



G

工程生理学

ONGCHENG SHENGLIXUE

◎ 主 编 梁 睿
◎ 副主编 杨 羽

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

工程生理学

主 编 梁 睿
副主编 杨 羽
参 编 郑雨欢
宋英林
侯 玥

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

《工程生理学》分为12个章节,整部教材以讲授细胞间的相互联系和信息传递,细胞的生物电,生理功能的自动控制原理,眼的光学特性,生理活动的发生过程、产生条件及机体环境变化对它的影响为核心内容,系统介绍了细胞的基本功能、血液、血液循环、呼吸、消化和吸收、能量代谢与体温、尿的生成和排出、感觉器官的功能、神经系统的功能、内分泌、生殖。在编写的过程中,增加了光、电等方面的内容。本书满足了大学生的实际需要,为其今后从事生物医学、环境监测、食品、医药及军事医学等领域的工作奠定了基础。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

工程生理学/梁睿主编. —北京:北京理工大学出版社, 2016. 8
ISBN 978-7-5682-3058-2

I. ①工… II. ①梁… III. ①人体生理学-高等学校-教材
IV. ①R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 209802 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 16.25

字 数 / 376 千字

版 次 / 2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 68.00 元

责任编辑 / 钟 博

文案编辑 / 钟 博

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

随着教育事业的发展,边缘交叉学科也有了拓展。部分教材已不能满足不同层次的教学需要,传统的生理学教材已不能满足生物工程、生物医学工程、生物制药、医疗仪器、检验、影像等专业的需求,需要有适用于边缘交叉学科特色的工程生理学教材。根据教育部关于“教材建设精品化,教材要适应多样化教学需要”的倡议,应建立面向现代化、面向世界、面向未来的立体化、系列化精品教材,于是我们在生理学的基础上着手编写适用于生物工程、生物医学工程、生物制药、医疗仪器、检验、影像等专业的工程生理学教材。

在编写的过程中,力求贯彻和落实专业培养目标,加强对学生的创新意识、创新能力和批判性思维方式的培养;注重生理学的基本知识、基础理论和基本技能的结合,适当反映有关科学的新进展,加强生理学与其他课,特别是专业课的联系,应用工程学的原理和技术,解决生命科学的问题,增加光、电等方面的内容,如细胞膜的被动电学特性、宏膜电流与单通道电流的关系,心电、肌电、脑电,眼的光学特性等。本书注重各学科相关内容的有机衔接,循序渐进,既防止各学科之间脱节,又避免了重复,保证教材的系统性和完整性,力求深入浅出,重点突出,有所创新。本书真正体现了思想性、前沿性、科学性和实用性,利于学生自学。本书具有独特之处,适合上述专业的学生使用。本书为学生今后从事与医学有关的学科打下了坚实基础。

由于编者水平有限,本书可能存在疏漏和错误之处,恳切希望读者和同志们指正。

编 者

2016年3月

目 录

CONTENTS

第一章 绪论	001
第一节 工程生理学的任务和研究的水平	001
一、工程生理学的研究对象和任务	001
二、工程生理学与生物工程和生物医学工程及相关学科的关系	001
三、工程生理学研究的不同水平	002
第二节 生命的基本特征	003
一、新陈代谢	003
二、兴奋性	003
三、适应性	005
第三节 机体的内环境和稳态	005
一、机体的内环境	005
二、内环境的稳态	006
第四节 人体生理功能的调节	006
一、机体功能的调节方式	006
二、机体生理功能的控制	008
第二章 细胞的基本功能	010
第一节 细胞膜的基本结构和物质转运功能	010
一、细胞膜的化学组成和分子结构	010
二、细胞膜的物质转运功能	011
第二节 细胞的信号转导功能	015
一、G 蛋白耦联受体介导的信号转导	015
二、酶耦联受体介导的信号转导	017
三、离子通道受体介导的信号转导	017

第三节 细胞的生物电现象	017
一、静息电位及其产生的机制	018
二、动作电位及其产生机制	020
三、动作电位的引起和传导	021
第四节 骨骼肌的收缩功能	022
一、骨骼肌的收缩及其机制	022
二、肌肉的收缩形式	025
第三章 血液	027
第一节 血液的生理概述	027
一、血液的组成	027
二、血量和血液的一般理化特性	028
三、血液的功能	028
第二节 血浆	029
一、血浆的成分及其作用	029
二、血浆渗透压	031
三、血浆酸碱度	032
第三节 血细胞	032
一、红细胞生理	032
二、白细胞生理	035
三、血小板生理	037
第四节 血液凝固和纤维蛋白溶解	040
一、血液凝固	040
二、纤溶系统-纤维蛋白溶解	043
第五节 血型	045
一、血型与红细胞凝集	045
二、红细胞血型	045
第四章 血液循环	047
第一节 心脏的泵血功能	047
一、心动周期	047
二、心脏的泵血过程和机制	048
三、心输出量与心脏做功	050
四、心功能评价	053
第二节 心脏的电生理学及生理特性	055
一、心肌细胞的跨膜电位及形成机制	056
二、心肌的生理特性	059

三、体表心电图	063
第三节 血管生理	066
一、各类血管的功能特点	066
二、血流动力学	067
三、动脉血压和脉搏	068
四、静脉血压和静脉血流	072
五、微循环	074
六、组织液的生成	075
七、淋巴液的生成和回流	077
第四节 心血管活动的调节	078
一、神经调节	078
二、体液调节	081
第五节 心、肺、脑的血液循环	083
一、冠脉循环	083
二、肺循环	084
三、脑循环	085
第五章 呼吸	086
第一节 肺通气	086
一、肺通气的原理	087
二、肺通气功能的评价	092
第二节 气体的交换	097
一、气体交换的基本原理	097
二、肺换气和组织换气	099
第三节 气体在血液中的运输	101
一、氧的运输	101
二、二氧化碳的运输	103
第四节 呼吸运动的调节	105
一、呼吸中枢	105
二、呼吸节律的形成	106
三、呼吸的反射性调节	107
第六章 消化与吸收	110
第一节 消化生理概述	110
一、消化道平滑肌的生理特性	110
二、消化方式和消化腺的分泌功能	112
三、消化道的神经支配及其作用	112

四、消化系统的内分泌功能	113
第二节 口腔内消化和吞咽	115
一、唾液的分泌及其作用	115
二、咀嚼和吞咽	116
第三节 胃内的消化	117
一、胃液的分泌	117
二、胃的运动	120
第四节 小肠内消化	121
一、胰液的分泌及其作用	121
二、胆汁的分泌和排出	123
三、小肠液的分泌	125
四、小肠的运动	126
第五节 肝脏的消化功能和其他生理作用	127
一、肝脏的血液供应及代谢特点	128
二、肝脏的主要生理功能	128
三、肝脏功能的储备和肝细胞的再生	129
第六节 大肠内的消化	130
一、大肠液的分泌	130
二、大肠内细菌的作用	130
三、大肠的运动和排便	131
第七节 吸收	132
一、吸收过程概述	132
二、各种主要营养物质的吸收	133
三、大肠的吸收	135
第七章 能量代谢和体温	136
第一节 能量代谢	136
一、机体能量的来源、转移、储存和利用	136
二、能量代谢测定的基本原理和方法	138
三、影响能量代谢的几个因素	140
四、基础代谢	142
第二节 体温及其调节	143
一、人体的正常体温及其生理变动	143
二、机体的产热反应和散热反应	144
三、体温调节	147

第八章 尿的生成和排泄	150
第一节 肾脏的功能解剖和肾血液循环的特点	150
一、肾脏的功能解剖	150
二、肾血流量的特点及调节	153
第二节 尿的生成过程	154
一、肾小球的滤过功能	154
二、肾小管与集合管的重吸收功能	156
三、肾小管与集合管的分泌和排泄功能	158
第三节 影响尿生成的因素	160
一、影响原尿生成的因素	160
二、影响终尿形成的因素	161
第四节 尿液的浓缩和稀释	162
一、尿液的浓缩和稀释机制	162
二、肾髓质渗透浓度梯度的形成和保持	163
三、影响尿液浓缩和稀释的因素	164
第五节 肾脏泌尿功能的调节	165
一、肾小球功能的调节	165
二、肾小管功能的调节	166
第六节 血浆清除率	169
一、血浆清除率的概念及测定	169
二、测定血浆清除率的意义	169
第七节 尿的排放	170
一、膀胱和尿道的神经支配	170
二、排尿反射	171
第九章 神经系统的功能	172
第一节 神经系统功能活动的基本原理	172
一、神经元的结构和功能	172
二、神经纤维	173
三、神经胶质细胞	176
第二节 神经元间相互作用的方式	176
一、突触传递	176
二、神经递质和受体	182
三、神经元的联系方式及意义	188
第三节 神经系统的感觉分析功能	189
一、脊髓和脑干的感觉传导功能	189

二、丘脑及其感觉投射系统	191
三、大脑皮层的感觉代表区	193
四、痛觉	194
第四节 神经系统对躯体运动的调控	196
一、脊髓对躯体运动的调控作用	196
二、脑干网状结构对肌紧张的调控	198
三、小脑对躯体运动的调控	199
四、大脑皮层对躯体运动的调控	200
五、基底神经节对躯体运动的调控	200
第五节 神经系统对内脏功能的调节	201
一、自主神经系统的结构和功能特征	201
二、内脏功能的中枢调节	203
第六节 脑电活动以及觉醒与睡眠	204
一、大脑皮层的电活动	204
二、觉醒与睡眠	205
三、学习和记忆	207
四、大脑皮层的语言中枢	209
第十章 感觉器官	211
第一节 感受器	211
一、感受器的分类和生理意义	211
二、感受器的一般生理特征	211
第二节 视觉器官	212
一、眼折光系统的功能	213
二、视网膜的感光功能	214
三、视网膜的信息处理	218
四、与视觉有关的几种生理现象	218
第三节 听觉器官	219
一、外耳与中耳的功能	220
二、内耳（耳蜗）的功能	221
三、听神经动作电位	223
四、内耳前庭的位置和功能	224
第十一章 内分泌	225
第一节 概述	225
一、内分泌系统	225
二、激素的化学分类	225

三、激素作用的一般特征	225
四、激素作用机制	226
五、激素分泌的调节	228
第二节 垂体	229
一、腺垂体	229
二、神经垂体	231
三、神经垂体激素分泌的调节	231
第三节 甲状腺	231
一、甲状腺激素的生物学作用	232
二、甲状腺功能的调节	233
第四节 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞	234
一、甲状旁腺	234
二、甲状腺 C 细胞	234
三、1, 25-二羟维生素 D ₃	235
第五节 肾上腺	236
一、肾上腺皮质	236
二、肾上腺髓质	237
第六节 胰岛	238
一、胰岛素	239
二、胰高血糖素	240
第十二章 生殖	241
第一节 男性生殖器官生理	241
一、睾丸的功能	241
二、睾丸活动的调节	241
第二节 女性生殖器官生理	242
一、卵巢的功能	242
二、卵巢活动的调节	243
第三节 妊娠与分娩	244
一、妊娠	244
二、分娩	246

第一章 绪 论

第一节 工程生理学的任务和研究的水平

一、工程生理学的研究对象和任务

生理学是生物科学的一个分支,是以生物体的生命活动现象和功能为研究对象的一门科学。可根据研究的对象将生理学分为动物生理学、植物生理学、工程生理学。工程生理学是专门研究人体正常生命活动规律的科学。

1. 工程生理学的研究对象是机体的生命活动。机体是一切有生命个体的统称。生命活动是指机体在生命的过程中所表现出来的一切功能活动,如呼吸、消化、循环、排泄、生殖、思维、运动等。各种功能活动都遵循一定的规律,包括物理的、化学的和生物的活动的规律,又受体内外环境的影响而发生一定的改变。

2. 工程生理学的研究任务是阐明机体及其各组成部分所表现出的各种正常的功能活动规律及其产生机制、机体内外环境变化对其的影响,以及机体为适应环境变化和维持整体生命活动所作出的响应调节。

二、工程生理学与生物工程和生物医学工程及相关学科的关系

工程生理学是一门基础医学科学。人们必须了解正常人体的各个组成部分和功能,才能理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以及功能变化与形态变化之间的关系、一个器官发生病变时如何影响其他器官等。工程生理学也与生物工程和生物医学工程有着极其密切的关系,它是生物工程和生物医学工程的重要基础理论之一。

工程生理学与数学、化学、物理、计算机、光学、机械学、声学、磁学、电学、电子技术等多学科互相交叉、互相依存、互相联系、互相渗透。这表现在:

1. 对生物医学工程产品开发来说,工程科学和医学结合是关键。生物医学工程的发展和工程生理学是紧密联系在一起的。长期以来,医学中关于疾病的理论研究都是以工程生理学为基础的,而临床实践又进一步丰富和发展了工程生理学理论。

2. 微机电技术应用于生物医学工程的各个方面是 21 世纪生物医学工程发展的必然趋势,将导致生物医学工程技术和生物医学工程产品的显著变化。

3. 个体化医疗——医学临床工程化。

(1) 以多维医学影像等为基础,系统建模、定量分析、数值模拟与临床医学相结合,实现个体化医疗方案优化设计。

(2) 数字化多工位(如全病区)医学信息(个体化)动态监测,调控系统,可于 PACS 和 HIS 系统形成数字化医院网络,且可用于传染病隔离病房(遥测、遥操作)。

(3) 医疗装备的设计,从以设备为中心向以人(患者)为中心转移,这意味着可移动化(实验室→床旁)、小型化等。

总之,工程生理学为学习与医学有关的其他学科奠定了坚实的基础。它在生物医学、环境检测、食品、医药及军事医学等领域有重要的应用价值。作为理论依据,它可以指导临床实践。临床医学的发展,又扩大了工程生理学的研究领域,丰富了工程生理学的研究内容。

三、工程生理学研究的不同水平

人体的结构和功能是极其复杂的。由于人体功能取决于各器官系统的功能,各器官系统的功能取决于组成这些器官系统的细胞的功能,细胞的功能又取决于亚细胞器和生物分子的相互作用,所以,要全面探索工程生理学,在研究生命现象的机制时,需要从各个不同水平提出问题进行研究。根据研究的层次,工程生理学研究应在整体水平、器官和系统水平和分子水平上进行,并对各个水平的研究结果加以整合。

(一) 细胞和分子水平的研究

其是以细胞及其所含的物质分子为研究对象,是生命现象基本的物理化学研究。生理活动的物质基础是生物机体,构成机体的最基本的结构和功能单位是各种细胞,每一器官的功能都与组成该器官的细胞的生理特性分不开,特别是由细胞中各种生物大分子的物理学和化学特性决定的。例如研究肌细胞的细胞膜、肌浆网和肌原纤维等亚微细结构的功能,以及细胞中蛋白质、无机盐等物质分子和离子运动的理化过程,尤其是生物大分子的物理化学特性。例如心脏之所以能搏动,是由于肌细胞中含有特殊的蛋白质,这些蛋白质分子具有一定的结合排列方式,在离子浓度的变化和酶的作用下排列方式发生变化,从而发生收缩或舒张的活动。因此,对心脏功能的研究需要在肌细胞和生物大分子的水平上进行。这类研究的对象是细胞和它所含的物质分子,这类研究可称为细胞和分子水平的研究。这方面的知识称为普通生理学或细胞生理学。

(二) 器官与系统水平

其是以器官系统为研究对象。了解一个器官或系统的功能、它在机体中所起的作用、它的功能活动的内在机制,以及各种因素对它的活动的影响,都需要从器官和系统的水平上进行观察和研究,着重阐明器官和系统的功能及其影响因素。例如,血液循环系统生理功能的研究,需要阐明心脏各部分如何协同活动、心脏如何射血、血管内血液流动的规律、血压的形成、心血管活动如何调节等。这类研究要对完整的心脏、血管和循环系统进行观察和研究。其是以器官和系统作为研究对象的,称为器官和系统水平的研究。这方面的知识称为器官和系统生理学。

(三) 整体水平

其是以完整机体为研究对象,研究完整机体各个系统之间的相互关系以及完整人体与环境之间的相互作用的研究。其观察和分析在环境因素改变和不同生理情况下各器官系统之间的相互联系、相互协调,以及完整机体所作出的各种反应的规律。例如,研究运动时,需研究人体整体发生的变化,以及各种生理功能的协调及其规律等。由于人体生理学的研究对象是人

体,人体的生理活动并不等于心、肺、肾等器官生理功能的简单总和,而是在各种生理功能之间体现着彼此相互联系、相互制约的完整而协调的过程。机体内的这种联系制约、变化发展的规律也是需要加以研究的。

生理学三个水平的研究,是互相联系、相辅相成的。对细胞、器官及系统的研究,都是为了能更深刻地掌握完整人体生命活动的规律,从而为生产实践和医学实践服务。只有宏观与微观相结合,综合与分析相结合,才能全面地、正确地认识生命活动的规律。

机体是一个完整、统一的整体,它的各种功能活动都是整体活动的一部分,并与环境保持密切联系。人类的各种生命活动还受到语言、文字、社会和心理因素的影响,所以,要用对立统一的观点去看待生命活动,从生物的、生理的、社会的水平来观察和理解人体的生命活动。

工程生理学又是一门实验科学,许多生理学的知识都是通过动物实验得出来的,所以,要理论联系实际,在实验中加深对理论的认识,只有这样才能提高发现问题、分析问题和解决问题的能力。

第二节 生命的基本特征

生命是生物体存在的一种状态。生命现象多种多样,它们的基本特征是什么呢?科学家通过对各种生物体,特别是对细菌、原生动物等简单生物体的研究发现,生命现象至少有三种基本活动,即新陈代谢、兴奋性和适应性。

一、新陈代谢

新陈代谢是指生物体或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的过程,包括合成代谢和分解代谢。

1. 合成代谢。机体不断地从外界摄取各种营养物质,经过改造和转化合成自身的结构,并储存能量的过程,称为合成代谢。例如,肝细胞将摄入的葡萄糖合成肝糖原并储存于细胞内,以供生命活动的需要。

2. 分解代谢。机体不断地分解自身成分,释放能量供生命活动的需要,同时不断地将细胞的代谢产物排出体外的过程,称为分解代谢。例如,当剧烈运动时,为补充能量的需要,肝糖原分解,释放能量,供生命活动的需要,同时产生二氧化碳和水排出体外。

在新陈代谢的过程中,物质的合成和分解统称为物质代谢,在物质代谢的过程中所伴随的能量的释放、转化、贮存和利用的过程,称为能量代谢。物质代谢和能量代谢是不可分割地联系在一起。合成代谢为分解代谢提供了物质基础;分解代谢释放的能量又为合成代谢提供了必要的条件。机体在新陈代谢的基础上表现出生命活动。新陈代谢一旦停止,生命也就停止了。

二、兴奋性

机体生活在一定的环境之中,这是进行新陈代谢的必要条件,当它所处的环境发生变化时,机体又能主动地作出相应的反应以适应环境的变化。

(一) 兴奋性和可兴奋组织

作用于机体或组织的环境条件的变化,称为刺激。机体或组织对刺激所发生反应的能力

或特性称为兴奋性。机体或组织受到刺激后所发生的一切变化称为反应。例如：肌肉组织受到电流的刺激后，肌细胞发生一系列的理化变化，最后产生肌肉收缩。肌肉收缩是电流刺激肌肉后，肌肉所发生的反应。又如：寒冷对机体产生刺激后，机体要发生两方面的反应，一是皮肤血管收缩，使皮肤的血流量减少，散热量减少。二是代谢增强，产热量增加，以维持体温的恒定。这是机体对寒冷的反应。

在机体的各种组织中，神经、肌肉、腺体的兴奋性最高，它们反应迅速，易于观察。这些组织称为可兴奋组织。它们对兴奋的反应形式是不同的。神经兴奋时，表现为动作电位的产生、神经冲动的传导；肌肉兴奋时，表现为肌肉的收缩；腺体兴奋时，表现为腺体的分泌。由此可见，它们兴奋时的表现形式也就是它们特殊功能的表现。

（二）刺激与反应

刺激的种类很多，包括物理刺激（气温、气压、光、电、声、放射线）、化学刺激（酸、碱、离子）、生物刺激（细菌、病毒）等。它们对机体都可形成刺激，但是，不能都使机体或组织发生反应。刺激要能使组织细胞发生兴奋，就必须达到一定的刺激量。刺激量通常包括以下三个参数：

1. 刺激强度。刺激必须达到一定的强度，才能引起组织发生反应。能够引起组织发生反应的最小刺激强度称为阈强度或阈刺激。组织的兴奋性与阈强度之间呈反变关系，即阈强度越小组织的兴奋性越高；阈强度越高组织的兴奋性越小。所以，阈刺激或阈强度是衡量组织兴奋性最常用的指标。阈强度的刺激称为阈刺激，小于阈强度的刺激称为阈下刺激，大于阈强度的刺激称为阈上刺激。

2. 刺激时间。刺激必须达到一定的时间，才能引起组织发生反应，如果时间不够，即使强度足够，也不能引起组织发生反应。在一定范围内，如果刺激持续的时间较短，则使细胞发生兴奋所需的刺激强度就大；反之，刺激持续的时间较长，使细胞发生兴奋所需的刺激强度就小。

3. 强度变率。刺激是有一定变化的，它可以由强变弱，也可由弱变强。通常将单位时间（秒）内强度增减的量，即强度变化的速度称为强度变率。例如，从中午到黄昏，光照逐渐减弱，人的视觉器官无明显反应。但是人从光亮处突然到黑暗处，突然刺激了人的视觉器官，使人感到眼前一片漆黑。由此可见，强度变率越大对机体或组织的刺激性越大，强度变率越小对机体或组织的刺激性越小。

刺激引起组织发生反应的三个条件是互相影响的，其中一个数值发生变化，另外两个数值也随之发生变化。机体或组织对刺激的反应是三个条件综合作用的结果。刺激引起组织发生反应的表现形式根据组织的不同而不同，但归纳起来有两种具有共性的基本反应形式，即兴奋和抑制。

（三）兴奋和抑制

组织在安静时，其表面无明显功能活动表现，但其内部理化过程在不断进行，此时组织处于一种相对的静止状态。这种状态称为生理静息状态。在生理静息状态下，组织受到刺激时，反应的形式有两种，即兴奋和抑制。

1. 兴奋是指组织受到刺激后，由生理静息状态变成活动状态或由弱活动变为强活动。如处于静息状态的肌肉受到刺激后发生肌肉收缩；又如肾上腺素作用于心脏，使心脏的收缩力增加，心率加快。这些都是兴奋的表现。

2. 抑制是指组织受到刺激后,由活动状态变成生理静息状态,由强活动变为弱活动。如吸入过多的 CO,可使呼吸暂停;又如乙酰胆碱作用于心脏,使心脏的收缩力减弱,心率减慢。这些都是抑制的表现。

组织接受刺激后究竟是发生兴奋还是抑制,主要取决于刺激的质和量以及当时组织的功能状态。对于同样的功能状态,刺激的强度不同,反应可以不同。例如:疼痛刺激可引起心跳加快,呼吸深而快,血压升高等。这是中枢兴奋的表现。但剧烈的疼痛,超过了机体的代偿能力,会引起心跳减慢,呼吸表浅,血压下降,甚至意识丧失等疼痛性休克的表现。这是中枢抑制的表现。刺激的质和量相同,但机体的功能状态不同,反应的形式也不同。例如,同样是食物的刺激,饥饿和饱食的人对食物所产生的反应不同:饥饿时表现为兴奋,有很强的食欲,饱餐时表现为抑制,没有食欲。

机体对环境作出适宜反应,是一切生物体普遍具有的功能,也是生物能够生存的必要条件,所以兴奋性也是生命的基本特征。

三、适应性

机体的外环境是自然界。自然界的许多因素,如气温、气压、温度、光照等变化,都可构成刺激而影响生命活动,但是,机体能随着外界环境的变化,不断地调整各部分的功能和相互关系,使机体与环境取得平衡统一,保证生命活动的正常进行。机体这种按照外部情况来调整内部关系的生理过程,称为适应。机体对环境变化产生反应而适应环境的能力称为适应性。例如,当外界环境温度下降,体温有下降趋势时,机体就会发生相应的适应性的活动,包括皮下血管收缩,使皮肤的循环血量减少,皮肤温度下降,散热量减少,同时机体代谢增强,产热量增加,以维持体温的恒定,来适应机体的生命活动。不但如此,人还能改造环境,使外界环境符合人体的需要。如果外界温度过低,人体只靠上述生理性适应就难以维持体温的恒定,于是人类建造了房屋,制作了衣服,而且还用多种方法取暖,以改造外界环境的温度来维持体温的恒定。

机体的适应能力随生物的进化而不断地加强和完善。其一方面要依赖环境、适应环境,另一方面又不断地影响环境、改造环境,使环境适应人体生命活动的需要。

第三节 机体的内环境和稳态

一切生命物质必须在一定的环境中才能生存。人体的生存也需要一定的环境,包括内环境和外环境。本节主要讲机体的内环境。

一、机体的内环境

(一) 体液及其组成

组成机体的最基本的形态和功能单位是细胞。大多数细胞是不与外界自然界接触的,而是生活在体液中。体液是体内液体的总称,正常成年人的体液约占体重的 60%,分为细胞内液和细胞外液。细胞内液是指存在于细胞内的体液,占体液总量的 $\frac{2}{3}$,是细胞进行各种理化过程的场所;细胞外液是指存在于细胞外的体液,占体液总量的 $\frac{1}{3}$,细胞外液中约 $\frac{3}{4}$ 分布于细胞间隙内,称为组织液,其余约 $\frac{1}{4}$ 则在血管中不断地循环流动,即血浆。细胞外液是细胞进行新陈代谢的中间场所(图 1-1)。

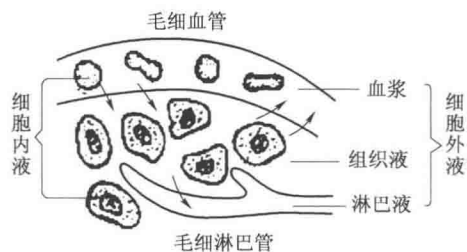


图 1-1 细胞内液与细胞外液

(二) 体液的相互沟通及内环境的概念

在细胞内、外液之间有细胞膜相隔；在血浆和组织液及淋巴液之间分别有毛细血管壁和淋巴管壁相隔。细胞膜、毛细血管壁和淋巴管壁均有通透性，所以，各部分液体既相互隔开又相互沟通。机体所摄入的营养物质必须通过细胞外液才能进入细胞内，细胞内的代谢产物首先运到细胞外液，然后才能运出体外。人体内绝大部分细胞并不与外界

接触，而是浴于机体内部的细胞外液中。由此可见，细胞外液是细胞直接生存的体内环境，也称为机体的内环境。

二、内环境的稳态

(一) 内环境稳态的概念

内环境稳态是指内环境的各项物理、化学因素都保持相对稳定。如各种离子、温度、酸碱度、渗透压等，在正常的情况下，波动范围很小。各种物质在不断地交换中保持着动态平衡，处于一种相对的稳定状态，这种相对的稳定状态称为稳态。

(二) 内环境稳态的维持

内环境的稳态，并不是说内环境的理化因素是静止不变的。细胞不断进行代谢，就不断与内环境发生物质交换，也就不断地扰乱或破坏内环境的稳态，外界环境因素的改变也会影响内环境的稳态，所以，机体的生命活动是在内环境稳态的不断破坏与恢复过程中进行的。例如肺的呼吸活动可补充细胞代谢消耗的 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。

(三) 内环境稳态的意义

内环境的稳态是细胞、器官维持正常生存和活动的必要条件。因为，在新陈代谢的过程当中，各种理化过程都是一系列的酶促反应，这就要求理化过程必须在一个狭小的范围内变动，细胞的兴奋性和生理特性也要求一定的理化特性，才能够维持其正常。细胞外液的各种成分超出一定的范围时，就可能引起疾病，甚至死亡。

第四节 人体生理功能的调节

机体能够保持其自身的稳态和对外界环境的适应，是因为机体有一整套的调节机构。它对各种生理功能进行调节。调节是指机体根据体内外的变化来调整和节制体内的活动，使机体内部以及机体与环境之间达到平衡统一的生理过程。机体对各种功能活动的调节方式主要有三种，即神经调节、体液调节和自身调节。

一、机体功能的调节方式

(一) 神经调节

1. 神经调节的概念。神经调节是指通过神经系统的活动对机体生理功能的调节。它是