

医学图表系列丛书

供8年制、7年制及5年制
临床医学等专业师生用

图表 生理学

主 编 王卫国

依据新版八年制与五年制卫生部规划教材

重点突出 脉络分明 容易理解 便于记忆



人民卫生出版社

供 8 年制、7 年制及 5 年制临床医学等专业师生用

图表生理学

主 编 王卫国

编 者 (按编写章节排序)

王卫国	天津医科大学	张建福	徐州医学院
封启龙	山西医科大学	张咏梅	徐州医学院
罗自强	中南大学	曹 宇	中国医科大学
李 晨	长治医学院	余承高	华中科技大学
沈霖霖	复旦大学	刘长金	华中科技大学
张明芳	福建医科大学	尤浩军	西安交通大学
林默君	福建医科大学	朱大年	复旦大学
周 玲	四川大学	刘国艺	哈尔滨医科大学

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

图表生理学/王卫国主编. —北京: 人民卫生出版社, 2010. 10

ISBN 978 - 7 - 117 - 13349 - 4

I. ①图… II. ①王… III. ①人体生理学 - 图表
IV. ①R33 - 64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 158436 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

图 表 生 理 学

主 编: 王卫国

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010 - 59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010 - 67605754 010 - 65264830

010 - 59787586 010 - 59787592

印 刷: 北京市后沙峪印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 17.5

字 数: 424 千字

版 次: 2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978 - 7 - 117 - 13349 - 4/R · 13350

定 价: 36.00 元

打击盗版举报电话: 010 - 59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

前言

受出版社委托接手“医学图表系列”中的《图表生理学》一书的编撰工作,经各位编者和相关老师的努力,现在终于可以出版了。

一般而言,生理学是阐述生命活动原理的科学。生命活动是随着时间变化持续的动态过程。因而,生理学课程知识中“动”的内涵无处不在。生理学是逻辑性很强的一门课程,而且内容较为抽象,有些学生觉得学起来有一定难度。在多年的教学中常听同学对我讲,生理学课容易理解,不容易记忆。其实不然,正是因为一知半解,特别是对“动”的认识不足,才导致记忆的困难。每逢遇到这种情况,常会边画边讲,“动”态地用些简单的图为他们解疑,学生们时常会有豁然开朗的感觉,结果当然令人欣慰。我想生理学教师们大概都会有过这样的经历。30多年前,第一次看到奈特博士闻名于世的“医学图解汇集”(Collection of Medical Illustration)时很震撼,医学知识,特别是生理学的抽象知识居然可以表达得这样形象、生动!从而启发我在教学中主动利用这些资料上课,都能取得不错的效果。那时也曾萌生过汇集教学用图表的想法,也是源于看到早年出版的一本《生理学图表》。只是由于种种原因放弃了,没想到出版社又给了我们这样一个机会。

《图表生理学》全书各章以精练的相关内容文字叙述作引导,以大约270幅示意图、流程图等形式的插图和大约270个表格等表达形式,梳理、诠释、分析、归纳《生理学》教科书中涉及的课程知识要点,在强化、突出重点知识的前提下,兼顾核心知识的系统性和完整性,同时简化一些相对不重要的内容。生理活动十分复杂,特别希望本书能成为读者深入理解和体悟教科书相关知识和重要概念的一个途径,实现当初理清思路、明晰概念、启发思维、理解内涵与强化记忆的编写目的。

这本书虽然冠名《图表生理学》,主要是通过图解和表格的形式为学习者提供一个理清学习思路的途径,便于掌握生理学课程核心知识。其实我还是觉得称其为“生理学课程图表”更恰当些吧。应该说,这本书适用于正在学习生理学的各类读者,尤其是医学院校的学生们。同样也适用于正在准备参加生理学相关考试的人员,更系统、完整地复习生理学知识。

在此书付梓之际,感谢各位作者的辛勤劳作,多易其稿,反复斟酌,才使这本书得以问世;还要感谢王璇老师为本书所做的大量日常文书工作,以及其他默默无闻奉献的各位同仁。本书编撰过程中曾参考多种相关的书籍,在此也对这些书的作者们致以谢意。

最后还要说的是,与编写一般教材不同,《图表生理学》特别需要有所创意,而不是简单

复制。尽管本书的多数作者直接参与5年制和长学制《生理学》规划教材的编写,但包括我在内,几乎所有作者都是第一次参编这种体裁的书,自然无论是组织还是编写这本书都有一定难度。好在大家对这一工作有些兴趣,希望做好它,但又限于我本人能力和篇幅等原因,总会有些遗憾和缺欠。恳请读者们,特别是学生们予以教正。



2010年7月

目录

第一章 绪论	1
第一节 生理学及其研究层次与内容	1
第二节 生命活动基本特征	2
第三节 内环境及其稳态的维持	3
第四节 机体功能的调节	6
一、机体功能调节的方式	6
二、调节活动的自动控制	7
第二章 细胞的基本功能	10
第一节 细胞膜的结构和物质转运功能	10
一、细胞膜的化学组成和分子结构	10
二、物质的跨膜转运	12
第二节 细胞信号转导	15
一、G 蛋白耦联受体介导的信号转导	17
二、酶联型受体介导的信号转导	20
三、离子通道型受体介导的信号转导	21
第三节 细胞生物电现象	21
一、生物电现象及其记录与表示	22
二、生物电现象产生机制	23
三、组织的兴奋和兴奋性	30
第四节 肌细胞收缩	31
一、神经-肌接头处兴奋的传递	31
二、横纹肌的微细结构和收缩机制	34
三、影响横纹肌收缩效能的因素	37
四、平滑肌的收缩	38
第三章 血液	40
第一节 血液的组成与理化特性	40
一、血液的基本组成	40
二、血液的理化特性	43
第二节 血细胞生理	44

一、红细胞生理	44
二、白细胞生理	47
三、血小板生理	48
第三节 生理止血	49
一、生理止血基本过程	49
二、血液凝固	49
三、纤维蛋白溶解	53
第四节 血型 and 输血原则	54
一、血型系统	54
二、输血原则	57
 第四章 血液循环	 59
第一节 心脏的泵血功能	60
一、心动周期	61
二、心脏泵血功能的评定	63
三、影响心输出量的因素	64
第二节 心脏的生物电活动和生理特性	66
一、心肌细胞的生物电活动	66
二、兴奋性特征及其影响因素	69
三、自动节律性特征及其影响因素	71
四、传导性特征及其影响因素	72
五、收缩性特征及其影响因素	73
六、体表心电图	74
第三节 血管生理	75
一、各类血管的功能特点	75
二、血流量、血流阻力和血压	77
三、动脉血压	79
四、静脉血压和静脉回心血量	81
五、微循环	82
第四节 心血管活动的调节	84
一、神经调节	84
二、体液调节	87
第五节 器官循环	90
一、冠脉循环	90
二、肺循环	91
三、脑循环	91
 第五章 呼吸	 93
第一节 肺通气	94

一、肺通气的动力	94
二、肺通气的阻力	96
三、肺通气能力的评价	98
第二节 肺换气和组织换气	101
一、气体扩散	101
二、肺换气过程及其影响因素	101
三、组织换气过程	103
第三节 气体在血液中的运输	104
一、呼吸气体在血液中的形式	104
二、氧的运输	104
三、二氧化碳的运输	107
第四节 呼吸运动的调节	109
一、呼吸中枢	109
二、呼吸节律的形成	110
三、呼吸运动的反射性调节	111
 第六章 消化和吸收	114
第一节 消化功能一般原理	114
一、消化道平滑肌的生理特性	114
二、消化腺的分泌功能	115
三、消化道的神经支配及作用	116
四、消化道内分泌功能	117
第二节 化学性消化——消化液及其作用	118
一、口腔内化学性消化	118
二、胃内化学性消化	118
三、小肠内化学性消化	122
第三节 消化道内的机械性消化——消化道的运动及其作用	126
一、消化道各部位的运动形式和功能	126
二、消化道运动的特殊形式及特点	128
三、胃肠激素对胃肠运动的作用	130
第四节 营养物质的吸收	130
一、小肠是营养物质吸收的主要部位	130
二、营养物质在胃肠道内的消化和在小肠内的吸收过程	131
 第七章 能量代谢与体温	134
第一节 能量代谢	134
一、机体能量的来源与利用	134
二、能量代谢的测定	135
三、影响能量代谢的因素	137

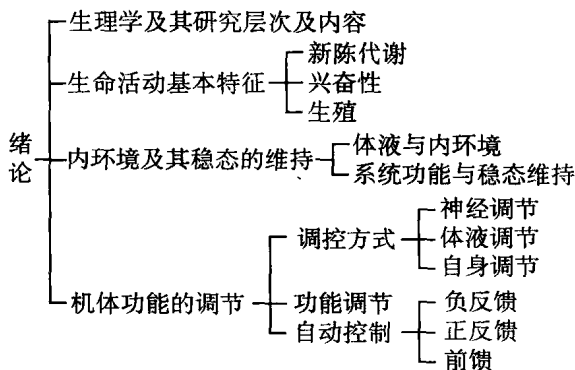
四、基础代谢	137
第二节 体温及其调节	138
一、体温测量	139
二、体热平衡	140
三、体温调节	141
第八章 泌尿	145
第一节 肾的功能结构特征	146
一、肾单位和集合管	146
二、尿生成基本过程	149
第二节 肾小球的滤过功能	150
一、肾小球滤过作用	150
二、影响肾小球滤过的因素	151
第三节 肾小管和集合管的物质转运功能	152
一、肾小管和集合管的重吸收功能	152
二、肾小管和集合管的分泌功能	154
第四节 尿液的浓缩和稀释	156
一、尿液浓缩和稀释的基本原理	156
二、影响尿液浓缩的因素	159
第五节 尿生成的调节	160
第六节 血浆清除率	163
第七节 尿的排放	164
一、尿量与尿液的理化性质	164
二、排尿反射	165
第九章 感觉器官的功能	166
第一节 感受器及其一般生理特性	166
一、感受器与感觉器官	166
二、感受器一般生理特性	167
第二节 眼的视觉功能	168
一、眼的折光成像功能	168
二、眼的感光换能作用	170
三、与视觉相关的若干生理现象	174
第三节 耳的听觉功能	175
一、外耳和中耳	176
二、内耳(耳蜗)的功能	178
第四节 前庭器官的功能	181
一、前庭器官的感受装置和适宜刺激	181
二、前庭反应	182

第五节 嗅觉和味觉	183
一、嗅觉感受器和嗅觉的一般性质	183
二、味觉感受器和味觉的一般性质	183
第十章 神经系统的功能	185
第一节 神经活动基本原理	186
一、神经元与神经胶质细胞的功能	187
二、突触传递	190
三、反射活动的基本规律	195
第二节 神经系统的感觉分析功能	198
一、中枢对躯体感觉的分析	198
二、中枢对内脏感觉的分析	202
三、中枢对特殊感觉的分析	204
第三节 神经系统对躯体姿势和运动的调节	207
一、运动传出的最后公路	207
二、中枢对姿势的调节	209
三、中枢对躯体运动的调节	210
第四节 神经系统对内脏活动的调节	213
自主神经系统	213
第五节 脑电活动和觉醒与睡眠	217
一、脑电活动	217
二、觉醒和睡眠	219
第六节 脑的高级功能	221
第十一章 内分泌	224
第一节 内分泌系统与激素	224
一、内分泌系统	224
二、激素	226
第二节 下丘脑-垂体及松果体内分泌	231
一、下丘脑内分泌	231
二、腺垂体内分泌	234
三、神经垂体内分泌	238
第三节 甲状腺内分泌	241
第四节 甲状旁腺、甲状腺 C 细胞内分泌与钙三醇	243
第五节 胰腺内分泌	246
第六节 肾上腺内分泌	251
一、糖皮质激素	252
二、肾上腺髓质激素	255
第七节 组织激素及脏器内分泌	256

一、组织激素	256
二、器官内分泌	257
第十二章 生殖	258
第一节 男性生殖功能	258
一、睾丸的功能	258
二、睾丸功能的调节	260
第二节 女性生殖功能	261
一、卵巢的功能	261
二、卵巢功能的调节	263
三、月经周期	264
第三节 妊娠与分娩	266
第四节 性生理	268
相关参考书目	270

第一章 绪 论

[内容概览]



第一节 生理学及其研究层次与内容

生理学 (physiology) 是研究机体正常生命活动规律的学科, 是属于生物学科的一门实证科学。19 世纪法国著名生理学家 Claud Bernard 曾经指出: “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。这就是为什么说生理学必然是医学的科学基础。”对于医学生在医学科学知识体系的形成过程中, 生理学不仅是构建医学学科知识基础框架的入门学科之一 (图 1-1-1), 更重要的还在于有助于全面、整体、动态地认识人体, 培养和训练分析、综合、解决问题的能力, 形成医学思维方法的理论基础。

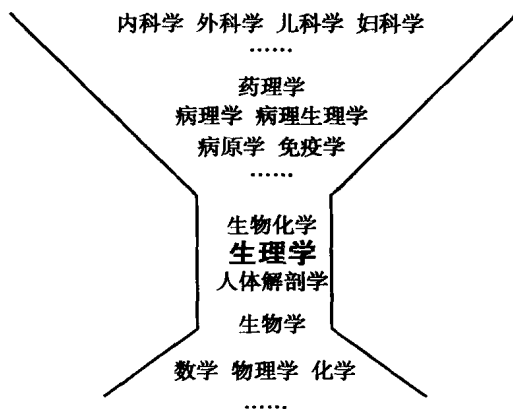


图 1-1-1 生理学与医学及其他相关学科的关系

机体的生命活动由自身具有协调功能的错综复杂结构所完成。这些结构能使机体随时检测各种环境变化 (刺激), 同时做出相应改变 (反应), 不断调整自身活动, 适应环境的各种

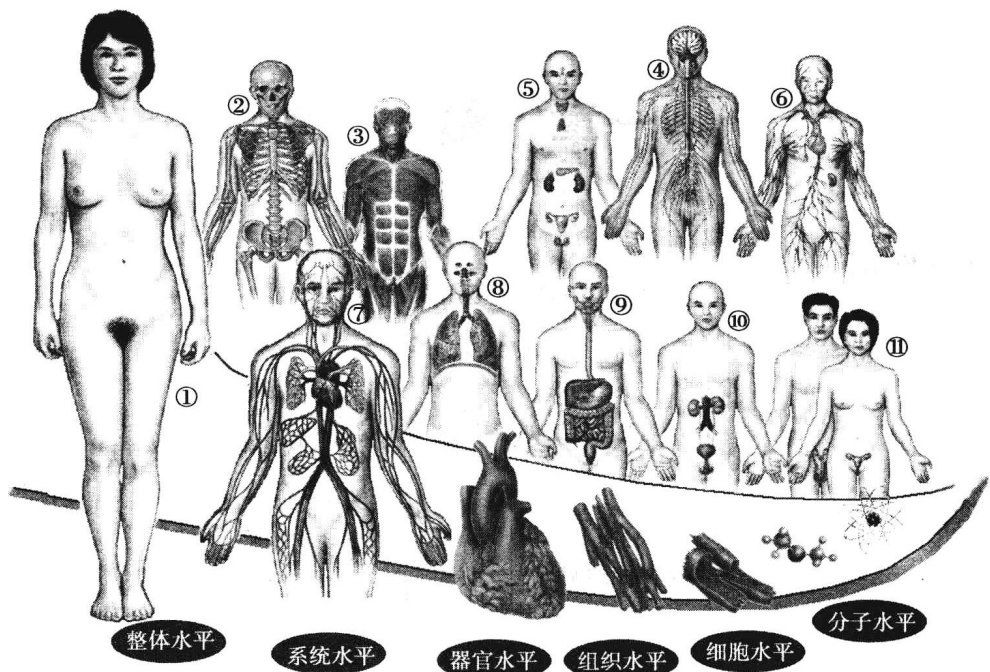


图 1-1-2 人体组构——从分子、细胞、组织、器官、系统到整体

①体被系统;②骨骼系统;③肌肉系统;④神经系统;⑤内分泌系统;⑥免疫/淋巴系统;
⑦循环系统;⑧呼吸系统;⑨消化系统;⑩泌尿系统;⑪生殖系统(表 1-3-1)

变化,保证个体正常生存。机体从微观到宏观有机组构(图 1-1-2),对于人体生命活动规律的认识,即生理学的研究也分别在不同层次展开(表 1-1-1)。

表 1-1-1 生理学研究的层次及内容

研究层次	基本研究内容	示 例
细胞和分子水平	各种细胞功能活动及其发生原理; 生物分子对细胞作用的机制;	心肌生物电的产生机制 心房钠尿肽及其作用机制 (细胞生理学)
器官和系统水平	器官和系统的特定功能及其发生机制、 发展过程及其影响因素等; 系统内部器官间活动的相互协调统一;	心脏泵血过程(心脏生理学) 心血管活动神经性调节(心血管生理学) 肾功能参与血容量的调节
整体水平	整体对生存环境适应的机制; 机体各功能系统活动的协调机制	机体在特殊环境生存的机制(高原生理学) 剧烈运动时各系统活动的机制与相互关系 (运动生理学)

第二节 生命活动基本特征

生命活动特征具有普遍性,涉及诸多方面,与生理学知识密切相关的至少包括新陈代谢、兴奋性、适应性和生殖等(表 1-2-1)。

表 1-2-1 生命活动基本特征

基本特征	基本含义	生理意义
新陈代谢	机体与生存环境进行物质交换,实现自我更新的过程(图 1-2-1)	经同化作用和异化作用实现物质代谢和能量代谢
兴奋性	机体(器官、组织与细胞)针对环境变化(刺激)发生兴奋的能力,即产生动作电位的能力	感受环境变化,快速产生相应反应
适应性	机体根据内、外环境的变化而调整自身各部分功能活动和相互关系的能力	应对环境变化,维护自身稳态,保护机体生存
生殖	机体生长发育成熟到一定阶段时,两性生殖细胞相结合并形成与自身相似子代个体的过程	延续个体生命,繁衍种系

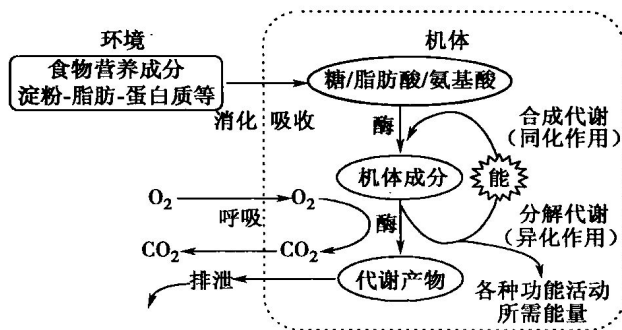


图 1-2-1 新陈代谢概貌

第三节 内环境及其稳态的维持

细胞是机体生命活动的基本单元。多细胞机体细胞的新陈代谢活动在体内的水溶液中进行。细胞膜将体液分隔为细胞内液与细胞外液,细胞“泡”在细胞外液中,并直接与之进行物质交换而生存,故细胞外液被视为细胞生存和发挥各自功能的基本场所——机体的内环境(图 1-3-1)。

细胞的新陈代谢活动势必将使内环境理化状态发生波动,但只有内环境保持适宜的状态,细胞才能正常活动(图 1-3-2)。内环境在极狭窄的范围内保持相对稳定,如体温的相对稳定(图 1-3-3)等。这种由机体调节系统整合,各功能系统分别从不同方面发挥作用所维持的内环境理化状态的相对稳定,即内环境稳态(homeostasis)。维持稳态是复杂的生理过程,在不断失衡中求得平衡,保持动态的、相对的稳定。人体细胞高度分化,各种细胞既共享内环境,也作为器官系统的成员为维护内环境稳态发挥各自的特定功能(图 1-3-4,表 1-3-1)。

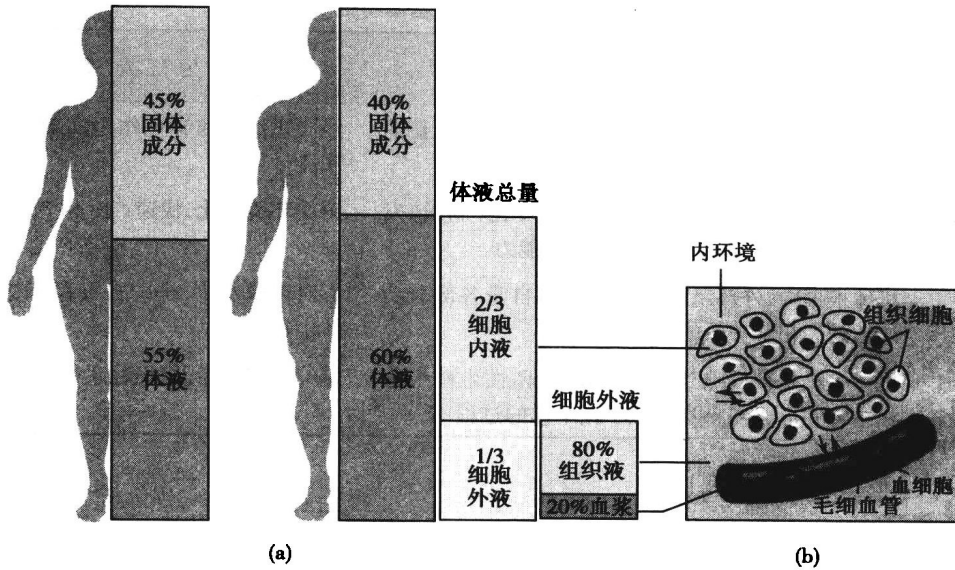


图 1-3-1 体液的分布与交流

a. 成年人(左女、右男)的体液量及其分布;b. 细胞直接生存在细胞外液中,经细胞膜与组织液交换物质,维持代谢,组织液再与流动全身的血浆交换物质,并与外环境交流,不断实现机体的自我更新

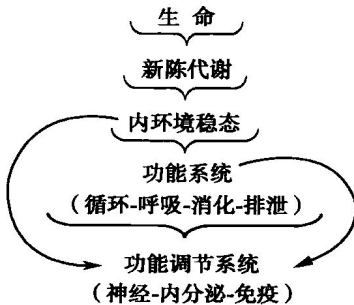


图 1-3-2 生命、内环境与机体功能的关系

生命依托于细胞的新陈代谢活动。细胞在新陈代谢过程中既改变着内环境状态,又需要内环境的相对稳定。机体的调节系统可依据内、外环境变化以及各功能系统的活动状态,协调各功能系统发挥各自独特功能,直接维护机体内环境的稳态(图 1-3-4)

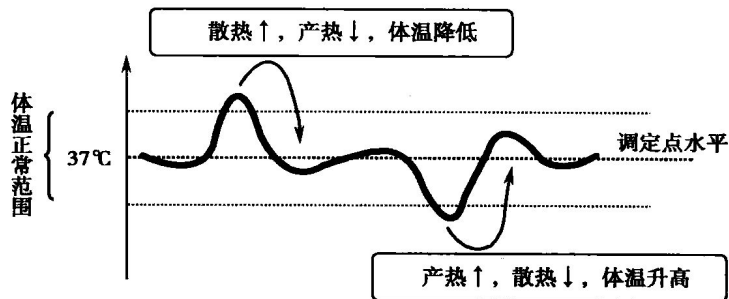


图 1-3-3 体温保持相对稳定的反应

内外环境的变化可使体温偏离正常(调定点)水平,此时机体将依据偏离的方向,通过相应的调节机制引起不同反应,向调定点纠正,从而维持体温相对稳定在正常范围内

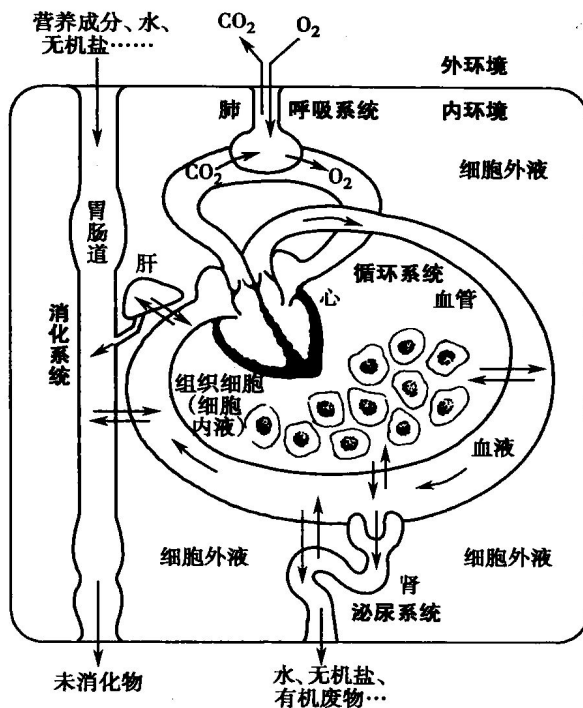


图 1-3-4 器官系统对内环境稳态的维持
机体内环境的稳态由各功能系统直接维护。心血管的活动驱动血液形成循环血流,起到运输与联络的作用;血流将胃肠道摄取的各种营养运输到全身各部位,保证细胞代谢所需的原料,同时将细胞代谢生成的废物转运到肾等脏器处理并排出体外;而细胞代谢所需的氧和所生成的二氧化碳则通过血流在肺与外环境进行交换,不断得以更新

表 1-3-1 人体的器官系统及基本功能

器官系统	占体重	主要组成器官	基本功能
体被	16%	皮肤、毛发、汗腺、皮质腺等	包裹体表;防止异物入侵;对抗损伤;防止脱水;参与调节体温
骨骼	20%	骨、软骨、韧带、肌腱、关节	支持身体;保护内脏;参与运动;储备无机盐;骨髓造血
肌肉	44%	各部位骨骼肌	维持姿势;实施运动;产生热量
神经	2%	脑、脊髓、周围神经、神经节、感觉器官	检测与接收内、外环境变化信息;控制与协调机体各种功能;产生意识;认知功能等
内分泌	0.15%	内分泌腺和分泌激素的脏器及细胞	调节物质代谢与能量代谢、生长发育、生殖过程;长期调节与协调器官和系统功能
免疫(淋巴)	0.3%	淋巴管、淋巴结、白细胞、脾、胸腺等淋巴组织	调控机体免疫活动,防御异体生物入侵;回收组织液
循环	9%	心、血管(网)	推动血流;储运血液;配合、联络内脏器官功能
呼吸	1.7%	鼻、咽、喉、气管、支气管、肺与胸廓	与生存环境交换气体,维护血液 O_2 与 CO_2 含量;参与调节血液 pH,维护体液酸碱平衡
消化	6%	口、咽、食管、胃、肠;唾液腺、肝、胆、胰	摄取和消化食物;吸收食物营养成分;排出食物残渣;肝处理营养、排泄代谢废物
泌尿	0.7%	肾、输尿管、膀胱、尿道	清理血液,排泄代谢废物及过多成分;维持水、电解质和酸碱平衡;储运尿液
生殖	0.15%	男性:睾丸;阴茎、附属腺体与管道 女性:卵巢;输卵管、子宫、阴道、附属腺体及乳腺	产生、维护和输送精子;合成雄性激素 产生、维护和输送卵子;合成雌性激素;孵育胚胎;分娩;哺育婴儿

第四节 机体功能的调节

调节(regulation)是机体为适应生存需要对各器官系统功能进行的调整过程。人体是一个功能有序的整体,具有十分完备的调节系统,能够根据内、外环境变化,通过调节机制有效地调控各系统、器官、组织和细胞的生理活动,使机体适应内、外环境的变化。

一、机体功能调节的方式

一般而言,机体功能的调节主要通过神经调节、体液调节和自身调节等途径实现(表 1-4-1),如心血管活动即可通过这些方式根据机体需求而进行调节(图 1-4-1)。神经调节与体液调节方式常相互联系,形成神经-体液调节机制,进一步完善调节效应(图 1-4-2)。

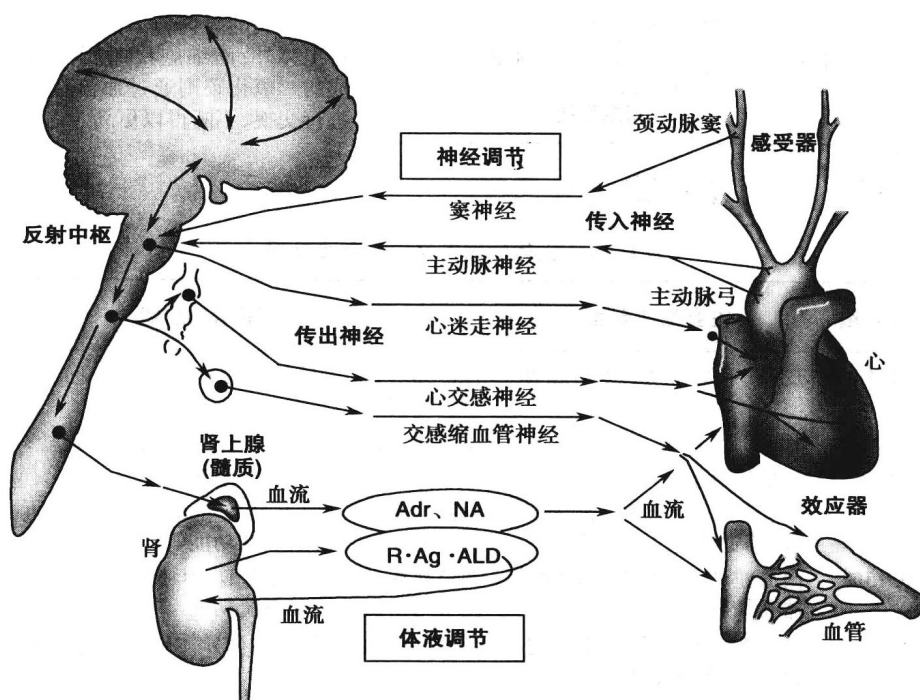


图 1-4-1 机体生理功能调节方式概貌——调节心血管活动的途径

机体功能的调节过程是接收、整合与发布信息的过程。神经性调节以反射弧为基础进行,感受器接收的信息经中枢整合后再发布调节指令,改变所支配效应器的活动状态;内分泌腺以所分泌激素为化学信使发布调节信息,改变靶细胞的活动状态,是典型的体液性调节方式;神经调节与体液调节常常联系在一起,形成神经-体液调节,如交感神经支配肾上腺髓质

Adr: 肾上腺素; NA: 去甲肾上腺素; R·Ag·ALD: 肾素-血管紧张素-醛固酮