



卫生部“十一五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校医学成人学历教育(专科)教材

供临床医学专业用

生理学

第2版

主 编 杜友爱

副主编 李红芳 苏莉芬



人民卫生出版社

全国高等学校医学成人学历教育(专科)教材

供临床医学专业用

生 理 学

第 2 版

主 编 杜友爱

副主编 李红芳 苏莉芬

编 者 (以姓氏笔画为序)

冯润荷 (天津医学高等专科学校)	邱春復 (赣南医学院)
李红芳 (兰州大学基础医学院)	苏莉芬 (大庆职工医学院)
李爱萍 (大连医科大学)	尚改萍 (长治医学院)
毕云天 (温州医学院)	金宏波 (哈尔滨医科大学)
杜友爱 (温州医学院)	柯道平 (安徽医科大学)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

生理学/杜友爱主编. —2 版. —北京: 人民卫生出版社,
2007. 8

ISBN 978-7-117-09021-6

I. 生… II. 杜… III. 人体生理学-成人教育: 高等教育-教材 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 110201 号

本书本印次封底贴有防伪标, 请注意识别。

生 理 学
第 2 版

主 编: 杜友爱

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 三河市富华印刷包装有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18.75

字 数: 424 千字

版 次: 2000 年 7 月第 1 版 2007 年 8 月第 2 版第 16 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-09021-6/R·9022

定 价: 28.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

全国高等学校医学成人学历教育(专科)教材

第2轮修订说明

2002年以来,我国医学成人学历教育的政策和实践发生了重要变化。为了适应我国医学成人学历教育的现状和趋势,卫生部教材办公室、全国高等医药教材建设研究会决定启动全国高等学校医学成人学历教育教材的第2轮修订。2005年7月,卫生部教材办公室在北京召开论证会议,就我国医学成人学历教育的现状、趋势、特点、目标及修订的专业、课程设置、修订原则及要求等重要问题进行充分讨论并达成了共识。2006年8月底,卫生部教材办公室在沈阳召开全国高等学校医学成人学历教育卫生部规划教材修订工作主编人会议,正式启动教材修订工作。会议明确了教材修订的2个目标和4个要求,即新版教材应努力体现医学成人教育的特点(非零起点性、学历需求性、职业需求性、模式多样性);应努力实现医学成人学历教育的目标(复习、巩固、提高、突破);要求教材编写引入“知识模块”的概念并进行模块化编写;要求创新教材编写方法,强化教材功能;要求教材编写注意与普通高等教育教材的区别与联系;注意增强教材的教学适应性和认同性。另外,本次教材修订,还特别注意理论和实践的联系,强调基础联系临床、临床回归基础。在具体写作形式上,本次修订提倡插入“理论与实践”、“问题与思考”、“相关链接”等文本框,从形式上保证了教材修订目标和要求的实现,也是对教材创新的探索。

本次共修订医学成人学历教育专科教材42种,其中临床医学专业14种、护理学专业12种、药学专业16种。42种教材已被卫生部教材办公室、全国高等医药教材建设研究会评选为卫生部“十一五”规划教材。

全国高等学校医学成人(继续)教育教材

评审委员会

顾问 孟 群

主任委员 唐建武

副主任委员 沈 彬

委员 (按姓氏笔画排序)

马爱群	马跃美	申玉杰	刘吉祥	余国强	张爱珍	张殿发
杜友爱	杨克虎	花建华	陈金华	周胜利	姜小鹰	禹学海
赵玉虹	赵浩亮	赵富玺	党丽娟	聂 鹰	郭 明	

秘 书 惠天灵

全国高等学校医学成人学历教育 (专科)教材目录

临床医学专业(14种)

- | | | |
|------------------|---------------|-----------------------|
| 1. 人体解剖学(第2版) | 主编 李金钟 | 副主编 章培军 |
| 2. 生理学(第2版) | 主编 杜友爱 | 副主编 李红芳
苏莉芬 |
| 3. 病理学(第2版) | 主编 吴伟康
赵卫星 | |
| 4. 生物化学(第2版) | 主编 万福生 | 副主编 徐跃飞 |
| 5. 病原生物与免疫学(第2版) | 主编 夏克栋 | 副主编 李水仙
岳启发 |
| 6. 药理学(第2版) | 主编 李淑媛 | 副主编 石刚刚 |
| 7. 组织学与胚胎学 | 主编 孙 莉 | 副主编 张际绯
黄晓芹
郝立宏 |
| 8. 诊断学(第2版) | 主编 娄探奇 | 副主编 廖 伟
张 育 |
| 9. 医学影像学 | 主编 王振常 | 副主编 孙万里
杨海山 |
| 10. 内科学(第2版) | 主编 邹 萍
魏 武 | 副主编 杨亦彬
曲 鹏 |
| 11. 外科学(第2版) | 主编 孙靖中 | 副主编 段德生
高佃军 |
| 12. 妇产科学(第2版) | 主编 李荷莲 | 副主编 柳耀环 |
| 13. 儿科学(第2版) | 主编 徐立新 | 副主编 郑胡镛
穆亚萍
曲云霞 |
| 14. 传染病学 | 主编 李 群 | 副主编 冯继红 |

药学专业(16种)

- | | | |
|--------------|--------|----------------|
| 1. 高等数学(第2版) | 主编 陈铁生 | |
| 2. 物理学 | 主编 鲍修增 | 副主编 潘志达 |
| 3. 有机化学(第2版) | 主编 赵正保 | 副主编 董陆陆
刘 斌 |
| 4. 物理化学(第2版) | 主编 邵 伟 | |
| 5. 分析化学(第2版) | 主编 李发美 | 副主编 沈懋法 |

6. 生物化学	主编 吴耀生	副主编 俞小瑞 王继红
7. 人体解剖生理学	主编 王维洛	副主编 陈孝忠
8. 微生物学与免疫学	主编 李朝品 曹志然	
9. 药物化学(第2版)	主编 徐文方	
10. 药物分析(第2版)	主编 晁若冰	副主编 傅 强
11. 药剂学(第2版)	主编 曹德英	副主编 刘 伟
12. 天然药物化学(第2版)	主编 吴立军	副主编 封士兰 阮金兰
13. 药事管理学	主编 邵瑞琪	
14. 药用植物学	主编 孙启时	
15. 生药学	主编 周 晔	
16. 药理学	主编 乔国芬	副主编 林 军 宋晓亮

护理学专业(12种)

1. 内科护理学(第2版)	主编 成守珍	副主编 刘义兰 高丽红 李 伟
2. 外科护理学(第2版)	主编 鲁连桂	副主编 李 津 李惠萍
3. 妇产科护理学(第2版)	主编 张新宇	副主编 简雅娟 陈梦香
4. 儿科护理学(第2版)	主编 雷家英	副主编 张立莉 张玉兰
5. 护理心理学(第2版)	主编 曹枫林	副主编 张纪梅
6. 护理管理学(第2版)	主编 苏兰若	副主编 王惠珍
7. 护理学导论	主编 杨新月 张新琼	
8. [△] 护理伦理学	主编 姜小鹰	副主编 史瑞芬
9. 健康评估	主编 刘纯艳	
10. 临床营养学	主编 蔡东联	副主编 史琳娜 刘烈刚
11. 急危重症护理学	主编 刘化侠	副主编 李武平
12. 社区护理学	主编 陈先华	副主编 涂 英

△为成人学历教育专科、专科起点升本科共用教材。



前 言

卫生部教材办公室于2006年8月在沈阳召开了全国高等学校医学成人学历教育教材主编会议。

遵照卫生部规划教材的编写精神和要求,本教材在强调基本理论知识、基本思维方法和基本实践技能,体现思想性、科学性、先进性、启发性和实用性外,更注意到成人高等医学教育的特点。针对教材的读者对象是经过中等医学教育的在职卫生人员,学习后可达到相应专科水平的需要,教材体现了医学教育模式的转变,强调整体优化。既在编写内容上有一定的缩减,避免不必要的重复,又防止重要内容的遗漏,使教材内容服务于专业的培养目标。

此外,本书还注意到生理学各领域近年来的新进展,并写入了较为成熟的内容,考虑到大多数学员已具有一定的临床经历,因而本教材中也阐述了一些生理学与临床医学的结合点,并以“理论与实践”“问题与思考”“相关链接”的形式出现于各章内容中,增加教材的可读性。教材内容与国家执业医师和执业助理医师考试的要求相衔接,教材的阐述力求深入浅出,突出重点,概念明确,本教材编写人员均为长期在教学第一线,有丰富教学经验的老师。

本书生理学名词均以全国自然科学名词审定委员会公布的名词为准。计量单位根据现行国家标准,使用法定计量单位。

本书在编写过程中得到了参编单位领导和各位专家教授的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促,加之我们的经验和水平有限,书中难免有不足或错误之处,恳请广大师生批评指正。

杜友爱

2007年5月



目 录

第一章 绪论.....	1
第一节 生理学的任务、研究方法和水平.....	1
一、生理学的任务.....	1
二、生理学的研究方法和水平.....	1
第二节 生命的基本特征.....	2
一、新陈代谢.....	2
二、兴奋性.....	2
第三节 机体的内环境.....	2
第四节 人体生理功能的调节.....	3
一、人体生理功能的调节方式.....	3
二、人体生理功能调节的自动控制.....	4
第二章 细胞的基本功能.....	6
第一节 细胞膜的物质转运功能.....	6
一、单纯扩散.....	8
二、易化扩散.....	8
三、主动转运.....	9
四、入胞与出胞.....	10
第二节 细胞的生物电现象及其产生机制.....	11
一、细胞生物电现象的观察和记录.....	11
二、细胞生物电现象及其产生机制.....	12
三、兴奋的引起和兴奋的传导机制.....	15
四、兴奋性在兴奋过程中的变化.....	17
第三节 细胞的跨膜信号传递功能.....	17
一、细胞间的信号传递方式.....	17

二、细胞的跨膜信号传递	18
第四节 肌细胞的收缩功能	20
一、神经-骨骼肌接头处的兴奋传递	21
二、骨骼肌细胞的微细结构	22
三、骨骼肌的收缩原理	24
四、骨骼肌收缩的外部表现和力学分析	25
第三章 血液	29
第一节 血液的组成和理化特性	29
一、血液的组成	30
二、血液的理化特性	31
第二节 血细胞及其功能	32
一、红细胞	32
二、白细胞	34
三、血小板	36
第三节 生理性止血	38
一、生理性止血的基本过程	38
二、血液凝固和纤维蛋白溶解	39
第四节 血型与输血原则	43
一、红细胞血型	44
二、输血的原则	46
第四章 血液循环	49
第一节 心脏生理	49
一、心脏的泵血功能	49
二、心肌的生物电现象和生理特性	57
第二节 血管生理	65
一、血流量、血流阻力与血压	65
二、动脉血压	67
三、静脉血压与静脉回心血量	69
四、微循环	71
五、组织液的生成	73
六、淋巴液的生成与回流	74
第三节 心血管活动的调节	75
一、神经调节	75
二、体液调节	82
三、局部血流调节	84
第四节 心、肺、脑循环的特点	85
一、冠脉循环	85

二、肺循环	87
三、脑循环	88
第五章 呼吸	91
第一节 肺通气	91
一、肺通气的原理	92
二、肺通气功能的评定	97
第二节 呼吸气体的交换	100
一、气体交换原理	100
二、肺换气	100
三、组织换气	102
第三节 气体在血液中的运输	102
一、氧的运输	103
二、二氧化碳的运输	105
第四节 呼吸运动的调节	106
一、呼吸中枢与呼吸节律	106
二、呼吸运动的反射性调节	108
第六章 消化与吸收	112
第一节 概述	112
一、消化道平滑肌的一般生理特性	112
二、消化腺的分泌	113
三、消化道的神经支配	113
四、胃肠激素	115
第二节 口腔内消化	117
一、唾液的分泌	117
二、咀嚼和吞咽	118
第三节 胃内消化	119
一、胃液的分泌	119
二、胃的运动及其调控	123
第四节 小肠内消化	125
一、胰液的分泌	125
二、胆汁的分泌与排出	127
三、小肠液的分泌	128
四、小肠的运动	129
第五节 大肠内消化	130
一、大肠液的分泌	130
二、大肠内细菌的活动	130
三、大肠的运动与排便	130

第六节 吸收	131
一、吸收部位和机制	132
二、小肠内主要营养物质的吸收过程	133
第七章 能量代谢和体温	137
第一节 能量代谢	137
一、机体能量的来源和去路	137
二、能量代谢的测定及影响因素	138
三、基础代谢与基础代谢率	140
第二节 体温及其调节	142
一、体温	142
二、产热和散热过程	143
三、体温调节	146
第八章 尿的生成与排出	149
第一节 肾脏的结构和血液循环特点	149
一、肾脏的结构特点	149
二、肾血液循环	151
第二节 尿生成的过程	153
一、肾小球的滤过作用	153
二、肾小管和集合管的重吸收作用	155
三、肾小管和集合管的分泌作用	159
第三节 尿液的浓缩和稀释	160
一、尿液浓缩和稀释的基本过程	160
二、肾髓质渗透梯度的形成	161
三、肾髓质渗透梯度的保持	163
四、影响尿液浓缩和稀释的因素	163
第四节 肾脏泌尿功能的调节	163
一、神经调节	163
二、体液调节	164
第五节 清除率	166
一、清除率的概念和计算方法	166
二、测定清除率的意义	167
第六节 尿的排放	167
一、尿液	167
二、尿的排放	168
第九章 感觉器官的功能	170
第一节 感受器的一般生理	170
一、感受器、感觉器官的定义和分类	170
二、感受器的一般生理特性	171



第二节 眼的视觉功能	172
一、眼的折光系统及其调节	173
二、眼的感光换能系统	176
三、视网膜的信息处理	180
四、与视觉有关的若干生理现象	181
第三节 耳的听觉功能	182
一、外耳和中耳的功能	182
二、内耳(耳蜗)的功能	184
三、听神经动作电位	186
第四节 前庭器官的平衡和感觉功能	187
一、前庭器官的感受细胞和适宜刺激	187
二、前庭反应和眼震颤	188
第十章 神经系统	191
第一节 神经元与神经胶质细胞的一般功能	191
一、神经元和神经纤维	191
二、神经胶质细胞	193
第二节 神经元之间的信息传递	194
一、突触传递	195
二、神经递质和受体	199
三、中枢神经元之间的联系方式	204
四、中枢抑制	205
第三节 神经系统的感觉功能	208
一、脊髓的感觉传导功能	208
二、丘脑与感觉投射系统	209
三、大脑皮层的感觉分析功能	212
四、痛觉	213
第四节 神经系统对躯体运动的调节	215
一、脊髓对躯体运动的调节	215
二、低位脑干对肌紧张的调节	219
三、小脑对躯体运动的调节	221
四、基底神经节对躯体运动的调节	222
五、大脑皮层对躯体运动的调节	224
第五节 神经系统对内脏活动的调节	226
一、自主神经系统	226
二、脊髓对内脏活动的调节	228
三、低位脑干对内脏活动的调节	228
四、下丘脑对内脏活动的调节	229
五、大脑皮层对内脏活动的调节	230
第六节 脑的高级功能与脑电活动	230



一、条件反射·····	230
二、学习与记忆·····	231
三、大脑皮层的语言中枢和一侧优势现象·····	233
四、大脑皮层的电活动·····	233
五、觉醒与睡眠·····	236
第十一章 内分泌·····	238
第一节 概述·····	238
一、激素的分类·····	239
二、激素作用的一般特性·····	240
三、激素作用机制·····	241
四、激素分泌的调节·····	243
第二节 下丘脑与垂体·····	243
一、下丘脑-腺垂体系系统·····	243
二、下丘脑-神经垂体系系统·····	247
第三节 甲状腺·····	248
一、甲状腺激素的合成和代谢·····	248
二、甲状腺激素的生理作用·····	250
三、甲状腺功能的调节·····	252
第四节 肾上腺·····	253
一、肾上腺皮质·····	253
二、肾上腺髓质·····	256
第五节 胰岛·····	258
一、胰岛素·····	258
二、胰高血糖素·····	260
第六节 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞·····	261
一、甲状旁腺·····	261
二、甲状腺 C 细胞·····	262
三、1, 25-二羟维生素 D ₃ 的生成与作用·····	263
第七节 其他内分泌腺·····	264
一、松果体·····	264
二、胸腺·····	264
三、前列腺·····	264
第十二章 生殖·····	266
第一节 男性生殖·····	266
一、睾丸的功能·····	266
二、睾丸功能的调节·····	267
第二节 女性生殖·····	268
一、卵巢的功能·····	269

二、月经周期.....	272
三、胎盘的内分泌功能.....	275
参考文献.....	277
中英文名词对照.....	278



第一章

绪 论

第一节 生理学的任务、研究方法和水平

一、生理学的任务

生理学 (physiology) 是研究生物机体的生命活动规律的科学, 医学生学习的是人体生理学 (简称生理学), 其主要任务是研究生命活动的过程、产生机制以及内外环境变化对它们的影响, 它是一门重要的基础医学科学。

二、生理学的研究方法和水平

(一) 研究方法

生理学是一门实验性科学, 某些研究可在不损害健康的前提下对人体进行实验, 也可在人群中进行测量和统计, 如体温的正常值。但主要是通过动物实验获得生理知识来探讨人体的某些生理功能。动物实验分为慢性实验和急性实验, 后者又分为在体实验和离体实验。

(二) 研究水平

由于完整机体是由各种器官和系统组成的, 而各器官和系统又是由各种组织和细胞所组成, 因此生理学的研究大致在三个不同水平上进行。整体水平是在完整的机体情况下, 研究体内各个器官、系统之间的相互联系和相互协调的规律, 以及整体与环境之间的相互作用; 器官和系统水平是研究各器官、系统的功能和调节以及各种因素对它们的活动的影 响; 细胞和分子水平的研究可以分析某种细胞、构成细胞的分子或基因的生理特性、功能及其调节机制。以上三个水平的研究, 对了解生命活动的规律都是必需的, 但它们之间又是相互联系和补充的。要阐明某一生理活动功能机制, 一般需要对三个水平的研究进行分析和综合, 得出比较全面的结论。



第二节 生命的基本特征

通过对各种生物体, 包括对单细胞生物体乃至高等动物基本生命活动的观察和研究发现, 生命至少有两种基本活动即新陈代谢和兴奋性, 因为它们都是活生物体所特有的, 因此可认为是生命的基本特征。

一、新 陈 代 谢

机体与其周围环境之间所进行的物质交换和能量转换的自我更新过程, 称为新陈代谢 (metabolism), 它包括同化作用 (合成代谢) 和异化作用 (分解代谢) 两个方面。同化作用是指机体不断从外界环境中摄取营养物质来合成自身物质, 并储存能量的过程; 异化作用是指机体把自身物质分解, 同时释放能量以供生命活动的需要, 并将终产物排泄出体外的过程。因此新陈代谢过程中, 既有物质代谢又有能量代谢, 新陈代谢一旦停止, 生命也就结束。因此新陈代谢是机体生命活动的基本特征。

二、兴 奋 性

兴奋性 (excitability) 是指机体感受刺激产生反应的特性或能力。这种能被机体感受而引起机体发生一定反应的环境变化, 称为刺激 (stimulus)。例如, 皮肤能感受温度刺激, 耳能感受声波的刺激, 眼能感受光的刺激等。机体接受刺激后能出现的体内代谢和外部活动的变化, 这种变化称为反应 (response)。反应的形成有两种: 一种是由相对静止转变为活动, 或由活动较弱转变为活动较强, 称为兴奋 (excitation); 另一种是由活动状态转变为相对静止, 或由活动较强转变为活动较弱, 称为抑制 (inhibition)。在机体各种组织中一般以神经、肌肉以及腺体兴奋性最高, 它们只需接受较小强度的刺激, 就能发生某种形成的反应, 因此, 习惯上将它们称为可兴奋性组织。各种组织兴奋性的高低不同, 即使同一组织在不同的功能状态下, 它的兴奋性高低也不一样, 通常把阈强度作为兴奋性高低的客观指标。阈强度是指刚能引起组织反应的最小刺激强度, 简称阈值 (threshold)。它与兴奋性关系是: 兴奋性越高, 所需的阈值越小, 反之亦然。强度等于阈值的刺激, 称为阈刺激 (threshold stimulus)。强度小于阈值的刺激称为阈下刺激, 而强度大于阈值的刺激称为阈上刺激。

兴奋性是一切生物体所具有的特性, 它使生物体能对环境变化作出适当反应, 是生物体生存的必要条件, 因此兴奋性也是机体生命活动的基本特征。

第三节 机体的内环境

环境是人类赖以生存和发展的必要条件。多细胞生物乃至高等动物的细胞所面临的环境有两种, 即内环境和外环境。外环境是指机体直接生存的环境, 包括自然环境和社会环境。人体内绝大部分的细胞并不与外环境直接接触, 细胞直接接触的环境是细胞外液。所以, 细胞外液成为细胞生存和活动的直接环境, 称为机体的内环境, 简称内环境 (internal environment)。内环境对细胞的生存以及维持细胞的正常生理功

能十分重要。细胞通过细胞膜从内环境摄取氧和其他营养物质，同时将二氧化碳和其他代谢产物排到内环境中，后者则通过机体的呼吸和排泄等途径排出体外。

内环境与外环境明显不同的是，其理化因素，如温度、渗透压、酸碱度、各种离子浓度等经常保持相对稳定。这种内环境的理化性质保持相对稳定的状态，称为内环境的稳态 (homeostasis)。稳态包括两方面的含义：一方面是指细胞外液理化性质总是在一定水平上保持相对恒定，不随外环境的变化而明显变化。例如：在自然环境的春夏秋冬季节中，温度发生了变化，但人的体温总是恒定在 37°C 左右，变动范围不会超过 1°C 。另一方面是指这个恒定状态并不是静止不动的，在正常生理状态下有一定的波动，但其变动范围很小。因此，内环境稳态是一个动态的、相对稳定的状态。

第四节 人体生理功能的调节

在生理情况下，人体内各细胞、组织和器官所进行的不同活动并不是彼此孤立和互不相关的，而是紧密联系、互相配合，使机体成为一个统一的整体，同时当环境发生变化时人体内各系统、器官活动也将发生适当的变化以适应外界环境的变化保证机体正常生理功能的进行，这种适应性的反应过程是机体调节活动的结果。

一、人体生理功能的调节方式

(一) 神经调节

通过神经系统的活动对机体功能进行的调节称为神经调节 (nervous regulation)。它在机体的所有调节方式中占主导地位，神经调节的基本方式是反射 (reflex)。反射是指在中枢神经系统参与下，机体对刺激产生的规律性应答反应。反射的结构基础是反射弧 (reflex arc)。它由五个部分组成，即感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器 (图 1-1)。感受器能够感受机体内外环境的变化，并将这种变化转换成神经信号，通过传入神经纤维传到相应的神经中枢，中枢对传入信号进行分析综合后作出反应，再经传出神经纤维传至效应器，改变后者的活动状态。反射的完成有赖于反射弧结构的完整性，如果其中任何一部分被破坏，都将导致这一反射的消失。神经调节的特点是产生效应迅速，调节作用精确，作用时间短暂。

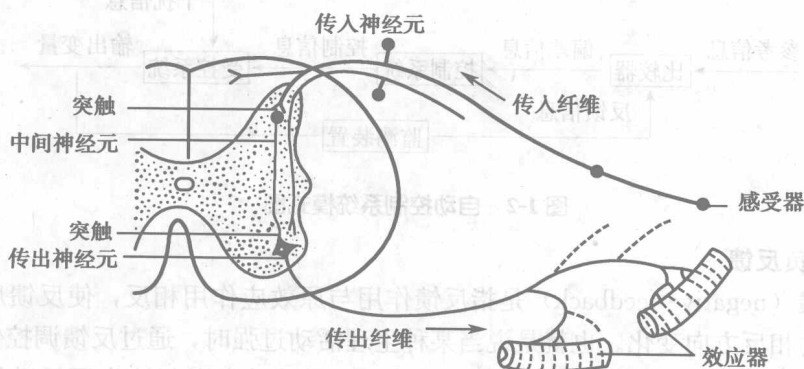


图 1-1 反射弧