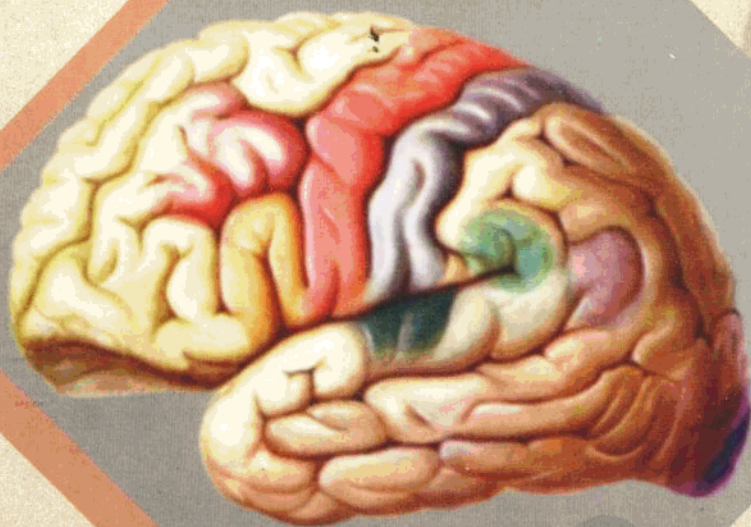


成人高等专科教育临床医学专业系列教材

生理学

主编：董 榕 高兴亚 滕爱芬



东南大学出版社

PDG

序

成人高等教育是我国高等教育的重要组成部分。改革开放以来,随着科学技术的进步和我国社会主义现代化建设事业的迅速发展,社会对高素质、高层次专业技术人材的需求日益增大。近几年来,就学历教育而言,全国参加成人高考者骤增,我省也一直保持逐年较大幅度递增的态势。成人高等教育积极为广大在职者提供接受高等教育的机会,使学历缺憾者得到补偿,从事岗位工作的素质得到提高,从而推进社会学习化和终身教育。

我省是人口大省,医疗事业的发展需要高层次专门人才,其一方面来源于医学院校全日制毕业生的补充,同时更热切期望已在医疗岗位,特别是基层医疗岗位工作的从业者提高科学文化素质和学历层次,以较好地适应医疗科学技术飞跃发展,胜任本职岗位工作。因此,成人高等医学专业教育的发展有着广阔的空间。

我省成人高等医学专科教育已开办 10 余年,遗憾的是至今尚未有一套专门为成人高等医学专科教育教学所用的配套系列教材,这既与成人高等医学专科教育蓬勃发展的形势不相称,也影响了成人高等医学专科教育自身的教育质量,体现不出在职从业者学习的特色。为了保证成人高等医学专科教育的教学质量,我们组织省成人高等教育教学指导委员会医学指导组进行了高等医学专科临床医学专业人才培养目标和培养规格的研究,修订了教学大纲,并委托省内 8 所高等医学院校共同承担编写教材的任务。八校团结协作,并得到东南大学出版社的鼎力相助,这套成人高等专科教育临床医学专业系列教材终于得以较快问世。

在本套教材编写过程中着力体现成人高等医学专科教育的特点,从在职从业者岗位学习的实际出发,妥善处理以下几个方面的关系,使其有着较为鲜明的特色。

1. 继承和创新的关系 教材在具科学性、完整性、系统性的前提下,精心选择,有机融合,尤其注意吸收了最新医学发展的科技基础知识和临床实践的基础知识,既继承又推陈出新,具有一定的先进性和创新性。

2. 基础与提高的关系 教材使用者定位为高等专科层次,从教材角度保证已

有中专学历的学员真正学有新得。

3. 理论与实用的关系 根据临床岗位工作之必需,注意理论和实际的紧密结合。对基本理论、基础知识,坚持以必需、够用为度,尽量避免繁琐的理论推导与验证,既突也概念,同时又突也理论知识的实际应用,加强对临床工作的指导性和对实际工作能力的培养。

4. 面授与自主学习的关系 成人学习以业余时间自学为主,教材编写力求精练,所以许多学科还在有关章节后面附加了紧密结合临床的教学病例和配套的思考题,使学者通过病例和思考题的学习与思考,深化对理论知识的理解。因此,本套教材除作为成人高等医学专科教育的教科书外,也可作为自学丛书和基层医师的进修参考书。

本套教材的问世曾得到各方面的关心和支持,包括编者所在的医学院校、医院,特别是各医学院校的成教院(处),在此一并谨表谢意。尽管编写者力求教材科学、创新、质量上乘,但不足之处仍在所难免。我们恳请广大师生和读者提出批评和建议,以便再版时改进。

江苏省教委成人教育办公室

1998年10月

前 言

成人教育是我国教育的重要组成部分。随着全国成人教育的发展,医学成人教育发展也很迅速。我省各类医药院校医学成人教学不尽相同,至今尚未有供其使用的统一教科书。为此,在江苏省教委的悉心指导和组织下,编写了成人高等教育临床医学专业使用的一套系列教材,以供教学之需。

生理学是医学科学的主要基础理论学科。为适应我国成人高等教育各医学专业教学的需要,由南京铁道医学院、南京医科大学、苏州医学院、徐州医学院、南通医学院、扬州大学医学院、江苏省职工医科大学七所院校的生理教师根据各自的教学经验,共同编写了这本《生理学》教材。

本书以教委颁发的生理学教学大纲为依据,参阅了国内外众多的生理学教材及有关专业文献。在编写内容上,力求能反映现代医学科学发展的水平,注重理论联系实际、基础结合临床。在论述和编排上,力求深入浅出,注意内容的逻辑性,适合成人教育的水平和需要,从而保证了教材的科学性、系统性和严肃性。

本书由南京铁道医学院董榕、南京医科大学高兴亚、苏州医学院滕爱芬任主编,徐州医学院阎长栋、南通医学院邱一华、扬州大学医学院王正山、江苏省职工医科大学张日新共同编写完成的。因限于水平和时间,遗漏和错误在所难免。为此,我们热切期望广大生理学界同仁,尤其是从事生理教学的老师和同学不吝赐教指正,以便今后进一步修改完善,是所至盼。

编 者

2000年1月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 人体生理学的研究内容和方法	(1)
一、人体生理学的研究内容	(1)
二、生理学的研究方法	(1)
第二节 生命的基本特征	(2)
一、新陈代谢	(2)
二、兴奋性	(2)
三、生殖	(3)
第三节 生理功能的调节	(4)
一、神经调节	(4)
二、体液调节	(4)
三、自身调节	(4)
四、反馈作用	(4)
第二章 细胞的基本功能	(6)
第一节 细胞膜的物质转运功能	(6)
一、单纯扩散	(7)
二、易化扩散	(7)
三、主动转运	(7)
四、出胞和入胞	(8)
第二节 细胞的生物电现象及产生机制	(8)
一、细胞的生物电现象	(9)
二、生物电现象的产生机制	(10)
三、兴奋的引起与兴奋传导的机制	(12)
四、神经纤维的分类	(14)
第三节 肌肉的兴奋和收缩	(15)
一、神经-肌肉接头的兴奋传递	(15)
二、兴奋-收缩耦联	(17)
三、骨骼肌收缩的机械变化	(19)
第三章 血液	(22)
第一节 概述	(22)
一、血液的组成与基本功能	(22)
二、血液的理化特性	(23)
第二节 血细胞	(24)
一、红细胞	(24)
二、白细胞	(26)

三、血小板	(28)
第三节 血液凝固和纤维蛋白溶解	(29)
一、血液凝固	(29)
二、纤维蛋白溶解	(32)
第四节 血量、输血和血型	(32)
一、血量	(32)
二、输血	(33)
三、血型	(33)
第四章 血液循环	(36)
第一节 心动周期	(36)
一、心动周期的概念	(36)
二、心动周期中心腔内压力、容积、瓣膜启闭及血流方向的变化	(37)
三、心动周期中心房的压力变化	(39)
四、心音	(39)
第二节 心脏的泵血功能	(40)
一、心脏泵血功能的评定	(40)
二、影响心输出量的因素	(41)
三、心脏泵血功能的贮备	(42)
第三节 心脏的生物电活动	(43)
一、心肌细胞的跨膜电位	(43)
二、心肌细胞生物电现象产生的机制	(44)
三、心肌自动节律起搏的机制	(46)
第四节 心肌的生理特性	(47)
一、心肌的兴奋性	(47)
二、心肌的自律性	(49)
三、心肌的传导性	(49)
第五节 心脏生物电活动的检测	(50)
第六节 血管生理	(52)
一、血液在血管内流动的基本规律	(53)
二、动脉血压与动脉脉搏	(54)
三、静脉血压与静脉回心血量	(57)
四、微循环	(58)
五、组织液	(60)
六、淋巴液	(61)
第七节 心血管活动的调节	(62)
一、神经调节	(62)
二、体液调节	(66)
三、自身调节	(68)
第八节 器官循环	(68)

一、冠状动脉循环	(69)
二、脑循环	(70)
第五章 呼吸	(73)
第一节 肺通气	(73)
一、呼吸运动	(74)
二、肺内压和胸内压	(74)
三、肺通气阻力	(76)
四、肺容量及其变化	(77)
五、肺通气效率	(78)
第二节 气体交换	(80)
一、气体分压与分压差	(80)
二、呼吸膜	(80)
三、气体物理特性对气体扩散的影响	(81)
四、肺通气/血流比值	(82)
五、肺扩散容量	(82)
第三节 气体在血液中的运输	(83)
一、气体在血液中的存在形式	(83)
二、氧的运输	(83)
三、二氧化碳的运输	(86)
第四节 呼吸运动的调节	(88)
一、呼吸中枢	(88)
二、呼吸运动的反射性调节	(90)
第六章 消化和吸收	(93)
第一节 概述	(93)
一、消化和吸收的概念	(93)
二、消化道平滑肌的特性	(93)
三、消化腺的分泌功能	(94)
四、消化道的神经支配及作用	(94)
五、胃肠激素	(95)
第二节 口腔内消化	(96)
一、唾液分泌	(96)
二、咀嚼	(97)
三、吞咽	(97)
第三节 胃内消化	(98)
一、胃的分泌	(98)
二、胃的运动	(102)
第四节 小肠内消化	(103)
一、胰液	(103)
二、胆汁	(105)

三、小肠液的分泌	(105)
四、小肠的运动	(106)
第五节 大肠内消化	(107)
一、大肠液的分泌	(107)
二、大肠的运动和排便	(107)
三、大肠内细菌的活动	(108)
第六节 吸收	(108)
一、吸收的部位	(108)
二、吸收的机制	(110)
三、主要营养物质的吸收	(110)
第七章 能量代谢和体温	(113)
第一节 能量代谢	(113)
一、机体能量的来源和去路	(113)
二、能量代谢测定的原理和方法	(113)
三、影响能量代谢的因素	(116)
四、基础代谢	(117)
第二节 体温	(119)
一、正常体温及生理变动	(119)
二、机体的产热和散热	(120)
三、体温调节	(122)
第八章 肾脏的排泄功能	(124)
第一节 概述	(124)
一、排泄和排泄途径	(124)
二、肾脏功能概述	(124)
三、肾脏的结构特点	(125)
四、肾脏血液循环特点	(128)
第二节 尿的生成过程	(129)
一、肾小球的滤过作用	(129)
二、肾小管和集合管的重吸收作用	(133)
三、肾小管和集合管的分泌、排泄作用	(138)
第三节 尿液的浓缩和稀释	(140)
一、尿液浓缩和稀释的概念	(140)
二、尿液浓缩和稀释的机制	(141)
三、尿液浓缩和稀释的基本过程	(143)
四、尿浓缩与临床	(143)
第四节 肾脏泌尿功能的调节	(143)
一、抗利尿激素	(144)
二、醛固酮	(145)
三、心钠素	(146)

第五节 血浆清除率	(147)
一、血浆清除率的概念	(147)
二、血浆清除率的测定方法	(147)
三、测定血浆清除率的意义	(148)
第六节 尿液及其排放	(149)
一、尿液	(149)
二、输尿管和膀胱的功能	(150)
三、排尿反射	(150)
四、排尿异常	(151)
第九章 感觉器官	(152)
第一节 感受器与感觉器官	(152)
一、感受器与感觉器官的概念	(152)
二、感受器的分类	(152)
三、感受器的一般生理特性	(152)
第二节 视觉器官	(154)
一、眼的折光系统及其调节	(154)
二、眼的感光功能	(157)
三、视野与双眼视觉	(162)
第三节 听觉器官	(163)
一、外耳的功能	(164)
二、中耳的功能	(164)
三、内耳耳蜗的感音功能	(165)
四、听阈与听域	(168)
第四节 前庭器官	(169)
一、椭圆囊和球囊的功能	(169)
二、半规管的功能	(170)
三、前庭器官反射	(170)
第十章 神经系统	(172)
第一节 神经元活动的一般规律	(172)
一、神经元	(172)
二、神经元间相互作用的方式	(172)
三、神经纤维传导兴奋的特征	(174)
四、突触传递的电生理研究	(174)
五、神经递质	(176)
第二节 反射活动的一般规律	(178)
一、反射与反射弧	(178)
二、中枢神经元的联系方式	(179)
三、反射弧中枢部分兴奋传播的特征	(180)
四、中枢抑制	(180)

第三节 神经系统的感觉功能	(182)
一、脊髓的感觉传导功能	(182)
二、丘脑及其感觉投射系统	(183)
三、大脑皮层的感觉分析功能	(185)
四、痛觉	(186)
第四节 神经系统对躯体运动的调节	(187)
一、脊髓对躯体运动的调节	(187)
二、脑干对肌紧张的调节	(189)
三、小脑	(190)
四、基底神经节	(191)
五、大脑皮层对躯体运动的调节	(192)
第五节 中枢神经系统对内脏活动的调节	(193)
一、植物性神经系统	(193)
二、脊髓与低位脑干对内脏活动的调节	(196)
三、下丘脑对内脏活动的调节	(196)
四、大脑皮层对内脏活动的调节	(197)
第六节 脑的高级功能	(197)
一、条件反射	(197)
二、学习和记忆	(198)
三、大脑皮层的语言中枢和一侧优势	(199)
四、脑电图和皮层诱发电位	(199)
五、觉醒和睡眠	(200)
第十一章 内分泌	(202)
第一节 概述	(202)
一、内分泌系统和激素的基本概念	(202)
二、激素的分类	(202)
三、激素作用的一般特性	(204)
四、激素作用的基本原理	(204)
第二节 下丘脑与垂体	(205)
一、下丘脑与垂体功能联系	(206)
二、腺垂体	(207)
三、神经垂体	(208)
第三节 甲状腺	(208)
一、甲状腺的激素合成与代谢	(208)
二、甲状腺激素的生理作用	(209)
三、甲状腺功能的调节	(210)
第四节 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞	(211)
一、甲状旁腺激素	(211)
二、甲状腺 C 细胞	(211)

第五节 肾上腺	(212)
一、肾上腺皮质	(212)
二、肾上腺髓质	(214)
第六节 胰岛	(214)
一、胰岛素	(215)
二、胰高血糖素	(215)
第七节 其他	(216)
一、前列腺素	(216)
二、松果体	(216)
第十二章 生殖	(217)
第一节 男性生殖	(217)
一、睾丸的生精作用	(217)
二、睾丸的内分泌作用	(217)
三、睾丸的功能调节	(218)
第二节 女性生殖	(218)
一、卵巢的功能	(218)
二、月经周期及其激素调节	(219)
三、妊娠	(219)

第一章 绪 论

生理学是生物学的一个分支,是研究生命活动规律的科学。人体生理学作为医学学科的重要基础理论学科之一,其任务就是研究人体及其细胞、组织、器官等组成部分所表现的各种生命现象的活动规律和生理功能,以及内、外环境变化时对这些活动的影响。学习人体生理学的目的是掌握正常人体生命活动的基本规律,为今后学习其他学科及医疗工作实践提供重要的理论基础。

第一节 人体生理学的研究内容和方法

一、人体生理学的研究内容

正常人体是由各种器官和系统组成,而各器官系统又由不同的组织和细胞所组成。因此,研究人体生命活动的基本规律时,可从不同的结构基础出发,进行以下三个不同水平的研究:

(一)细胞、分子水平

研究细胞内各超微结构的功能以及细胞内各种物质分子物理、化学变化的过程及其机制。有关这方面的生理学知识称为细胞与分子生理学。

(二)器官、系统水平

研究各器官及系统的功能,它的任务在于说明各器官及系统的生理功能活动的规律及调节机制,以及它们对整体的生理功能来说有什么作用等等。有关这方面的生理学知识称为器官生理学。

(三)整体水平

研究完整人体内各个系统间相互的关系,人体内、外环境之间的平衡过程的维持及社会条件对人体生理功能的影响。

以上三个不同水平的研究是紧密相关的不同层次的研究内容。为了能深刻地掌握完整机体生命活动的规律,进行细胞与分子、器官与系统的研究是必要的。因为没有对简单局部功能的认识,也就不可能有对复杂的整体功能的认识。但是,整体的功能绝不等于局部生理功能在量上的相加。这是因为一定种类、数量的细胞按一定关系组织起来,在功能上就发生了质的变化,有其新的生理规律。因此,在应用细胞与分子、器官与系统的生理学知识时,要考虑到整体生理学中不同研究水平所得结果的共性和个性。

二、生理学的研究方法

生理学是一门实验性科学,它的科学知识主要来源于社会实践与医学实践。生理学的研究方法包括急性实验和慢性实验两大类。其主要的实验对象是各种实验动物。

(一)急性实验方法

急性实验方法可按照研究目的而采取离体细胞、分子实验法,离体组织、器官实验法或活

体解剖实验法。

1. 离体细胞、分子实验法 将动物的细胞迅速取出,进行实验分析、细胞培养,或分离出亚细胞成分进行分子生物学实验。例如:取动物的心肌、血管等在其细胞膜上进行离子通道分析实验。

2. 离体组织、器官实验法 从活着或刚死去的动物身上取下所欲研究的器官,置于一人工环境中,使它在一定时间内保持生理功能,以进行研究。例如,研究神经组织的电活动就取离体神经。

3. 活体解剖实验法 在使动物麻醉或毁坏其大脑的条件下,进行活体解剖,对体内的各个器官进行各种预定的实验研究工作。

由于离体器官和活体解剖实验过程不能维持太久,实验后动物往往不能生存,故常称为急性实验法。

(二)慢性实验法

慢性实验法是指在完整而清醒的动物身上,观察其整体活动或某一器官对体内情况或外界条件变化的反应。

生理学的知识大部分是从实验动物的急性实验和慢性实验中获得的,这是研究人体生理功能不可缺少的手段。但是,在应用实验获得生理学知识时,务必要考虑到人和动物间的差别,不可简单地将动物实验的结果套用于人体。同时也应当注意到急性实验与慢性实验所得的结果也有差异,一定要分析综合所得的实验研究结果,方能对人体生理功能产生正确的认识。

第二节 生命的基本特征

新陈代谢、兴奋性和生殖是各种生物体生命活动的基本特征。

一、新陈代谢

新陈代谢是生物体不断进行新旧交替、自我更新的过程,包括异化作用和同化作用两个方面。机体分解自身旧的物质,并把分解产物排出体外,叫做异化作用;另一方面,机体不断从外界环境中摄取营养物质,合成机体新的物质,叫同化作用。机体在进行物质分解代谢时要释放能量,而在合成代谢时则要吸收能量。因此,在新陈代谢过程中,物质代谢与能量代谢是同时进行的,它包括机体与外界环境之间的物质与能量的交换,以及机体内部的物质与能量的转变。新陈代谢是生命活动的最基本特征,一旦新陈代谢停止,生命活动也就终止。

二、兴奋性

动物机体与周围环境的关系不仅表现在物质代谢方面,还表现在环境情况改变时能引起机体活动的改变,这就关系到生命活动的另一特征,即兴奋性。为了说明其含义,先讨论与兴奋性有关的两对生理学概念。

(一)刺激与反应

当环境发生变化时,生物体内部的代谢活动及其外表状态将发生相应的改变,这种改变称为生物机体的反应。能引起生物机体发生反应的各种内外环境变化,统称为刺激。生理研究

工作中常用的刺激有化学、机械、温度和电等。实验表明,任何刺激要引起组织产生兴奋反应,必须在刺激强度、刺激的持续时间以及刺激强度的变化率(强度—时间变化率)三方面达到某个最小值。而且刺激的这三个参数可以相互影响,即任何一个变化时,其他的也跟着变化。在强度变化率固定不变时,引起组织产生兴奋反应的最小刺激强度与该刺激的作用时间在一定范围内呈反比关系。也就是说,当所用的刺激较强时,引起组织产生兴奋反应的刺激作用时间就可以较短;而当刺激强度较弱时,引起组织兴奋的刺激作用时间就较长。如果我们将引起组织产生兴奋反应的不同作用时间与其相对应的最小刺激强度用坐标图描出,可得到一条类似于双曲线的曲线,称为强度—时间曲线(图 1-1)。

曲线上任何一点,都表示用该点横坐标所表示的刺激作用时间作用组织时,刺激强度必须达到该点纵坐标所对应的强度,才能引起兴奋反应;反之,如果用某一点所表示的刺激强度作用于组织时,刺激的作用持续时间必须达到该点所对应的横坐标值,才能引起兴奋。由于这条曲线和双曲线不同,它的两端延长时,总是与坐标平行,不会相交。因而,当刺激作用时间延长时,无论延长多长,引起组织兴奋反应的刺激强度均不能低于最低的强度限值,即基强度。若刺激强度低于基强度,则无论刺激作用时间延长多久,也不能引起组织产生兴奋反应。同样,当刺激强度增强时,无论增加到多强,刺激作用时间也不能短于某一时间,即需有一个最短的基本时间。若刺激作用时间短于时间阈值,则无论刺激强度如何增大,也不能引起组织兴奋。固定刺激作用时间不变,则引起组织产生兴奋反应的最小刺激强度,称为强度阈值或阈强度;如果使刺激强度保持不变,则引起组织发生兴奋的最短作用时间,称为时间阈值。一般所称的阈值,常指强度阈值。

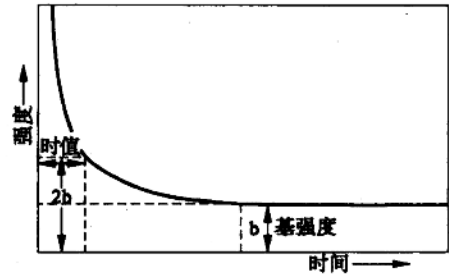


图 1-1 可兴奋组织的强度—时间曲线

基强度:亦即强度阈值,或称阈强度;

时值:以两倍基强度的刺激作用于组织,使其兴奋所需的最短作用时间,即此时的时间阈值。

(二)兴奋与抑制

当机体的某一部分感受了有效的刺激而发生反应时,从其外表活动来看,可以区别为两种不同的表现:一种由相对静止状态变为明显的活动状态,或由较弱的活动变为较强的活动;另一种则相反,即由明显的活动状态变为相对静止,或由较强的活动变为较弱的活动。前一种表现通常称为兴奋的反应,简称兴奋,后一表现则称为抑制的反应,简称抑制。所谓抑制,并不是无反应,而是与兴奋相对立的一种主动过程。

(三)兴奋性的概念

一切活细胞、组织或机体都具有对刺激产生反应的能力,称之为兴奋性。兴奋性是一切生物体所具有的特性。如果组织没有兴奋性,则任何强大的刺激均不能引起反应。各种组织的兴奋性高低是不同的,可用刺激阈值来表示。阈值小,说明这一组织容易发生兴奋,即兴奋性高;阈值大,则说明组织不易发生兴奋,即兴奋性低。

三、生殖

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个体,这种功能称为生殖。生

物个体的寿命是有限的,只有通过生殖过程进行自我复制才能达到种系的延续。

第三节 生理功能的调节

高等动物和人类机体能够以统一整体的形式进行各种生命活动,乃是由于全身各器官、系统的机能都是经常处于各种方式的调节之中。总的说来,调节可分为神经调节、体液调节和自身调节三种方式。通过这些调节机制,使各器官、系统的功能能够互相配合,互相协调,使机体对环境的各种变化能发生适应性的反应。

一、神经调节

神经调节是人体内最主要的调节方式。它通过反射来实现。反射的结构基础是反射弧;它由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五个部分组成。感受器接受机体内部和外界的刺激而产生兴奋,然后兴奋经由感觉神经的传导进入到脊髓或脑的一定部位,引起有关中枢部位的分析和综合运动。然后由中枢部位发出的神经冲动沿着传出神经作用于效应器,或者发动和加强效应器活动,或者抑制和减弱效应器活动。反射弧的五个部分都很重要,如果其中任一部分被破坏,都将导致这一反射的消失。

反射可分为条件反射和非条件反射两大类。非条件反射是与生俱来的,其反射弧较为固定,是一种较低级的神经活动。条件反射是建立在非条件反射的基础之上,是人或高等动物在生活过程中根据它所处的生活条件而建立起来的,是后天获得的,是一种高级神经活动。一般来说,神经调节的特点是迅速、精确而短暂。

二、体液调节

人体血液及其他体液中的某些化学成分如激素及组织细胞所产生的一些化学成分或代谢产物,可随血液循环到达全身各处,调节人体的代谢、生长发育等生理功能,这称之为全身性体液调节。组织产生的某些化学成分并不随血液循环流到其他器官起作用,而是通过在组织液中的扩散,调节邻近组织的功能活动,称之为局部性体液调节。两种调节相互配合,协调一致。一般认为体液调节的特点是较缓慢,作用持久,影响范围广。

大多数内分泌腺是直接或间接受到中枢神经系统控制的。在这种情况下,体液调节成了神经调节的一个环节,相当于反射弧传出通路的一个延伸部分,可称为神经-体液调节。

三、自身调节

机体内有些调节既不依赖神经也不依赖体液而产生的适应性反应称为自身调节。例如将心肌拉长后,再刺激肌肉收缩,其收缩力明显增强。这种调节在去神经的肌肉中同样存在,也不是由外来的某种激素介导,它是肌肉本身的一种特性。自身调节所能调节的范围较小,也不十分灵敏,但对于生理功能的调节仍有一定的意义。

四、反馈作用

反馈作用这一术语原是从自动化工程科学中借用的。反馈作用包括正反馈、负反馈和前馈三种形式,而以负反馈最为重要。

(一)正反馈

反馈是表示在某种调节过程中,调节的结果或终产物反过来影响调节过程的进展速度。如果调节的结果是加速或加强调节过程的进展速度则为正反馈,即指某一生理过程被触发后,可反过来促进该过程的发展。如在血液凝固过程中,当有少量的凝血酶生成后,可反过来促进更多的凝血酶生成,使血液很快凝固成血块,这就是正反馈作用。

(二)负反馈

负反馈是指在调节过程中,调节的结果或终产物可反过来减弱调节过程的进展速度。负反馈在人体机能调节中起稳定作用,而且更为常见。如人体的体温调节则是负反馈调节的例子。当体温高于 37°C 时,通过各种调节过程,使产热过程受到抑制,散热增加,降低体温。而当体温低于 37°C 时,可通过各种调节作用,使散热降低,产热增加,体温回升。这样通过负反馈调节使体温维持在正常水平。

(三)前馈

前馈的意义在于使机体能很好地适应不断变化的环境。当机体由于体内外刺激而发生过度反应时,将通过负反馈调节而得到纠正。在纠正中总要滞后(延搁)一段时间,而且容易矫枉过正而引起一系列波动。但实际上,正常机体在体内外环境因素的不断干扰下,是能够较好地保持机体各种活动的稳定。这种稳定是由于干扰因素可直接作用于体内外感受器而作用于神经系统(即控制系统),对可能出现的反应偏差及时纠正,做到防患于未然。干扰信号对控制系统的直接调控称之为前馈。如运动员进入比赛场地,即通过视、听等刺激,以条件反射的方式对心血管、呼吸、骨骼肌等活动进行调整,以适应于即将进行的运动。这就是前馈性控制的表现。

(四)稳态

机体直接接触的外界环境为外环境,如环境的温度、阳光、空气等。外环境是不断变化的。机体细胞直接生存的环境称为内环境。它主要由血浆和组织液组成。内环境直接为细胞提供必要的理化条件,也为细胞生存提供营养物质并接受细胞代谢的终末产物。内环境是相对稳定的,这一现象称之为稳态。稳态的概念还包含了机体维持内环境相对稳定的调节过程。例如内环境中 CO_2 含量升高,机体可通过加强呼吸作用,呼出更多的 CO_2 使其含量恢复正常。调节方向是降低 CO_2 。若 CO_2 含量过低,则机体呼吸受抑,使 CO_2 含量升高,机体的调节方向是升高 CO_2 。机体的一切调节活动最终的生物学意义在于维持内环境恒定。而负反馈的调节活动在人体维持内环境稳态的调节中具有重要作用。

复习思考题

1. 人体生理功能的调节方式有哪些?其特点如何?
2. 试述负反馈、正反馈在生理功能调节过程中的重要生理意义。

(董 榕 周予谦)

第二章 细胞的基本功能

细胞是人体和其他生物体的形态结构和功能的基本单位。人体内各器官、系统的生命现象都是在细胞及其产物的基础上进行的。人体内细胞数量极大,种类繁多,但尽管各种细胞的形态与功能都不相同,但它们都是由细胞膜、细胞质和细胞核三部分构成。本章主要讨论细胞膜的物质转运功能、细胞的生物电现象及产生机制、兴奋的引起与传播及骨骼肌的收缩功能等各种细胞所共有的基本功能。

细胞膜是细胞和环境之间的屏障,细胞周围环境中的各种刺激都是首先作用于细胞膜,然后再影响细胞内的生理过程。细胞膜也是细胞与细胞外液进行物质和信息交换的媒介构造,细胞通过细胞膜从外界获得营养物质和氧气,排除代谢产物,从而使细胞内各种物质和离子成分维持相对稳定。

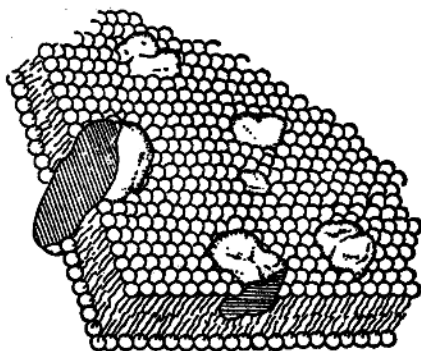


图 2-1 单位膜的液态镶嵌模型

细胞膜的基本组成成分是脂质、蛋白质和糖类,还有少量的水分和无机离子。有关膜的分子结构学说,1972年由 Singer 和 Nicolson 所提出的“液态镶嵌式模型”已被广泛接受和应用(图 2-1)。这一模型的基本内容是:膜的结构是以液态的脂质双分子层为基架,其中镶嵌着具有不同生理功能的蛋白质。膜蛋白质种类很多,如有的是与物质转运功能有关的载体、通道蛋白,有的能与激素和递质特异性结合的受体蛋白,有的与细胞的免疫功能有关,如红细胞表面的血型抗原物质,还有的可作为酶,催化某些特异性反应。总之,细胞膜蛋白质的功能有多种多样,而细胞的功能特点在很大程度上是由细胞膜上膜蛋白质的功能特点决定的,功能越复杂的细胞,细胞膜上膜蛋白质的种类及含量越多。

第一节 细胞膜的物质转运功能

根据液态镶嵌模型学说,细胞膜主要是由液态双分子层的脂质构成的,因此,理论上只有脂溶性物质才能通过。但在事实上,细胞在代谢过程中,不断有各种各样物质(其中多数为水溶性物质)进出细胞,说明细胞膜有复杂的物质转运功能。实验表明,这与膜上特定的蛋白质有关。至于一些团块状物质或液体进出细胞,则与膜的伪足形成、膜暂时断裂和再融合等更复杂的生物学过程有关。

常见的细胞膜物质转运方式有以下几种: