

人体生理学

张长城 葛赋贵 周保和 主编



科学技术文献出版社

31128

人 体 生 理 学

RENTI SHENGLIXUE

张长城 葛赋贵 周保和 主编

编 者

(以姓氏笔划为序)

方海立	王顺田	王增权	李希成
肖家思	陈演江	张长城	张 能
周保和	陆 杰	谢皓芳	葛赋贵

· 科学技术文献出版社

责任编辑：沈锡庚 冷怀明
版式设计：王 红
责任校对：冷怀明 刘 鹏 王 红

3617/34⁰⁴

人 体 生 理 学

张长城 葛赋贵 周保和 主编

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路15号 邮政编码 100038)

达县新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

●

787×1092毫米 16开本 20.5印张 489千字

1993年7月第1版 1993年7月第1次印刷

印数：1—4500本

科技新书目：289—098

ISBN 7-5023-1907-7/R·331

定价：11.80元

前 言

为适应医学多种专业和多层次教学的需要,我们几所院校编写了这本《人体生理学》教材。本教材的特点是内容精练、刻意求新、适应性强,用途多样,它既适合医学各专业的本科生,又适合大专生。书中有多达 20%左右的内容以“小号字”刊出,它着重反映生理学的新进展和更深层次的理论,这部分内容对大专生不作要求,仅供参考,而书中全部内容(含小号字)本科生则须学习和掌握。

此外,在编写过程中,我们还力求做到便于自学,并注意到适当联系临床实际。因此,本教材尚可作为生理学工作者和医务工作者的参考书籍。

编 者

1992 年 9 月

目 录

第一章 绪论.....	(1)
第一节 生命的基本特征.....	(1)
一、新陈代谢	(1)
二、兴奋性	(1)
三、适应性	(2)
第二节 人体功能的调节.....	(2)
一、神经调节	(2)
二、体液调节	(4)
三、自身调节	(4)
四、神经调节与体液调节的关系	(4)
五、生理功能的自动控制原理	(4)
第三节 内环境与稳态.....	(5)
第四节 生物节律.....	(5)
第五节 人体生理学的研究方法.....	(6)
一、人体观察	(6)
二、动物实验	(6)
第二章 细胞的基本功能.....	(7)
第一节 细胞膜的结构与物质转运功能.....	(7)
一、细胞膜的结构和分子组成	(7)
二、细胞膜的物质转运功能	(9)
三、细胞膜上的离子运动和扩散电位.....	(13)
第二节 细胞的兴奋性和生物电活动	(15)
一、细胞的兴奋性及其特征.....	(15)
二、细胞的生物电现象和兴奋过程的电活动.....	(17)
三、兴奋的引起和传导.....	(21)
第三节 肌细胞的收缩功能	(24)
一、骨骼肌细胞的结构.....	(25)
二、肌细胞的收缩原理.....	(26)
三、骨骼肌的收缩特征.....	(28)
四、平滑肌的特征.....	(30)
第三章 血液	(32)
第一节 概述	(32)
一、血量及其测定.....	(32)
二、血液的理化特性.....	(32)

第二节 血浆	(34)
一、血浆的成分	(34)
二、血浆蛋白	(36)
三、血浆中的非蛋白含氮化合物	(36)
四、血浆中的无机盐和其他有机物	(36)
第三节 血细胞	(37)
一、红细胞	(37)
二、白细胞	(40)
三、血小板	(42)
第四节 血液与免疫功能	(43)
第五节 凝血与止血	(44)
一、血液凝固	(44)
二、纤维蛋白溶解	(48)
三、生理止血	(49)
第六节 血型与输血	(50)
一、血型	(50)
二、血型检测与输血	(52)
第四章 血液循环	(56)
第一节 心脏的泵血功能	(56)
一、心动周期和心率	(56)
二、心脏的泵血功能	(57)
三、心输出量及其影响因素	(58)
四、心力储备	(61)
五、心音	(61)
第二节 心肌的生物电现象和生理特性	(62)
一、心肌细胞的生物电现象	(62)
二、心肌的生理特性	(66)
三、心电图	(72)
第三节 血管生理	(74)
一、各类血管的结构和功能特点	(75)
二、血流量、血流阻力和血压	(76)
三、动脉血压和动脉脉搏	(78)
四、静脉血压与静脉血流	(81)
五、微循环	(83)
六、组织液	(85)
七、淋巴液	(86)
第四节 心血管活动的调节	(87)
一、神经调节	(87)

二、体液调节.....	(94)
三、自身调节.....	(97)
第五节 血量的调节	(97)
一、神经和体液对血量的调节.....	(98)
二、急性失血时的血量调节.....	(98)
第六节 器官循环	(99)
一、冠脉循环.....	(99)
二、肺循环	(101)
三、脑循环	(102)
第五章 呼吸.....	(104)
第一节 肺通气.....	(105)
一、肺通气的结构基础及其功能	(105)
二、肺通气原理	(108)
三、肺容量与肺通气量	(112)
第二节 呼吸气体的交换.....	(114)
一、气体交换的动力	(114)
二、气体交换的过程	(116)
三、影响气体交换的因素	(116)
第三节 气体在血液中的运输.....	(118)
一、氧的运输	(118)
二、二氧化碳的运输	(121)
第四节 呼吸运动的调节.....	(123)
一、呼吸中枢和呼吸节律的维持	(123)
二、呼吸的反射性调节	(125)
三、呼吸的化学性调节	(126)
四、运动时呼吸的变化和调节	(128)
五、周期性呼吸	(129)
第六章 消化和吸收.....	(131)
第一节 概述.....	(131)
一、消化道平滑肌的特性	(131)
二、消化腺的分泌功能	(132)
三、胃肠激素	(132)
四、消化道的神经支配	(134)
第二节 口腔内消化.....	(134)
一、唾液分泌	(134)
二、咀嚼和吞咽	(135)
第三节 胃内消化.....	(136)
一、胃液分泌	(136)

二、胃的运动	(142)
第四节 小肠内消化	(143)
一、胰液分泌	(143)
二、胆汁的分泌和排放	(145)
三、小肠液	(147)
四、小肠的运动	(147)
第五节 大肠内消化	(149)
一、大肠液的分泌和细菌作用	(149)
二、大肠的运动	(150)
三、排便	(150)
四、食物通过消化的时间	(150)
第六节 消化道的吸收功能	(150)
一、吸收的部位	(150)
二、各类营养物质的吸收	(152)
第七章 能量代谢和体温调节	(155)
第一节 能量代谢	(155)
一、能量代谢的测定	(155)
二、能量代谢的影响因素	(157)
三、基础代谢率的测定	(158)
第二节 体温调节	(159)
一、人的正常体温及其生理波动	(159)
二、产热和散热	(160)
三、体温调节	(161)
第八章 肾脏的排泄功能	(163)
第一节 肾脏的结构与功能概述	(163)
一、肾脏的结构	(163)
二、肾脏的血液循环	(165)
三、肾脏泌尿功能的概述	(167)
第二节 尿的生成过程	(167)
一、肾小球的滤过作用	(168)
二、肾小管与集合管的选择性重吸收	(170)
三、肾小管和集合管的分泌与排泄	(177)
第三节 尿液的浓缩和稀释	(179)
一、肾髓质渗透压梯度与尿液浓缩和稀释的关系	(180)
二、髓质高渗梯度的形成	(180)
三、肾髓质渗透压梯度的维持	(183)
四、影响尿液浓缩的因素	(183)
第四节 肾脏泌尿功能的调节	(184)

一、抗利尿激素	(184)
二、醛固酮	(185)
第五节 血浆清除率	(187)
一、血浆清除率的计算及肾小球滤过率的测定	(187)
二、肾血流量的测定	(187)
第六节 排尿反射	(188)
第九章 神经系统	(190)
第一节 神经元活动的一般规律	(190)
一、神经元和神经纤维	(190)
二、突触传递	(192)
三、神经递质和受体学说	(196)
第二节 反射活动的一般规律	(199)
一、反射和反射弧	(199)
二、中枢神经元的联系方式	(200)
三、中枢抑制	(201)
第三节 中枢神经系统的感觉功能	(202)
一、脊髓的感觉功能	(203)
二、丘脑的感觉功能	(204)
三、大脑皮层的感觉功能	(205)
四、痛觉与镇痛	(206)
第四节 中枢神经系统对躯体运动的调节	(208)
一、脊髓对躯体运动的调节	(208)
二、脑干对躯体运动的调节	(211)
三、基底神经节对躯体运动的调节	(213)
四、小脑对躯体运动的调节	(214)
五、大脑皮层对躯体运动的控制	(214)
第五节 神经系统对内脏活动的调节	(216)
一、外周植物性神经系统	(216)
二、脊髓对内脏活动的调节	(218)
三、低位脑干对内脏活动的调节	(218)
四、下丘脑对内脏活动的调节	(219)
五、大脑皮层对内脏活动的调节	(221)
第六节 脑的高级功能和脑电图	(222)
一、条件反射	(222)
二、学习和记忆	(225)
三、大脑皮层的语言中枢	(226)
四、大脑皮层功能的一側优势	(227)
五、脑电图和皮层诱发电位	(227)

六、觉醒和睡眠	(230)
第十章 感觉器官	(232)
第一节 概述	(232)
一、感觉器和感觉器官	(232)
二、感受器的一般生理特征	(233)
第二节 视觉器官	(234)
一、眼折光系统的功能	(234)
二、眼感光系统的功能	(238)
三、与视觉有关的几个问题	(243)
第三节 听觉器官	(244)
一、传音系统——外耳和中耳的功能	(245)
二、感音系统——内耳耳蜗的功能	(247)
第四节 前庭器官	(251)
一、前庭器官的适宜刺激	(251)
二、前庭反应和眼震颤	(253)
第十一章 内分泌	(255)
第一节 概述	(255)
一、内分泌的概念	(255)
二、激素的一般作用	(255)
三、激素的化学分类	(255)
四、激素作用的原理	(255)
五、激素的分泌及其调节	(257)
六、激素的合成、运输与代谢	(258)
第二节 腺垂体	(260)
一、下丘脑与腺垂体的机能联系	(260)
二、腺垂体激素的生理作用及其分泌调节	(261)
第三节 神经垂体	(263)
一、神经垂体激素的生理作用	(263)
二、神经垂体激素分泌的调节	(264)
第四节 甲状腺	(264)
一、甲状腺激素的合成、贮存和释放	(265)
二、甲状腺激素的生理作用	(267)
三、甲状腺机能的调节	(268)
第五节 甲状旁腺激素、维生素 D ₃ 和降钙素	(270)
一、甲状旁腺激素	(270)
二、维生素 D ₃	(271)
三、降钙素	(271)
第六节 胰岛	(272)

一、胰岛素	(272)
二、胰高血糖素	(274)
三、生长抑素	(274)
四、胰岛素的相互作用	(274)
第七节 肾上腺	(275)
一、肾上腺皮质	(275)
二、肾上腺髓质	(279)
第八节 其它内分泌激素	(280)
一、前列腺素	(281)
二、松果体	(282)
三、胸腺	(282)
第十二章 生殖	(283)
第一节 男性生殖	(283)
一、睾丸的机能	(283)
二、睾丸机能的调节	(284)
第二节 女性生殖	(285)
一、月经与排卵	(285)
二、卵巢的内分泌机能	(287)
三、妊娠	(288)
四、分娩	(290)
五、哺乳	(290)
附录一 生理学名词中英文对照	(291)
附录二 生理常数及临床常用检验值	(309)

第一章 绪 论

生理学(physiology)是研究生物体生命活动规律的科学。依据研究对象的不同,可分为动物生理学、植物生理学和人体生理学等。本书主要讨论人体生理学。

人体生理学(human physiology)是研究正常人体机能活动的科学。只有从微观到宏观深入理解和充分掌握人体各组成部分(细胞、器官、系统)和整个人体有何正常机能和机能活动的规律,才能使人体的机能和智能得到适度的开发;才有助于认识是否发生了异常,患了疾病,然后通过医疗措施,使之转危为安,变异常为正常。因此,人体生理学是一门重要的医学基础理论学科。

由于人体的机能及其活动规律,与一些动物,特别是哺乳类动物有许多共同的基本特征,了解这些特征,对于认识人体的机能具有重要的参考价值,为此,本书常引用动物实验的结果。又因为人体正常机能与异常活动,在一定条件下,可以互相转化,了解异常活动有助于从反面加深理解正常的机能。因此,本书也引证一些异常的现象。凡此种种都意在理解和掌握人体正常的机能及其活动的规律。

第一节 生命的基本特征

生物体,从最简单的病毒,到最复杂的人体,只要有生命,都具有以下基本特征。

一、新陈代谢

新陈代谢(metabolism)是指机体与周围环境之间不断地进行物质和能量交换、自我更新的过程。它包括同化(合成)作用和异化(分解)作用两个方面。机体从周围环境中摄取营养物质,合成其自身物质的过程称为同化作用;机体分解其自身成分,将分解产物排出体外的过程称为异化作用。在物质合成时伴有能量的贮存,在物质分解时则伴有能量的释放,释放出的能量供机体生命活动的需要,这称为能量代谢。物质代谢和能量代谢密切联系、相互依从、不可分割。

机体的一切生命现象,如生长、发育、繁殖等都是以新陈代谢为基础,新陈代谢一旦停止,生命也就终止。

二、兴奋性

除新陈代谢外,兴奋性是生命活动又一重要特征。

(一)刺激

能引起机体发生反应的各种环境变化称为刺激(stimulus),包括物理的(声、光、电、机械、温度、放射性的)、化学的和精神性的因素等。

(二)反应

刺激引起机体代谢和功能活动的变化称为反应(reaction),如神经传导、肌肉收缩和腺体

分泌等。反应有两种类型：一是由相对静止转为活动，或由活动弱变为活动强，称为兴奋(excitation)；另一是由活动转为相对静止，或由活动强变为活动弱，称为抑制(inhibition)。例如，刺激交感神经引起心跳加强加快即为兴奋；刺激迷走神经使心跳变弱变慢即为抑制。刺激是引起兴奋还是抑制，不仅取决于刺激的性质和强度，还决定于机体当时所处的机能状态。例如，肾上腺素使未孕子宫舒张(抑制)，而却使有孕子宫收缩(兴奋)，就是反应与机能状态有关的明显例证。

(三)兴奋性

机体具有对刺激发生反应的特性或能力称为兴奋性(excitability)。神经、肌肉、腺体兴奋时都能产生动作电位(又称神经冲动)，因此将动作电位视为神经、肌肉、腺体兴奋的客观指标，并将产生动作电位的能力称为兴奋性。这些组织则称为可兴奋的组织(excitable tissues)。

三、适应性

机体对于内外环境的变化均能作出一定的反应，这些反应通常都具有适应性(adaptability)。它能使机体克服各种环境变化以及恶劣环境对自身所产生的不利影响和危害，保持正常的生理活动、维持生存。例如，人体处于高山高原低氧环境中，一些器官系统的功能会发生适应性改变，其中包括红细胞和血红蛋白增多，携带 O_2 的能力增强等，从而使机体能够进行正常或比较正常的体力和脑力劳动，这一改变过程，也就是适应过程，又称为习服(acclimatization)；此外，在强光照射下，通过缩小瞳孔，减少光线进入眼内，而使视网膜免遭损伤。凡此种种都是机体反应具有适应性的表现。

除上述生命的基本特征外，生物体生长发育到一定阶段后，能够产生与自己相似的子代，使生物种系得以延续，这种自我复制的能力称为生殖(reproduction)，它也是生命活动的基本特征之一。

第二节 人体功能的调节

人体结构极其复杂，各种结构在功能上高度分化，不同组织、器官和系统都各有其特殊的功能。然而，通过信息联系，各部分的活动又都是紧密联系、互相制约、互相协调的，在面对复杂多变的环境时，人体总是以一个完全的统一体而活动，对环境变化作出适应性反应，使机体与环境保持协调统一。例如，人在运动或劳动时，不仅有肌群舒缩活动在时间与空间上配合极为恰当，而且交感-肾上腺系统兴奋，心脏活动增强，呼吸加深加快，肌肉血管舒张，所有这些变化都与肌肉活动加强的需要相适应。机体之所以是一个完全的统一体，之所以能与环境保持统一协调，要靠神经和体液调节才得以完成。

一、神经调节

1. 反射和反射弧 神经调节(neuroregulation)的基本方式是反射(reflex)。反射是指在中枢神经系统的参与下，机体对内外环境变化发生的适应性反应。反射的结构基础是反射弧(reflex arc)。每一反射弧包括五个环节，即：感受器(receptor)→传入或感觉神经(afferent or sensory nerve)→中枢(center)→传出或运动神经(efferent or motor nerve)→效应器

(effector)。

感受器是特殊化了的能感受各种适宜刺激的结构,具有换能作用,可将各种刺激能量转变为相应传入神经上的动作电位(神经冲动);中枢是位于中枢神经系统内的能调节某种生理功能的神经元群,对传入信息起整合作用;效应器是发生反应的器官;传入和传出神经传导兴奋(动作电位),起联系作用。当感受器感受刺激后,便将刺激的信息转变为神经冲动,经传入神经传至中枢,经中枢整合产生的神经冲动,通过传出神经传至效应器,使之发生适应性反应。因此只要反射弧任何一个环节遭到破坏,反射活动便将消失。

倘若神经冲动由感受器传至效应器,反射活动随即结束,此种反射弧,称为开放回路(open-loop circuit)的反射弧。然而人体内各种效应器中均存在特殊的感受器或感受细胞,它们能将效应器活动状况的信息即时传回中枢,于是中枢便适时调整其传出神经冲动,使效应器的活动更加协调准确。例如,骨骼肌中长度感受器(肌梭)和张力感受器(腱器官)就能将肌肉收缩状况的信息传回中枢,使中枢对肌肉活动的调节更加精确。实际上,人体绝大多数的反射活动都是通过这种闭合回路(closed-loop circuit)的反射弧来完成的(图 1-1)。指鼻试验就是一典型的例证,正常人闭眼时能用手指轻易准确地触及自己的鼻尖,这是由于在这一指鼻过程中,肌肉和关节中的感受器不断地发出反馈信息,将它们活动状况传至有关控制肢体运动的中枢,该中枢随即调整其传出信息,使指鼻动作按既定目标进行。小脑损伤后,作指鼻试验时,手指会偏离鼻尖甚远,这显然是由于这一反射的闭合回路遭到破坏所致。

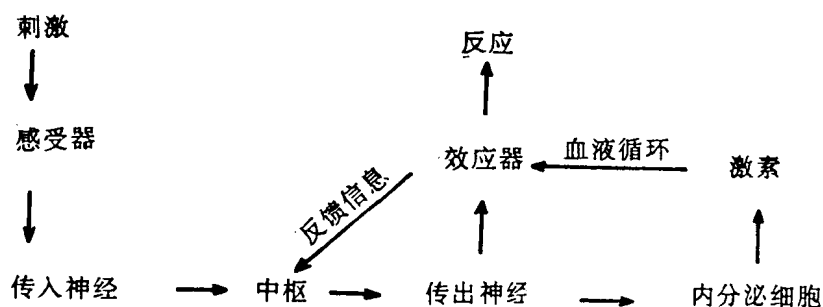


图 1-1 神经-体液调节示意图

2. 反射的分类 依据形成的条件不同,可将反射分为以下两类:

(1)非条件反射:如食物刺激口腔引起的唾液分泌反射以及伤害性刺激引起的肢体回缩反射等都属于非条件反射(unconditioned reflex),它是先天遗传的,数量较少,反射弧固定,是一种较低级的神经活动。在正常活动下,受到高级中枢的调控。

(2)条件反射:建立在非条件反射的基础上,是个体在后天的生活或训练中获得的,数量无限,可建立,亦可消退,一般都有大脑皮层的参与,属于高级神经活动。例如,狗见到食物或饲养员就流唾液,这就是条件反射(conditioned reflex)。通过建立条件反射,可以使大量无关的刺激成为预示环境即将发生变化的信号,从而极大地提高了人和动物适应环境变化的能力。此外,巴甫洛夫认为人类通过语言文字进行的学习、训练、认知和联想等思维活动都是复杂的条件反射。

神经调节的特点是迅速而准确、局限而短暂。

二、体液调节

体液调节(humoral regulation)主要是指人体内分泌细胞分泌的各种激素(hormone),通过血液循环作用于某些细胞和器官(靶细胞和靶器官),影响和调节他们的活动。激素主要是影响代谢、生长、发育、生殖等较缓慢的一些生理过程。例如,甲状腺分泌的甲状腺素经血液循环对组织代谢起促进作用,并使婴幼儿神经系统和骨骼系统发育完善。

激素分泌的调节也是在闭合回路的基础上进行的。例如,甲状旁腺分泌甲状旁腺素,经血液循环运至骨组织后,使骨 Ca^{2+} 释放入血,血 Ca^{2+} 增加,当血 Ca^{2+} 增至过多时,便可抑制甲状旁腺,减少甲状旁腺素的分泌。于是血中甲状旁腺素和 Ca^{2+} 浓度均得以保持相对稳定。

旁分泌:有些内分泌细胞释放的激素,不进入血液,而是通过细胞外液间隙,弥散至邻近的靶细胞而发挥作用,称为旁分泌。例如,胰岛D细胞分泌的生长抑素弥散至邻近的A细胞和B细胞后,便可分别抑制其分泌胰高血糖素和胰岛素。

局部体液调节:除激素外,一般组织细胞的酸性代谢产物,可引起局部血管扩张,称为局部体液(因素)调节。例如,进行剧烈的运动或劳动时,肌肉中酸性代谢产物增多,可引起肌肉中血管舒张,从而有利于肌肉获得更多的血液供应,及时清除其代谢产物。局部体液调节还有利于全身血液在时间和空间上作合理的调配。

体液调节的特点是作用缓慢、广泛而持久。

三、自身调节

自身调节(autoregulation)是指体内外环境变化时,组织器官不依赖于神经和体液调节而产生的适应性反应。例如,血压升高,脑血管相应收缩,使脑血流量不致过多;反之,血压降低,脑血管相应扩张,使脑仍有足够的血液供应,从而使脑功能保持正常。自身调节的特点是常局限于一个器官或一小部分组织内,但对生理功能的调节仍起重要作用。

四、神经调节与体液调节的关系

神经调节与体液调节相辅相成,但以前者为主,共同调节机体各项机能活动,由于大多数内分泌腺均直接或间接受到中枢神经系统的调控,因此内分泌腺便成为反射弧传出环节中一个延长部分,所以合称为神经-体液调节(图1-1)。例如,交感神经系统兴奋时(如情绪激动时),除通过交感神经直接作用于心血管系统和胃肠系统外,交感神经尚能引起肾上腺髓质分泌肾上腺素,经血液循环,肾上腺素亦可作用于心血管和胃肠系统。

五、生理功能的自动控制原理

在体内外环境发生变化时,机体机能的调节何以如此适时、精确而高效?这就促使生理学家考虑到,生理功能的调节正如自动化工程一样,很可能存在着自动控制或自动调节的原理和方式。

自动控制系统的基本特点是控制部分(如反射中枢或内分泌腺)与受控部分(如效应器或靶器官)之间存在着闭合回路,存在着往返的双向信息联系。受控部分受到控制部分的作用后,一方面改变活动状态,另一方面将活动状态改变的信息传回到控制部分,控制部分据此进行分析比较,然后纠正和调整受控部分的状态,这样经过多次反复调节后,最终使受控部分产生精

确的效应。看来神经调节或是体液调节都存在这种自动控制的方式。其事例已分别列举过。

由受控部分将信息传回到控制部分的过程称为反馈(feedback)。反馈分为正反馈(positive feedback)和负反馈(negative feedback)两种。反馈信息促进和加强控制部分的活动,称为正反馈,其数目较少,只有排尿、分娩、血液凝固等属于正反馈,这些过程一旦始动起来,就逐步增强、加速、直至完成。反馈信息抑制和减弱控制部分的活动,称为负反馈。如前所述,血 Ca^{2+} 浓度过高,抑制甲状旁腺素的分泌就是一种负反馈调节。负反馈较常见,它在维持机体内环境各种理化因素相对稳定中起着极为重要的作用。

第三节 内环境与稳态

细胞是人体的结构和功能单位,不断进行着新陈代谢。但人体的细胞大都不与外环境直接接触,而是浸浴在细胞外液(血浆、淋巴液、组织液)中。细胞外液是细胞直接生存的环境,因此称为机体的内环境(internal environment)。这一概念由法国生理学家 Claude Bernard(1813~1878)提出。他认为机体生存在两个环境中,一是变化万千的外环境,另一是相对稳定的内环境。

内环境不仅能为细胞提供营养物质,接受来自细胞代谢的终末产物,而且内环境的成分和理化性质如 pH、渗透压、各种离子浓度以及温度等是相对稳定的,因此细胞的各种酶促反应和生理功能得以正常的进行。总之,内环境为细胞提供了适宜的生活条件。

内环境的成分和理化性质之所以能保持相对稳定,是由于在神经体液调节下,各器官、系统能进行相互协调活动的结果。例如,通过消化系统的活动,内环境中营养物质得到补充;通过呼吸和循环系统的活动,内环境中的 O_2 含量得到补给,而 CO_2 得到排除;通过肾脏的活动,内环境中代谢终末产物得到清除等。由于物质有出有进且在不断地代谢,因此,内环境的成分和理化性质不是固定不变的,而是在一定范围内波动的,是一种动态的平衡。美国生理学家 Cannon 将这种平衡状态称为稳态(homeostasis),即不断变动中的相对稳定状态。现在稳态不仅指内环境的相对稳定状态,而且已扩展到机体的各级水平,凡能保持协调、稳定的各种生理过程均属稳态。内环境、机体各种生理过程甚至整个机体稳态的保持,均有赖于神经和体液的精密调控,特别是自动控制中的负反馈调节机制。

第四节 生物节律

生物体内各种生理功能除保持稳态外,又常按一定的时间顺序周而复始地发生变化,这种变化称为节律性变化,其节律称为生物节律(biorhythm)。人和动物的生物节律可分为高、中、低频三类。高频节律其节律周期低于一天,例如心电和呼吸的变化等;低频节律包括月周期(例如女性的月经周期)和年周期(例如候鸟的迁徙)等;中频节律为一天活动一次的周期。人体内各种生理功能几乎都有昼夜节律性的日周期变动,例如血细胞数、激素、体温、血压、尿液成分、各种代谢过程、药物反应以及下丘脑饱中枢和摄食中枢神经元的电活动等。

生物节律有两类,一类是生物本身所固有的;另一类受自然环境变化的影响,例如,人为地将每天一个光和暗的周期变化改为两个光和暗的周期变化,母鸡每天可产蛋两个。研究结果表明,生物节律是由于机体内生物节律中心控制的,下丘脑视交叉上核可能具有此种作用,因为将该核团破坏后,就完全不能感知外环境光和暗的变化,小鼠饮水和排尿等日周期变化也随之消失。然而,迄今为止对生物节律中心的神经机制了解却

甚少,因此尚待深入研究。生物节律的生理意义,在于可作好前瞻性的适应,例如根据生理功能日周期的变化,妥善安排生活和工作使之更为有效更有节奏地进行。生物节律的临床意义,在于可依据生理功能和药物反应日周期变化的特征来提高药物治疗的效果。

第五节 人体生理学的研究方法

人体生理学既是一门理论性学科,又是一门实验性学科,它的一切理论和结论均来自科学实验。

人体生理学实验方法可分为以下两大类。

一、人体观察

对人体进行客观观察(如检测血液和胃液等),但应以不伤害人体为原则,因此受到诸多因素的限制,观察结果常较粗略。近年来,由于电子计算机、生物电子学、遥控、遥测、体表无创检测如核磁共振成像、正电子发射成像、彩色超声多普勒等技术迅猛发展和广泛应用,使得对人体整体水平的研究有了很大进展。

二、动物实验

可分为急性实验(acute experiment)和慢性实验(chronic experiment)两类。

1. 急性实验 分为在体(in vivo)和离体(in vitro)两种。在体实验方法是在麻醉(无痛)条件下,暴露某一器官,对其机能活动特征、机理和影响因素进行研究。离体实验方法是从动物体内取出某一器官(如心脏、肠管)、某一组织(如肌肉、神经、脑薄片)或某一细胞(如心肌细胞、肝细胞),将其置于适宜的人工环境中,使之保持生理功能,从而观察其基本的生理特性等。

急性实验的优点是可以较严格地控制实验条件、排除其它非观察因素的干扰,针对研究对象,进行直接、细致的观测,据此分析细胞、器官和系统的生理功能。此法不足之处是未必能如实反映它在正常机体内的状况。

2. 慢性实验 是在无菌条件下对健康动物施行某种手术、暴露、摘除或破坏某一器官(如胃肠造瘘、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,观察暴露器官的功能以及摘除或破坏某一器官后所产生的功能紊乱现象等。

慢性实验的优点是动物处于清醒状态,可作较长时间的观察,所获实验结果较接近于自然状态,但实验方法较复杂,影响因素较多,因此必须严格控制实验条件。

综上所述,生理学实验可在分子、细胞水平,器官、系统水平和整体水平上进行。要了解复杂的生理活动、规律和机理,这三个水平的研究互为补充,缺一不可,因为单有微观的分析,没有宏观的综合,将失去方向,失去意义;如果缺乏微观的分析,宏观的综合也就没有根据,没有基础。因此,急性、慢性、整体、在体、离体的实验都是必要的。此外,现代科学还十分注重运用多种技术方法,进行多层次、多学科的综合研究,因为只有这样才能揭示出生命,特别是大脑的奥秘。

(张长城)