人体正常功能

谢义群，黄先平主编

湖北科学技术出版社

图书在版编目(CIP) 数据

人体正常功能/谢义群,黄先平主编. ——武汉: 湖北科学技术出版社,2011. 2
“十二五”医学高职高专规划教材
ISBN 978-7-5352-4684-4
Ⅰ. ①人… Ⅱ. ①谢… ②黄… Ⅲ. ①人体生理学—高等学校: 技术学校—教材
Ⅳ. ①R33
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010) 第 264683 号

责任编辑: 冯友仁　　封面设计: 戴　旻

出版发行: 湖北科学技术出版社　　电话: 027 - 87679468
地　　址: 武汉市雄楚大街 268 号　　邮编: 430070
(湖北出版文化城 B 座 12 - 13 层)
网　　址: http: //www. hbstp. com. cn

印　　刷: 湖北恒泰印务有限公司　　邮编: 430223

787 × 1092　1/16　　15. 75 印张　　384 千字
2011 年 2 月第 1 版　　2011 年 2 月第 1 次印刷
定价: 35. 00 元

本书如有印装质量问题　可找本社市场部更换

前　言

在护理专业学习中，《人体正常功能》课程是一门非常重要的基础课程，主要在正常人体结构的基础之上，学习人体的各种生命活动现象，即人体在正常的情况下具备的各种生理功能。并以此为基础，进行后续关于人体不正常的生命活动即疾病的相关知识学习，为将来进入临床做好知识储备。

然而，目前很多学校的护理专业在本课程的教学中，仍然选用传统的临床医学专业《生理学》教材，在生理学科的基础上，通过研究性实验来证实人体的各种生命活动现象的产生机制，主要强调“有什么”和“为什么”。并没有从高职护生的基础特点和护理职业岗位的需求出发，特别是没有注重培养护生与病人进行交流沟通和健康教育的岗位能力，而这些能力正是护理职业岗位工作中的一个重要组成部分。历年来临床实习护生的反馈信息和来自于各级临床一线护理专家的建议都证实了这点。

为了更好地适应高职高专护理专业人才培养目标的需要，经过对多年护理专业《生理学》课程教学经验的总结，结合高职护理专业学生的基础特点和护理职业工作需求，本课程组全体教师经过不断努力，终于编制成本教材。希望在本课程的教学中，能利用本教材辅助来解决上述问题，为培养适应高职护理教育培养规格，突出护理专业理念和职业理念的护理专业高技能人才打下坚实的基础。本教材主要特色在于注重培养学生的归纳、解释能力。即学生能对人体的正常生命活动现象和生理功能进行总结归纳；能够对病人进行健康教育，因此，本教材也可供康复医疗、药学及药品营销等相关专业选择使用。

本教材共分十二章，每章前都有学习目标和情境案例，每章末尾都有案例解析和思考题。能够使学生将知识的学习与临床工作紧密结合起来，培养学生的逻辑思维能力，能够在临床工作中面对各种不同病人时，独立有效地进行分析思考，有效进行健康教育。同时，为了满足学生能全面、系统地学习人体各项正常生理功能的需要，本教材也适当地引入了一些新知识和新观念，以供学习参考。

在本教材的编写过程中，我们得到了鄂州职业大学学院领导和许多临床护理专家、教育专家的大力支持和指导，在此表示衷心的感谢!

由于我们的水平有限，本书中难免存在疏漏和错误，敬请各位提出批评指正意见。

编写组

2011 年 1 月

目　　录

第一章　人体基本功能…… 1
第一节　概述…… 1
一、人体正常功能学习的任务和目标…… 1
二、人体正常功能学习的三个水平…… 2
第二节　生命的基本功能…… 3
一、新陈代谢…… 3
二、兴奋性…… 3
三、生殖…… 5
第三节　人体的功能与内环境…… 5
第四节　人体生理功能的调节和控制系统…… 7
一、人体功能调节…… 7
二、人体功能调节的控制系统…… 7
第二章　细胞的基本功能 …… 10
第一节　细胞及细胞膜的基本结构 …… 10
第二节　物质跨膜转运功能 …… 11
一、被动转运 …… 11
二、主动转运 …… 12
三、入胞和出胞 …… 14
第三节　细胞的跨膜信号转导功能 …… 15
一、G 蛋白耦联受体介导的信号转导 …… 15
二、离子通道受体介导的信号转导 …… 15
三、酶耦联受体介导的信号转导 …… 16
第四节　细胞的生物电现象 …… 16
一、静息电位 …… 16
二、动作电位 …… 17
三、兴奋的引起和传导 …… 19

第五节 肌肉的收缩功能 …… 20
一、肌肉收缩的结构基础 …… 21
二、肌肉收缩的机制 …… 22
三、影响骨骼肌收缩的因素 …… 24
四、平滑肌的结构和功能特征 …… 25
第三章 血液 …… 27
第一节 血液的组成与特性 …… 27
一、血液的基本组成和血量 …… 27
二、血浆的化学成分 …… 28
三、血液的理化特性 …… 29
第二节 血细胞的生成及其功能 …… 30
一、红细胞生理 …… 30
二、白细胞生理 …… 33
三、血小板生理 …… 35
四、造血过程的调节 …… 37
第三节 血液凝固 …… 38
一、血液凝固和抗凝 …… 38
二、纤维蛋白溶解与抗纤溶 …… 40
三、表面激活与血液的其他防卫功能 …… 42
第四节 血型与输血 …… 42
一、血型与红细胞 …… 42
二、输血的原则 …… 45
第四章 循环系统 …… 47
第一节 心脏的泵血功能 …… 47
一、心脏的泵血过程和心脏泵功能的评定 …… 47
二、心脏泵血功能的调节 …… 52
第二节 心肌的生物电现象和生理特性 …… 54
一、心肌细胞的生物电现象 …… 54
二、心肌的电生理特性 …… 58
三、体表心电图 …… 61
第三节 血管功能 …… 62
一、血管功能特点 …… 62
二、血流量、血流阻力和血压 …… 64
三、动脉血压和动脉脉搏 …… 66
四、静脉血压和静脉回心血量 …… 68
五、微循环 …… 69
六、组织液的生成 …… 71
七、淋巴液的生成和回流 …… 72
第四节 心血管活动的调节 …… 73
一、神经调节 …… 73

二、体液调节 …… 78
第五章　呼吸生理 …… 82
第一节　肺通气 …… 82
一、呼吸道的功能 …… 82
二、肺通气原理 …… 83
三、肺通气功能的评估指标 …… 89
第二节　肺换气和组织换气 …… 92
一、气体交换的原理 …… 92
二、肺换气 …… 93
三、组织换气 …… 94
第三节　气体在血液中的运输 …… 94
一、O_2 和 CO_2 在血液中存在的形式 …… 94
二、O_2 的运输 …… 95
三、CO_2 的运输 …… 97
第四节　呼吸运动的调节 …… 99
一、呼吸中枢和呼吸节律的形成 …… 99
二、呼吸的反射性调节 …… 101
第六章　消化和吸收 …… 106
第一节　概述 …… 106
一、消化与吸收的概念 …… 106
二、消化道平滑肌的特性 …… 107
三、消化腺的分泌功能 …… 109
四、胃肠的神经支配及其作用 …… 109
五、消化道内分泌功能 …… 110
第二节　口腔内消化 …… 112
一、唾液及其作用 …… 112
二、咀嚼 …… 114
三、吞咽 …… 114
第三节　胃内消化 …… 115
一、胃的分泌 …… 115
二、胃的运动 …… 119
第四节　小肠内消化 …… 121
一、胰液的分泌 …… 122
二、胆汁的分泌与排出 …… 124
三、小肠液的分泌 …… 126
四、小肠的运动 …… 126
第五节　大肠的功能 …… 128
一、大肠液的分泌 …… 128
二、大肠的运动和排便 …… 129
第六节　吸收 …… 130

一、吸收概述…… 130
二、小肠内吸收…… 130
第七章 能量代谢和体温…… 136
第一节 能量代谢…… 136
一、人体能量的来源和去路…… 136
二、能量代谢的测定…… 138
三、影响能量代谢的因素…… 139
四、基础代谢及基础代谢率…… 140
第二节 体温及其调节…… 141
一、人体的正常体温及其生理波动…… 141
二、产热与散热…… 143
三、体温调节…… 146
第八章 排泄功能…… 148
第一节 肾的结构和肾血流量…… 148
一、肾的功能解剖…… 148
二、肾血液供应及肾血流量的调控…… 151
第二节 肾小球的滤过功能…… 152
一、肾小球滤过率、滤过分数…… 153
二、滤过膜及其通透性…… 153
三、有效滤过压…… 154
四、影响肾小球滤过的因素…… 155
第三节 肾小管与集合管的转运功能…… 156
一、肾小管与集合管的转运方式…… 156
二、近端小管的物质转运…… 157
三、髓袢中的物质转运…… 160
四、远端小管和集合管的物质转运…… 161
第四节 尿液的浓缩和稀释…… 164
一、尿液的稀释…… 164
二、尿液的浓缩…… 165
第五节 尿生成的调节…… 167
一、肾内自身调节…… 167
二、神经和体液调节…… 169
第六节 尿的排放…… 171
一、膀胱与尿道的神经支配…… 172
二、排尿过程…… 172
第九章 感觉器官的功能…… 175
第一节 感受器和感觉器官的一般生理…… 175
一、感受器、感觉器官的定义和分类…… 175
二、感受器的一般生理特性…… 176
第二节 视觉器官…… 177

一、眼的折光功能…… 177
二、视网膜的感光功能…… 180
三、视网膜的信息处理…… 182
四、与视觉有关的其他现象…… 183
第三节　耳的听觉功能…… 184
一、人耳的听阈和听域…… 184
二、外耳和中耳的功能…… 184
三、内耳的功能…… 186
四、听神经动作电位…… 188
第四节　前庭器官…… 188
一、前庭器官的感受装置和适宜刺激…… 188
二、前庭反应和眼球震颤…… 190
第五节　嗅觉和味觉感受器…… 190
一、嗅觉感受器和嗅觉的一般性质…… 190
二、味觉感受器和味觉的一般性质…… 191
三、皮肤感受器…… 191
第十章　神经系统的功能…… 193
第一节　神经元、神经胶质细胞和突触…… 193
一、神经元…… 193
二、神经胶质细胞…… 195
三、突触…… 195
四、神经递质和受体…… 197
第二节　神经系统的感觉分析功能…… 198
一、感觉传导通路…… 198
二、大脑皮质的感觉分析功能…… 199
三、躯体感觉和内脏感觉…… 200
第三节　神经系统对姿势和运动的调节…… 202
一、运动调节的基本机制…… 202
二、中枢神经系统对运动的调节功能…… 204
第四节　神经系统对内脏活动、本能行为和情绪反应的调节…… 208
一、自主神经系统的功能…… 208
二、各级中枢对内脏活动的调节…… 209
三、本能行为和情绪反应的神经调节…… 210
第五节　脑的电活动与觉醒、睡眠机制…… 210
一、脑电图和皮层诱发电位…… 210
二、觉醒与睡眠产生机制…… 211
第六节　脑的高级功能…… 212
一、学习记忆遗忘与条件反射…… 213
二、大脑皮层的语言中枢和一侧优势…… 215
第十一章　内分泌…… 217

第一节 概述…… 218
一、激素的分类…… 218
二、激素作用的一般特性…… 218
第二节 下丘脑和垂体…… 220
一、下丘脑与垂体的联系…… 220
二、垂体…… 221
第三节 甲状腺…… 224
一、甲状腺激素的合成、贮存与释放…… 224
二、甲状腺激素的生理作用…… 225
三、甲状腺功能的调节…… 226
第四节 肾上腺…… 227
一、肾上腺皮质…… 227
二、肾上腺皮质激素分泌的调节…… 229
第五节 胰岛…… 230
一、胰岛素…… 230
二、胰高血糖素…… 232
第六节 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞 …… 232
一、甲状旁腺素…… 232
二、降钙素…… 232
第十二章 生殖功能…… 234
第一节 男性生殖…… 234
一、睾丸的生精功能…… 234
二、睾丸的内分泌功能…… 234
三、睾丸功能的调节…… 235
第二节 女性生殖…… 236
一、卵巢的生卵作用…… 236
二、卵巢的内分泌功能…… 236
三、卵巢周期性活动的调节…… 237
四、妊娠与分娩…… 238

第一章　人体基本功能

❊ 学习目标

知道人体正常功能的学习内容、学习任务、在医学中的地位、护理专业学生学习这门课程的目标及要求；能用生物生理的观点和方法来解释生命的基本特征；解释内环境及其稳态；比较人体功能调节的方式；能够举例说明人体功能调节的控制系统；分析人体与环境最基本的联系及其意义；能在病人身体上进行反射弧分析的功能检测操作并能对结果进行分析解释。

❊ 情景案例

1. 当正常人的脚接触冰水时会有什么反应？一个外伤病人右脚皮肤完全脱落，当这只脚接触冰水时会有上述反应吗？为什么？

2. 当人体体温低于正常时，此人体会发生什么反应？如何利用人体功能调节控制的有关知识来进行解释？

第一节　概　　述

一、人体正常功能学习的任务和目标

人体正常功能在医学中也被称为生理学（physiology），它是生物科学的一个分支，是以人体的生命活动现象和人体各个组成部分的功能为主要内容的一门课程。

在护理专业中，人体正常功能的主要学习任务就是通过对本课程的学习，使护生能够知道构成人体各个系统的组织器官和细胞的正常活动过程，以及不同细胞、组织器官和系统之间或者与外界环境之间的相互联系和相互作用，能够使用相关仪器设备对人体的功能状态进行检测评估，并能够对人体各种不正常的功能状态的发生原因进行初步分析，也能够用语言的形式对病人进行有效的人体正常功能健康教育，进一步提高护理效果。所以，人体正常功能对护生来说是一门非常重要的课程。

人体正常功能课程的学习核心目标要求如下。

（一）知识标准

（1）能够知道人体的各种正常生理活动的表现形式。

（2）能够从细胞（包括分子）、组织器官及系统等不同层次对人体的各种正常生理活动现象的形成机制进行分析。

（3）能够从整体的角度来分析人体内各组成部分之间的相互联系及相互影响。

(4) 能够对人体的整体性、协调性形成一定意识。

(二) 基本技术应用能力

(1) 能够运用各种相关设备对人体的功能状态进行检测和评估。

(2) 能够运用通俗易懂的语言对非专业人士进行关于人体正常生命活动现象及其运转机制的健康教育。

(3) 能够根据人体正常的运转机制来分析各项人体不正常现象的产生原因及发现问题、分析和解决问题的能力及创新能力。

(三) 素质要求

(1) 热爱本专业及护理工作，具有良好的职业道德，具备高度的爱心、细心、耐心和责任心。

(2) 初步掌握逻辑思维的方法，能针对不同非专业人士进行有效的健康教育。

(3) 具有较强的语言表达能力、人际沟通能力和心理素质。

(4) 具有团队精神和组织协调配合能力。

二、人体正常功能学习的三个水平

从本门课程的历史发展来说，人体正常功能是一门实验性学科，其相关知识主要是通过实验获得的。在古代中国和其他国家都有一些经典医学著作对人体器官的生理功能进行过描述。但这些描述只是通过尸体解剖和动物活体解剖对身体器官功能的推测。直至 17 世纪初，英国的 Harvey 首先在动物身上用活体解剖和科学实验的方法研究了血液循环。1628 年，Harvey 的著作 《心与血的运动》 出版，是历史上第一本基于实验证据的生理学著作。随着其他自然科学的发展以及新的技术不断被应用于生理学实验，使生理学的研究日益深入，生理学的知识理论和实验技能不断得到新的发展。

构成身体的最基本的单位是细胞 (cell)。由许多不同的细胞构成器官 (organ)。行使某种生理功能的不同器官互相联系，构成一个器官系统 (organ system)。例如，由心脏、动脉、毛细血管和静脉构成的循环系统，由鼻腔、喉、气管、支气管和肺构成的呼吸系统等等。整个身体就是由各个器官系统互相联系、互相作用而构成的一个复杂的整体。因此，人体正常功能的学习可以在细胞甚至分子水平上进行，也可以在器官和系统水平，甚至整体水平上进行。只有把在这些不同水平的知识综合起来，才能对人体的功能有全面、完整的认识。

(一) 细胞和分子水平的学习

各个器官的功能都是由构成该器官的各个细胞的特性决定的。例如，肌肉的收缩功能和腺体的分泌功能，分别是由肌细胞和腺细胞的生理特性决定的。因此，学习器官的功能，就要从细胞的水平上进行。而细胞的生理特性又由构成细胞的各个成分，特别是细胞中各种生物大分子的物理和化学特性决定的，对于任何一种细胞在完整人体中所表现的生理功能的分析，还必须考虑到这些细胞在体内所处的环境条件以及各种环境条件可能发生的变化。例如，肌细胞发生收缩，是由于在某些离子浓度改变及酶的作用下肌细胞内若干种特殊的蛋白质分子的排列方式发生变化的结果 (见第二章)。各种细胞的生理特性取决于它们所表达的各种基因；而在不同的环境条件下，基因的表达又可以发生改变。因此，人体正常功能学习还必须深入到分子水平。

（二）器官和系统水平的学习

要了解一个器官或系统的功能，它在人体中所起的作用，它的功能活动的内在机制，以及各种因素对它活动的影响，都需要从器官和系统的水平上进行学习。例如，要了解循环系统中心脏如何射血、血液在心血管系统中流动的规律、各种神经和体液因素对心脏和血管活动的影响等（见第四章），就要以心脏、血管和循环系统作为学习和研究的对象。

（三）整体水平的学习

在正常生理情况下，人体内各个器官和系统之间的功能相互联系、相互影响、互相协调，从而使人体能够成为一个完整的整体，并在不断变化着的环境中维持正常的生命活动。从整体水平上的学习，就是要以完整的人体为研究对象，观察和分析在各种环境条件和生理情况下不同的器官、系统之间互相联系、互相协调，以及完整人体对环境变化发生各种反应的规律。所以整体水平上的学习比细胞水平和器官、系统水平上的学习更加复杂。

上述三个水平的学习，它们之间不是相互孤立的，而是互相联系、互相补充的。要阐明某一个生理功能的机制，一般都需要从细胞和分子、器官和系统，以及整体三个水平进行分析，将在不同水平上的结果进行分析和综合，然后得出比较全面的结论。

第二节　生命的基本功能

生命的基本功能可以表现在新陈代谢、兴奋性和生殖三个方面。任何一个物体，只要具备以上三个生命功能中的任意一个，就可以称之为生命。

一、新陈代谢

生物体与外界环境之间的物质和能量交换以及生物体内物质和能量的转变过程叫做新陈代谢（metabolism）。新陈代谢是生物体内全部有序化学变化的总称。它包括物质代谢和能量代谢两个方面，即生物通过新陈代谢从外界摄取营养，一部分转化成为自身组成成分，另一部分转化成为能量，提供生命活动的需要。

物质代谢：是指生物体与外界环境之间物质的交换和生物体内物质的转变过程。可细分为：从外界摄取营养物质并转变为自身物质（同化作用）。自身的部分物质被氧化分解并排出代谢废物（异化作用）。

能量代谢：是指生物体与外界环境之间能量的交换和生物体内能量的转变过程。可细分为：储存能量（同化作用）和释放能量（异化作用）。能量不能独立存在，必须依附于营养物质。

新陈代谢是在无知觉情况下时刻不停地进行的体内活动，包括心脏的跳动、保持体温和呼吸。新陈代谢受年龄、身体表面积、性别、运动等因素影响。新陈代谢是生命的最本质特征。

二、兴奋性

（一）兴奋性的概念

当生命体受到一些外加的刺激因素（如机械的、化学的、温热的或适当的电刺激）作用时，可以应答性出现一些特定的反应或暂时性的功能改变。这些活组织或细胞对外界刺激发生反应的能力，就是最早对兴奋性（excitability）的定义。

实际上，几乎所有活组织或细胞都具有某种程度的对外界刺激发生反应的能力，只是反应的灵敏度和反应的表现形式有所不同。在各种动物组织中，一般以神经和肌细胞，以及某些腺细胞表现出较高的兴奋性；这就是说它们只需接受较小的程度的刺激，就能表现出某种形式的反应，因此称为可兴奋细胞或可兴奋组织。

不同组织或细胞受刺激而发生反应时，外部可见的反应形式有可能不同，如各种肌细胞表现为机械收缩，腺细胞表现为分泌活动等，但所有这些变化都是由刺激引起的，因此把这些反应称之为兴奋（excitation）。人和高等动物的细胞和组织一样具有兴奋性，但在离体情况下要保持它们的兴奋性，需要严格的环境条件，因此在研究组织的兴奋性时，常用较低等动物的组织作为观察对象。

（二）刺激引起兴奋的条件和阈刺激

刺激泛指细胞所处环境因素的任何改变，即各种能量形式的理化因素的改变，都可能对细胞构成刺激。

刺激要引起组织细胞发生兴奋，必须在以下三个参数达到某一临界值：刺激的强度、刺激的持续时间以及刺激强度对于时间的变化率。不仅如此，这三个参数对于引起某一组织和细胞的兴奋并不是一个固定值，它们存在着相互影响的关系。在实验室中，常用各种形式的电刺激作为人工刺激，用来观察和分析神经或各种肌肉组织的兴奋性，度量兴奋性在不同情况下的改变。这是因为电刺激可以方便地由各种电仪器（如电脉冲和方波发生器等）获得，它们的强度、作用时间和强度-时间变化率可以容易地控制和改变；并且在一般情况下，能够引起组织兴奋的电刺激并不造成组织损伤，因而可以重复使用。

为了说明刺激的各参数之间的相互关系，可以先将其中一个参数固定于某一数值，然后观察其余两个的相互影响。在神经和肌组织进行的实验表明，在强度-时间变化率保持不变的情况下，在一定的范围内，引起组织兴奋所需的最小刺激强度，与这一刺激所持续的时间呈反变的关系；这就是说，当刺激的强度较大时，它只需持续较短的时间就足以引起组织的兴奋，而当刺激的强度较弱时，这个刺激就必须持续较长的时间才能引起组织的兴奋。但这个关系只是当所用强度或时间在一定限度内改变时是如此。如果将所用的刺激强度减小到某一数值时，则这个刺激不论持续多么长也不会引起组织兴奋；与此相对应，如果刺激持续时间逐渐缩短时，最后也会达到一个临界值（即时值），即在刺激持续时间小于这个值的情况下，无论使用多么大的强度，也不能引起组织的兴奋。

上述情况给比较不同组织的兴奋性高低或测量同一组织在不同生理或病理情况下的兴奋性改变时造成了许多困难。如果不仔细思考，可以认为那些用较小的刺激强度就能兴奋的组织具有较高的兴奋性。据上述，这个强度小的程度，还要决定这个刺激的持续时间和它的强度-时间变化率。因此，简单地用刺激强度这一个参数表示不同组织兴奋性的高低或同一组织兴奋性的波动，就必须使所用刺激的持续时间和强度-时间变化率固定于某一（应是中等程度的）数值；这样，才能把引起组织兴奋、即产生动作电位所需的最小刺激强度，作为衡量组织兴奋性高低的指标；这个刺激强度称为阈强度或阈刺激，简称阈值（threshold）。强度小于阈值的刺激，称为阈下刺激；强度超过阈值的刺激，则称为阈上刺激；阈下刺激不能引起兴奋或动作电位，但并非对组织细胞不产生任何影响。

（三）组织兴奋及其恢复过程中兴奋性的变化

实验结果表明，神经受到刺激后兴奋性的变化分为四个时期。

绝对不应期（absolute refractory period）：第一次刺激后立即检查神经的兴奋性，发现检

验电刺激的强度虽已很大却不引起第二次兴奋。这段时间很短，在蛙的运动神经一般不超过1ms。这个时期阈强度趋于无限大，神经的兴奋性趋于零，因此叫做绝对不应期。

相对不应期（relative refractory period）：在第一次电刺激后经过绝对不应期，进入神经兴奋性较低的时期。这个时期检验电刺激的强度要比正常的阈强度大才能引起神经的第二次兴奋，因此叫做相对不应期。

超常期（super normal period）：经过绝对不应期、相对不应期，神经的兴奋性恢复并继续上升超过正常水平。此时用低于正常阈强度的检验电刺激刺激神经就可引起第二次兴奋。这个时期叫做超常期。

低常期（subnormal period）：继超常期之后，神经的兴奋性又下降到低于正常水平，此时称为低常期。这一时期持续时间较长，最后兴奋性才恢复正常水平。

神经在受刺激后兴奋性呈波动状的变化，全过程历时不到1s。其他可兴奋的组织在受到一次阈上刺激后，兴奋性也有类似的变化，只是时间长短不同。所以这种兴奋性在刺激后呈波动状的变化是带有普遍性的。如图1-1。

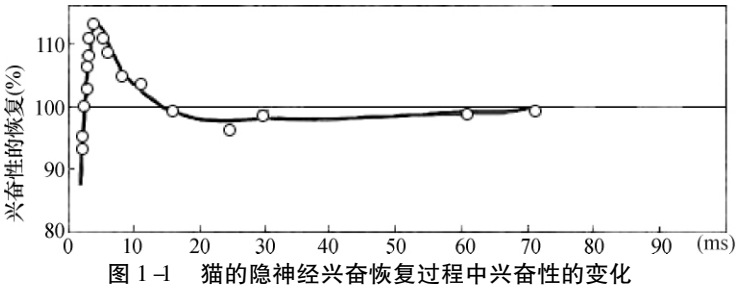

图1-1　猫的隐神经兴奋恢复过程中兴奋性的变化

（四）适应性

是指生物体与环境表现相适合的现象。适应性是通过长期的自然选择，需要很长时间形成的。如入幽兰之室久之不闻其香。

三、生殖

指生物体生长、发育成熟后，在死亡之前，能够通过各种方式，产生与自己相似的新个体，以延续种系的生命过程，是生物体区别于非生物体的基本特征。人类及高等动物已经分化为雄性与雌性两种个体，各自发育雄性生殖细胞和雌性生殖细胞，由这两种生殖细胞结合以后才能产生子代个体（详见第十二章）。

第三节　人体的功能与内环境

成人液体约占身体重量的60%。体内的液体称为体液（body fluid），按其分布可分为两部分：约2/3的体液（约占体重的40%）分布在细胞内，称为细胞内液（intracellular fluid）；其余1/3的体液（约占体重的20%）分布在细胞外，称为细胞外液（extracellular fluid）。细胞外液的1/4（约占体重的5%）分布在心血管系统的管腔内，也就是血浆；其余3/4（约占体重的15%）分布在全身的组织间隙中，称为组织液（interstitial fluid）。人体的绝大多数细胞并不直接与外界环境接触，而是浸浴在细胞外液之中，因此细胞外液是细胞直接生活的环境。法国生理学家Claude Bernard首先提出了内环境（internal environment）的概

念，即细胞外液是细胞在体内直接所处的环境。以区别于整个人体所处的外环境。

细胞外液和细胞内液的成分有很大的差别（见第三章）。细胞膜的结构以及细胞膜上的特殊的蛋白质分子的功能对于维持细胞外液和细胞内液成分的差别起着重要的作用（见第二章）。细胞外液中含有较多的钠、氯、碳酸根离子以及细胞所需的养分，如氧、葡萄糖、氨基酸、脂肪酸等，还含有 CO_2 及其他细胞代谢产物。细胞通过细胞膜与细胞外液之间发生物质交换：从细胞外液摄取氧和其他营养物质，同时将 CO_2 和其他代谢产物排入细胞外液。细胞外液在体内不断地流动。血浆与血细胞一起构成血液，在心血管系统内不停地循环；组织液则通过毛细血管壁以扩散等方式与血浆发生物质交换（见第四章）。

内环境的各种成分及其物理、化学性质是保持相对稳定的，称为内环境的稳态（homeostasis）。所谓保持相对稳定或稳态，是指在正常生理情况下内环境的各种理化性质只在很小的范围内发生变动。例如，血浆 pH 值维持在 7.4 左右，等等。临床上给病人做各种实验室检查，也就是检测有关的生理指标是否在正常变动范围之内，或者偏离正常范围有多远。在高等动物中，内环境的稳态是细胞维持正常生理功能的必要条件，也是人体维持正常生命活动的必要条件。

内环境的稳态，并不是说内环境的理化性质是静止不变的。相反，由于细胞不断进行代谢活动，就要不断地与细胞外液发生物质交换，因此也就会不断地扰乱或破坏内环境的稳态；另外，外界环境因素的改变也可影响内环境的稳态。体内各个器官、组织的功能往往都是从某个方面参与维持内环境的稳态的。例如，肺的呼吸活动可从外界环境摄取细胞代谢所需的 O_2，排出代谢产生的 CO_2，维持细胞外液中 O_2 和 CO_2 分压的稳态；胃肠道的消化、吸收可补充细胞代谢所消耗的各种营养物质；肾脏的排泄功能可将多种代谢产物排出体外；血液循环则能保证体内各种营养物质和代谢产物的运输。身体各个器官系统正常功能活动的综合，使内环境的各种理化性质维持相对稳定。

总之，内环境稳态的维持是各种细胞、器官的正常生理活动的结果；而反过来，内环境的稳态又是体内细胞、器官维持正常生理活动和功能的必要条件。细胞外液的各种成分在正常生理状态下都保持在一定的水平，其变动范围很小。内环境的各种理化性质的变动如果超出一定的范围，就可能引起疾病；反过来，在疾病情况下，细胞、器官的活动发生异常，内环境的稳态就会受到破坏，细胞外液的某些成分就会发生变化，超出正常的变动范围。现在，关于稳态的概念已经被用于泛指体内各个水平上的生理活动在神经、体液等因素调节下保持相对稳定和相互协调的状况。

在各种病理情况下，内环境的理化性质偏离正常，而人体一些细胞和器官的活动可发生代偿性的改变，使改变了的内环境理化性质重新恢复正常。如果器官、细胞的活动改变不能使内环境的理化性质恢复正常，甚至更加偏离正常水平，则细胞和整个人体的功能就会发生严重障碍，甚至死亡。有关在各种病理情况下人体的细胞、器官功能所发生的变化的知识，就形成为了病理生理的内容。

第四节　人体生理功能的调节和控制系统

一、人体功能调节

在人体处于不同的生理情况时，或当外界环境发生改变时，体内一些器官、组织的功能活动会发生相应的改变，最后使人体能适应各种不同的生理情况和外界环境的变化，也可使被扰乱的内环境重新得到恢复。这种过程称为生理功能的调节（regulation）。人体对各种功能活动进行调节的方式主要有神经调节、体液调节和自身调节3种。

（一）神经调节（nervous regulation）

人体的许多生理功能是由神经系统的活动来进行调节的。神经系统活动的基本过程是反射（reflex），反射活动的结构基础称为反射弧（reflex arc）。反射弧由五个基本成分组成，即感受器、传入神经纤维、神经中枢、传出神经纤维和效应器。人体有各种各样的感受器，它们能够感受体内或外界环境的某种特定的变化，并将这种变化转变成一定的神经信号，通过传入神经纤维传至相应的神经中枢，中枢对传入信号进行分析，并作出反应，通过传出神经纤维改变相应的效应器官的活动。这样一个过程就称为反射。

（二）体液调节（humoral regulation）

体内的一些细胞能生成并分泌某些特殊的化学物质，后者经由体液运输，到达全身的组织细胞或某些特殊的组织细胞，通过作用于细胞上相应的受体（receptor），对这些细胞的活动进行调节。体内有多种内分泌腺细胞，能分泌各种激素（hormone）。激素是一些能在细胞与细胞之间传递信息的化学物质，由血液或组织液携带，作用于具有相应受体的细胞，调节这些细胞的活动。接受某种激素调节的细胞，称为该种激素的靶细胞（target cell）。有一些激素可以在组织液中扩散至邻近的细胞，调节邻近细胞的活动。这种调节是局部性的体液调节，也称为旁分泌（paracrine）调节。另外，下丘脑内有一些神经细胞，如视上核和室旁核的大细胞，能合成血管升压素和催产素，合成的激素由神经轴突运送至垂体后叶，再从神经末梢释放入血液，并作用于它们的靶细胞。这种激素分泌方式也称为神经分泌（neurosecretion）。除激素外，体内有些物质，包括某些代谢产物（例如CO_2），对部分细胞、器官的功能也可起到调节作用。

（三）自身调节（autoregulation）

许多组织、细胞自身也能对周围环境变化发生适应性的反应，这种反应是组织、细胞本身的生理特性，并不依赖于外来的神经或体液因素的作用，所以称为自身调节。例如，当小动脉的灌注压力升高时，对血管壁的牵张刺激增强，小动脉的血管平滑肌就发生收缩，使小动脉的口径缩小，因此当小动脉的灌注压力升高时，其血流量不致增大。这种自身调节对于维持局部组织血流量的稳态起一定的作用。肾脏小动脉有明显的自身调节能力，因此当动脉血压在一定范围内变动时，肾血流量能保持相对稳定。

二、人体功能调节的控制系统

人体内存在数以千计的各种控制系统（control system），甚至在一个细胞内也存在着许多极其精细复杂的控制系统，对细胞的各种功能进行调节。任何控制系统都由控制部分和受控部分组成。控制系统可分为非自动控制系统、反馈控制系统和前馈控制系统三大类。

（一）非自动控制系统

非自动控制系统是一种“开环”系统。在这样的系统内，控制部分对受控部分发出指令，受控部分即按指令发生活动或停止活动。这种控制方式是单向的，也就是仅由控制部分发出指令到达受控部分，而受控部分的活动不会反过来影响控制部分的活动。这种控制方式对受控部分的活动实际上不能起调节作用。在人体正常生理功能的调节中，这种方式的控制是极少见的。

（二）反馈控制系统

反馈控制系统（feedback control system）是一种“闭环”系统，即控制部分发出信号，指示受控部分活动，而受控部分的活动可被一定的感受装置感受，感受装置再将受控部分的活动情况作为反馈信号送回到控制部分，控制部分可以根据反馈信号来改变自己的活动，调整对受控部分的指令，因而能对受控部分的活动进行调节。可见，在这样的控制系统中，控制部分和受控部分之间形成一个闭环联系。

在反馈控制系统中，反馈信号对控制部分的活动可发生不同的影响，从而实现对受控部分活动的调节。如果经过反馈调节，受控部分的活动向和它原先活动相反的方向发生改变，这种方式的调节称为负反馈（negative feedback）调节；相反，如果反馈调节使受控部分继续加强向原来方向的活动，则称为正反馈（positive feedback）调节。在正常人体内，绝大多数控制系统都是负反馈方式的调节，只有少数是正反馈调节。

1. 负反馈控制系统　当系统的活动存在负反馈控制机制的情况下，如果受控部分的活动增强，可通过相应的感受装置将这个信息反馈给控制部分；控制部分经分析后，发出指令使受控部分的活动减弱，向原先的平衡状态的方向转变，甚至完全恢复到原先的平衡状态。反之，如果受控部分的活动过低，则可以通过负反馈机制使其活动增强，结果也是向原先平衡状态的方向恢复。所以，负反馈控制系统的作用是使系统的活动保持稳定。人体的内环境和各种生理活动之所以能够维持稳态，就是因为体内许多负反馈控制系统的存在和发挥作用。

体内许多负反馈调节机制中都设置了一个“调定点”（set point），负反馈机制对受控部分活动的调节就以这个调定点为参照水平，即规定受控部分的活动只能在靠近调定点的一个狭小范围内变动。假如正常情况下动脉血压的调定点设置在 100mmHg，则当各种原因使血压偏离这个水平时，上述负反馈机制就会使血压重新回到接近 100mmHg 的水平。在不同的情况下，调定点可以发生变动，在原发性高血压病人中，血压的调定点设置较高，因此动脉血压就高于正常。

2. 正反馈控制系统　在正反馈的情况下，受控部分的活动如果增强，通过感受装置将此信息反馈至控制部分，控制部分再发出指令，使受控部分的活动更加加强，如此循环往复，使整个系统处于再生状态。可见，正反馈控制的特性不是维持系统的稳态或平衡，而是破坏原先的平衡状态。在正常生理情况下，体内的正反馈控制系统仅有很少几个，如在正常分娩过程中，子宫收缩导致胎儿头部下降并牵张子宫颈，子宫颈部受牵张时可进一步加强子宫收缩，再使胎儿头部进一步牵张子宫颈，子宫颈牵张再加强子宫收缩，如此反复，直至整个胎儿娩出。

（三）前馈控制系统

前馈控制系统（feed-forward control system）是控制部分发出指令使受控部分进行某一活动，同时又通过另一快捷途径向受控部分发出前馈信号，受控部分在接受控制部分的指令进