

高等医学院校新世纪教材(科学版)

生理学

Physiology

刘先国 主 编



科学出版社

<http://www.sciencep.com>

高等医学院校新世纪教材(科学版)

生 理 学

刘先国 主 编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书针对新形势下生理学教材改革目标的要求,为适应新形势下学科教学任务而编写的。本书遵循教育部和卫生部关于教材建设的指导思想,尽量全面地介绍了生理学的基本内容。全书共分十二章,包括细胞的基本功能、血液、血液循环、呼吸生理、消化与吸收、能量代谢和体温、尿的形成和排出、感觉器官、神经系统、内分泌系统、生殖等章节。全书每章都英文摘要,便于双语教学,内容的选择和取舍上直接面向教学需求,并反映了学科发展动态,具有比较明显的双语性、先进性、实用性等特点。

本书可供高等医学院校临床医学(五年制、长学年制)、口腔系(五年制、七年制)、高级护理等学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

生理学 / 刘先国主编. —北京: 科学出版社, 2003
高等医学院校新世纪教材
ISBN 7-03-012635-1

I. 生... II. 刘... III. 人体生理学-医学院校-
教材 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 115845 号

责任编辑:潘志坚 / 责任校对:连秉亮

责任印刷:刘 学

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

http://www.sciencep.com

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

★

2004 年 1 月第 一 版 开本:B5(720×1 000)

2004 年 1 月第一次印刷 印张:33 3 / 4

印数:1—5 000 字数:658 000

定价:38.00 元

《生理学》编辑委员会

主 编 刘先国
副 主 编 王子栋
编 者 (按姓氏笔画排序):

王卫国(天津医科大学)
王子栋(暨南大学医学院)
王庭槐(中山大学中山医学院)
龙 廷(汕头大学医学院)
许文燮(延边大学医学院)
许建平(中南大学湘雅医学院)
刘先国(中山大学中山医学院)
刘甘泉(中山大学中山医学院)
李 晨(天津医科大学)
汤 浩(中国医科大学)
吴中海(第一军医大学)
张 业(厦门大学医学院)
秦达念(汕头大学医学院)
倪 江(哈尔滨医科大学)
潘敬运(中山大学中山医学院)
臧 颖(中山大学中山医学院)
祁英杰(中山大学中山医学院)

学术秘书

前 言

自从2002年7月下旬在广州中山大学中山医学院召开《生理学》(科学版)编委会以来,经过一年多的努力,《生理学》(科学版)终于与读者见面了。编写人员希望该书的出版能对我国生理学教育的发展有所贡献。

本书的编者来自于国内十余所高等医学院校,他们中的大多数是活跃在生理学教学、科研第一线的中、青年学术骨干。每位编者所编写的内容都属于他们本人多年从事的科学研究领域。希望这样的安排能保障本书的学术质量。

内容是教材的“灵魂”,一本好的教材,应该是从内容到形式都有利于教师讲授和学生学习的。所以,在编写过程中,我们还特别注意做到以下几点:①突出重点,在全面介绍生理学知识的基础上,着重介绍生理学的基本理论与与临床密切相关的内容;②先进性,反映生理学研究的新进展;③实用性,为了便于学生理解和教师备课,本书采用了大量的插图。在内容的编排上,考虑到多年形成的教学习惯,本书仍采用传统中文教科书的编排顺序。

本书适用于临床医学专业本科五年制和七年制的生理学教学,也可供临床工作者和其他生理学工作者参考。

本书的编写得到了中山大学“211”学科建设经费的资助和校内外同仁的大力协助,在这里深表谢意。

尽管我们尽了最大的努力,但由于水平和经验的限制,书中肯定存在一些问题,恳切地希望广大师生和同道们提出批评和改进意见,使《生理学》(科学版)不断完善,提高。

刘先国

2003年8月22日于广州

目 录

前 言

第一章 绪论(Introduction) (1)

第一节 生理学的研究对象(Subjects Studied in Physiology) (1)

一、生理学的概念(Concept of Physiology) (1)

二、生理学研究的不同层次(Different Levels of Physiological Study) (2)

第二节 内环境及其稳态(Internal Environment and Homeostasis) (3)

第三节 人体功能的调节(Regulation of Body Functions) (4)

第四节 身体的控制系统(Control Systems of the Body) (5)

参考文献..... (6)

第二章 细胞的基本功能(Basic Functions of the Cell) (7)

第一节 细胞膜的物质转运功能(Material Transport across the Cell Membrane) (8)

一、细胞膜的化学组成和分子结构(Chemical Components and Molecular Structure of the Cell Membrane) (8)

二、细胞膜的物质转运(Material Transport of Cell Membrane) (12)

第二节 生物电现象和兴奋性(Bioelectrical Phenomenon and Excitability) (19)

一、细胞生物电的测量(Measurement of Bioelectricity) (19)

二、细胞生物电的产生机制(Mechanism Underlying Bioelectricity) (21)

三、刺激与兴奋(Stimulus and Excitation) (25)

四、细胞兴奋后兴奋性的周期性变化(Changes in Excitability of the Cell During the Excitation and its Recovery) (29)

第三节 细胞间的信息传递和跨膜信号转导(Cell-to-cell Communication and Signal Transduction across Membrane) (30)

一、细胞间的信息传递(Cell-to-cell Communication) (30)

二、受体和跨膜信号转导(Receptors and Signal Transduction across Membrane) (32)

第四节 肌细胞的收缩功能(Function of the Muscle Cell Contraction) (36)

一、骨骼肌细胞的结构(Structure of Skeletal Muscle) (36)

二、骨骼肌细胞收缩的分子机制(Molecular Mechanism Underlying Contraction of Skeletal Muscle) (40)

三、神经-骨骼肌接头处的兴奋传递(Transmission of Excitation in Neuromuscular Junction)	(43)
四、骨骼肌收缩的力学分析(Mechanical Analysis of Skeletal Muscle Contraction)	(44)
五、平滑肌的收缩机制(Mechanism Underlying Smooth Muscle Contraction)	(49)
参考文献	(51)
第三章 血液(Blood)	(52)
第一节 概述(Summary)	(52)
一、血液与内环境的关系(Relationship Between Blood and Internal Environment)	(52)
二、血液的组成及理化性质(Constitution and Physiochemical Property of Blood)	(53)
第二节 血细胞的生成(Hemopoiesis)	(56)
一、血细胞生成部位(Site of Hemopoiesis)	(56)
二、造血微环境(Hemopoietic Microenvironment)	(57)
三、造血过程(Process of Hemopoiesis)	(57)
第三节 红细胞生理(Physiology of Erythrocyte)	(59)
一、红细胞的形态和数量(Shape and Number of Erythrocytes)	(59)
二、红细胞的生理特性和功能(Functions and Physiological Properties of Red Blood Cells)	(60)
三、红细胞的生成及其调节(Production and Regulation of Erythrocytes)	(62)
四、红细胞的寿命与破坏(Life Span and Destruction of Erythrocytes)	(65)
第四节 白细胞生理(Physiology of Leukocytes)	(66)
一、白细胞的分类和数量(Classification and Number of Leukocytes)	(66)
二、白细胞的生理特性和功能(Physiological Properties and Functions of Leukocytes)	(66)
三、白细胞生成的调节(Production of Leukocytes and its Regulation)	(68)
四、白细胞的破坏(Destruction of Leukocytes)	(69)
第五节 血小板生理(Physiology of Platelet)	(69)
一、血小板的形态、数量和功能(Shape、Number and Function of Platelets) ...	(69)
二、血小板的生成及其调节(Platelets Production and its Regulation)	(70)
三、血小板的寿命与破坏(Platelets Life Span and Destruction)	(71)
第六节 生理性止血(Physiological Hemostasis)	(71)
一、血管内皮细胞的功能(Functions of the Vessel Endothelial Cells)	(72)
二、血小板的止血功能(Platelets Role in the Hemostasis)	(73)

三、血液凝固与抗凝系统(Blood Coagulation and Anticoagulative System)	(76)
四、纤维蛋白溶解与抗纤溶(Fibrinolysis and Anti-Fibrinolysis)	(80)
第七节 血型与输血(Blood Groups and Transfusion)	(83)
一、血型与红细胞凝集(Blood Group and Erythrocytes Agglutination)	(83)
二、血型抗原和血型抗体(Antigens and Antibodies of Blood Group)	(83)
三、红细胞血型(Red Blood Cells Group)	(84)
四、血量和输血原则(Blood Volume and Transfusion Principle)	(88)
参考文献	(90)
第四章 血液循环(Circulation)	(91)
第一节 心脏的电活动(Electrical Activity of Heart)	(92)
一、心肌细胞的生物电现象(Bioelectrical Phenomena of Myocardial Cell)	(93)
二、心肌的电生理特性(Electrophysiological Properties of Cardiac Muscle) ...	(101)
四、心电图(Electrocardiogram)	(110)
第二节 心脏的泵血功能(Cardiac Pump Function)	(112)
一、心动周期中的机械变化(Mechanical Events During the Cardiac Cycle) ...	(113)
二、心脏泵功能的指标(Index of Cardiac Pump Function)	(118)
三、心输出量的调节(Regulation of Cardiac Output)	(120)
第三节 血管生理(Vascular Physiology)	(126)
一、各类血管的功能特点(Functional Properties of Different Blood Vessels)	(127)
二、血流量、血流阻力和血压(Blood Flow, Resistance to Blood Flow and Blood Pressure)	(128)
三、动脉血压和动脉脉搏(Arterial Blood Pressure and Arterial Pulse)	(131)
四、静脉血压和静脉回流(Venous Pressure and Venous Return)	(136)
五、微循环(Microcirculation)	(140)
六、组织液的生成(Formation of Interstitial Fluid)	(145)
七、淋巴液的生成和回流(Formation and Return of Lymph)	(146)
第四节 心血管活动的调节(Regulation of Cardiovascular Activity)	(147)
一、神经调节(Neural Regulation)	(148)
二、体液调节(Humoral Regulation)	(157)
三、血流量的局部调节(Local Regulation of Blood Flow)	(162)
四、血量与动脉血压长期调节(Blood Volume and Long Term Regulation of Blood Pressure)	(163)
第五节 器官循环(Organ Circulation)	(163)
一、冠脉循环(Coronary Circulation)	(164)
二、肺循环(Pulmonary Circulation)	(166)

三、脑循环(Cerebral Circulation)	(169)
参考文献	(172)
第五章 呼吸生理(Respiration Physiology)	(173)
第一节 呼吸道和肺泡(Respiratory Passageways and Alveolus)	(174)
一、呼吸道(Respiratory Passageways)	(174)
二、肺泡(Alveolus)	(176)
第二节 肺通气(Pulmonary Ventilation)	(178)
一、呼吸运动(Respiratory Movement)	(178)
二、胸膜腔内压和肺内压(Intrapleural Pressure and Intrapulmonary Pressure)	(180)
三、肺通气阻力(Pulmonary Ventilation Resistance)	(183)
四、肺容积、肺容量与肺通气功能的评价(Pulmonary Volume and Capacities, Evaluation of Pulmonary Ventilation Function)	(187)
第三节 肺内气体交换和组织内气体交换(Gas Exchange in Lungs and Tissues)	(191)
一、气体交换的原理(Principles of Gas Exchange)	(191)
二、肺内气体交换(Gas Exchange Between the Pulmonary Blood and the Alveoli)	(192)
三、气体在组织内的交换(Gas Exchange in Blood and Tissues)	(195)
第四节 气体在血液中的运输(Transport of Oxygen and Carbon Dioxide in the Blood)	(195)
一、氧的运输(Transport of Oxygen)	(196)
二、二氧化碳的运输(Transport of Carbon Dioxide)	(199)
第五节 节律性呼吸的调控(Regulation of Basic Rhythmic Respiration)	(201)
一、呼吸中枢与节律性呼吸的产生(Respiratory Centers and Generation of Basic Rhythmic Respiration)	(202)
二、呼吸运动的反射性调节(Reflective Regulation of Respiratory Movement)	(206)
三、呼吸的化学性调节(Chemical Control of Respiration)	(207)
四、异常呼吸(Abnormal Breathing)	(212)
参考文献	(213)
第六章 消化与吸收(Digestion and Absorption)	(214)
第一节 概述(Overview)	(214)
一、消化道平滑肌的特性(General Characteristics of Gastrointestinal Smooth Muscles)	(215)

二、消化腺的分泌功能(Secretory Function of Digestive Glands)	(217)
三、胃肠的神经支配(Innervation of Gastrointestinal)	(217)
四、胃肠激素(Gastrointestinal Hormone)	(220)
第二节 口腔内消化(Digestion in Mouth)	(222)
一、唾液的分泌(Secretion of Saliva)	(222)
二、咀嚼与吞咽(Chewing and Swallowing)	(223)
第三节 胃内消化(Digestion in Stomach)	(224)
一、胃的分泌(Gastric Secretion)	(224)
二、胃的运动(Gastric Motility)	(230)
第四节 小肠内消化(Digestion in Intestine)	(234)
一、胰液的分泌(Pancreatic Secretion)	(234)
二、胆汁的分泌和排出(Secretion and Emission of Bile)	(237)
三、小肠液的分泌(Secretion of Intestinal Juice)	(239)
四、小肠的运动(Intestinal Motility)	(239)
第五节 大肠内消化(Digestion in Large Intestine)	(241)
一、大肠液的分泌(Secretion of Large Intestine Juice)	(241)
二、大肠的运动和排便(Motility and Defecation of Large Intestine)	(241)
第六节 吸收(Absorption)	(242)
一、吸收过程概述(Overview of Absorption Process)	(242)
二、小肠内主要营养物质的吸收(Main Nutrient Absorption in Intestine)	(244)
参考文献	(248)

第七章 能量代谢和体温(Energy Metabolism and Body

Temperature)	(249)
第一节 能量代谢(Energy Metabolism)	(249)
一、代谢的基本概念(Basic Concepts of Metabolism)	(249)
二、机体能量的来源、去路与平衡(Source, Expenditure and Balance of Body Energy)	(250)
三、能量代谢测定的原理和方法(Principles and Methods of Energy Metabolism Measurement)	(252)
四、影响能量代谢的主要因素(Major Factors Affecting Energy Metabolism)	(255)
五、基础代谢率(Basal Metabolic Rate)	(257)
第二节 体温及其调节(Body Temperature and Its Regulation)	(258)
一、体温(Body Temperature)	(258)
二、机体产热与散热的平衡(Balance between Heat Production and Heat Loss	

in the Body)	(260)
参考文献	(267)
第八章 尿的生成和排出(Urine Formation and Excretion)	(268)
第一节 肾脏的结构与血液循环的特点(Charactristics of Renal Organization and Blood Supply)	(269)
一、肾的功能解剖(Functional Anatomy of the Kidneys)	(269)
二、肾血流量及其调节(Renal Blood Flow and its Regulation)	(271)
第二节 尿的生成过程(Formation of Urine)	(273)
一、肾小球滤过(Glomerular Filtration)	(273)
二、肾小管和集合管的重吸收(Reabsorption in the Renal Tubule and Collecting Duct)	(277)
三、肾小管和集合管的分泌和排泄(Secretion and Excretion of Renal Tubule and Collecting Duct)	(285)
第三节 尿液的浓缩和稀释(Concentration and Dilution of the Urine)	(286)
一、尿液的稀释(Dilution of the Urine)	(287)
二、尿液的浓缩(Concentration of the Urine)	(287)
第四节 肾脏泌尿功能的调节(Regulation of the Urine Formation of the Kidney)	(291)
一、肾内自身调节(Autoregulation Within the Kidney)	(291)
二、体液调节(Humoral Regulation)	(292)
三、神经调节(Neural Regulation)	(295)
第五节 清除率(Clearance)	(296)
一、清除率的概念和计算方法(Concept and Measurement of Clearance)	(296)
二、测定清除率的意义(Significance of Clearance)	(296)
三、肾功能的测量方法(Measurement of Renal Function)	(298)
第六节 尿的排泄(Micturition)	(298)
一、输尿管的运动(Movement of Ureter)	(298)
二、膀胱与尿道的神经支配(Innervation of the Bladder and Ureter)	(298)
三、排尿反射(Micturition Reflex)	(299)
参考文献	(300)
第九章 感觉器官(Sense Organs)	(301)
第一节 基本概念(Basic Concepts)	(301)
一、感受器、感觉器官的定义和分类(Definition and Classification of Receptors and Sense Organs)	(302)

二、感受器的一般生理特性(General Properties of Receptor)	(302)
第二节 视觉器官(Visual Sense Organ)	(305)
一、折光系统的功能与视调节(Functions of the Dioptric System and Visual Accommodation)	(306)
二、视网膜的感光功能(Light Perception in the Retina)	(311)
三、视网膜的信息处理(Signal Processing in Retina)	(317)
四、几个与视觉有关的现象(Phenomena Related to Vision)	(319)
第三节 听觉器官(Auditory Sense Organs)	(321)
一、听阈和听域(Auditory Threshold and Audible Area)	(321)
二、外耳和中耳的传音功能(Sound Conduction in the External and Middle Ear)	(322)
三、内耳(耳蜗)的功能(Function of the Inner Ear)	(325)
第四节 前庭器官的功能(Functions of Vestibular Organs)	(331)
一、前庭器官的感受装置与适宜刺激(Sensory Apparatus and Adequate Stimulus of Vestibular Organ)	(331)
三、前庭反应与眼震颤(Vestibular Response and Nystagmus)	(334)
第五节 嗅觉与味觉(Sense of Smell and Taste)	(335)
一、嗅觉(Sense of Smell)	(335)
二、味觉(Sense of Taste)	(336)
第六节 皮肤感觉(Skin Sensation)	(337)
一、压觉和触觉(Pressure Sensation and Tactile Sensation)	(337)
二、温度感觉(Temperature Sense)	(338)
三、痛觉(Pain Sensation)	(338)
参考文献	(338)
第十章 神经系统(Nervous System)	(340)
第一节 神经元与神经胶质细胞(Neuron and Neuroglia)	(341)
一、神经元(Neuron)	(341)
二、神经胶质细胞的功能(Function of Neuroglia)	(349)
第二节 神经元间的信息传递(Signal Transmission between Neurons) ..	(350)
一、经典的突触传递(Classical Synaptic Transmission)	(350)
二、非突触性化学传递(Non-synaptic Chemical Transmission)	(360)
三、电突触传递(Electrical Synaptic Transmission)	(361)
四、神经递质和受体(Neurotransmitter and Receptor)	(362)
第三节 神经系统的感觉机能(Sensory Function of Nervous System)	(378)

一、躯体感觉的传导通路(Somatosensory Transmission Pathways)	(378)
二、大脑皮层的感觉投射区(Sensory Projection Areas in the Cerebral Cortex)	(383)
三、感觉皮层的可塑性(Plasticity of Sensory Cortex)	(385)
四、痛觉(Pain)	(385)
第四节 神经系统对躯体运动的调节(Regulation of Locomotion by Nervous System)	(391)
一、脊髓对躯体运动的调节(Spinal Control of Locomotion)	(391)
二、脑干对肌紧张和姿势的调节(Regulation of Muscle Tension and Posture by Brain Stem)	(398)
三、基底神经节的功能(Function of Basal Ganglia)	(402)
四、小脑的功能(Functions of Cerebellum)	(406)
五、大脑皮层对躯体运动的调节(Cerebral Control of Locomotion)	(408)
第五节 神经系统对内脏活动的调节(Regulation of Visceral Activity by Nervous System)	(411)
一、自主神经系统的功能(Function of Autonomic Nervous System)	(411)
二、自主神经系统的中枢调控(Central Control of Autonomic Nervous System)	(414)
第六节 脑的高级功能(Higher Function of Brain)	(421)
一、学习与记忆(Learning and Memory)	(421)
二、大脑皮层的语言中枢(Language Areas of Cerebral Cortex)	(430)
三、大脑皮层的生物电活动(Bioelectricity of Cerebral Cortex)	(432)
四、觉醒与睡眠(Wakefulness and Sleep)	(435)
参考文献	(439)
第十一章 内分泌系统(Endocrine System)	(440)
第一节 概论(Introduction to Endocrine)	(440)
一、内分泌与内分泌系统(Endocrine and Endocrine System)	(440)
二、激素(Hormone)	(444)
第二节 下丘脑和垂体的内分泌功能(Endocrine Function of Hypothalamus and Pituitary Gland)	(451)
一、下丘脑内分泌功能(Endocrine of Hypothalamus)	(451)
二、垂体的内分泌功能(Endocrine Function of Pituitary Gland)	(453)
第三节 甲状腺内分泌(Endocrine Function of Thyroid Gland)	(462)
一、甲状腺激素(Thyroid Hormones)	(463)
二、甲状腺激素的生理作用(Physiological Functions of the Thyroid Hormones)	(467)

三、甲状腺分泌调节(Regulation of Thyroid Hormone Secretion)	(470)
第四节 甲状旁腺、甲状腺 C 细胞内分泌及维生素 D ₃ (Parathyroid Gland, C-Cell & Vitamin D ₃)	(473)
一、甲状旁腺(Parathyroid Gland)	(473)
二、维生素 D ₃ (Vitamin D ₃)	(475)
三、甲状腺 C 细胞(C Cell of thyroid gland)	(476)
第五节 胰腺的内分泌(Endocrine Function of Pancreas)	(477)
一、胰岛素(Insulin)	(478)
二、胰高血糖素(Glucagon)	(482)
三、生长抑素与胰多肽(Somatostatin and Pancreatic Polypeptide)	(483)
第六节 肾上腺的内分泌功能(Endocrine Function of Adrenal Glands)	(483)
一、肾上腺皮质激素(Adrenal Cortical Hormone)	(484)
二、肾上腺髓质激素(Adrenal Medullary Hormones)	(490)
第七节 其他器官的内分泌功能及激素(Endocrine Function of Other Organs)	(491)
一、松果体内分泌(Endocrine Function of Pineal Gland)	(491)
二、功能器官的内分泌(Endocrine Function of Functional Organs)	(492)
参考文献	(493)
第十二章 生殖(Reproduction)	(494)
第一节 男性生殖(Male Reproduction)	(494)
一、睾丸的生精功能(Function of Testicular Spermatogenesis)	(494)
二、睾丸的内分泌功能(Endocrine Function of the Testis)	(496)
三、睾丸功能的调节(Regulation of Testicular Function)	(497)
第二节 女性生殖(Female Reproduction)	(498)
一、卵巢的功能(Ovary Function)	(498)
二、卵巢周期及其激素调节(Ovarian Cycle and Hormonal Regulation)	(502)
第三节 妊娠(Pregnancy)	(504)
一、受精(Fertilization)	(504)
二、着床(Implantation)	(505)
三、妊娠的维持及激素调节(Hormonal Control during Pregnancy)	(506)
四、胎盘的内分泌功能(Endocrine Function of the Placenta)	(506)
五、分娩(Parturition)	(507)
参考文献	(507)
索引	(508)

第一章 绪 论

(Introduction)

Science that does not change is a dead science.

—Watson JD (From *Recombinant DNA*, 2nd ed.)

Physiology is the science of the functional mechanisms of living organisms. It is based on, and historically derived from, anatomy, the study of the large- and small-scale structure of organisms. Not until this century did biochemistry (“physiological chemistry”) split off from physiology as a new discipline, leaving the physical processes in organisms as the subject of physiology.

—Schmidt and Thews (From *Human Physiology*, 2nd ed.)

Each type of life, from the very simple virus to the largest tree or to the complicated human being, has its own functional characteristics. Therefore, vast field of physiology can be divided into viral physiology, bacterial physiology, cellular physiology, human physiology, and many more subdivisions.

—Guyton and Hall (From *Medical Physiology*, 10th ed.)

Physiology is distinguished from the other basic biomedical sciences by its concerning with the function of the intact organism and its emphasis on the processes that regulate the important properties of living systems. In the health human, many variables are maintained within narrow limits. The list of controlled variables includes body temperature, blood pressure . . . This ability to maintain the relative constancy of such critical variables, even in the face of substantial environmental changes, is known as homeostasis. A central goal of physiological research is the elucidation of the mechanisms responsible for homeostasis.

—Berne and Levy (From *Physiology*, 4th ed.)

第一节 生理学的研究对象

(Subjects Studied in Physiology)

一、生理学的概念

(Concept of Physiology)

生理学(physiology)属于生物学(biology)的一个分支,是一门研究生物机体的功能及其活动规律的科学。生物机体的功能就是整个生物及其各个组成部分所表现的生命现象和具有的生理作用。生理学的任务就是要阐明这些生理功能产生

的机制。例如,心脏为什么能自主跳动?食物是如何消化、吸收的?肌肉是如何收缩的?人体是一个极其复杂的机体,由不同的器官系统组成,如循环系统、呼吸系统、神经系统等,这些系统之间有着密切的关系,在生命活动中进行着近乎完美的相互协调和制约,一旦这种关系遭到破坏,轻则出现疾患,重则危及生命。

生理学是高等医学院校的重要基础课程。医学生的任务是学习如何诊断和治疗疾病,因此必须首先了解正常人体的功能。学习生理学可为后续课程如药理学、病理学以及临床各科的学习奠定基础。

生理学是一门实验性科学,生理学的知识主要是在实验中获得的。尽管我国和其他国家的古代医书曾对人体的生理功能进行过描述,对早期生理知识做出了不少贡献,但生理学真正成为一门实验性科学是从17世纪西方开始的。1628年英国医生 Harvey 所著《心与血的运动》出版,是历史上第一部基于实验证据的生理学著作。Harvey 在几种动物体上用活体解剖和科学实验的方法证明了血液循环的途径,并指出心脏是循环系统的中心。我国现代生理学的发展有70余年的历史。作为一门实验性科学,现代生理学的发展与其他自然科学的发展相互促进。一方面,物理、化学的发展和新技术的不断应用极大的促进了生理学的发展,例如,由于显微镜的应用发现了毛细血管、近代膜片钳技术的应用使研究细胞膜上单个离子通道的活动成为可能。另一方面,生理学的发展也会促进其他学科的发展,如神经网络研究的成果正在被用于开发高级智能型计算机。

二、生理学研究的不同层次 (Different Levels of Physiological Study)

1. 人体的基本构成

构成机体最基本的功能单位是**细胞**(cell)。许多功能相近的细胞和细胞间质构成了**组织**(tissue),如神经组织、肌肉组织等。不同的组织构成**器官**(organ),如心脏、肺脏等。功能相关的器官构成**器官系统**(organ system),如循环系统由心脏和遍布全身的血管所组成。而人体则是由不同的器官系统构成的。

2. 生理学研究的不同层次

生理学研究是在细胞、器官和整体三个水平上进行的。

(1) 细胞分子水平的研究

各器官的功能主要是由构成该器官的不同细胞的功能特性所决定的。例如,肌肉能够收缩和腺体能够分泌是由于肌细胞和腺细胞具有收缩和分泌功能。要了解肌肉为什么能够收缩和腺体为什么能够分泌就必须在细胞水平上进行研究,即研究肌细胞和腺细胞的生理特性。然而,细胞的生理特性主要是由构成细胞的生物大分子的物理、化学特性所决定的。因此,只有在分子水平上进行研究才能阐明肌肉收缩和腺体分泌的机制。细胞和分子水平的研究是探讨各种生理机制不可缺

少的。这方面的知识称为**细胞生理学**(cell physiology)或**普通生理学**(general physiology)。

(2) 器官和系统水平的研究

这方面的研究主要是为阐明各器官和系统的生理功能,以及这些功能对机体有什么作用及其活动是如何调节的。

(3) 整体水平的研究

以完整的机体为研究对象,研究机体内各器官系统之间的相互联系和影响,以及外界环境变化对机体生理功能的影响。

第二节 内环境及其稳态 (Internal Environment and Homeostasis)

单细胞生物**阿米巴**(ameoba)直接从它所生活的**外环境**(external environment)中摄取氧和营养物质,并将 CO_2 和其他代谢产物排放到外环境。而人体的绝大多数细胞与外环境并没有直接的接触,它们是如何与外环境进行气体和物质交换的?

与人体细胞直接接触的是**细胞外液**(extracellular fluid),细胞从细胞外液中获得**氧**(oxygen)和**营养物质**(nutrients),并将 CO_2 等代谢产物排入细胞外液。因此,细胞外液是细胞生活的环境,故称为机体的**内环境**(internal environment)。由于细胞的代谢活动,细胞外液的成分必然处于不断的变化之中。若使细胞生存并发挥正常生理功能,内环境的各种物理、化学因素就必须维持稳定,称为内环境的**稳态**(homeostasis)。这里的稳态并不是指静止不变,而是指一种动态的稳定。事实上,细胞的代谢在不断地破坏着这种稳态,而体内几乎所有的器官和系统的功能都与内环境稳态的维持有关,主要表现在以下两个方面。

1. 提供氧和营养物质

呼吸系统摄取氧气。血液每流经全身一次都要通过肺,外环境中的氧进入肺泡,肺泡中的氧通过自由扩散进入血液(详见第三章),从而补充血液中的氧。

消化系统提供营养物质。食物中的营养物质经**胃肠道**(gastrointestinal tract)吸收后进入血液。并非所有被吸收的物质都可被细胞直接利用,肝脏可改变营养物质的化学结构,使其能被细胞有效利用。

一些其他组织也与营养物质的提供有关,如脂肪细胞可储存营养物质,在需要的时候释放出来。

2. 排出代谢终产物

呼吸系统排出 CO_2 。肺部在摄取氧的同时,血液中的 CO_2 扩散到肺泡内,然后由呼气运动排除体外。 CO_2 是体内产生量最多的代谢终产物,如不能及时排出