

人体及动物生理学

师范

人体及动物生理学

限 期

华中师范大学出版社

人体及动物生理学

张文纪 编著

•

华中师范大学出版社出版

(武昌：桂子山)

新华书店湖北发行所发行 湖北省公安专科学校印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张26.625 字数595,000

1986年12月第1版 1986年12月第1次印刷

印数1—5000

ISBN 7-5622-0081-5/Q·01

统一书号：13406·11 定价：3.90元

前 言

本书是根据教育部一九八〇年颁布的高等师范院校生物专业《人体及动物生理学教学大纲》编写的。

编者根据《教学大纲》的基本规定和要求，原则上按《教学大纲》的体系编排，即先阐述“神经生理”，后阐述“内脏生理”。但是，在体系上作了某些调整，例如，按神经的反射活动过程，把“神经系统的感觉机能和感觉器官”安排在“神经系统运动机能和高级机能”之前；把“神经胶质细胞和神经元的机能并列安排，以便反映近年来在这些领域里的研究进展。由于《人体及动物生理学》是高等师范院校生物系基础课之一。因此，编者力求在内容上保证三基（即基本知识、基本理论、基本技能），体现三性（即科学性、先进性和系统性）、贯彻三个基本原则（即理论联系实际、少而精和便于自学）。关于理论联系实际方面，编者考虑到中学生物学教学的实际需要，重点增添了有关的生理卫生知识，但因限于篇幅，不宜面面俱到。

本书的初稿经过下列院校的专家教授审评，他们是：华东师范大学生物系周绍慈、南京大学生物系余启祥、中国科技大学生物物理系孙玉温、湖南师范大学生物系邹蕤宾、山西大学生物系刘瑞林、新乡师范大学生物系许蕴璋。此外，湖北医学院张硕哉教授、陆左之副教授以及武汉医学院赵轶千、李之望教授审评了“神经生理”部分。他们对本书给予了很多鼓励，同时也提出许多宝贵的意见，特向他们表示由衷的谢意。

本书的编写，得到华中师范大学科研处和教务处负责同志的关心和支持，本书能与读者见面，为我国社会主义教育事业服务，是与他们的帮助分不开的。

本书全部插图是由张明绘制的。

限于编者的水平，本书必然存在诸多不足之处，甚至可能有错误，敬请各方惠予指正。

张文纪

1986年6月于武昌

目 录

绪 论	(1)
一、生理学的研究对象和任务	(1)
二、生理学的分支及与其它学科的关系	(2)
三、生理学的研究方法	(3)
四、生命的基本特征	(4)
五、生理机能的整合与调节	(6)
第一章 神经与肌肉的生理	(8)
第一节 神经肌肉的兴奋性	(8)
一、刺激与反应	(8)
二、兴奋与兴奋性	(10)
第二节 神经冲动及其传导	(11)
一、生物电现象的观察与记录方法	(11)
二、神经纤维的膜电位	(12)
三、膜电位产生的原理	(15)
四、神经冲动的引起	(18)
五、神经冲动的传导	(20)
六、神经纤维的分类	(22)
第三节 神经肌肉接点的传递	(24)
一、神经肌肉接点的结构	(25)
二、神经肌肉接点的传递过程	(25)
三、神经肌肉接点传递的影响因素	(27)
四、神经的营养性机能	(27)
第四节 肌肉的收缩	(28)
一、肌肉的特性	(28)
二、收缩的机械变化	(29)
三、收缩的代谢	(31)
四、收缩的能量转变	(33)
五、肌肉收缩的机制	(36)
第二章 中枢神经系统总论	(40)
第一节 概述	(40)
一、神经系统的生理意义	(40)
二、神经系统结构和机能的进化	(40)
三、神经系统机能的分类	(41)
第二节 神经元活动的一般规律	(41)

一、神经元	(41)
二、突触	(44)
三、神经递质和受体	(49)
第三节 反射活动的一般规律	(54)
一、反射弧	(54)
二、中枢神经元的联系方式	(55)
三、反射弧中枢部分兴奋传布的特征	(56)
四、中枢抑制	(58)
五、反射活动的协调	(60)
第四节 神经胶质细胞	(61)
一、神经胶质细胞的形态特点	(61)
二、神经胶质细胞的机能	(62)
三、神经胶质细胞的电生理研究	(63)
第三章 中枢神经系统的感觉机能和感觉器官	(66)
第一节 概 述	(66)
一、感觉的生物学意义	(66)
二、感受器的分类	(66)
三、感受器的一般生理特性	(66)
第二节 中枢神经系统的感觉机能	(70)
一、脊髓的感觉传导机能	(70)
二、丘脑的感觉机能	(70)
三、感觉投射系统	(72)
四、大脑皮质的感觉分析机能	(74)
第三节 视 觉	(77)
一、眼的折光系统的功能	(78)
二、眼的感光系统的机能	(82)
三、其它的视觉现象	(92)
第四节 听 觉	(94)
一、外耳和中耳的传音作用	(94)
二、耳蜗的感音作用	(96)
三、人的听觉特性	(98)
四、听觉器官对声音频率和强度的分析	(100)
五、对声源的空间定位	(101)
第五节 前庭感觉	(102)
一、前庭器官的结构	(103)
二、前庭器官的适宜刺激	(104)
三、前庭反应	(105)
第六节 嗅觉和味觉	(105)

(181)	一、嗅觉	(105)
(181)	二、味觉	(106)
	第七节 皮肤感觉	(108)
(181)	一、触(压)觉	(108)
(181)	二、温觉和冷觉	(109)
(181)	三、痛觉	(109)
	第八节 内脏感觉	(110)
(181)	一、内脏感觉的特征	(110)
(181)	二、牵涉性痛	(111)
	第四章 中枢神经系统的运动机能和高级机能	(112)
	第一节 中枢神经系统对躯体运动的调节	(112)
(181)	一、脊髓对躯体运动的调节	(112)
(181)	二、脑干对躯体运动的调节	(120)
(181)	三、小脑对躯体运动的调节	(125)
(181)	四、基底神经节对躯体运动的调节	(128)
(181)	五、大脑皮质对躯体运动的调节	(130)
	第二节 中枢神经系统对内脏活动的调节	(134)
(181)	一、植物性神经系统	(134)
(181)	二、植物性机能的中枢调节	(137)
	第三节 中枢神经系统的高级机能	(142)
(181)	一、大脑皮质的生物电活动	(143)
(181)	二、条件反射学说	(146)
(181)	三、觉醒与睡眠	(153)
(181)	四、人类的语言机能	(156)
(181)	五、学习与记忆	(157)
	第五章 血液	(161)
	第一节 概 述	(161)
(181)	一、内环境及其稳定	(161)
(181)	二、血液的组成	(162)
(181)	三、血液的功能	(162)
(181)	四、血液的总量	(163)
	第二节 血 浆	(163)
(181)	一、化学成分	(163)
(181)	二、理化特性	(166)
	第三节 血细胞的生理	(169)
(181)	一、红细胞	(169)
(181)	二、白细胞	(176)
(181)	三、血小板	(180)

第四节 红细胞的凝集与血型	(181)
(801) 一、凝集反应和凝集机理	(181)
(801) 二、血型与血型系统	(181)
(801) 三、ABO血型系统	(181)
(801) 四、Rh血型及其意义	(184)
第五节 血液凝固与纤维蛋白溶解	(184)
(801) 一、血液凝固	(184)
(801) 二、纤维蛋白的溶解	(188)
第六章 血液循环	(190)
第一节 概 述	(190)
(811) 一、血液循环的生理意义	(190)
(811) 二、血液循环的途径	(190)
(811) 三、心脏和各类血管的功能特点	(190)
第二节 心脏生理	(191)
(811) 一、心肌细胞	(191)
(811) 二、心肌细胞的生物电现象	(192)
(811) 三、心肌的生理特性和代谢特点	(195)
(811) 四、心脏的泵血功能	(203)
(811) 五、心电图	(209)
第三节 血管生理	(214)
(811) 一、血压、血流阻力和血流量	(215)
(811) 二、动脉血压和动脉脉搏	(217)
(811) 三、静脉血压与血流	(221)
(811) 四、微循环	(222)
(811) 五、组织液和淋巴液	(224)
第四节 心血管活动的调节	(226)
(811) 一、神经调节	(227)
(811) 二、体液调节	(234)
第五节 器官循环	(236)
(811) 一、冠状循环	(236)
(811) 二、肺循环	(238)
(811) 三、脑循环	(238)
第七章 呼 吸	(241)
第一节 概 述	(241)
(811) 一、呼吸及其生理意义	(241)
(811) 二、呼吸过程	(241)
(811) 三、肺呼吸的结构	(241)
第二节 呼吸运动与肺通气	(245)

神经组织
人体的组织

一、呼吸运动与呼吸肌	(245)
二、肺通气的机理	(246)
三、肺容量与肺通气量	(249)
四、人工呼吸	(252)
第三节 气体的交换	(253)
一、气体交换的动力	(253)
二、O ₂ 和CO ₂ 在肺泡与组织的交换	(254)
三、影响气体交换的因素	(255)
第四节 气体在血液中的运输	(257)
一、O ₂ 的运输	(257)
二、CO ₂ 的运输	(262)
第五节 呼吸运动的调节	(264)
一、呼吸中枢及其节律性	(264)
二、呼吸运动的反射性调节	(268)
三、呼吸的化学性调节	(270)
四、运动时呼吸功能的变化	(273)
第八章 消化	(274)
第一节 消化管的运动功能	(274)
一、平滑肌的机能特性	(275)
二、咀嚼与吞咽	(278)
三、胃的运动	(280)
四、小肠的运动	(283)
五、大肠运动与排粪	(285)
第二节 消化腺的分泌	(286)
一、消化腺的机能概述	(286)
二、唾液的分泌	(287)
三、胃液的分泌	(289)
四、胰液的分泌	(296)
五、胆汁的分泌和排出	(299)
六、小肠液的分泌	(300)
七、大肠的分泌及细菌作用	(301)
第三节 吸收	(301)
一、吸收过程概述	(301)
二、吸收的机制	(303)
三、主要营养物质的吸收	(304)
四、吸收机能的调节	(307)
第四节 消化机能的整体性	(308)
一、消化机能的整体性	(308)

二、摄食的神经调节	(309)
三、消化管的内分泌机能	(309)
第九章 能量代谢与体温	(311)
第一节 能量代谢	(311)
一、机体能量的来源和去路	(311)
二、能量代谢的测定	(313)
三、影响能量代谢的主要因素	(318)
四、基础代谢	(319)
第二节 体温及其调节	(321)
一、体温	(321)
二、产热及其调节反应	(323)
三、散热及其调节反应	(324)
四、体温的中枢调节	(327)
五、体温调节的异常	(328)
第十章 排泄	(331)
第一节 概 述	(331)
一、排泄及其途径	(331)
二、尿的化学成分与理化特性	(331)
三、肾脏的结构特点	(333)
四、肾脏的功能	(335)
第二节 尿的生成过程	(336)
一、肾小球的滤过作用	(337)
二、肾小管和集合管的重吸收作用	(340)
三、肾小管和集合管的分泌作用	(343)
四、肾清除率试验	(343)
第三节 肾对钠盐和水的排泄	(346)
一、肾对钠的排泄	(346)
二、肾对水的排泄	(349)
第四节 肾泌尿功能的调节	(352)
一、肾血流量的调节	(352)
二、肾小管活动的调节	(353)
第五节 排 尿	(356)
一、膀胱的生理特性	(357)
二、膀胱和尿道的神经支配	(357)
三、排尿反射	(357)
第十一章 内分 泌	(359)
第一节 概 述	(359)
一、内分泌的一般概念	(359)

二、研究内分泌的方法	(360)
三、激素的作用及其一般特征	(361)
四、激素作用的机制	(362)
第二节 垂 体	(364)
一、神经垂体	(365)
二、腺垂体	(368)
第三节 甲状腺	(372)
一、甲状腺激素的合成与分泌	(373)
二、甲状腺激素的生物学作用	(375)
三、甲状腺激素分泌的调节	(376)
四、甲状腺机能障碍	(377)
第四节 甲状旁腺和甲状腺滤泡旁细胞	(378)
一、甲状旁腺素及其生物学作用	(379)
二、甲状旁腺素分泌的调节	(381)
三、降钙素	(381)
第五节 肾上腺	(381)
一、肾上腺皮质	(382)
二、肾上腺髓质	(386)
第六节 胰 岛	(388)
一、胰岛素	(388)
二、胰高血糖素	(391)
第七节 其它激素	(392)
一、胸腺	(392)
二、松果体	(392)
三、前列腺素	(393)
第十二章 生 殖	(395)
第一节 概述	(395)
第二节 雄性的生殖机能	(395)
一、睾丸的机能	(395)
二、雄性附性器官的机能	(399)
第三节 雌性的生殖机能	(401)
一、卵巢的机能	(401)
二、生殖周期	(404)
第四节 妊娠与授乳	(407)
一、妊娠	(407)
二、授乳	(411)

绪 论

一、生理学的研究对象和任务

生理学 (physiology) 研究人体及动物机体的各种机能 (function)。各种机能是指人体和动物的整体及其各组成系统、器官和细胞所表现的各种生理活动,例如:血液循环、呼吸、消化、排泄、生殖、肌肉运动和神经活动等生理现象产生的过程和机制 (mechanism), 以及机体内外环境因素对这些生理机能的影响。人体和动物机体只有在存活时,才能表现这些复杂的生理活动。所以,生理学研究的基本原则,是以活体作为研究对象。生理学泛指人体及动物生理学,是研究人体及动物机体的生命活动规律的科学。

机体的形态结构和生理机能是复杂的,而且结构与机能是密切相关的。生理活动表现在不同的结构层次上。随着物理学、化学及其新技术的发展和运用,对复杂的生命现象可分别进行不同结构层次的研究。现代,生理学的研究,大体上从三个不同的水平进行。

研究人体和动物整体与环境之间的关系,以及体内各器官系统生理活动之间的相互联系。也就是研究整体对环境变化的反应与适应,这包括研究自然环境的差异和变化,如气温、气压、光照、缺氧等环境因素对生理活动的影响,以及机体对这些变动因素的适应能力和限度;研究社会环境条件,如生产劳动、体育运动以及高级神经活动(情绪、意识等)对机体及其各器官系统生理活动的影响;研究整体活动中各器官系统生理活动的调节机制与相互协调的关系。所有这些关于整体生理活动调节与适应的规律,都必须以完整的机体为研究对象,这个范畴的研究属于整体水平的研究。

整体的生命活动是以各器官的生理活动协调为基础的。要认识整体生命活动的规律,首先,应该认识各器官的生理活动。那就是各器官有哪些特殊的生理活动,这些生理活动是如何发生和发展的,受到哪些因素的影响和制约,在整体生命活动中起什么作用等。为此,必须对完整的器官进行直接观察或实验研究,才能认识清楚。这类研究是以器官为对象,这个范畴的研究属于器官水平的研究。对各个器官生理活动的研究,一般称为器官生理学。

器官由具有不同生理特性的细胞构成。各器官生理活动与组成该器官的细胞生理特性分不开,而且细胞的生理特性,又决定于这些细胞组成物质的物理化学和生物化学的变化过程。细胞的组成物质主要是蛋白质、核酸、脂类和糖类等生物特有的物质,统称为生物分子 (biomolecule)。细胞和分子水平的研究,主要研究细胞内亚微结构的机能,以及各种生物分子的理化变化过程。例如要认识心脏生物电现象的起源、心肌收缩的机制等问题,必然要研究心肌细胞膜、内质网和肌原纤维等亚微结构的机能活动,以及心肌细胞的收缩蛋白质与有关离子和酶相互作用的理化过程。这个范畴所研究的对象为细胞和它特有的生物分子的运动规律,属于分子和细胞水平的研究。

从生理学的发展历程来看,生理学的研究最初是从研究器官系统的机能开始的,英国学者威廉·哈维 (William Harvey) 在十七世纪对心血管系统的实验研究,奠定了器官生理学的基础,从此,使生理学成为一门独立的学科。在器官生理学的基础上,生理学的研究

扩展到整体水平和深入到细胞与分子的水平，三个水平的研究是相辅相成的。对细胞、器官的研究，有助于更深入地认识整体的生命活动规律。从人们对客观事物的认识过程来说，有必要在分析的基础上进行综合。如果没有对基本的局部的生理活动进行分析性的认识，那么，也不可能对复杂的整体机能作客观的认识。所以，深入到细胞和分子水平的研究是非常重要的。近年来，细胞和分子水平的生理学研究，是一个非常活跃的研究领域。

生理学的主要任务，就是通过实验的观察和印证，揭示人体和动物机体生理活动的基本过程及其产生的机制，从而逐步认识和掌握生理活动的基本规律，充实和丰富生物科学的理论宝库，为临床医学、畜牧兽医学、教育科学（心理学、教育学）、体育科学和生物工程学等提供重要的理论基础，为生产实践和医学实践服务。

二、生理学的分支及与其它学科的关系

生理学的产生和发展同生产实践和医学实践的需要密切相关。随着生产实践和医学实践的需要，以及数学、物理学、化学和生物技术的迅猛发展，大大地促进了生理学的发展，不断地扩展新的研究领域，研究的内容十分广泛，形成很多分支学科，并且分支愈来愈细。一般按照研究不同的生物类群分为微生物生理学、动物生理学和人体生理学等；器官生理学已经分成许多专门的学科，如神经生理学、内分泌生理学、心血管生理学、呼吸生理学、消化生理学和生殖生理学等；以人类在特殊环境的生理活动规律为研究对象的生理学分支，即应用生理学，包括运动生理学、劳动生理学、航空生理学、宇宙生理学、特殊环境生理学等；以经济动物的特殊生理活动为研究对象的生理学分支，有家畜生理学、家禽生理学、鱼类生理学、昆虫生理学等。此外，以各种无脊椎动物和脊椎动物的同类机能为对象，通过比较的方法，揭示其系统发生的规律，这是比较生理学的研究内容和任务。研究具有普遍意义的生命活动过程的生理学分支是普通生理学，它主要研究细胞膜和细胞器的生理机能，如生物电现象、细胞信息的传递、细胞膜的物质运转、细胞呼吸与能量转换过程、分泌和收缩性等基本的生理过程及其机制。

从上述的学科分支状况来看，生理学的天地是很广阔的。它与医学、教育、体育、劳动卫生、国防、农业、畜牧业、渔业以及生物工程等部门，都有着广泛的联系。

生理学是生物学的一个分支，它自然地与生物学许多分支如动物学、胚胎学、组织学、人体解剖学和生物化学等学科有直接的联系。同时，生理学的发展是紧随着物理学与化学发展之后。因此，上述学科是学习和研究生理学的重要基础。从学科的范围来说，生理学、生物化学、生物物理学、药理学、病理生理学和营养学同属于生理科学，是彼此分工、血肉相连的姐妹学科。从学科的进展来看，由于科学技术的发展，特别是生物化学、组织化学、免疫学、电生理、电子显微镜和电子计算机等新技术在生理学研究中的应用，使生理学的研究发展到一个新的阶段，形成一些新的学科，例如，由神经生理学与神经解剖学、神经生化合并成神经生物学。以生殖系统的形态学和生理学为基础，结合有关的生物化学和免疫学方法以及计划生育，合并成生殖生物学。这反映生理学相关学科的范围日益扩大；也反映生理学与相关学科之间“分与合”的发展趋向。

三、生理学的研究方法

生理学的基本方法是对生理活动的客观观察和科学实验。实验方法是生理学的主要方法。实验是人工设计和控制一定的条件，以便能观察到某种生理状态下的生理变化，并能了解某种生理过程的因果关系。进行这种实验过程中，会使机体造成一定的损害，甚至危及生命。因此，生理实验主要用动物作实验材料。常用实验动物有蛙、龟、兔、猫、狗、鼠、猴等。只有在不影响健康的情况下，才允许在人体上进行实验，例如，应用电子测量仪器，进行无创伤的生理测定，包括心电图、脑电图和肌电图等。

既然，一般只能用动物进行生理实验，那么，能否用动物实验所得的结果来说明人体的生理活动规律？按照生物进化论的观点，人类同动物主要指哺乳动物，有许多相似的构造和机能，因此，可以引用从动物实验所得的结果，来说明人体一般的生理机能。由于低等动物的结构与机能相对地简单些，便于着手进行实验和观测。所以，近年来在生理学的研究工作中，选用不少适宜于进行生理学基础研究的理想材料，例如枪乌贼巨大神经纤维、海兔巨大神经细胞、蜚蠊和鱼的侧线器官等，开辟了生理学的新领域，推动了神经生理学深入的研究。然而，人类在自然界的地位不同于动物，人体许多生理机能特别是神经系统的高级机能，同动物存在着本质的区别，因而不能把动物实验的结果简单地说明人体复杂的机能，这就是动物实验对认识人体生理机能的局限性。

生理学所用的动物实验方法，不外乎急性和慢性两类。急性实验方法包括离体组织和器官实验法以及活体解剖实验法。

离体组织和器官实验法 从动物活体上取出所要研究的组织或器官，放置在一个人工环境内，基本上满足组织所必需的生理条件，以保持它的正常生理活动，进行有关研究。例如取离体的平滑肌，研究平滑肌的生理特性；取离体的神经，研究神经纤维的电活动等。

活体解剖实验法 动物在麻醉或去大脑的状态下，进行活体解剖，显露所研究的器官，进行有关实验。例如研究迷走神经对心脏活动的作用，一般采用活体解剖的实验法，显露动物的迷走神经和心脏，以电脉冲刺激神经，观察迷走神经的兴奋对心脏搏动的生理效应。由于离体器官和活体解剖实验过程不能持久，一般在实验之后，动物不能继续生存，故称为急性实验。这种方法的优点是，实验条件较为简单，便于人工控制实验条件，有利于直接观察和具体分析所研究的对象。

慢性实验法 以正常生理状态下的整体为研究对象。在动物机体同外界环境保持自然关系的条件下，进行有关的生理实验。采用这种实验方法，也要尽可能保持实验对象的体内外环境条件的相对稳定，以便研究一定条件下某一种生理机能。这类实验往往必须事前对动物进行无菌手术，在不损害动物机体完整性的前提下，将欲要研究的器官显露在体外，或移植到体表，以便直接从体外观察和记录该器官的生理活动。由于这样的动物可以在较长时间内进行实验，故称为慢性实验法。例如，研究动物的唾液分泌反射活动，就要事前做无菌手术，将动物的唾液腺导管的开口移植到颊部皮肤上，以便从体外收集唾液腺分泌出来的纯净唾液。这样的动物在手术创伤恢复之后，就可以研究整体在清醒状态下唾液分泌的基本过程。

现代，生理学的研究引进和应用许多新技术和新方法，特别是电子测量技术、电子显微

镜和电子计算机，以及生物化学、组织化学、免疫学等新方法的应用，大大地促进了生理学在各个水平上研究的深入和突破。

四、生命的基本特征

人体和动物机体的生命活动，表现有新陈代谢、应激性、适应性、生殖、生长发育、遗传与变异、衰老与死亡等共同的基本特征，因而生理学的研究内容是极其广泛和庞杂的。作为基础理论课的生理学，主要阐述新陈代谢，应激性、适应性和生殖等问题。至于遗传与变异、生长发育分别在遗传学和胚胎学详述。在系统阐述各系统的生理机能之前，扼要地阐述新陈代谢、应激性、适应性和生殖等有关的基本概念。

(一) 新陈代谢 恩格斯在《自然辩证法》中指出：“生命是蛋白体的存在方式，这个存在方式的基本因素在于和它周围的外部自然界的不断的新陈代谢，而且这种新陈代谢一停止，生命就随之停止，结果便是蛋白质的分解。”所谓“蛋白体”，可能是以核酸和蛋白质为主要成分所组成的。一些最简单的有生命物质，例如烟草斑纹病毒，就是由一个核酸中心和一个蛋白质外壳所组成的。从病毒这样简单的生物体到复杂的人体，都需要不断地从周围环境中摄取营养物质，并将这些物质转变为自身的组成物质；同时，自身的组成物质又不断地分解，所分解的最终产物又不断地排泄到周围环境中去。所有生物体都是如此，在与周围环境的不断新陈代谢中，实现自我更新。新陈代谢一旦停止，生命活动立即停止，这就是生物学的死亡。生物体的其它机能都是建立在新陈代谢的基础上的，这充分说明新陈代谢是生命现象最基本的特征，也是生物体与环境之间最基本的关系。

新陈代谢包括同化和异化两个过程。机体从周围环境中摄取营养物质，经过一系列的化学变化，合成自身物质的过程，称为同化作用；机体自身物质分解，释放能量供机体生命活动的需要，以及分解的最终产物排出体外的过程，称为异化作用。同化和异化过程都包含有物质和能量代谢，当物质进行分解代谢时释放能量，物质进行合成代谢时吸取和储存能量。机体合成代谢所需的能量来源于分解代谢释放的能量，而机体内各种营养物质分解供能的过程，主要是各种营养物质被完全氧化的过程，营养物质的完全氧化必须从环境中吸入所需要的氧，并向周围环境排出新产生的二氧化碳。机体与周围环境之间的这种气体交换一旦停止，新陈代谢也不能进行。由此可知，新陈代谢过程中，物质的分解与合成，以及物质变化与能量变化之间是紧密地同时进行的，而气体交换也是代谢的必要条件。

人体和高等动物体内有各种细胞，每个细胞都进行新陈代谢，但这些细胞不象单细胞生物那样，可以直接从外界环境摄取营养物质和排出代谢产物。在进化过程中，动物体内出现了细胞外液，形成细胞生活的内环境，包括组织液和血浆等。各细胞在代谢过程中，从组织液摄取营养物质和排出代谢产物，组织液又与血液进行这种物质交换。同时，人体和高等动物的细胞和组织也发生了结构和机能上的分化。例如，消化器官主要是摄取食物，对食物进行消化和吸收；呼吸器官主要是由外界环境摄取氧和向外界排出二氧化碳；排泄器官如肾脏，主要是排出水和代谢最终产物；而循环系统则推动血液不断循环流动，将代谢所需要的氧和营养物质运送到全身各个细胞，并将各细胞的代谢最终产物运送到肺和肾等器官去排泄。这充分地说明在人体及动物机体的整个生命活动中，体内各器官系统，各种细胞和组织，一方面各自进行新陈代谢；同时，它们的生理活动又是互相联系，围绕着整个机体的新陈代谢进

行的。

(二) 应激性 生命活动的另一个基本特征是应激性, 即机体能对周围环境的变化产生反应。当环境发生改变时, 常常引起机体生理活动的改变, 包括体内代谢过程以及躯体运动的变化。例如, 单细胞动物的变形虫, 当受到环境变化的刺激时, 就会发生变形运动; 动物遇见它的天敌, 就会产生逃避的防御反应等, 这些都是动物的反应。外界环境的变化是多种多样的, 不是任何一种变化都能引起机体发生反应的, 只有被机体感受的变化, 才可能引起反应。能被机体感受并引起机体产生某种反应的环境变化称为刺激 (stimulus)。光是视觉器官的刺激, 声音是听觉器官的刺激。刺激与反应是生理学常用的一对密切联系的术语。机体的反应都是由某种刺激所引起的。机体对刺激产生反应的能力称为应激性。

机体接受刺激产生反应时, 其表现形式不外乎两种。一种是由相对的静息状态变为显著的活动状态, 或由弱的活动变为强的活动, 这种生理现象称为兴奋 (excitation); 另一种是由显著的活动状态转变为相对的静息状态, 或由强的活动变为弱的活动, 这种生理现象称为抑制 (inhibition)。抑制意味着兴奋的减弱或不易发生兴奋, 抑制反应是以兴奋反应为基础的, 无生命的物体既不能发生兴奋, 也没有所谓抑制反应。因此, 机体最基本的反应形式是兴奋。神经对刺激的反应, 产生局部兴奋或传导性兴奋; 肌肉对刺激的反应, 先产生肌肉兴奋 (肌肉冲动), 然后肌肉的兴奋进一步引起肌肉收缩。组织对刺激能够产生冲动或兴奋反应的特性称为兴奋性。这类组织称为可兴奋组织。兴奋性比应激性的概念含义狭窄一些。对于神经和肌肉这些对刺激产生兴奋反应的组织来说, 应激性和兴奋性两个术语是可以互用的, 兴奋性是生理学中更为通用的术语。

机体具有兴奋性, 它经常接受体内外环境中某些刺激, 总是处于一定程度的兴奋状态之中, 在这种机能状态下, 体内外的某些变化, 可以使它更兴奋, 或者使它的兴奋减弱以及不易兴奋 (抑制)。兴奋和抑制是对立的生理过程, 两者在机体的活动中, 起着重要的调控作用。兴奋与抑制是生理学上的重要概念, 将在“神经和肌肉生理”的章节中重点阐述。

(三) 适应性 机体对环境变化的种种反应都具有适应性。机体的适应性表现在机体发生变化时, 仍然保持自身的生存, 不致由于环境的变化而受到危害。例如, 人体在炎热的环境中, 汗腺分泌汗液, 汗的蒸发消耗热量, 从而能降低皮肤温度, 保持体温的相对恒定; 又如高山缺氧, 刺激造血器官的造血机能, 加速红血细胞增殖, 以适应高山缺氧的环境条件。其它各种各样的生理反应, 大体上可归纳为保持机体正常的生理活动和保护机体不受侵害这两大类型。此外, 还有一些关系到延绵种族的反应。

适应性是在进化过程中发展起来的, 并随着动物的进化愈来愈完善。例如, 鸟类和哺乳类动物具有保持体温相对稳定的机能, 而低等动物的体温是随着环境温度而变化的。

人体及动物机体对环境的适应能力是由于体内有一整套调节机构, 能够随着环境变化不断调节体内生理活动的水平。人类由于能够从事社会劳动, 主动地改造自然环境, 使它适应于自身的生理要求, 已经不象动物那样单纯依靠生理反应被动地适应环境。不过, 人体和动物机体依赖于生理调节来适应环境的变化, 乃是生理学研究的主要内容。

(四) 生殖 机体生长发育到一定阶段, 就能够产生与自身相似的子代个体, 这种生理机能称为生殖或自我复制 (self-replication)。烟草斑纹病毒颗粒进入烟叶毛细胞后, 迅速复制出大量烟草斑纹病毒颗粒, 这就是最原始的生殖过程。单细胞生物的生殖过程, 是

一个亲代细胞通过简单的分裂 (fission) 或较复杂的有丝分裂 (mitosis), 分成两个子代细胞。在此过程中, 亲代细胞核内的染色质均分给两个子代细胞, 其中的脱氧核糖核酸将亲代的遗传信息带到子代细胞内, 控制子代细胞中各种生物分子的合成。子代细胞中的各种生物分子, 包括各种酶系, 均与亲代细胞相同, 于是子代细胞具有与亲代细胞相同的结构与机能。这就是生物的遗传性。高等动物的生殖机能, 已经分化为雄性与雌性个体, 由两性生殖细胞结合 (受精), 通过有性生殖方式生成子代个体。这种生殖过程虽然复杂得多, 但父系与母系的遗传信息也是分别由雄性和雌性生殖细胞的脱氧核糖核酸带给子代的。任何生物体的寿命都是有限的, 必然要经历衰老, 最终死亡。一切生物都是通过自我复制延续种系的, 所以生殖也是生命的基本特征之一。

五、生理机能的整合与调节

(一) 生理机能的整合 机体由各个系统组成, 每个系统由结构和机能分化的器官组成, 每个器官由几种不同类型的组织组成, 作为构成组织单位的细胞, 也可看成是一个复杂的系统, 由许多细胞器组成。无论在整个机体或者在一个细胞中, 它们的组成部分及各部分的活动都不是彼此孤立的, 而是在空间上和时间内严密地组织起来, 作为一个完整机体而活动的。这种在各组成部分之间, 在结构上有严密的组织, 机能上协调地活动, 形成一个完整的机能系统。这在生理学的术语中称为整合 (integration)。动物机体及人体是一个整合起来的整体, 体内各种生理机能和各种生理过程彼此互相联系, 相互制约, 这又称为机体机能的完整统一性。

(二) 生理机能的调节 机体对各种不同的刺激产生适应性的反应, 以及各种机能活动能够互相配合, 以维持身体内部的正常状态或保护自身不受外来的侵害, 这是由于机体能够对各个部分的生理机能进行调节的结果。调节是机体通过某种生理机制使体内的生理活动达到相对稳定。人体和高等动物的机能调节方式是复杂的, 主要通过两种方式, 即神经调节和液体调节。

1. 神经调节 是通过神经系统内的信息传递来实现的。调节的基本过程是反射活动。反射的结构基础称为反射弧, 包括感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器。感受器是接受刺激的装置, 效应器是产生反应的器官, 神经中枢位于脑和脊髓, 传入和传出神经是将中枢神经系统与感受器和效应器联系起来的路径。在一般的反射活动中, 一定的刺激总是引起一定的反应, 这是由于每一种反射都有一定的反射弧, 反射弧的任何环节被破坏, 就会使这一反射丧失, 不能实现某一种机能活动的神经调节。

人类和动物的反射活动, 大体上分为非条件反射和条件反射两种类型。非条件反射是先天的, 同一物种动物的任何个体都会发生的, 它的反射弧是由种系遗传因素决定的, 是生来就有的一些比较简单、比较固定的反射弧。非条件反射的中枢, 一般在中枢神经系统的较低级部位, 因而属于一种较为低级的神经调节方式。条件反射是后天获得的, 是人或高等动物的个体在它们的生活过程中, 根据个体所处的生活条件而建立起来的。建立条件反射, 一般要有大脑皮质的参与, 因而属于高级的神经调节方式。条件反射是建立在非条件反射的基础上的, 关于条件反射的基本理论将在“神经系统的高级机能”详述。

2. 体液调节 是指体内某些细胞产生某些特殊的化学物质, 通过体液循环运送, 对特