



全国高等医学院校教材

供基础、临床、预防、口腔、生物医学工程等专业类用

系统生理学

XITONG SHENGLIXUE

主 编 李 玮

 人民军医出版社
PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

全国高等医学院校教材

供基础、临床、预防、口腔、生物医学工程等专业类用

系统生理学

XITONG SHENGLIXUE

主 编 李 玮

编 者 (以姓氏笔画为序)

李 玮 山东大学

李青霖 东南大学

迟增德 山东省千佛山医院

陈 璇 济南市立二院

孟繁立 山东大学齐鲁医院

潘 博 中国医学科学院整形外科医院

樵 勇 山东大学第二附属医院

赵 芳 复旦大学附属中山医院



人民军医出版社

People's Military Medical Press

北 京

图书在版编目(CIP)数据

系统生理学/李玮主编. —北京:人民军医出版社, 2007. 11

全国高等医学院校规划教材

ISBN 978-7-5091-1363-9

I. 系… II. 李… 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(2007)第 171601 号

策划编辑:尚 军 丁 震 文字编辑:薛 镭 责任审读:张之生

出 版 人:齐学进

出版发行:人民军医出版社

经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱

邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927270;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300-8738

网址:[www. pmmp. com. cn](http://www.pmmp.com.cn)

印刷:潮河印业有限公司 装订:京兰装订有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:20.25 字数:487千字

版、印次:2007年11月第1版第1次印刷

印数:0001~1000

定价:39.00元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

内 容 提 要

本教材编写参照了近年来国际上较为公认的生理学教材的章节框架和内容。全书分为绪论、细胞的基本生理功能、血液、血液循环、呼吸、消化和吸收、能量代谢和体温、尿的生成和排出、感觉器官、神经系统、内分泌、生殖共 12 章。全面阐述了生理学的基本概念、基本知识及本学科的最新进展等内容。同时,本书注意将实验技术方法与理论内容进行有机地结合,注重与电子学、物理学等学科的相互渗透。目的是使学生不仅能学习到生理学的知识,而且能够与电子学、物理学等知识相互结合,培养学生具有创新精神和创新性思维的能力。本教材适合高等医学院校医学类各专业使用,特别是生物医学工程专业的本科生、专科生可作为首选教材使用。

前 言

《系统生理学》着重建立一个整合的大生理学观念,不仅对各个系统、各个重要器官以及深入到细胞和分子的生理功能及其调节机制有了更深入的阐述,而且更重要的是在整体水平上阐述各系统器官功能的表现和调节。重点内容有:细胞的电生理特性及其机制(包括心肌细胞电生理、神经细胞电生理、腺细胞电生理以及其他各类可兴奋细胞的电生理),内脏器官的功能及其调节(包括心血管系统、呼吸系统、消化系统、泌尿系统等),机体功能和调控的整合。

《系统生理学》特别注意到与电子学、物理学、解剖学、分子生物学知识的联系。着重强化了以下知识模块:各类细胞的电生理学,肌肉的力学分析,尿液浓缩稀释的过程和原理,细胞的跨膜信号转导,神经系统感觉和躯体运动的神经通路,生物医学测量与仪器的生理学原理。教材编写尽量做到在保证知识的先进性、系统性和完整性的同时更具有专业适用性。为便于自学,每章还提供了自学要点和复习题。

本教材在编写主要参考了姚泰教授主编的《生理学》(第6版)、龚茜玲教授主编的《人体解剖生理学》(第4版)及有关医学院校使用的生理学教材。编写力求做到内容简明、条理清楚、详略得当、重点突出,便于自学。限于水平,本书肯定存在许多不足之处,敬请提出宝贵意见。

李 玮

2007年11月

目 录

第1章 绪论	(1)
一、生理学的研究对象和任务	(1)
(一)生理学	(1)
(二)生理学研究的不同水平	(2)
二、生理学发展简史与研究方法	(3)
三、生命活动的基本特征	(4)
(一)新陈代谢	(4)
(二)兴奋性	(5)
(三)适应性	(5)
(四)生殖	(6)
四、人体生理功能的调节与整合	(6)
(一)神经调节	(6)
(二)体液调节	(7)
(三)自身调节	(7)
(四)生理功能的调节控制	(7)
五、复习思考题	(9)
第2章 细胞的基本生理功能	(10)
一、细胞的基本功能	(11)
(一)细胞的结构及其功能	(11)
(二)细胞膜的物质转运功能	(12)
二、细胞的信号传递	(17)
(一)离子通道受体介导的信号转导	(17)
(二)由细胞膜的特异受体蛋白质、G-蛋白和细胞膜的效应器酶组成的跨膜信号传递	(18)
(三)酪氨酸激酶受体介导的跨膜信号转导	(19)
三、细胞的生物电现象和兴奋性	(20)
(一)兴奋性和刺激引起兴奋的条件	(20)
(二)细胞的生物电现象及其产生机制	(22)
(三)兴奋的引起和兴奋的传导机制	(28)
四、肌细胞的收缩功能	(30)
(一)骨骼肌细胞的结构和分子组成	(30)

(二)神经-骨骼肌接头处的兴奋传递	(32)
(三)兴奋-收缩耦联	(33)
(四)骨骼肌收缩的外部表现和力学分析	(35)
五、肌电图及神经传导速度	(37)
(一)肌电描记法	(37)
(二)神经传导速度	(42)
(三)中枢神经系统对肌肉活动的控制	(43)
(四)肌电图在神经肌肉疾病诊断中的应用	(44)
(五)肌电图在运动学中的应用	(44)
六、复习思考题	(44)
第3章 血液	(46)
一、血液与内环境	(46)
(一)体液及其分布	(46)
(二)内环境与稳态	(47)
(三)血液的组成和特性	(47)
二、血浆	(50)
(一)血浆的主要成分及功能	(50)
(二)血浆渗透压	(51)
三、血细胞及其功能	(51)
(一)血细胞的生成	(51)
(二)红细胞生理	(52)
(三)白细胞生理	(55)
(四)血小板生理	(55)
四、凝血与止血	(57)
五、血型与输血原则	(63)
(一)血型	(63)
(二)ABO 血型系统	(63)
(三)输血原则	(64)
(四)Rh 血型	(64)
六、复习思考题	(65)
第4章 血液循环	(66)
一、心脏的泵血功能	(66)
(一)心动周期的概念	(67)
(二)心脏泵血机制	(67)
(三)心音	(68)
(四)心排血量	(70)
(五)传统超声心动图评价心脏收缩和舒张功能	(73)
(六)一种综合评价心脏的收缩舒张功能的新指数-Tei 指数	(74)
(七)三维彩色多普勒超声心动图评价心脏收缩功能——无创测量心脏每搏动能 ...	(75)

(八)心电机械图评价心功能方面的应用	(75)
二、心肌的生物电现象和生理特征	(78)
(一)心肌细胞生物电活动	(79)
(二)心肌电生理特性	(82)
三、血管生理	(91)
(一)各类血管的结构和功能特点	(91)
(二)血管系统中的血流动力学	(91)
(三)血流速度和血流量的测量	(92)
(四)血液黏度的测量	(96)
(五)动脉血压	(99)
(六)动脉脉搏	(102)
(七)静脉血压和静脉回心血量	(108)
四、心血管活动的调节	(109)
(一)神经调节	(109)
(二)体液调节	(114)
五、复习思考题	(116)
第5章 呼吸	(117)
一、肺通气	(118)
(一)实现肺通气的功能解剖	(118)
(二)肺通气原理	(124)
(三)基本肺容积和肺容量	(127)
(四)肺通气量	(129)
二、呼吸气体的交换	(130)
(一)气体交换原理	(130)
(二)肺换气	(131)
(三)气体在组织的交换	(135)
三、气体在血液中的运输	(136)
(一)氧的化学结合	(136)
(二)二氧化碳的化学结合	(136)
四、呼吸运动的调节	(137)
(一)呼吸中枢与呼吸节律	(137)
(二)呼吸的反射性调节	(139)
(三)化学因素对呼吸的调节	(141)
五、心肺运动功能试验	(146)
(一)运动试验的概念	(146)
(二)运动试验方法	(147)
(三)运动试验正常值	(148)
(四)运动试验临床应用	(148)
六、呼吸肌功能测定	(148)

七、复习思考题	(150)
第6章 消化和吸收	(151)
一、概述	(151)
(一)消化道平滑肌的特性	(152)
(二)消化腺的分泌功能	(154)
(三)胃肠的神经支配及其作用	(155)
(四)胃肠激素	(156)
二、机械消化	(158)
(一)消化管运动的形式及意义	(158)
(二)胃的排空及其控制	(161)
三、化学消化	(162)
(一)唾液的主要成分、作用及其调节	(162)
(二)胃液的性质、作用及其调节	(163)
(三)胰液的性质、作用及其调节	(169)
(四)胆汁的分泌、排出及其调节	(171)
(五)小肠液的性质、作用及其调节	(173)
(六)大肠液的分泌	(173)
四、吸收	(174)
(一)概述	(174)
(二)小肠内主要营养物质的吸收	(174)
五、胃肠动力学的临床应用	(178)
(一)食管功能的检测	(178)
(二)胃肠道功能的监测	(180)
六、复习思考题	(183)
第7章 能量代谢和体温	(184)
一、能量代谢	(184)
(一)能量的来源与转化	(184)
(二)能量代谢测定的原理和方法	(186)
(三)影响能量代谢的因素	(190)
(四)基础代谢	(190)
二、体温及其调节	(191)
(一)体温	(191)
(二)体热平衡	(193)
(三)体温调节	(195)
三、复习思考题	(198)
第8章 尿的生成和排出	(199)
一、肾的功能、解剖和肾血流量	(200)
二、尿的生成	(203)
(一)肾小球的滤过	(203)

(二)肾小管与集合管的重吸收功能和分泌·····	(207)
(三)肾小管与集合管的分泌功能·····	(211)
三、尿液的浓缩和稀释·····	(212)
(一)尿液的稀释·····	(213)
(二)肾髓质高渗梯度现象·····	(213)
(三)肾髓质高渗梯度的形成·····	(213)
(四)直小血管在保持肾髓质高渗中的作用·····	(215)
四、尿生成的调节·····	(216)
(一)肾内自身调节·····	(216)
(二)神经和体液调节·····	(217)
五、尿的排放·····	(219)
(一)膀胱与尿道的神经支配·····	(219)
(二)排尿反射·····	(219)
(三)排尿异常·····	(220)
六、临床尿动力学的测定·····	(220)
(一)排尿情况及相关症状的记录·····	(221)
(二)自由尿流率检查·····	(222)
(三)侵入性的尿动力检查:充盈期膀胱测压、压力、流率测定·····	(224)
七、尿动力学的临床展望·····	(225)
(一)尿动力学进展·····	(225)
(二)尿动力学的争论·····	(226)
(三)尿动力学的挑战·····	(226)
八、复习思考题·····	(227)
第9章 感觉器官·····	(228)
一、概述·····	(228)
(一)感受器的分类·····	(228)
(二)感受器的一般生理特性·····	(229)
二、视觉器官·····	(230)
(一)眼的折光系统及其调节·····	(230)
(二)眼的调节·····	(232)
(三)眼的折光异常·····	(233)
(四)视网膜的结构和两种感光换能系统·····	(233)
(五)视觉电生理检查·····	(234)
三、听觉器官·····	(236)
(一)外耳和中耳的传音功能·····	(236)
(二)耳蜗的感音换能作用·····	(237)
(三)听阈和听力·····	(239)
四、前庭器官·····	(240)
(一)前庭器官的感受装置与适宜刺激·····	(240)

(二)前庭反应·····	(241)
五、复习思考题·····	(242)
第10章 神经系统·····	(243)
一、神经元·····	(244)
(一)神经元和神经纤维·····	(244)
(二)突触·····	(245)
(三)神经递质·····	(248)
二、反射活动的一般规律·····	(251)
(一)反射·····	(251)
(二)反射弧·····	(251)
(三)反射弧中枢部分兴奋传布的特征·····	(252)
(四)中枢抑制·····	(253)
三、神经系统的感觉分析功能·····	(255)
(一)感觉器(受体)·····	(255)
(二)脊髓在感觉功能中的作用·····	(255)
(三)丘脑·····	(256)
(四)感觉投射系统·····	(258)
(五)皮质感觉区·····	(259)
(六)感觉信息的编码(coding)·····	(261)
四、神经系统对躯体运动的调节·····	(261)
(一)脊髓对躯体运动的调节·····	(261)
(二)低位脑干肌紧张的调节·····	(265)
(三)随意运动·····	(267)
(四)基底神经节·····	(269)
(五)小脑·····	(269)
五、神经系统对内脏活动的调节·····	(270)
(一)自主神经系统·····	(270)
(二)自主神经系统的中枢整合·····	(273)
六、脑的高级功能·····	(274)
(一)学习和记忆·····	(274)
(二)大脑皮质的语言中枢和一侧优势·····	(276)
(三)觉醒和睡眠·····	(277)
七、脑电活动与脑电图·····	(279)
(一)脑电波形成的机制·····	(279)
(二)脑诱发电位·····	(280)
(三)脑电图的波形·····	(281)
八、彩色经颅多普勒检测·····	(282)
(一)概述·····	(282)
(二)经颅多普勒颅内血管的检测·····	(284)

(三)检测结果分析·····	(285)
九、复习思考题·····	(286)
第 11 章 内 分 泌·····	(287)
一、概述·····	(287)
(一)激素的分类和作用特征·····	(288)
(二)激素的作用机制·····	(288)
二、下丘脑与垂体·····	(290)
(一)下丘脑与垂体的功能联系·····	(290)
(二)腺垂体·····	(291)
(三)神经垂体·····	(291)
三、甲状腺·····	(292)
(一)甲状腺激素的合成和运输·····	(293)
(二)甲状腺激素的生理作用·····	(294)
(三)甲状腺功能的调节·····	(295)
四、肾上腺·····	(295)
(一)肾上腺皮质·····	(295)
(二)肾上腺髓质·····	(296)
五、胰岛·····	(297)
(一)胰岛素·····	(297)
(二)高血糖素·····	(298)
六、甲状旁腺·····	(298)
七、其他激素·····	(299)
(一)松果体激素·····	(299)
(二)胸腺激素·····	(299)
(三)前列腺素·····	(299)
八、复习思考题·····	(300)
第 12 章 生 殖·····	(301)
一、男性生殖·····	(301)
(一)睾丸的功能·····	(301)
(二)睾丸功能的调节·····	(302)
二、女性生殖生理·····	(303)
(一)卵巢的功能·····	(303)
(二)卵巢的内分泌作用·····	(303)
(三)妊娠·····	(305)
三、复习思考题·····	(306)
参考文献·····	(307)
中英文名词对照表·····	(310)

第1章 绪 论

本章概要

人体生理学研究对象与任务。生理学的内容、研究的三个水平。生理学的方法:急性实验法和慢性实验法。生理学与医学的关系。学习生理学的指导思想。新陈代谢、刺激、反应、兴奋性等基本概念。人体生理功能的调节:神经调节、体液调节和自身调节。体内的控制系统:反馈控制系统的概念,负反馈、正反馈和前馈控制的概念和意义。

一、生理学的研究对象和任务

(一)生理学

生理学(Physiology)是生物科学的一个分支,是一门研究生物机体及各个组成部分功能活动规律的科学。单细胞生物体的全部生命活动都发生在一个细胞内,在多细胞生物,不同的细胞群构成各个器官和系统,行使不同的功能,如消化、呼吸、循环、肌肉收缩、腺体分泌等。生理学是以活生命体(包括活器官、活细胞)为研究对象,研究各种生命现象的活动变化规律。人体生理学则以人体及组成人体的各个系统、器官及细胞为研究对象,研究人体及各个器官、各种细胞功能表现的内部机制,不同细胞、不同器官、不同系统之间的相互联系和相互作用,从而使人们认识到人体作为一个整体,其各部分的功能活动是如何相互协调、相互制约,在复杂多变的环境中维持正常的生命活动。

生理学的发展与医学的发展有非常密切的关系,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生理学变化与形态学变化之间的关系,一个器官发生病变如何影响其他器官等。因此生理学也是一门基础医学科学。

生理学不仅是一门理论性很强的科学,而且也是一门实验性科学。生理学的理论主要来自于实验研究。从生理学的发展史来分析,生理学真正成为一门实验性科学是从 17 世纪开始的。在此之前,我国和其他国家虽然也有不少著作描述人体器官的生理功能,但这些描述多为推测性的。在 17 世纪初,英国生理学家哈维(William Harvey)首先用活体解剖和科学实验的方法研究了动物的血液循环,证明心脏是循环系统的中心,血液由心脏射入动脉,再由静脉回流入心脏,不断循环。1628 年,Harvey 的著作《心与血的运动》面世,这是历史上第一部基于实验证据的生理学著作。

作为一门实验性科学,生理学的发展与其他自然科学的发展有着不可分割的密切关系,并且相互促进。其他自然科学的发展成就,以及新的技术也不断被应用于生理学实验中。显微镜的问世,使微循环变化规律的研究取得进展;生物电放大记录系统的问世,使人们可以观察细胞膜生物电变化,有力地推动心肌及神经活动规律的研究;集成电路技术、激光技术、纳米技术、电化学技术、分子生物学技术等,均使生理学的知识和理论不断得到丰富和新的发展,使人们对生命活动现象及规律产生本质性的认识。

(二) 生理学研究的不同水平

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。根据研究的层次不同,生理学研究可以分成 3 个水平。

一是关于生命现象的细胞和分子水平的研究。细胞是构成人体的最基本结构和最基本的功能单位,每一器官的功能都与组成该器官的细胞的生理学特性分不开,例如肌肉的功能与肌细胞的生理学特性分不开,腺体的功能与腺细胞的生理学特性分不开等等。然而,细胞的生理学特性又决定于构成细胞的各个物质的物理化学特性。这类研究的对象是细胞和它所含的物质分子,可称为细胞水平和分子水平的研究。这方面的知识称为普遍生理学或细胞生理学。研究方法可以采用离体细胞实验法和分子实验法。

二是关于机体内各器官和系统的功能的研究。这方面的研究着重阐明器官和系统活动的规律、影响因素及其调节,以及它在整体生命活动中的作用等等。例如,关于心血管组成的血液循环系统的生理功能研究,需要阐明心脏各部分如何协同活动、心脏如何射血、血管如何调配血液供给、心血管活动如何调节等规律。这类研究要对完整的心脏、血管和循环系统进行观察,以器官和系统作为研究对象的,称为器官水平和系统水平的研究。这方面的知识称为器官和系统生理学。研究方法为离体组织实验法和离体器官实验法。

三是关于整个机体内各器官、各系统的相互联系和相互影响,以及机体与环境之间相互联系和相互影响的研究。由于人体生理学的研究对象是人的机体,整个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。整个人体的生理活动还与环境之间存在对立统一关系。在这里,研究的对象是整个机体,可称为整体水平的研究。研究方法为活体解剖实验法、慢性实验法。

生理功能虽然以细胞和分子特性为基础,并服从于物理化学的规律,但生理学毕竟不等同于物理学和化学,它们既有细胞水平和分子水平的研究和科学规律,还有器官水平、系统水平和整体水平的研究和科学规律。要全面地理解某一生理功能的机制,必须从细胞和分子、器官和系统以及整体三个水平范畴进行研究。

二、生理学发展简史与研究方法

人体生理学的形成和发展与医学有极其密切的关系。人类在对疾病的长期斗争中,积累了关于人体功能活动的知识,古代的医学家加以总结概括,写入他们的医学著作中,这便是我们现在能找到的古代生理学理论。我国两千多年前的医书《内经》,就写了经络、脏腑、七情六淫和营卫气血等生理学理论。古希腊医书中也同样有他们的生理学概念的描述。16世纪, Jean Fernel 开始用亚里士多德(Aristotle)提出的生理学(physiologia)一词,来称呼研究人体结构与功能的这部分医学。事实上,直到17世纪,人体生理学不过是医学中的一章,而且是与解剖学描述结合在一起的。1628年 William Harvey 出版了他发现血液循环的实验研究论文,标志着生理学开始成为一门独立的科学。关于生理学与医学的关系,19世纪法国著名的生理学家 Claude Bernard 曾经十分中肯地指出:“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。一个医师要研究生病的人,要用生理学来阐明和发展关于疾病的科学。”人体生理学作为一门重要的医学基础理论课,不只是因为“不了解正常功能就不能理解疾病”,而更重要的是,医生在长期的临床实践中将遇到许多新问题,而认识和处理这些新问题以促使医学科学向前发展,常常要求助于生理学的理论和方法。

人体生理学是一门自然科学,关于人体生理功能活动规律的任何理论和假设,都只能从实际观察中来,而且必须通过设计完善的实验来检验、修正和发展,这样,人们对人体生理功能的认识才能日益深入、日益精确。但人体生理学又有别于物理学、化学等一般自然科学,它的实验方法又有自己的特点。正如恩格斯在百余年前指出的:“生理学当然是有生命的物体的物理学,特别是它的化学,但同时它又不再专门是化学,因为一方面它的活动范围被限制了,另一方面它在这里又升到了更高的阶段。”17世纪初生理学的实验研究,就主要是利用物理学与化学的基本方法与技术对生物体进行观察;此后生理学的方法又随着数、理、化等基本科学及其应用技术的发展而提高。

生理学的奠基人 William Harvey 首先将动物实验方法引进这一学科领域。他曾提出:“获得关于心脏的知识的惟一可能途径,就是剖开动物观察活着的器官。”因为除了思维、意识等高级神经功能以外,内脏系统与运动系统以及神经系统的一般功能,在人与高等动物是相类似的;所以,利用动物实验来研究人体生理学是合乎逻辑的,如所选用的动物在进化过程中愈接近于人,则愈能反映人体的功能活动规律。用多种动物观察同一器官的功能活动,可以从共同的表现中找出具有普遍性的规律,很可能也适用于人体。1847年 Ludwig 发明记纹鼓(Kymograph),以后又使用了各种杠杆和机械检压装置,于是在动物实验中对各种功能活动的观察能更细致、准确、较易于做客观记录和定量分析。这些实验技术因而推动了生理学的发展。但直到20世纪中,生理学还主要是研究各器官的功能及其调节的器官生理学。在器官水平的生理学研究中,所用动物实验的方法大体上可分为慢性实验与急性实验两大类,而急性实验又可分为在体(in vivo)与离体(in vitro)两种。慢性动物实验方法主要是在无菌条件下对健康动物进行手术,暴露要研究的器官(如消化道各种造口手术)或摘除、破坏某一器官(如切除某一内分泌腺、破坏迷路等),然后尽可能在接近通常生活的情况下,观察所暴露器官的某些功能,观察摘除或被破坏某器官后所产生的功能紊乱等。这种实验方法便于观察某一器官在正常情

况下的功能活动以及它在整体功能活动中的地位,但不便于具体分析这一器官的生理特性以及与其他器官之间的具体关系。急性在体实验方法是在无痛条件下剖开动物,对某一两个器官进行实验观察。这种方法比慢性实验法简单,易于控制条件,有利于观察器官间的具体关系和分析某一器官功能活动的过程与特点,但这与正常生活情况下的功能活动仍有差别。急性离体实验方法是从动物体内取出某一器官(如心脏)或某组织(如肌肉、神经),置于适宜的人工环境中使之在数小时或稍长的时间内能保持生理功能。这种方法有利于排除其他因素影响,观察某一器官或组织的基本生理特性,但不一定能代表它在正常机体内的情况。

近二三十年来,由于基础科学和新技术的迅速发展,使得人体生理学的研究有了很大的进展。一方面研究深入到细胞各亚微结构的功能和细胞内生物分子的各种物理化学变化。这种细胞水平和分子水平的研究,主要是利用了细胞分离技术和细胞培养技术、生物电子学技术、超微量测定、电子显微镜、组织化学、核素技术等。这部分研究可称为细胞生理学与分子生理学。由于这类实验研究不仅阐明了有关器官和组织功能活动的原理,而更重要的是可以阐明生命活动的基本规律,对于研究其他生理学课题都有指导作用,所以常称之为普通生理学。另一方面,对整个机体功能活动的研究也有了很大的进展。人们在劳动、运动时,或处于高空、高原、潜水等条件下,人体功能活动特征和变化以及人体与环境的关系。各功能系统之间的相互关系等,都是研究人体生理学的主要着眼点。进行这些整体水平的生理学研究,首先要用不伤害人体的观测技术,其次要同时处理多方面复杂因素的影响。长期以来,由于这两个问题不能解决,整体水平的生理学研究成效不大。近年来,由于生物电子学的发展,遥控、遥测、体表无创检测等技术日益完善,特别是电脑技术的应用,使得各种特殊条件下的人体生理学研究有了很大进展。

生理学既然是研究生命活动规律的科学,必然要以活着的机体、器官或组织细胞作为实验观察的对象,即使做模拟、做数学模型、做系统分析(system analysis),也必须以对活机体、活器官、活组织细胞的观察为依据。在生理学实验中,既要能够全面、透彻地揭示出所研究的功能活动的规律,同时又要求所观察的机体、器官、组织细胞能保持其正常状态,而这两方面常常难于兼顾。解决这个问题的关键是,不但要有深思熟虑的实验设计,而且必须有适当的技术手段。正如恩格斯所指出的,生理学是进入了更高级阶段的物理学和化学。生理科学研究中所运用的技术几乎都是从其他精密基础学科领域和工业技术中引进并加以改造应用的。因此,生理学的发展在很大程度上依赖于精密基础科学的发展状况和工业技术的水平。但更有决定意义的是,从事生理学研究的工作者要及时把握这些方面的新成就,并善于改造和应用这些新成就。

三、生命活动的基本特征

人体生命活动包括 4 个基本特征:新陈代谢,兴奋性,适应性和生殖。

(一) 新陈代谢

新陈代谢(metabolism)是生命现象的基本表现。它包括合成代谢和分解代谢两个方面。机体从环境中摄取营养物质,合成为自身物质的过程称为合成代谢(anabolism)。机体分解其自身成分并将分解产物排出体外的过程称为分解代谢(catabolism)。

机体生命活动需要不断地自外界摄取营养物质,并在体内经过化学变化以及不断地向外界排出自身和外来物质的分解产物,这一过程称为物质代谢。物质代谢是生命的物质基础,构成细胞的生物分子在物质交换的过程中不断更新,保证生命活动正常运行。

与物质代谢相伴随的是能量的摄取及其在体内的转换、利用、储存和排出,这个过程称为能量代谢。物质代谢是能量代谢的基础,是热能的根本来源。物质在体内进行化学转化的过程中产生热能,用以机体活动的需要和体温的维持,多余的热能则以热的形式散发到体外。因此,新陈代谢包括两个部分:物质代谢和热能代谢,二者是生命活动必不可少的。

(二)兴奋性

兴奋性(excitability)是活机体的另一个重要特征,同时也说明了活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。这种特性不仅在完整的机体有,而且在组成机体的每一种活组织或活细胞也具有这种特性。细胞直接生存的环境(称为内环境)条件改变时同样引起活组织或活细胞发生活动的变化。刺激(stimulus)引起的机体或组织细胞活动的变化称为反应(response)。反应是刺激引起的,反应本身又是生命活动的特征,因此,广义地说,兴奋性是指活机体、活组织或活细胞对刺激发生反应的能力。近些年来,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在受刺激时产生动作电位的能力。兴奋就是指产生了动作电位。

刺激:活的机体或活组织细胞所生存的环境,条件复杂、多变,有一些环境条件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。这种正在变化的、并能被机体所感受的内外环境条件被称为刺激。

根据性质不同可将刺激分为:机械的(包括振动、扩张、压力)、化学的、温度的、电的、声的、光的、生物的、放射性的等,都存在时间的阈值。

反应:机体对刺激所产生的反应是多种多样的,形式各异,但都属于各器官或组织细胞的特有功能表现,如肌肉收缩、神经传导、腺体分泌、纤毛运动、变形运动等。这些功能表现若在感受有效刺激后明显加强,生理学中称其为兴奋(excitation);感受有效刺激后功能表现明显减弱,则称为抑制(inhibition)。抑制并不是无反应,而是与兴奋过程相对立的另一种主动过程。如在动物实验中,以电刺激家兔颈部交感神经,家兔的心搏加快、加强(兴奋);若刺激颈部迷走神经,心搏减慢、减弱,甚至停止(抑制)。

可兴奋组织(excitable tissue):神经、肌肉、腺体三种组织在接受有效刺激后,在表现功能变化之前,首先出现的是受刺激部位的电位变化,并迅速地沿神经纤维或肌肉纤维扩布,生理学将这种可扩布的电位变化称为动作电位。此电位变化可用特殊的仪器检测出来。神经、肌肉、腺体三种组织均能在接受刺激后迅速产生特殊生物电反应,因此三者被称为可兴奋组织(excitable tissue)。

(三)适应性

完整机体在对外界环境变化所发生的反应中,经常不断地调整体内各部分的功能及相互关系,保持内环境的稳定,以利于正常的生命活动,维持生存。机体这种根据外环境情况而调整体内各部分活动和关系的功能称为适应性(adaptability)。根据反应可将适应分为行为适应和生理适应。