

生理学

宋海滨 韩爱国 徐瑞云 李洪润 主编

天津科学技术出版社

内 容 简 介

本书共分十三章,包括绪论、细胞的基本功能、血液、血液循环、呼吸、消化与吸收、能量代谢与体温、肾脏的排泄、感觉器官、神经系统、内分泌、生殖及衰老等内容。着重讲述了人体各系统生理机能的基础知识,结合临床,适当介绍有关部分的内容。本书以卫生部颁发的生理学教学新大纲为依据,结合教学实际需要编写的。本书适用于中专医学学生使用,还可供医学生理教师参考。

主 编	宋海滨	韩爱国	徐瑞云	李洪润
副主编	董丙信	王为民	李维真	
撰稿人	(按笔画为序)			
	于光平	王为民	王新法	杨世玲
	李祖成	李洪润	李维真	宋海滨
	胡金美	徐瑞云	龚益生	梁朝辉
	董丙信	韩先芹	韩爱国	曾石平
主 审	李秀艳			

前 言

随着社会及经济的不断发展，对实用型中级卫生人才培养的要求越来越高，为此卫生部于1994年颁布了新教学大纲，为配合新大纲的实施，我们组织了省内外数位教学经验丰富的生理学教师编写了这本教材，以供生理教学使用。本教材的特点是：突出实用，系统地对人体各系统生理机能进行了介绍，深入浅出，结合临床以达举一反三目的。

本书在编写及出版过程中，得到了潍坊医学院生理教研室老师的大力帮助和指导，以及潍坊卫校教务处和校领导的大力支持，在此一并感谢！

由于编写时间较仓促，水平有限，错误之处在所难免，殷切希望老师和同学们提出批评指正，以帮助我们再版时改进提高。

编者

1995年5月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 人体生理学的研究对象和任务	(1)
第二节 生命的基本特征	(1)
一、新陈代谢	(1)
二、兴奋性	(2)
第三节 机体与环境	(2)
一、内环境—细胞外液	(2)
二、内环境稳态	(3)
第四节 机体功能活动的调节	(3)
一、调节方式	(3)
二、生理功能的自动控制原理	(4)
第五节 生物节律	(5)
【基础与临床】	(6)
【复习题】	(6)
第二章 细胞的基本功能	(7)
第一节 细胞膜的物质转运与受体功能	(7)
一、细胞膜的结构	(7)
二、细胞膜的物质转运功能	(7)
三、细胞的受体功能	(9)
第二节 细胞的生物电现象	(10)
一、静息电位	(10)
二、动作电位	(11)
三、细胞兴奋后的兴奋性变化	(14)
第三节 骨骼肌细胞的收缩功能	(15)
一、神经肌肉接头处兴奋的传递	(15)
二、骨骼肌的收缩原理	(15)
三、兴奋—收缩偶联	(16)
四、骨骼肌的收缩形式	(16)
【基础与临床】	(18)
【复习题】	(18)
第三章 血液	(19)
第一节 血量和血液的组成及其功能	(19)
一、血量和红细胞比容	(19)

二、血液的组成和基本功能	(19)
三、血液有形成分的种类和正常值	(20)
四、血液的一般理化性质	(21)
第二节 血浆渗透压	(21)
一、血浆渗透压的形成和数值	(21)
二、血浆渗透压的意义	(21)
第三节 血细胞	(21)
一、红细胞	(21)
二、白细胞	(23)
三、血小板	(24)
第四节 血液凝固与纤维蛋白溶解	(25)
一、血液凝固	(25)
二、纤维蛋白溶解	(26)
第五节 血型与输血	(28)
一、ABO 血型及输血原则	(28)
二、Rh 血型	(29)
【基础与临床】	(30)
【复习题】	(30)
第四章 血液循环	(31)
第一节 心脏生理	(31)
一、心脏生理解剖	(31)
二、心动周期及周期中的各种变化	(31)
三、心输出量及其影响因素	(34)
四、心肌细胞的生物电变化	(35)
五、心肌的生理特性	(36)
六、期前收缩和代偿间歇	(38)
七、理化因素对心脏活动的影响	(39)
八、心电图	(39)
第二节 血管生理	(40)
一、血管的生理解剖	(40)
二、血流动力学,阻力和血压	(40)
三、动脉血压与脉搏	(40)
四、静脉血压与血流	(42)
五、微循环	(43)
第三节 心血管活动调节	(45)
一、神经调节	(45)
二、体液调节	(47)
第四节 心、脑、肺循环的血流特点	(49)

一、冠状循环	(49)
二、脑循环	(49)
三、肺循环	(49)
【基础与临床】	(50)
【复习题】	(50)
第五章 呼吸	(51)
第一节 肺通气	(51)
一、肺通气的动力	(52)
二、肺通气的阻力	(53)
三、肺容量与肺通气量	(54)
第二节 气体交换	(55)
一、气体交换的动力	(56)
二、呼吸膜的面积及通透性	(56)
三、影响肺换气的因素	(56)
第三节 气体在血液中的运输	(57)
一、O ₂ 的运输	(57)
二、CO ₂ 的运输	(57)
第四节 呼吸运动的调节	(58)
一、呼吸中枢	(58)
二、呼吸的反射性调节	(59)
【基础与临床】	(59)
【复习题】	(60)
第六章 消化与吸收	(61)
第一节 消化	(61)
一、口腔内消化	(61)
二、胃内消化	(62)
三、小肠内消化	(64)
四、大肠的功能	(66)
第二节 吸收	(67)
一、食物吸收的部位	(67)
二、主要营养物质的吸收过程	(67)
第三节 消化器官活动的调节	(67)
一、神经调节	(68)
二、体液调节	(69)
【基础与临床】	(70)
【复习题】	(70)
第七章 能量代谢与体温	(72)
第一节 能量代谢	(72)

一、机体能量的来源、转化和利用	(72)
二、能量代谢测定的原理及方法	(72)
三、影响能量代谢的因素	(74)
四、基础代谢、基础代谢率	(75)
第二节 体温及其调节	(76)
一、体温的正常值	(76)
二、体温的生理变异	(76)
三、体内热的平衡	(76)
四、体温的调节	(77)
【基础与临床】	(78)
【复习题】	(79)
第八章 肾脏的排泄	(80)
第一节 概述	(80)
一、肾脏的结构特点	(80)
二、肾脏的血液循环	(81)
三、肾脏的功能	(83)
第二节 尿的生成过程	(83)
一、肾小球的滤过作用	(83)
二、肾小管的重吸收和分泌	(84)
三、影响尿生成的因素	(86)
第三节 肾脏的浓缩和稀释机能	(87)
一、尿浓缩和稀释的原理	(87)
二、肾髓质高渗区的形成和维持	(88)
第四节 尿的输送、贮存和排放	(88)
【基础与临床】	(89)
【复习题】	(89)
第九章 感觉器官	(90)
第一节 概述	(90)
第二节 视觉器官	(90)
一、眼的折光系统及其调节	(90)
二、眼的感光功能	(92)
三、几种视觉生理现象	(93)
第三节 听觉器官	(95)
一、外耳和中耳的传音功能	(95)
二、内耳的功能	(96)
三、前庭器官	(97)
【基础与临床】	(98)
【复习题】	(98)

第十章 神经系统	(99)
第一节 神经元和突触生理	(99)
一、神经元和神经纤维	(99)
二、突触生理	(99)
三、兴奋在神经肌肉接头处的传递	(100)
第二节 神经系统的感觉功能	(101)
一、特异性传入系统及其作用	(101)
二、非特异性传入系统及其功能	(102)
三、丘脑和大脑皮层的功能	(102)
四、痛觉	(103)
第三节 神经系统对躯体运动的调节	(104)
一、脊髓对躯体运动的调节	(104)
二、脑干网状结构对肌紧张的调节	(105)
三、小脑功能	(106)
四、大脑皮层对躯体运动的调节	(106)
第四节 神经系统对内脏功能的调节	(106)
一、植物性神经系统的主要功能	(107)
二、植物性神经系统的递质与受体	(107)
三、内脏功能的中枢调节	(109)
第五节 脑的高级功能	(109)
一、条件反射	(109)
二、大脑皮层的语言中枢与优势半球	(110)
三、大脑皮层的生物电活动	(110)
四、觉醒与睡眠	(111)
【基础与临床】	(112)
【复习题】	(112)
第十一章 内分泌	(113)
第一节 概述	(113)
一、激素作用的一般特征	(113)
二、激素的分类	(113)
三、激素作用的原理	(114)
第二节 脑垂体	(114)
一、下丘脑与垂体的联系	(114)
二、腺垂体	(115)
三、神经垂体	(116)
第三节 甲状腺	(116)
一、甲状腺激素的合成与分泌	(116)
二、甲状腺激素的生理作用	(117)

三、甲状腺激素分泌调节	(117)
第四节 甲状旁腺与甲状腺“C”细胞	(117)
一、甲状旁腺	(117)
二、甲状腺“C”细胞	(117)
第五节 胰岛	(118)
一、胰岛素	(118)
二、胰高血糖素	(118)
第六节 肾上腺	(118)
一、肾上腺皮质	(118)
二、肾上腺髓质	(119)
【基础与临床】	(119)
【复习题】	(120)
第十二章 生殖	(121)
第一节 男性生殖	(121)
一、睾丸的功能	(121)
二、睾丸功能的调节	(121)
三、精子的成熟、贮存和排出	(122)
第二节 女性生殖	(122)
一、卵巢的功能	(122)
二、女性的发育和月经周期	(122)
第三节 妊娠	(124)
一、受精	(124)
二、着床	(124)
三、分娩	(124)
第四节 授乳	(124)
【基础与临床】	(125)
【复习题】	(125)
第十三章 衰老	(126)
第一节 衰老的年龄界线	(126)
第二节 衰老的表现	(126)
一、外貌体形方面	(126)
二、器官系统方面	(126)
三、精神方面	(127)
第三节 延缓衰老的措施	(128)
一、心理卫生	(128)
二、适量劳动	(128)
三、合理运动	(128)
四、平衡膳食	(128)

五、生活规律.....	(129)
-------------	-------

第一章 绪 论

第一节 人体生理学的研究对象和任务

生理学 (Physiology) 是研究和阐述机体生命规律的科学, 是生物科学的一个分支。它包括病毒生理学、细菌生理学、细胞生理学、人体生理学等等。医学生学习的是人体生理学, 是专门研究人体机能活动规律的科学。

人体生理学的任务是探讨人体生命活动的现象、过程、规律和机制, 如饥饿时寻找食物、恐惧时寻找庇护、运动时心率加快, 血压升高等。只有对机体正常功能活动的全面了解, 才能更好地认识和掌握对疾病的预防和治疗, 使病人从疾病状态恢复到正常状态。也就是说, 医护人员在实际工作中会遇到新问题, 而对新问题的认识和解决也必须求助于生理学的理论和方法。临床医学及社区医学等的发展必然对生理学提出新的要求和新的课题。医学生通过对人体生理学的学习, 为后续课程及医疗、卫生、社区保健工作打基础, 因此, 医学生学好生理学非常重要。

生理学是一门实验科学, 其研究成果都是从实践中, 尤其是从生理学的实验中得来的, 所以学习生理学要特别重视实验观察。实验观察是以动物活体 (包括整体、器官、组织或细胞) 为观察对象, 以物理学或化学的基本方法为手段, 通过课题的研究来得出对人体机能活动规律的认识。通常情况下, 除少数动物实验结果可以小心、谨慎地过渡到人体实验外, 其大多数动物实验得到的数据不能直接应用到人体上去, 但可通过实验来获得对人体功能认识的科学结论。

第二节 生命的基本特征

非生物不能表现生命活动, 只有生物才具有生命。生命的现象有多种多样, 通过对各种生物体基本生命活动的观察和研究, 发现生命现象至少包括两种基本活动, 即新陈代谢和兴奋性。因为这两种活动为活的生物体所特有, 可以认为是生命的基本特征。

一、新陈代谢

新陈代谢是指机体与周围环境之间所进行的物质交换和能量转换的自我更新过程。它包括合成代谢和分解代谢两方面。机体一方面从环境中摄取各种营养物质, 经过改造或转化用来合成自身成分; 另一方面, 机体内的分解代谢释放出的能量供生命活动需要, 并将废物排除体外。机体在新陈代谢的基础上表现出生长、发育、生殖、运动等一切生命现象。新陈代谢一旦停止, 生命也就结束了。

二、兴奋性

机体或组织对刺激发生反应的能力或特性称为兴奋性。在机体中神经、肌肉和腺体兴奋性最高,我们称这些组织为“可兴奋组织”。

机体生活在不断变化着的内外环境中,时刻受到各种环境因素的作用,其中能为机体感受的内外环境变化称为刺激。刺激按其性质分为:①物理性刺激,如声、光、温度、电、机械等;②化学性刺激,如酸、碱、化学物质等;③生物刺激,如细菌毒素、抗体等。对人体某种器官来说,刺激还有适宜与不适宜的区别,如气味是嗅觉器官的适宜性刺激,声是听觉器官的适宜性刺激。也就是说,刺激只有适宜并达到能为机体所感受的程度时,才具有刺激效应。对人来说,社会因素形成的刺激对人体身心健康的影响亦是十分重要的。刺激的范围很广,但无论那种刺激都必需具备以下三要素:强度、时间和强度—时间变化率。即引起组织发生反应的环境条件变化,需要一定的强度,持续一定的时间,同时在单位时间内强度的变化,由强变弱或由弱变强,要有一定的速度,这三个因素是互相影响的,改变其中一个值,其余的也会发生变化。我们将能引起组织发生反应的最小刺激称为阈刺激,其强度称阈强度简称阈值。阈值的大小与组织兴奋性呈反变关系,组织的阈值愈小说明该组织的兴奋性愈高,反之亦然。根据阈值可将刺激分为三类:强度大于阈值的刺激为阈上刺激,小于阈值的刺激为阈下刺激,等于阈值的刺激为阈刺激。只有给予一个阈刺激或阈上刺激才能使组织兴奋。兴奋是反应的一种表现形式,反应是指机体接受刺激后出现的机能活动的变化,它有两种形式:兴奋和抑制。兴奋是指机体由相对安静状态变为明显活动状态或活动状态的加强。相反,机体由活动状态变为安静状态或活动状态的减弱称为抑制,两者互为前提,对立统一,可随条件改变相互转化。以安静状态下正常成人心率每分 75 次来衡量,当跑步锻炼时,由于全身交感神经兴奋性增高以及体内肾上腺素和去甲肾上腺素等分泌增多,使心率加快(高于每分 75 次),供血增多,以满足机体的需要,这一过程即为兴奋;而当睡眠时副交感神经占优势,机体代谢水平较低,这时心率减慢(低于每分 75 次),这一过程则为抑制。

第三节 机体与环境

人生活在不断变化的内外环境中,外环境是指整个机体所处的环境,它包括自然环境和 社会环境,外环境变化形成的刺激不断地作用于机体,机体通过不断地调整各部分的功能和相互关系,达到与环境取得平衡统一,保证生命活动的正常进行。

一、内环境—细胞外液

作为机体生命活动基本单位的细胞,绝大部分不直接与外环境接触,而是生存在细胞外液中,所以,细胞外液就是细胞的周围环境,为与外环境相区别,称之为机体的内环境。

内环境对细胞的生存与维持正常生理功能十分重要。一方面它是细胞进行新陈代谢的直接场所。如细胞代谢活动所需的能量(ATP),是通过从内环境中摄取糖及氧(O_2),

然后经三羧酸循环产生的,同时产生的代谢产物 CO_2 和水也只能排泄到内环境中,然后经血液循环的运输,由呼吸系统及排泄器官排出体外。另一方面它又是细胞生活与活动的场所,因此,必须保持其稳定,并为细胞提供一个适宜的环境。

二、内环境的稳态

维持内环境理化性质相对恒定的状态,称为稳态。稳态是一种复杂的、由体内各调节机制所维持的动态平衡。如肺向细胞外液提供氧以补充不断被细胞所消耗的部分,肾脏维持着离子浓度的稳定以及消化道供应营养物质等,通过机体内各器官和组织的协调活动,使细胞外液的理化特性总是在微小波动中保持相对恒定,使之不随外环境的变化而变化,如春夏秋冬自然环境的温度变化较大,但人体内的温度总是维持在 37°C 左右。如果内环境的稳态被破坏,机体就会表现出异常一疾病,甚至危及生命,如体内代谢产物的酸性物质增多,超过机体的代偿能力时就会使血液 pH 值降低形成代谢性酸中毒。

第四节 机体功能活动的调节

机体能保持其内环境的相对恒定和对外环境的适应是因为有一整套功能完善的调节系统,即以神经系统为主导,体液及其它调节为辅助的调节机构。通过调节使人体各部分的功能在完成一个有目的的活动中协调一致。

一、调节方式

(一) 神经调节

神经调节 是通过神经系统的活动对机体生理功能的调节。它在整体性调节中起主导作用,其调节的基本方式是反射。反射是指在中枢神经系统的参与下,机体对刺激产生的规律性反应。完成反射的结构基础是反射弧,它包括感受器、传入神经、中枢、传出神经和效应器五部分(图 1-1)。如果其中任何一部分遭到破坏,其相应的反射即消失。人和动物的反射又可分为非条件反射和条件反射两种。

非条件反射 是生来就有的,比较固定的反射。如食物进入口腔引起唾液的分泌;又如不慎针扎手引起的迅速缩

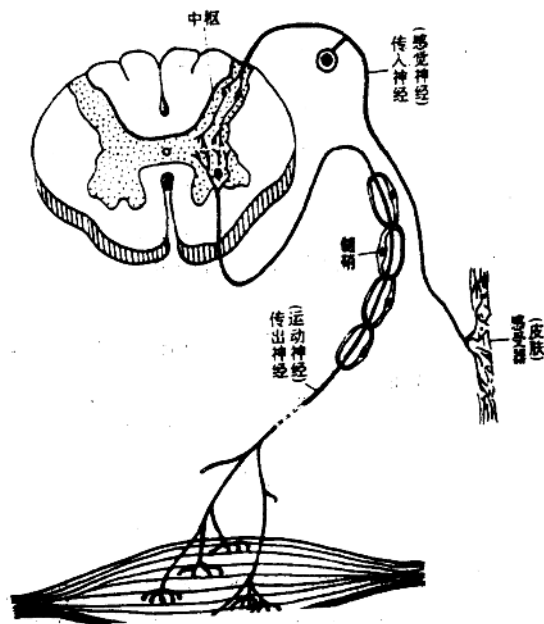


图 1-1 反射弧模式图

手动作等都是非条件反射的例子。

条件反射 是建立在非条件反射基础之上的一种反射,是后天获得的,其刺激性质与反应之间的关系是不固定的、是灵活可变的。如当谈到或看到美味食物时引起的唾液分泌增多就是一个条件反射。“一朝被蛇咬,十年怕井绳”及“望梅止渴”等均是说明一个条件反射的典故。条件反射使机体对环境的适应能力增加了,并更具灵活性和预见性。详细讨论见神经系统有关章节。

(二) 体液调节

体液调节 是指由体内内分泌腺或内分泌细胞分泌的具有生物活性的化学物质—激素,经细胞外液运输,对机体各部分发挥调节作用。例如甲状腺激素可以提高所有细胞大多数的化学反应速度;胰岛素调节糖代谢,使血糖降低。

一般来说,体液调节中的内分泌系统是一个独立系统,但不少内分泌腺本身的分泌是受神经调节的,体液调节实际上成为神经调节的一部分,是反射弧传出通路上的一个分支和延长,形成神经—体液调节。

(三) 自身调节

自身调节 是指组织细胞不依靠神经和体液而由自身对刺激产生的适应性反应。它的反应一般比较局限,如在一定范围内血压升高或降低不会引起肾血流量的明显改变,这是因为肾入球小动脉会根据血压的高低来调节其管径的大小,以保持肾血流量的恒定。自身调节虽然影响的范围较小,调节的幅度亦较小,但它对某些生理功能的调节仍具有一定的生理意义。

二、生理功能的自动控制原理

工程学上的自动控制系统与机体功能的调节在原理上非常相似,用控制论原理分析人体的调节活动时,把神经、体液或自身调节中的调节部分(如反射中枢,分泌腺等)看作是控制部分;而效应器、靶细胞看作是受控部分。二者之间形成闭合回路,进行双向信息联系,即控制部分有控制信息到达受控部分,受控部分也有信息送回到控制部分(反馈信息),以修正控制部分的调节作用(图 1-2)。

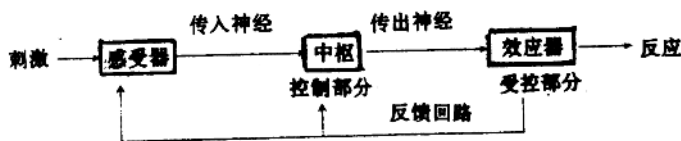


图 1-2 机体功能的自动控制示意图

这种来自受控部分的信息称为反馈信息,受控部分的反馈信息影响控制部分的活动称为反馈,如果反馈信息的作用与控制信息的作用性质相反,起到减弱或停止控制信息(原效应)的作用,这一反馈调节称为负反馈调节,如图 1-3 所示。

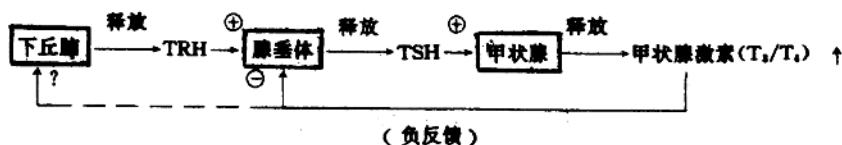


图 1-3 甲状腺激素释放的负反馈调节机制

TRH: 促甲状腺激素释放激素 TSH: 促甲状腺激素

通过负反馈使某种生理功能在一定水平上保持相对稳定。如果受控部分发出的反馈信息不是制约控制部分的活动，而是促进和加强控制部分的活动，称为正反馈，如血液凝固过程、排尿及分娩过程均为正反馈过程，如图 1-4 所示。

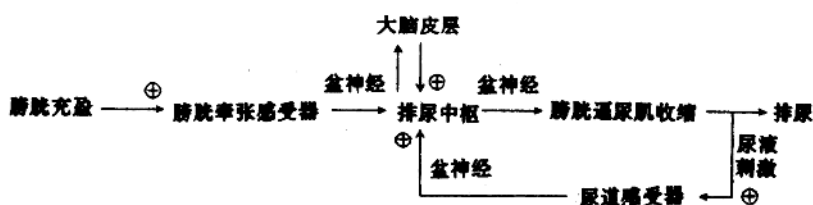


图 1-4 排尿反射的正反馈调节机制

第五节 生物节律

生物体的各种功能活动常按一定的时间顺序发生变化，如果这种变化按一定的时间周而复始地重复出现，则这种变化的节律称为生物节律。按节律周期的高低，可将生物节律分为高频、中频和低频三类节律。凡是节律周期短于一天的，属于高频节律，如心音、脉搏、心电图、呼吸周期等。节律周期为一天的日周期属于中频节律，这是最重要的生物节律，人体内几乎每种生理功能都有日周期，即一天一个波动周期，只是波动的幅度和明显程度不同而已，例如体温、血细胞数的日周期变化最为明显，此外血压、尿成分均有日周期波动，可见内环境稳态的水平有日周期的变化。凡是节律周期长于一周的属低频节律，有周周期、月周期和年周期，例如人类的月经周期属月周期，候鸟的迁徙有明显的年周期。月周期和年周期多与生殖功能有关。

如果按照节律周期的内在特性，则可将生物节律分为固有节律和应变节律。固有节律是生物体本身具有的内在节律，例如上述高、中、低频三类节律。应变节律是指生物节律受到环境变化的影响后而与环境同步的节律，例如人为地颠倒每天的白昼和黑夜的时间，可使一些机体功能的日周期位相发生颠倒。

生物节律最重要的生理意义是使生物对环境变化作更好的前瞻性的适应。在医疗工

作中,可以利用日周期中生理功能的变化和对药物反应强度的差异来提高治疗的效果。例如由于促肾上腺皮质激素的分泌有晨高晚低的节律,因此用氢化考的松治疗时,宜早晨6~8时服药才不致损伤肾上腺皮质的功能。

【基础与临床】

运用刺激与反应理论,解释肌肉注射时“两快一慢”技术

临床上“两快一慢”技术是肌肉注射时的操作要领。迅速地进针和退针可缩短刺激时间,减轻病人的疼痛;缓慢地推药,以减少强度—时间变化率,使病人疼痛感觉减轻。

【复习题】

1. 解释下列名词

刺激 反应 反射 兴奋性 兴奋 刺激阈 负反馈

2. 何谓机体内环境?内环境相对稳态有什么重要意义?

3. 举例说明人体功能的三种调节方式。