液两个部分:分布在细胞内的称为细胞内液(intracellular fluid, ICF),约占体重的40%;分布在细胞外的称为细胞外液(extracellular fluid, ECF),约占体重的20%。细胞外液包括组织液、血浆、淋巴液、脑脊液、房水和体腔液如心包液、胸膜腔液、滑膜液等,其中血浆约占3/4,组织液约占1/4。由于不同的体液彼此隔开,因而不同的体液的组成成分有着较大的差异。但由于细胞膜、毛细血管壁等都具有选择通透性,故各部分体液又相互沟通。细胞内液与细胞外液通过细胞膜进行物质交换,血浆与组织液则通过毛细血管壁进行物质交换。在各种体液中,血浆是最活跃的部分,成为各种体液与外界环境进行物质交换的媒介。血浆的成分和理化特性不仅可以反映机体与外界环境物质交换的情况,还可以反映组织的代谢及内环境各部分之间的物质交换情况。

(二) 内环境

人体绝大多数细胞并不与外界环境直接接触,而是浸浴和生活在细胞外液之中。细胞代谢所需的 O_2 和产生的 CO_2 、营养物质的摄取及代谢产物的排出都必须通过细胞外液来进行交换。因此,细胞外液是体内细胞直接接触和生存的体内环境,故称之为内环境(internal environment),以区别于整个机体所处的外环境。

(三) 稳态

通常情况下,内环境中各种化学成分(水、无机盐、有机物及气体成分等)和理化性质(如温度、渗透压、pH值等)经常保持相对稳定的状态,其数值只在很小的范围内波动。例如,人体血浆pH值在7.35~7.45之间波动;正常成年人体温在36~37°C之间波动,每天的变动不超过1°C。这种内环境的化学成分和理化性质保持相对稳定的状态,称为内环境稳态,简称稳态(homeostasis)。稳态是机体进行正常生命活动的必要条件,只有内环境的各种组成成分和理化性质保持相对的稳定,机体的新陈代谢和正常的兴奋性才能得以正常进行和维持。

稳态并非是内环境的各种成分及理化性质保持绝对不变,而是各种理化性质在不断变化中达到一个动态平衡状态。正常情况下,由于细胞的代谢,内环境中的 O_2 和营养物质因不断地消耗而减少,而 CO_2 和其他代谢产物也因组织的不断释放而增多,而且其他许多因素如环境温度、脱水、饥饿等也均可干扰破坏稳态。但机体在神经和体液因素的调节下,通过产热和散热调节体温;通过肺的呼吸功能补充 O_2 ,排出 CO_2 ;通过肾的泌尿功能排出多余的水分和代谢产物;通过消化和吸收补充消耗的水分及营养物质等。因此,可以说稳态是在体内各种调控机制的作用下,通过各个系统的功能活动所维持的一种动态平衡。如果内环境的某种成分如血糖浓度或理化性质如pH值、渗透压等变化范围过大,不能及时纠正,则机体的新陈代谢、兴奋性和各种功能活动将不能正常进行,疾病就随之发生,甚至危及生命。

第四节 人体功能的调节

机体各器官系统的功能活动能够相互配合、协调一致,从而形成一个完整统一的整体;同时,机体还能对内、外环境条件的复杂变化及时做出适应性的反应,以维持内环境的稳态和各种生命活动的正常进行。这些都是通过人体功能的调节来实现的。

一、人体功能调节的方式

人体功能的调节有神经调节、体液调节和自身调节三种方式。

(一) 神经调节

神经调节(neuroregulation)是指通过神经系统的活动对人体功能所进行的调节,其在人体功能的调节中起着主导作用。神经调节的基本方式是反射。

1. 反射和反射弧 反射(reflex)是指在中枢神经系统的参与下,机体对刺激所发生的规律性应答反应。例如,手指受到伤害性刺激时立即缩回,就是一种简单的反射活动。

反射活动的结构基础是反射弧(reflex arc)。反射弧由感受器、传入神经、反射中枢、传出神经和效应器五个部分组成(图 1-2)。感受器能感受内、外环境变化的刺激,并将刺激信息转变为传入神经上的电信号(神经冲动);传入神经则将来自感受器的电信号传至相应的反射中枢;反射中枢对来自传入神经的传入信号进行分析综合并发放传出指令;传出神经将反射中枢发放的指令以神经冲动的形式传至效应器;效应器是最终产生反射效应的器官,一般是指肌肉或腺体。例如,当手指突然受到烧灼或针刺时,皮肤感受器将刺激信息经传入神经传至脊髓反射中枢,中枢经分析综合做出判断,再发出传出指令并以神经冲动的形式沿传出神经传到相应的肌肉,引起相应的屈肌收缩、伸肌舒张,从而完成上肢缩回动作,以逃避伤害性刺激。神经系统对各个器官功能的调节方式基本如此,只不过是许多反射更为复杂而已。反射的实现有赖于反射弧结构和功能上的完整性。反射弧五个组成部分中任一环节损坏或功能障碍,反射活动都不能正常进行。

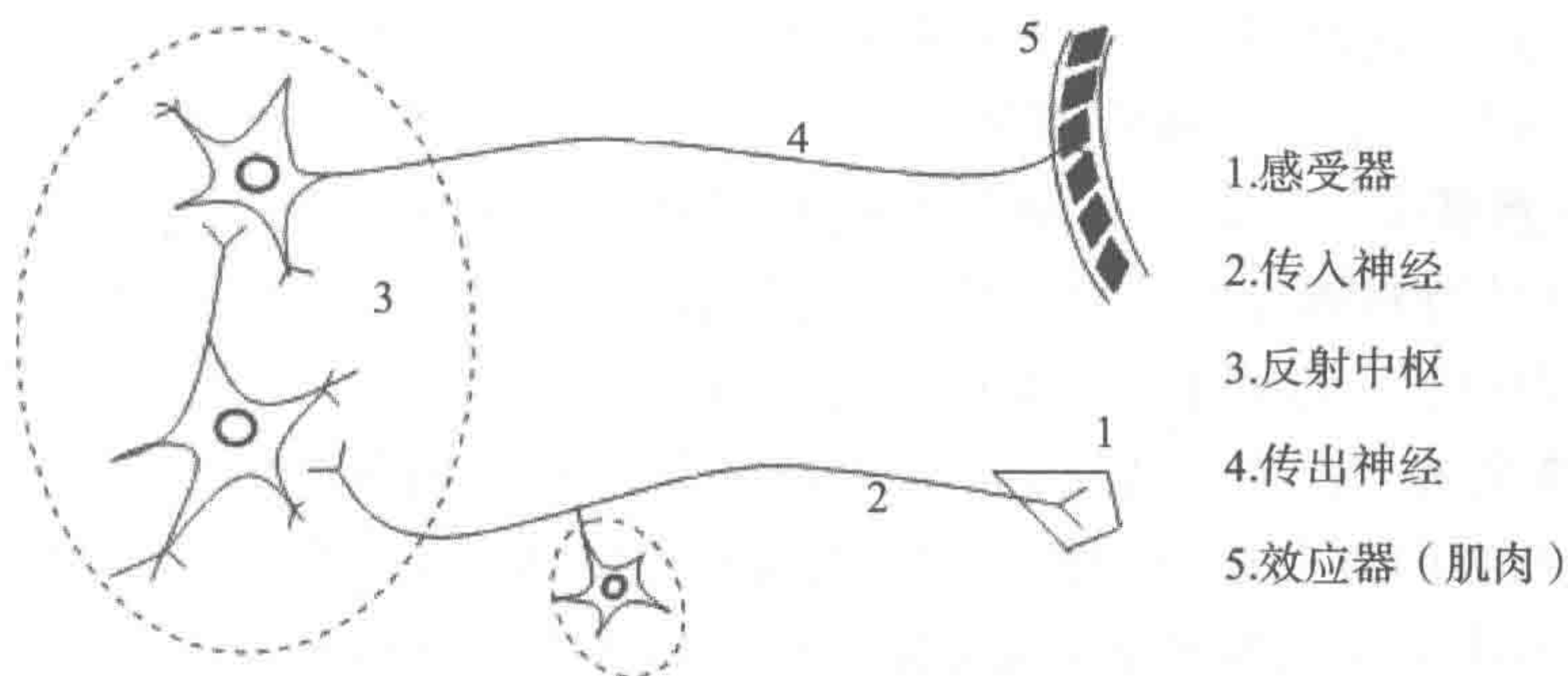


图 1-2 反射弧及其组成示意图

2. 反射的种类 反射的种类很多,根据形成条件和反射弧的特点不同,反射可分为非条件反射和条件反射两大类。

(1) 非条件反射:生来就有的反射称为非条件反射(unconditioned reflex)。如新生儿的吮吸反射、食物刺激口腔引起的唾液分泌、异物刺激角膜引起的眨眼反射、烧灼足趾引起的缩腿反射以及性反射等均属于非条件反射。非条件反射的反射弧固定,反射数量有限,反射中枢位于中枢神经系统的较低级部位,因而是较初级的神经活动,可使机体简单适应环境变化,是人