

全国高等医学职业教育规划教材

# 正常人体机能 生理学

(第2版)

主编 马文樵 李卫星

ZHENGCHANG RENTI JINENG  
SHENGLIXUE



第二军医大学出版社  
Second Military Medical University Press

全国高等医学职业教育规划教材

# 正常人体机能·生理学

ZHENGCHANG RENTI JINENG · SHENGLIXUE

(第2版)

主 编 马文樵 李卫星  
副主编 王 卉 梁秀艳 左 英  
杨爱红 蔡 翔  
编 委 (以姓氏笔画为序)  
马文樵 王 卉 王鸿宇  
左 英 田 方 宁 鹏  
吕在乾 刘 立 刘丽平  
许经雄 孙德英 李卫星  
李少平 李向莉 李辉勤  
杨爱红 张 琳 张乐天  
梁秀艳 彭建明 程 晔  
蔡 翔



第二军医大学出版社  
Second Military Medical University Press

## 内 容 简 介

本教材是高等医学职业教育之相关专业的必修课程,是一门重要的医学基础学科。具体内容包括:细胞、血液、循环、呼吸、消化吸收、代谢、排泄、感官、神经、内分泌和生殖等生理活动相关的,医护学生必须了解的基础知识。此次再版对内容进行一定的修订和更新。

本教材适合高职高专和相应层次的医护及相关专业的学生使用,也可供初级临床医护人士工作时参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

正常人体机能·生理学/马文樵,李卫星主编.—2版.—上海:第二军医大学出版社,2015.8

全国高等医学职业教育规划教材/金建明,于有江主编

ISBN 978-7-5481-1071-2

I. ①正… II. ①马…②李… III. ①人体生理学—高等教育—教材 IV. ①R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 082591 号

出 版 人 陆小新

责任编辑 许 丹 高 标

## 正常人体机能·生理学

(第 2 版)

主 编 马文樵 李卫星

第二军医大学出版社出版发行

<http://www.smmup.cn>

上海市翔殷路 800 号 邮政编码:200433

发行科电话/传真:021-65493093

全国各地新华书店经销

江苏天源印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:13.25 字数:340 千字

2011 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 2 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5481-1071-2/R·1809

定价:32.00 元

## 高等职业教育护理专业实用教材 丛书编委会

|       |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|
| 主 编   | 金建明 | 于有江 |     |
| 副 主 编 | 陈国富 | 罗惠媛 | 刘兴勇 |
|       | 周庆华 | 周 涛 | 李卫星 |

委 员 (以姓氏笔画为序)

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 丁美红 | 于海英 | 马文樵 |
| 方 敏 | 王扣英 | 王爱和 |
| 卢 鹏 | 左 英 | 刘玉仁 |
| 朱春梅 | 米 健 | 张万秋 |
| 李松琴 | 李相中 | 邱 萌 |
| 陈 路 | 陈宜刚 | 陈艳东 |
| 陈靖靖 | 姚 阳 | 姜 俊 |
| 徐 静 | 殷俊才 | 顾友祥 |
| 高莉萍 | 盛树东 | 彭 蓓 |
| 慕博华 | 熊 彦 | 潘放鸣 |
| 潘爱萍 |     |     |

学术秘书 陈国富

## 全国高等医学职业教育规划教材总书目

| 序 号 | 书 名         | 版 次   | 主 编   |
|-----|-------------|-------|-------|
| 1   | 护理学导论       | 第 2 版 | 周庆华 等 |
| 2   | 常用护理技术      | 第 2 版 | 朱春梅 等 |
| 3   | 正常人体结构      | 第 2 版 | 米 健 等 |
| 4   | 儿童护理        | 第 2 版 | 徐 静 等 |
| 5   | 护理管理学       | 第 2 版 | 朱春梅 等 |
| 6   | 健康评估        | 第 2 版 | 姚 阳 等 |
| 7   | 正常人体机能·生物化学 | 第 2 版 | 顾友祥 等 |
| 8   | 正常人体机能·生理学  | 第 2 版 | 马文樵 等 |
| 9   | 药理学         | 第 2 版 | 盛树东 等 |
| 10  | 医学免疫学及病原生物学 | 第 2 版 | 姜 俊 等 |
| 11  | 护士礼仪        | 第 2 版 | 邱 萌 等 |
| 12  | 心理与精神护理     | 第 2 版 | 陈宜刚 等 |
| 13  | 异常人体结构与机能   | 第 2 版 | 慕博华 等 |
| 14  | 护理心理学       | 第 2 版 | 邱 萌 等 |
| 15  | 母婴护理        | 第 2 版 | 潘放鸣 等 |
| 16  | 急救护理        | 第 2 版 | 殷俊才 等 |
| 17  | 护理伦理与法规     | 第 2 版 | 高莉萍 等 |
| 18  | 成人护理·传染病护理  | 第 2 版 | 张万秋 等 |
| 19  | 成人护理·内科护理   | 第 1 版 | 罗惠媛 等 |
| 20  | 成人护理·外科护理   | 第 1 版 | 刘兴勇 等 |
| 21  | 成人护理·妇科护理   | 第 1 版 | 潘爱萍 等 |
| 22  | 眼耳鼻咽喉科护理    | 第 1 版 | 陈国富 等 |
| 23  | 老年护理        | 第 1 版 | 彭 蓓 等 |

## 再版序

《正常人体机能·生理学》于2011年9月出版后,已供高职医学相关类专业应用4届了,整体效果很好,应用教材的师生普遍反映,内容紧凑与专业紧密对接,通俗易懂,非常适合高职医学相关类学生的需求;然而,经过任课教师的细心研判,也发现了一些小小的错误,包括文字上的、语言表述的准确度上。为适应现代高职高专医学相关类专业人才培养的需要,本次再版在保持第一版教材特色的基础上,突出以下特点:

### 1. 准确定位,彰显特色

本教材定位于高职高专医学相关类专业,是医药群平台课程,既强调体现其职业性,增强各专业的针对性,又充分体现其高等教育性,区别于本科及中职教材,同时满足学生考取执业证书的需要,教材编写采取栏目设计,增加新颖性和可读性。

### 2. 科学整合,有机衔接

近年来,职业教育快速发展,本教材作为专业群平台课程,再版编写时特别注重体现高职教育改革成果,将人体的正常结构通过本课程与临床专业课程及执业资格考试有机衔接,避免重要知识点的遗漏和不必要的交叉重复。

### 3. 淡化机理内容,注重生命现象在临床专业课程中的应用

教材中关于生命现象的发生机制坚持以“实用”为主,“必须、够用”为度,简化生命现象机制的解释或推导。注重理论与临床实践内容的密切结合,充分利用临床实例的现实内容,不追求学科本身的系统、完整。体现“以例说理”,将大量的抽象的理论融入临床案例分析中,以培养学生分析问题和解决问题的能力。

本教材的再版,得到了上海第二军医大学的大力支持,得到了兄弟单位及各位老师的鼎力相助。在此,对有关单位和个人表示衷心的感谢!希望本教材对高职高专医学相关类专业高素质技能型专门人才的培养和教育教学改革能够产生积极的推动作用,能够在各学校的教学工作以及在探索课程体系、课程标准和教材的建设与改革的进程中,获得宝贵意见,以便不断修订完善,更好地满足教学需要。

编者

2015年5月

## 前 言

正常人体机能(生理学)是基础医学的重要组成部分,也是医学及医学相关类学生的一门重要主干课程,它是研究正常人体生命活动及其规律的一门科学,从而揭示人体的生命现象和疾病的本质。在国家大力发展高等职业教育的新形势下,为进一步贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》精神,将教材建设工作与强化学生职业技能培养和以就业为导向的课程建设工作密切结合起来,在出版社的大力支持下,根据几所医学相关类高职院校一线授课教师的要求,针对医学相关类学生的培养目标和培养规格,本着理论“必须、够用”的原则,切实结合目前学生的实际情况,制订了课程标准和教学计划。然后精选内容,力求科学性、实用性、先进性,加强知识的融会贯通,注重基本理论、基本知识、基本技能有机地与临床实践相结合,经过多位一线教师的反复磋商编写本教材。本套教材的特点:

### 1. 具有鲜明的高职高专特色,体现课程建设与教学改革成果

本书的编写是经过与多位长期工作在教学第一线、具有丰富的教学经验、吸取了教学改革的最新成果的教师的反复磋商,编写的此教材,故本书具有内容科学、规范,而且有鲜明的高职高专特色。

### 2. 简化生命现象的机制,侧重知识的应用,突出培养职业能力

教材中关于生命现象的发生机制坚持以“实用”为主,“必须、够用”为度,简化生命现象机制的解释或推导。注重理论与临床实践内容的密切结合,充分利用临床实例的现实内容,不追求学科本身的系统、完整。体现“以例说理”,将大量的抽象的理论融入临床案例分析中,以培养学生分析问题和解决问题的能力。

### 3. 由浅入深,循序渐进,让学生在愉悦中学习

本书许多章节提出的问题可能就是以一个生活中的小例子为引导,首先激发学生的学习兴趣,抓住学生的灵魂,让学生在愉悦中掌握了知识。

### 4. 章节学习目标明确

每一章之前都明确了本章的学习目标,主要让学生首先了解所要学习的知识、接受

训练的技能,以及与后继课程或执业岗位的联系,并了解在知识、能力、素质方面的要求,以增强学生学习的目的性和主动性。

#### 5. 理论知识紧扣临床实践

通过临床联系,主要结合基本理论知识,例举实例和案例,与学生一起互动分析,既有利于培养学生应用理论知识分析问题和解决问题的能力,又增强了教材的可读性,起到事半功倍的效果。

本教材的出版,得到了上海第二军医大学的大力支持,得到了兄弟单位及各位老师的鼎力相助。在此,对有关单位和个人表示衷心的感谢!希望本教材对高职高专医学相关专业高素质技能型专门人才的培养和教育教学改革能够产生积极的推动作用,能够在各学校的教学工作以及在探索课程体系、课程标准和教材的建设与改革的进程中,获得宝贵意见,以便不断修订完善,更好地满足教学需要。

编者

2011年8月

# 目 录

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| 第一章 绪论 .....          | ( 1 )  |
| 第一节 概述 .....          | ( 1 )  |
| 第二节 生命活动的基本特征 .....   | ( 2 )  |
| 第三节 内环境与稳态 .....      | ( 3 )  |
| 第四节 人体功能的调节 .....     | ( 3 )  |
| 第二章 细胞的基本功能 .....     | ( 6 )  |
| 第一节 细胞的跨膜物质转运功能 ..... | ( 6 )  |
| 第二节 细胞的跨膜信号转导功能 ..... | ( 10 ) |
| 第三节 细胞的生物电现象 .....    | ( 12 ) |
| 第四节 肌细胞的收缩功能 .....    | ( 15 ) |
| 第三章 血液 .....          | ( 22 ) |
| 第一节 组成和理化性质 .....     | ( 22 ) |
| 第二节 血细胞 .....         | ( 23 ) |
| 第三节 血液凝固与纤维蛋白溶解 ..... | ( 29 ) |
| 第四节 血量与血型 .....       | ( 32 ) |
| 第四章 血液循环 .....        | ( 36 ) |
| 第一节 心脏生理 .....        | ( 36 ) |
| 第二节 血管生理 .....        | ( 48 ) |
| 第三节 心血管功能的调节 .....    | ( 55 ) |
| 第四节 器官循环 .....        | ( 59 ) |
| 第五章 呼吸 .....          | ( 62 ) |
| 第一节 肺通气 .....         | ( 63 ) |
| 第二节 呼吸气体的交换 .....     | ( 68 ) |
| 第三节 呼吸气体的运输 .....     | ( 71 ) |
| 第四节 呼吸运动的调节 .....     | ( 74 ) |
| 第六章 消化和吸收 .....       | ( 78 ) |
| 第一节 概述 .....          | ( 78 ) |

|             |                      |              |
|-------------|----------------------|--------------|
| 第二节         | 口腔内的消化 .....         | (81)         |
| 第三节         | 胃内的消化 .....          | (83)         |
| 第四节         | 小肠内的消化 .....         | (85)         |
| 第五节         | 大肠的功能 .....          | (88)         |
| 第六节         | 吸收 .....             | (89)         |
| <b>第七章</b>  | <b>能量代谢和体温 .....</b> | <b>(93)</b>  |
| 第一节         | 能量代谢 .....           | (93)         |
| 第二节         | 体温 .....             | (98)         |
| <b>第八章</b>  | <b>肾的排泄功能 .....</b>  | <b>(104)</b> |
| 第一节         | 肾的结构和血液循环特点 .....    | (104)        |
| 第二节         | 尿生成的基本过程 .....       | (107)        |
| 第三节         | 尿的浓缩和稀释作用 .....      | (114)        |
| 第四节         | 尿生成的调节 .....         | (116)        |
| 第五节         | 尿液及其排放 .....         | (118)        |
| <b>第九章</b>  | <b>感觉器官 .....</b>    | <b>(121)</b> |
| 第一节         | 概述 .....             | (121)        |
| 第二节         | 视觉器官 .....           | (123)        |
| 第三节         | 听觉器官 .....           | (130)        |
| 第四节         | 前庭器官 .....           | (133)        |
| <b>第十章</b>  | <b>神经系统 .....</b>    | <b>(137)</b> |
| 第一节         | 一般规律 .....           | (137)        |
| 第二节         | 感觉功能 .....           | (147)        |
| 第三节         | 对躯体运动的调节 .....       | (152)        |
| 第四节         | 对内脏功能的调节 .....       | (158)        |
| 第五节         | 脑的高级功能和脑电图 .....     | (162)        |
| <b>第十一章</b> | <b>内分泌 .....</b>     | <b>(168)</b> |
| 第一节         | 概述 .....             | (168)        |
| 第二节         | 下丘脑和垂体 .....         | (171)        |
| 第三节         | 甲状腺 .....            | (176)        |
| 第四节         | 肾上腺 .....            | (180)        |
| 第五节         | 胰岛 .....             | (183)        |
| 第六节         | 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞 .....  | (185)        |
| <b>第十二章</b> | <b>生殖 .....</b>      | <b>(187)</b> |
| 第一节         | 男性生殖 .....           | (187)        |
| 第二节         | 女性生殖 .....           | (189)        |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 附录 实验指导 .....          | (192) |
| 实验总论 .....             | (192) |
| 实验一 坐骨神经腓肠肌标本的制备 ..... | (193) |
| 实验二 反射弧分析 .....        | (194) |
| 实验三 ABO 血型鉴定 .....     | (194) |
| 实验四 蛙心起搏点的分析 .....     | (195) |
| 实验五 人体心电图的描记 .....     | (197) |
| 实验六 人体心音听诊 .....       | (198) |
| 实验七 人体动脉血压的测定 .....    | (199) |

## 第一章

# 绪论

### 学习目标

**掌握** 兴奋性、机体内环境和稳态的概念;人体功能活动的主要调节方式。

**熟悉** 反馈的概念及正、负反馈的意义。

## 第一节 概述

### 一、研究内容

正常人体机能(生理学)课程是研究正常人体功能活动及其原理的一门科学。正常人体是由各种器官和系统组成,而各系统又由不同的组织和细胞所组成。整个身体则是在体内各种调节机制的作用下,形成一个复杂的、相互联系、相互作用的整体。人体的功能十分复杂,在研究人体的生命活动规律及其机制时必然要从不同的方面、不同的角度、不同的水平来探讨。

因此,正常人体机能(生理学)课程的研究可以在细胞和分子水平、器官和系统水平以及整体水平上进行,内容包括细胞、器官、系统不同水平及人体整体所表现的各种生命现象、活动规律,各部分之间的相互关系,生物分子的结构功能、生命活动过程内在的生物化学反应等。

### 二、与临床医疗实践的关系

正常人体机能(生理学)课程与临床医疗实践有非常密切的关系,人们必须在了解正常人体各个组成部分功能的基础上,才能了解在各种疾病情况下身体某个或某些部分发生的变化、器官在疾病时发生的功能变化与形态变化之间的关系、一个器官发生病变如何影响其他器官等等。因此正常人体机能(生理学)课程是一门重要的基础医学科学。

学习这门课程是为在临床护理医疗和护理实践中奠定一定的理论基础,从而有效地促进患者康复和防治疾病;同时临床医疗实践不断地扩大人体机能课程的研究领域,提出新的研究课题,从而推动人体机能课程理论的不断 development,后者的发展又对临床医疗实践起着极大的指导和促进作用。

## 第二节 生命活动的基本特征

通过对各种生物体生命活动的观察和研究,发现机体生命活动具有以下基本特征:新陈代谢、兴奋性、适应性、生殖等。

### 一、新陈代谢

新陈代谢(metabolism)是生命现象的基本表现,它是指机体与其周围环境之间所进行的物质交换和能量交换的自我更新过程。机体在生命活动过程中需要从外界环境中摄取营养物质,合成为自身物质,并贮存能量;同时机体又不断地分解自身成分将其分解产物排出体外,并释放能量以供机体生命活动需要。前者称为合成代谢或同化作用,后者称为分解代谢或异化作用。二者相互依存,对立统一。新陈代谢过程中,既有物质代谢又有能量代谢,机体只有在不断地与环境进行物质与能量交换的基础上才能实现自我更新。新陈代谢一旦停止,机体也就死亡。因此新陈代谢是机体生命活动的基本特征之一。

### 二、兴奋性

兴奋性是机体的另一个重要的生命特征。同时也说明了机体与周围环境的另一种关系,即机体生存的环境条件改变时能引起机体活动的变化。活的细胞、组织或机体对刺激发生反应的能力或特性称为兴奋性(excitability)。近些年人们对兴奋性提出了更本质的理解,认为兴奋性的实质是细胞受刺激时产生动作电位的能力。

#### (一) 刺激

机体或组织细胞生活在条件复杂、多变的环境中,有一些环境变化与机体活动无关,有一些能被机体或组织细胞所感受,并使它们的活动发生变化。这种被机体所感受的内外环境的变化被称为刺激(stimulus)。

根据性质不同可将刺激分为物理性刺激、化学性刺激和生物性刺激等。对于人类来说,社会、心理因素(如社会变化、家庭变故、情绪波动等)也是影响机体功能活动的刺激,绝对不可忽视。

刺激要引起机体产生反应,必须具备3个条件:刺激的强度、刺激的时间、刺激的强度-时间变化率。

#### (二) 反应

反应是指刺激引起组织或机体功能活动的改变,是刺激的结果。不同的细胞或组织接受刺激后其反应的表现形式可各不相同,如肌肉收缩,腺体分泌,神经传导等。反应有两种基本类型,即兴奋(excitation)和抑制(inhibition)。兴奋是指组织或机体受刺激后由相对静止转为活动或活动加强;抑制是指组织或机体受刺激后由活动转为相对静止或活动减弱。组织或机体接受刺激后发生兴奋还是抑制取决于刺激的质、量和组织当时的机能状态。

#### (三) 衡量兴奋性的指标-阈值

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,兴奋性也不同。阈强度是指在保持刺激的时间和强度-时间变化率不变的情况下,引起组织细胞发生反应的最小强度,其

值称为阈值(threshold)。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,强度大于阈值的刺激称为阈上刺激。通常刺激强度必须等于或大于阈值才能引起组织发生反应,一次阈下刺激不能引起组织发生反应。阈值的大小与组织兴奋性高低呈反变关系,即兴奋性 $\propto 1/\text{阈值}$ ,在机体各种组织中神经、肌肉和腺体兴奋性较高,反应迅速,易于观察,并有电位变化作客观标志,故称它们为可兴奋组织。

### 三、适应性

生物体长期生存在某一特定的生活环境中,在客观环境的影响下,可以逐渐形成一种与环境相适应的、适合自身生存的反应模式。生物体对环境所产生的这种适应环境的能力和特性,称为适应性。

### 四、生殖

生物体生长发育到一定阶段后,能够产生与自己相近似的子代个体的功能称为生殖。由于人类及高等动物在进化过程中已经分化为雄性与雌性两种个体,他们分别产生雄性和雌性生殖细胞,由两性生殖细胞的结合才能产生子代个体。通过生殖功能实现了人类或生物的种族延续,即生命活动的延续。如果生殖功能丧失,种系则不能延续,物种将被淘汰,所以生殖也是生命活动的特征之一。

## 第三节 内环境与稳态

人体所处的外环境(external environment)是指人体赖以生活的自然环境和社会环境。人体的绝大部分细胞不与外环境直接接触,它们生活在细胞外液中,故把人体内细胞直接生存的环境称为内环境(internal environment),也称细胞外液。包括组织液、血浆、淋巴液和脑脊液等。而分布在细胞内的液体称为细胞内液。二者在成人共占体重的60%。在细胞内液与细胞外液之间隔有细胞膜;在组织液与血浆或淋巴液之间隔有毛细血管壁或毛细淋巴管壁。由于细胞膜、毛细血管壁和淋巴管壁均有一定的通透性,因而各部分体液既彼此隔开,又相互沟通。人体摄入的营养物质必须通过细胞外液才能进入细胞;而细胞代谢产物也首先排至细胞外液,最后才能排出体外。

机体内环境中的各项物理、化学因素如各种离子的浓度、温度、酸碱度及渗透压等,在正常情况下保持着相对稳定状态,称为内环境稳态(homeostasis)。它包括两方面的含义,一方面是指细胞外液的理化特性保持相对稳定,不随外环境的变动而明显改变;另一方面是指稳态并不是固定不变的,而是在一定范围内变化,处于动态平衡之中。稳态的维持有赖于人体各器官功能的正常发挥和人体各种调节活动的正常进行。例如,人体每日产生大量的酸,但正常人血液的pH值仅变动在7.35~7.45之间。这是机体有一系列缓冲功能,并通过血液循环将多余的酸运至肾、肺等器官排出的缘故。内环境稳态是人体进行正常生命活动的必要条件。如果内环境稳态遭到破坏,机体就会出现疾病,甚至危及生命。

## 第四节 人体功能的调节

### 一、调节方式

人体各部分的功能活动相互配合、协调一致,成为统一的整体,同时又能够保持其自身的稳

态和对环境的适应,这是因为人体有一整套调节机构,它能对各种生理功能进行调节,其调节方式主要有神经调节、体液调节和器官组织的自身调节。

### (一) 神经调节

神经调节(neuroregulation)是指通过神经系统的活动对人体生理功能的调节。它在人体功能调节中起主导作用。神经系统对机体各部分的调节作用是通过反射活动来实现的。反射是指在中枢神经系统的参与下,机体对刺激所作的规律性反应。反射活动的结构基础称为反射弧。它通常包括感受器、传入神经、中枢、传出神经和效应器五个部分。每一种反射,都有一定的反射弧,所以一定的刺激便引起一定的反射活动,如屈肌反射、角膜反射、膝跳反射等。反射弧结构和功能的完整是反射活动得以正常进行的基础,其中任何一个环节遭到破坏,都将导致相应的反射异常或消失。神经调节的特点是迅速、精确、局限而短暂。

### (二) 体液调节

体液调节(humoral regulation)是指内分泌细胞所分泌的激素或组织细胞所产生的某些化学物质或代谢产物,经体液(血液或组织液)运输,对人体功能进行的调节。如肾上腺髓质激素、胰岛素等激素;某些细胞分泌的组胺、激肽、前列腺素等生物活性物质以及组织代谢产物如腺苷、乳酸、氢离子、二氧化碳等。激素等化学物质通过血液循环运送至全身,调节细胞的活动,称为全身性体液因素;组织代谢产物可借细胞外液扩散至邻近细胞,调节其活动,例如使局部血管扩张、通透性增加等,称为局部性体液因素。

体液调节的特点是反应速度较慢,作用广泛、持久。在完整机体内,神经调节与体液调节是相辅相成的,而神经调节在多数情况下处于主导地位。神经系统同全身各器官有广泛的联系,多数内分泌腺也直接或间接受神经系统的调节。所以体液调节常作为反射弧传出途经中的一个中间环节而发挥作用,形成“神经-体液调节”(neuro-humoral regulation)。

### (三) 器官组织的自身调节

器官组织的自身调节(autoregulation)是指当机体的细胞、组织、器官受到内外环境变化的刺激时,不依赖于神经或体液调节而产生的适应性反应。例如,当平均动脉压在60~140 mmHg(8.0~18.6 kPa)的范围内变动时,脑血管可通过其自身调节机制使脑血流量保持相对稳定。自身调节是一种局部调节,其特点是调节准确、稳定,但调节范围有限。

## 二、反馈作用

人体各种功能调节机构大多数都是自动控制系统,故调节又可称控制。自动控制系统的主要工作特点是反馈作用。在自动控制系统中,控制部分(调节者)与受控部分(被调节者)之间存在着往返的双向联系,是一个闭环系统。控制部分发出信息调节受控部分的同时,受控部分的活动又作为信息,反过来调节控制部分,以修正控制部分的调节作用。来自受控部分的信息称为反馈信息,受控部分反过来调节控制部分的过程称为反馈(feedback)。反馈又分为负反馈(negative feedback)和正反馈(positive feedback)两类。

负反馈是指受控部分的反馈信息能降低控制部分活动的反馈控制。例如,腺垂体(控制部分)通过其释放的促甲状腺激素(控制信息)作用于甲状腺(受控部分),使其释放甲状腺激素;血中甲状腺素浓度的升高又成为反馈信息作用于腺垂体,抑制其促甲状腺激素的释放,从而使血中

甲状腺素含量稳定在一定水平。可见,负反馈的主要生理意义在于使某种生理功能在一定水平上保持相对稳定,而不致发生过大波动。在正常人体内,大多数的调节活动均是负反馈调节,负反馈作用对内环境稳态的维持具有极其重要的作用。

正反馈是指受控部分的反馈信息能加强控制部分活动的反馈控制。例如,在排尿反射活动中,膀胱收缩后的反馈信息传入排尿中枢,可加强中枢原有的活动,即控制信息进一步增强,使膀胱进一步收缩,终将尿液完全排出。可见,正反馈使某种生理过程逐步加强,以迅速达到需要的状态和水平,从而使某种生理功能在短时间内尽快完成。在正常情况下,人体通过这一机制参与的调节活动很少,只有如排尿和排便反射、血液凝固、分娩过程等少数几种生理活动是通过这种机制调节的。

### 思考题

1. 生命的基本特征有哪些?
2. 何谓新陈代谢,它包括哪些具体过程?
3. 刺激引起反应要具备哪些条件,其相互关系如何?
4. 何谓机体内环境及稳态,稳态有何重要生理意义?
5. 人体功能活动的调节方式有哪些,各有何特点?
6. 何谓负反馈,请举一例说明。

## 第二章

# 细胞的基本功能

### 学习目标

- 掌握** 细胞膜的物质转运方式;静息电位的概念和产生机制;动作电位的概念和产生机制;神经-肌肉接头的兴奋传递过程。
- 熟悉** 细胞膜的结构;细胞膜物质转运的特点;动作电位的特点及传导机制;骨骼肌兴奋收缩耦联的概念。
- 了解** 细胞的跨膜信号传递功能;骨骼肌细胞的微细结构和收缩原理;骨骼肌收缩的外部表现。

## 第一节 细胞的跨膜物质转运功能

新陈代谢是生命活动的基本特征。然而,在细胞新陈代谢过程中要不断地有各种营养物质进出细胞。其中大多数小分子和离子物质是水溶性的,水溶性物质不能直接通过细胞膜,它们必须借助细胞膜结构中的特殊膜蛋白的帮助。大分子和团块物质通过细胞膜是通过细胞膜本身复杂的变形运动来完成的。细胞膜转运的物质不同,转运的方式也各异,下面介绍几种常见的转运方式。

### 一、被动转运

被动转运(passive transport)是指小分子物质顺着电-化学梯度的跨膜转运过程。其转运过程的特点是只需要消耗电化学梯度的势能,不需要细胞内分解 ATP 供能。物理学上将这种现象称为扩散。被动转运根据转运机制的不同分为单纯扩散(simple diffusion)和易化扩散(facilitated diffusion)两种。

#### (一) 单纯扩散

单纯扩散是指脂溶性小分子物质由细胞膜的高浓度一侧向低浓度一侧扩散的转运过程。在正常机体内以单纯扩散方式转运的物质主要有  $O_2$ 、 $CO_2$ 、 $NO$ 、 $NH_3$ 、乙醇等脂溶性较强的物质。决定单纯扩散速度的因素有两个:①细胞膜两侧该物质的浓度差,这也是单纯扩散的动力。浓度差越大,单纯扩散的速度越快,反之亦然;②细胞膜本身对该物质的通透性,通透性越大,单纯扩散的速度越快,反之亦然。