

中等卫生学校教材

生理学

(供社区医学、妇幼卫生专业用)

主编 范 蔚



河南人民出版社

(豫)新登字01号

《中等卫生学校教材》编审委员会

主 任 张广兴

副主任 王玉玲 秦兆里 邵更成

委 员 (以姓氏笔划为序)

王玉玲	王建伟	马维藩	叶自雯
关思友	刘重光	孙咸锐	张广兴
张献琚	张荣生	范 薇	范黎凯
邵更成	杨振国	杨兆选	秦兆里
郑福兆	聂刚基	夏荣汉	郭茂华
廖树森	戴 培		

生 理 学

主 编 范 薇

责任编辑 袁 敏

河南人民出版社出版发行

新乡市印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 15.25印张 341千字
1994年12月第1版 1994年12月第1次印刷

印数:1—19,000册

ISBN7-215-03086-5/G·445

定价:11.00元



前 言

中等医学教育肩负着为我国广大农村、基层医疗卫生机构培养实用型中等卫生技术人才的重任。为深化中等医学教育改革,提高教学质量,卫生部于1993年11月审定并通过了新的全国中等卫校教学计划及教学大纲,并于1994年秋季颁发实施。河南省卫生厅为加快中等医学教育改革,适应中等卫校教学的迫切需要,在完成卫生部委托修订社区医学和妇幼卫生两专业教学计划及教学大纲任务的基础上,决定首先根据新教学计划及教学大纲编写新教材。为此,成立了河南省中等卫校教材编审委员会,组织全省中等卫校有关学科校际教研会学术水平较高和教学经验较丰富的教师,于1993年开始进行新教材的编写工作。

编写这套教材的指导思想:一是遵循党和国家的教育方针和新时期的卫生工作方针。二是强化教育目标意识,贯彻为农村、基层培养“具有必要的理论知识,较强的实践技能,良好的职业素质”的实用型中等卫生技术人才的办学方向。三是强化实用性,适应新的医学模式,体现预防战略和初级卫生保健观念,加强实践技能的培养。

首批编写出版的有语文、化学、生物学、解剖学与组织胚胎学、生理学、生物化学、免疫学基础与病原生物学、病理学、药理学、中医学概要、内科学、外科学、妇产科学、儿科学、传染病学、五官科学、皮肤病学、预防医学等18个学科的教科书。这套教材主要适用于社区医学专业和妇幼卫生专业,其中多数学科也适用于其它医学专业。

由于我们编写中等卫校成套教材尚属首次,希望广大师生多提宝贵意见,使这套教材逐步完善。

河南省中等卫校教材编审委员会
一九九四年六月

编写说明

这本教材是根据卫生部1994年秋季颁发实施的中等卫生学校社区医学、妇幼卫生专业新教学计划及教学大纲进行编写的。

编者结合自己多年中专生理学教学经验,在编写这本教材时,努力做到:①运用辩证唯物主义和历史唯物主义的观点方法阐明人体功能活动的基本规律,同时加强了爱国主义思想内容;②全面贯彻党和国家的教育方针和新时期卫生工作方针,坚持为基层、农村培养“实用型”人才的方向,密切结合临床,理论联系实际;③把基本肯定的或大多数学者公认的而且过去中专教科书又未提到的一些新进展写进了教材,致力提高新教材的科学性和先进性;④重视社会、心理因素对生理功能的影响,以适应医学模式由“生物——医学模式”向“生物——心理——社会医学模式”的转变;⑤从实际出发,实验内容增加了小动物实验和临床检查项目,同时更新了实验仪器。每个实验都书写了“注意事项”,以提高实验的成功率;⑥教科书重视强化目标,在每章之首均有单元目标,既利于教师的教,又方便学生的学;⑦教科书中生理学术语、名词完全按全国自然科学名词审定委员会1984年公布的“生理学术语”的规定编写的;⑧文字语言力图通顺、简明,便于中专学生阅读和自学。

本教材在编写过程中收到许多同志提出的建设性意见,其中齐建华、董松山、范为民等老师参加了部分章节和实验指导的撰写任务,罗平、杨友谊、甘德珠等老师为教科书的定稿做了审定工作,信阳卫生学校李伟老师为本书绘制了全部插图。信阳卫生学校承办了多次编写审稿会,在此对他们的辛勤工作表示真挚的谢意。本书在编写过程中,参考了有关高、中等医学院校教材和专著,在此谨向各位作者表示深切的谢意。

由于编写时间仓促,编者对医学模式的转变和医学教育改革的理解还有差距,其中的缺点和错误是难免的,各校在使用这本教材时,可根据具体情况,对教学内容的取舍和教学顺序的安排作适当调整。在教材的使用过程中,我们竭诚希望阅读和使用此书的师生提出批评。

《生理学》编写组

1994年4月

目 录

第1章 绪论	(1)
第1节 生理学研究的对象、任务和目的	(1)
第2节 人体生命活动的基本表现	(4)
第3节 人体生命活动的调节	(6)
第2章 细胞的基本功能	(11)
第1节 细胞膜的物质转运功能	(11)
第2节 细胞的生物电现象	(14)
第3节 肌细胞的收缩功能	(18)
第3章 血液	(23)
第1节 血量和血液的理化特性	(23)
第2节 血浆	(24)
第3节 血细胞	(26)
第4节 血液凝固和纤维蛋白的溶解	(29)
第5节 血型与输血	(32)
第4章 血液循环	(35)
第1节 心脏生理	(35)
第2节 血管生理	(48)
第3节 心血管活动的调节	(57)
第4节 器官循环	(63)
第5章 呼吸	(66)
第1节 肺通气	(66)
第2节 气体的交换和运输	(70)
第3节 呼吸运动的调节	(73)
第6章 消化和吸收	(77)
第1节 口腔内消化	(77)
第2节 胃内消化	(78)
第3节 小肠内消化	(80)
第4节 大肠的功能	(82)
第5节 吸收	(84)
第6节 消化器官活动的调节	(86)
第7章 能量代谢和体温	(89)
第1节 能量代谢	(89)
第2节 体温	(94)
第8章 肾脏的排泄功能	(98)
第1节 概述	(98)

第2节	尿的生成	(100)
第3节	尿液的浓缩与稀释	(106)
第4节	尿生成过程的调节	(108)
第5节	尿的贮存与排放	(111)
第9章	感觉器官	(113)
第1节	概述	(113)
第2节	视觉器官	(114)
第3节	听觉器官	(119)
第4节	前庭器官	(121)
第10章	神经系统	(124)
第1节	突触生理	(125)
第2节	反射中枢	(129)
第3节	神经系统的感觉分析功能	(132)
第4节	神经系统对躯体运动的调节	(137)
第5节	神经系统对内脏活动的调节	(144)
第6节	脑的高级功能和脑电图	(149)
第11章	内分泌系统	(155)
第1节	概述	(155)
第2节	垂体	(157)
第3节	甲状腺	(161)
第4节	甲状旁腺素、胆钙化醇与降钙素	(163)
第5节	胰岛	(164)
第6节	肾上腺	(165)
第12章	生殖	(168)
第1节	男性生殖器官的生理	(168)
第2节	女性生殖器官的生理	(170)
第3节	妊娠与授乳	(173)
第13章	衰老	(177)
实验指导		(183)
附录：生理学教学大纲		(225)
计量单位名称与符号表		(235)
用于构成十进倍数和分数单位的词头		(236)

第1章 绪论

教 学 目 标

1. 阐述人体生理学研究的对象和任务。
2. 列出人体生命活动的基本表现；说出刺激、反应、兴奋性、内环境、反射、反馈等概念。
3. 应用辩证唯物主义的人体观认识生命活动的规律，并通过实验培养学生的动手能力和分析问题的能力。

第1节 生理学研究对象、任务和目的

一、生理学研究对象

什么是生理学？生理学研究什么？学习生理学为了什么？这是初学生理学首先应该解决的几个认识问题。

简单地说，生理学是一门研究生物机体的正常生命活动规律的科学。

从科学史上看，生理学最初是以人类机体的正常生命活动为研究对象的。随着科学和生产的发展，生理学研究对象不仅有人还有其他动物机体和植物机体，于是生理学也就根据研究对象不同而分化成为人体生理学、动物生理学、植物生理学等等，但人体生理学仍保留原来的惯习，即简称生理学。

所谓人体正常生命活动规律，可以这样进一步展开阐述：其一，人属于脊椎动物的哺乳类，人体所表现出的生命活动在许多基本方面和一般的哺乳类脊椎动物有共同的特征。经验证明，研究动物的生命活动规律对于认识人体正常生理功能是有重要参考价值的。这就是在学习生理学时，许多理论上的问题和功能上的结论，往往要用蛙、兔等动物做实验来验证并帮助我们理解人体各器官、系统的功能的缘故。其二，人体所表现的生命活动，在健康时和在患病时是有显著差异的。但由于正常的与异常的生命活动之间，既有区别，又有联系，在一定条件下两者还可以互相转变。正常生理是疾病的辩证对照，“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。”只有掌握和理解正常人体各器官、系统所表现出的生理功能，才能鉴别和确定这些器官、系统可能发生的功能变化和偏差。其三，生命活动规律是指人的整体及其各器官、系统在正常生命活动时所表现的形式和所起的作用。通俗地讲，我们常把心脏比作一个肌肉泵，它可将静脉血抽回，又向动脉泵出。它是血液在血管中流动的动力来源。这种

抽吸和推压作用是如何实现的？显然是因为心脏具有收缩和舒张功能，那么进一步要问：心脏为什么会搏动（收缩和舒张）？心脏搏动有哪些规律？心脏搏动在体表有哪些客观反映？又受哪些因素的影响？这些，就是心脏所表现出的生命现象或生理活动，就是心脏的功能。

综上所述，所有人体的生命活动，例如摄食、排泄、生长、生殖、感觉、运动，以至脑的高级功能如学习、记忆等，都是生理学研究的对象。

二、生理学研究的任务

机体各种生命活动的产生、存在和变化，都具有一定的因果关系和客观规律。因此，生理学研究的任务就在于揭示机体功能活动的表现、产生机理以阐明其客观规律，从而认识和掌握生命活动规律，为防病治病、增进人的健康、延长人类寿命提供科学的理论根据。

根据这一研究任务，在具体内容中，既要阐明机体各部分活动、各器官系统功能的特征，以及相互关系；又要阐明机体与其周围环境相互作用时机体各部分活动的变化规律。不仅如此，机体各器官系统的功能在很大程度上决定于其细胞、组织的生理特性和物理特性。因此，生理学还要深入地阐明这些特性和理化变化规律。对复杂的人体功能进行研究时，就需要从不同的角度提出问题。所以生理学的研究，可以根据其结构基础，大致分成三个不同的水平。

第一是整体水平。人体生命活动的特殊性，最突出地表现于整体活动之中。所以，整体水平的研究主要是研究人体与环境之间的相互作用、体内各系统功能活动之间的相互关系、以及社会条件对人体生理功能的影响等。需要指出的是，整个人体的生理活动，决不等于心、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互相联系，互相制约的完整协调的过程。

第二是器官、系统水平。整体生命活动是建立在体内各器官、各系统功能活动协调配合的基础之上。为了阐明整体生命活动的规律，必须首先认识各器官、系统的特殊功能。因而有必要研究体内各系统、各器官的功能活动有什么特殊性，这些特殊的功能活动是怎样进行的，它的活动受到哪些因素的控制，它对整体生命活动起到什么作用等。这一类生理学内容，又可称为器官生理学。

第三是细胞或分子水平。细胞和分子水平主要是研究细胞内各亚微结构的功能，以及细胞内各生物分子的特殊理化变化过程。这一类生理学内容又称为细胞或分子生理学，是普通生理学的内容。细胞是体内可以单独存活的最小结构单位和功能单位，各种细胞虽各具特殊性，但在各自的特殊功能活动中，又表现出最基本的生命活动规律，如新陈代谢的基本过程、物质通过膜的转运、细胞间信息传递等。认识这些生命活动最基本的问题，对于研究其它各种生理学课题有很重要的指导作用。

综上所述，生理学研究的核心任务是揭示各种生理活动和变化在整个机体内的生理意义。因此，不论是进行了那个层次或水平的研究，对其研究所得的结果都要参考它的生理意义，也就是要问一问它在机体内的生理作用是什么？局部生理功能的研究是必要的，但是，整体的生理功能决不等于局部的生理功能在量上的相加。因此，上述三个水平的研究既有区别又有联系，在应用这些知识解决实际问题时，必须注意不能把不同生理水平的特殊规律任意互相套用。

三、生理学研究的目的和方法

研究生理学的目的应当是很明确的。首先,人体生理学的研究与临床医学有着密切联系,生理学是探索生命机理,而医学是寻求护身之道,二者出发点不同,但在共同研究生命这一点上汇合、交织着。医学中的预防、诊断和治疗,无不以生理学原理为基础,同时在防病治病的过程中,又不断提出新课题,推动生理学的研究。例如:微循环理论的提出,对休克的发生与发展有了新的认识,使过去在抢救休克患者时严禁使用的舒血管药物成为必用药物并收到较好的疗效,挽救了许多垂危病人。其次,生理学给其它医学基础课,特别是为病理学和药理学提供了理论基础,为学习各门临床课打下了基础。道理很清楚,只有很好地认识了人体的正常生命活动规律,才能知道什么是异常的生命活动和怎样能够使异常的生命活动恢复到正常。这样,每位医疗卫生工作者才能够主动地、胸中有数地进行工作而避免盲目性。

生理学的研究方法同其他自然科学,特别是同生物科学中的其他学科一样,随着本门科学和其他有关科学的发展,逐渐由表面现象的观察和描述,而深入到事物内部过程的实验探索;由局部的暂时的现象分析研究,而发展到整体的长期的现象综合研究;由现象的粗略分析和综合,发展到精密细致的分析和综合。正由于研究方法由表面到内部、由孤立到联系、由局部到整体、由粗略到精密的逐渐发展,使得机体正常生命活动的规律日益为人们所认识和掌握。近代生理学研究方法的特点在于创造人工的条件对生命活动规律进行反复的实验研究。由于实验的方法将或多或少地损伤机体,因此,在大多数情况下只能利用动物,如狗、猫、兔、鼠和蛙类作为研究对象,在不损害健康的前提下,也可对人体的生理活动进行实验性观察。

正如前文所述,人同各种动物有许多基本相似的构造和功能。因此,用动物实验获得的生理知识的验证从而探讨人体的某些生理功能是必要的和有价值的。人类通过劳动创造了自己和社会,使人类超越了一切动物,人体的许多生理功能特别是高级神经活动,已同动物有了质的差别。这又显示出动物实验的局限性,所以又不能简单地把动物实验结果套用于人体。

生理学所用的实验方法可大致分为急性和慢性两类。急性实验又可按照研究的目的而采取离体组织、器官实验法或活体解剖实验法。离体组织、器官实验法是把动物的某一组织或器官割出体外,置于一人工环境中,使这种组织或器官在一定时间内继续维持生命的功能,然后进行有目的的分析观察。活体解剖实验法是将动物麻醉或毁坏大脑的条件下进行活体解剖,暴露所要观察的器官进行实验。慢性的在体实验法是以完整、健康的机体为对象,并在它同外界环境保持比较自然的关系的情况下进行实验,以观察整体活动或某一器官对于体内情况和外界条件变化的反应。

所有这些不同的实验方法,各有其特殊的意义。从整个生理学的发展来看,只有恰当地应用各种不同的方法,从各种不同的角度来进行研究,然后才能全面地解决生理学问题。这里必须着重指出的是,无论应用何种实验方法,我们对于实验结果进行解释时,都必须抱着实事求是的态度,既不宜只根据某一种方法所获得的资料来概括一切,更不应把动物实验的结果,无区别地移用于人体。

第2节 人体生命活动的基本表现

在论述人体正常生命活动规律之前，有必要对生物体所共有的生命基本表现作一简单的介绍，这将有助于对人体生理的特殊规律的理解。人体生命活动的基本表现至少包括以下三种活动：这就是新陈代谢、兴奋性、生殖。因为这些活动是活的生物体所特有的。

一、新陈代谢

人的一生，虽然在某一阶段从外表上看不出明显的变化，但实质上，它的各个部分都在不断地重新建造自身的特殊结构，同时又在不断地破坏自身衰老的结构。人体内这种新老交替，不断自我更新的过程，称为新陈代谢。

生物体只有在适宜的环境中才能自我更新。一方面，它要从环境中摄取各种营养物质，经过改造或转化，以提供建造自身结构所需的原料和能量；另一方面，生物体内的分解产物，均需排出体外。物质分解时释放的能量，除用于合成体内的新物质外，还用于生物做各种外功或向周围环境散发。这就是说，生物体只有在与环境进行物质与能量交换的基础上才能实现自我更新。由此可见，在机体的代谢过程中，物质转变和能量转换总是相伴发生的，所以，新陈代谢又包括物质代谢和能量代谢两个方面。物质的合成和分解，称为物质代谢，它包括同化作用（合成代谢）和异化作用（分解代谢）。同化作用是指机体不断从外界环境中摄取营养物质来合成自身成分，并贮存能量的过程。异化作用是机体不断分解自身成分，释放能量供生命活动的需要，并将废物排出体外的过程。伴随物质代谢而产生的能量贮存、转化、释放和利用的过程称为能量代谢。在生命的过程中，物质代谢与能量代谢是不可分割的，也是不能停止的。如果生物体停止自我更新，它的生命也就结束。

在人类机体，新陈代谢同消化、吸收功能，呼吸功能，血液循环功能，以及排泄功能等是密切联系着的。由于人类的食物绝大部分是结构复杂的有机物，这些食物必须先通过胃肠的消化，分解为结构简单的物质，方能被吸收入血，然后通过血液循环运转到全身组织，在组织细胞中最后被氧化而产生能量，同时有代谢产物被排出体外。在这一系列互相衔接的生理活动中，任何一环节发生障碍，都将或多或少地影响到机体的正常代谢，从而也就妨碍健康。

机体物质转换和能量转变的速率是随着机体的生长发育及活动情况的改变而改变。当机体处于生长发育时期同化作用超过异化作用身体逐渐长大；当机体衰老时异化作用超过同化作用身体逐渐瘦弱。机体活动加强时，分解代谢、能量消耗、热量产生加速；反之，当机体处于安静状态时，分解代谢减慢，能量消耗减少。增加机体活动的强度，必须增加营养物质的摄取，否则，机体惟有消耗本身所积蓄的能量使之消瘦。机体本身长期亏损而得不到补充势必危及生命。反之，机体活动很少而大量摄取营养物质，则将由于合成代谢增加而导致肥胖，过分肥胖给机体带来不必要的额外负担，对健康也是不利的。

二、兴奋性

生物体生活在一定的环境中是进行新陈代谢的必要条件，而当它处的环境发生某些变化时，生物体又能主动地作出相应的反应，以适应环境的变化。机体这种能够对环境变化

而发生相应的活动变化的能力或特性，称为兴奋性。兴奋性是一切生物体普遍具有的功能，也是生物能够生存的必要条件。

1. 刺激和反应

首先要指出，生物体所处的环境是非常复杂的，高等动物所处的环境比低等动物的要复杂得多，而人体所处的环境尤其复杂，因为人除自然环境外，还有社会环境。但这里有一个共同特点，那就是环境中不是任何因素都能引起机体活动改变的，只有那些能被机体所感受而又正在变化中的因素，才有这种作用。因此，引起生物体活动发生变化的各种环境变化因素，在生理学上统称为刺激，而对于由此所引起的机体活动的改变，则概括地称为反应。一切反应，归根到底，都是机体组织兴奋性发生变化的结果。刺激与反应是生理学上一对互相联系的概念，刺激是因，反应是果。

能对机体发生刺激作用的因素，按其性质分为：机械的（振动和压力）、温度的、化学的、电的、光的、放射性的等等。一般能够引起组织兴奋的电刺激并不造成组织损伤，还可重复使用，因此在生理学实验中，常用各种形式的电刺激作为人工刺激。

机体对于刺激而发生的反应是多种多样的，按其形式分，主要有肌肉收缩、神经冲动的传导，腺体分泌，纤毛运动和变形运动等等。对于这些反应，不仅可以进行观察和客观的记录，有的还可以进行精确的测量。上述的神经、肌肉、腺体组织，由于它们对刺激的反应迅速，并伴有生物电反应的客观标志，所以称它们为“可兴奋组织”。

2. 刺激与反应的关系

刺激引起组织反应必须具备三个条件，即强度、时间和强度—时间变化率（强度变率）。

强度 刺激必须达到一定的强度才能引起组织反应。引起组织发生反应的最小刺激强度称为阈强度（阈刺激、阈值）。组织的兴奋性与阈强度呈反变关系，即阈强度愈小，说明组织的兴奋性愈高，故阈强度可反映组织兴奋性的高低。阈强度的刺激称为阈刺激，强度小于阈强度的刺激称为阈下刺激，强度大于阈强度的刺激称为阈上刺激。

时间 刺激必须持续一定的时间才能引起组织反应。如果刺激持续时间太短，即使强度足够也不能引起组织反应。

强度——时间变化率 刺激作为引起组织反应的一种动因，必须有变化，刺激由弱变强或由强变弱，均可引起组织反应。单位时间内强度增减的量，即强度变化速度，称为强度——时间变化率，强度变率愈大，刺激作用愈强。在临床上，给病人注射时要遵循“两快一慢”，就是刺激与反应的关系的例证，进针和退针快，缩短了刺激作用时间，推药时要慢，延缓了强度——时间变化率，这样，可以减弱病人的疼痛反应。

3. 兴奋和抑制

兴奋性的概念，只是说明生物体能够对外来刺激发生反应的一种特性，并不说明机体当时是怎样反应的。一般说，生物体在接受适宜刺激后可以产生两种不同方向的反应：一种是由相对静止的状态而变为显著活动的状态，或由较弱的活动状态而变为较强的活动状态；另一种则相反，即由明显的活动状态而变为相对静止，或由较强的活动而变为较弱，前一种反应称为兴奋，后者称为抑制。以动物实验为例：电刺激动物的交感神经，见心脏搏动加速；以同样的电流刺激迷走神经，心搏则减慢或停止。这表明，心脏对交感神经的刺激发生兴奋反应而对迷走神经的刺激则发生抑制反应。需要进一步指出的是，生物体接受

刺激后究竟发生兴奋或抑制,不仅取决于刺激的质和量,还与生物体当时的功能状态有关。同样的功能状态,刺激的强弱不同,反应可以不同。例如,疼痛刺激可以引起心跳加强、呼吸变快、血压升高等,这是中枢兴奋的表现;但剧烈的疼痛则引起心跳减弱、呼吸变慢,血压下降,甚至意识丧失等,这是中枢抑制的表现。当功能状态不同时,例如,饥饿状态、饱食状态或不同的情绪状态的人对食物刺激的反应也是不同的。又如,光照正常人的眼,瞳孔会立即缩小;光照中脑有病变的人眼,瞳孔可能不再缩小。

三、适应性

生物体不仅能感受环境的变化而发生一定的反应,特别有意义的是,通过这种反应,使得机体能够随着环境的变化,不断地调整其本身各部分之间的相互关系,使得机体内部的情况能够经常保持相对的稳定,从而有利于正常生命活动的进行。机体这种能够按着外界情况来调整内部关系的特性,称为适应性。正是由于这种特性的存在,使得机体与其周围环境之间能够经常保持动态平衡。

四、生殖

衰老和死亡对于任何生物体都是不可抗拒的自然规律。所以,生物个体的寿命是有限的。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以使自己的种系得到延续,这种功能称为生殖。

高等动物已经分化为雄性和雌性个体,其生殖过程要比低等动物复杂得多,但父系和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予代的。

五、人体的生命过程

人体的生命过程,一般都要经历生长、发育、生殖、衰老、死亡等几个阶段。生长主要是指机体的增大,体重和身长的增加,当然也包括体内细胞的数量增加。发育是指由于细胞分化,从而导致机体形态变化和功能发展。在人类,生长发育过程大致可分为婴儿、儿童、少年、青年和成年。不同阶段形态和功能均有一定特点,本书着重介绍的是成年人的生理。前文已提到人到青年期时,开始获得生殖能力。机体生命通过一段成年期后,逐渐转入衰老,最后终于死亡。社会制度的优越、经济的发达、物质文化程度的提高、医疗卫生事业的兴旺,均可使人类寿命延长。

第3节 人体生命活动的调节

尽管人类所处的环境如温度、湿度、气压等差异很大,但却能与环境的变化相适应。这主要是人类机体有一整套调节机构,能够随着环境的变化不断地调节机体功能活动水平。在外界环境发生变化时,人体功能随之发生变化有两个特点:一是人体功能活动的变化总是与环境变化相适应的;二是人体功能活动总是作为一个整体来进行的,即体内各器官、各系统功能活动的变化是密切配合,相互协调的。这就提示,在机体内有种机制是能够完成一系列复杂调节作用的。在介绍这种调节功能之前,有必要了解人体生命活动的几个特点。

一、人体生命活动的特点

1. 内环境与稳态

人体的结构极为复杂,大约有一百万亿个结构和功能不同的细胞,组成了不同的组织、器官和系统。细胞作为体内结构和功能的基本单位,绝大多数是不与外界环境相接触的,而是生活在体液之中。体液是体内液体的总称,它分为细胞内液和细胞外液。在细胞内液与外液之间有细胞膜相隔;在组织液与血浆、淋巴液之间隔有毛细血管壁或毛细淋巴管壁。由于细胞膜、毛细血管壁和毛细淋巴管壁有通透性,虽被隔开的体液彼此又互相沟通。人体摄入的营养物质必须通过细胞外液进入细胞;而细胞内的代谢产物也首先排入细胞外液最终排出体外。所以,细胞外液是细胞直接生活的体内环境,称为机体的内环境。内环境所起的作用是为机体细胞提供必要的理化条件,使细胞的各种生理功能得以正常进行,同时也为细胞提供了营养物质并接受它的代谢产物。细胞的正常生理功能需要内环境相对恒定,而代谢活动本身又造成内环境理化性质的偏离,这对矛盾的解决就是依靠体内的调节机制完成的。维持内环境理化性质相对恒定状态叫稳态,它是一种复杂的由体内各种调节机制所维持的动态平衡。正如前文所述,一方面是代谢过程使这种相对恒定遭到破坏,另一方面是通过调节机制使之恢复。人体生命活动正是在稳态不断受到破坏而又得到恢复的过程中得以维持和进行的。目前,稳态概念已经扩展开来,它不仅用于内环境理化特性的动态平衡,也可用于某一细胞功能、某一生物化学反应、某一器官、系统的活动乃至整个机体的相对稳定状态的维持和调节。

2. 生物节律

生物体的各种功能活动常按一定的时间顺序,周而复始地发生变化,这种变化节律称为生物节律。节律周期低于一天的属于高频节律,如呼吸周期、心动周期等。一天一个波动的为日周期,属中频节律,如体温的昼夜变动等。以周、月、年为周期的称为低频节律,如人类的月经周期等。

了解和掌握人体生物节律可对环境变化作好前瞻性适应,使生理功能和机体活动有秩序、有节奏地进行。在临床医疗中,利用生理功能的节律性变化合理用药,可以提高疗效。有关生物节律知识也将帮助我们正确掌握和解释各种生命现象。

二、人体生命活动的调节方式

人体内有三种调节机制,即神经调节、体液调节和器官、组织、细胞的自身调节,其中神经调节是人体内最重要的调节机制。

1. 神经调节

所谓神经调节是指神经系统的活动通过神经纤维的联系对于机体各部分发生调节作用。神经调节的基本方式是反射,反射的结构基础是反射弧。

凡体内内外刺激作用于感受器,通过中枢神经系统的活动而引起躯体或内脏器官规律性应答,都称为反射。反射的完成需要五个基本环节(如图1-1):即感受器、传入神经、中枢、传出神经和效应器。这五个环节连接起来,构成反射的结构单位和功能单位,称为反射弧。

每一种反射,都有一定的反射弧。一定的刺激引起一定的反射活动,反射弧的任何一

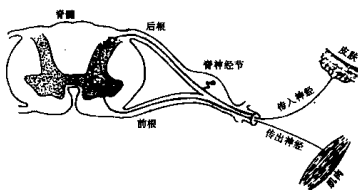


图 1-1 简单反射弧示意图

个环节遭到破坏，都将使相应的反射消失。反射可进一步分成非条件反射和条件反射两个类型。

非条件反射是先天遗传的，是一种较低级的神经活动，有固定的反射弧，其中枢大部分位于中枢神经系统的低级部位。非条件反射是机体适应环境的基本手段，如食物进入口腔引起唾液分泌，疼痛引起局部肢体回缩等。

条件反射是建立在非条件反射的基础上，是人或高等动物在生活过程中根据它所处的生活条件建立起来的，所以是后天获得的，是一种高级神经活动。这种反射不是一成不变的，当环境条件改变时，相应的条件反射也会发生改变。因此条件反射的反射弧不固定。巴甫洛夫认为大脑半球是形成条件反射的主要器官。条件反射是一种高级的调节方式，可以使机体对环境的适应范围扩大，并有预见性，更为灵活。

人类一些较复杂的生理功能调节与行为均以反射为基础，在中枢神经系统的高度整合作用下完成。通过反射性调节，机体内部情况得以经常保持相对稳定，机体各部分活动得以保持动态平衡，机体得以很好地适应外界环境的变化。一般认为，神经调节的特点是迅速、精确而短暂，既表现高度的规律性，又表现高度自动化。不仅如此，尤其重要的是中枢神经系统具有分析和综合作用，既能对复杂的刺激进行分析分别予以反应；又能把许多有关的刺激进行综合，而作为一个复合性刺激来对待，再对全身的活动加以综合，使之成为一个整体性活动。

2. 体液调节

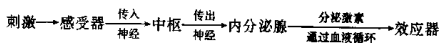
人体的各种内分泌腺所分泌的多种激素，通过血液循环，运送到全身各处，调节人体的新陈代谢、生长、发育、生殖等生理功能，这种调节机制称为体液调节。

体液调节的方式是通过血液将激素运输到距离较远的部位发挥作用的。被激素作用的细胞或器官称为靶细胞或靶器官。激素的化学信息调节着靶细胞或靶器官，而后者所产生的效应又通过不同途径调节着激素的分泌，所以激素调节也是在闭合回路的基础上进行的。

体液调节的特点是：作用较缓慢但较持久，准确性较差。体液因素在保持机体内部情况的稳定上，特别是保持机体新陈代谢的平衡上，起着极为重要的作用。

在高等动物和人体，体液调节和神经调节是密切联系着的：一方面，体液因素的许多作用，是通过神经系统而对机体发生调节效果的；另一方面，许多体液因素的产生，又是受到神经系统的调节的。这样，内分泌腺就构成了反射弧传出途径中的一个体液性环节，使

激素的作用同神经系统的作用结合起来,这种方式一般称为神经—体液调节,可以简单表示如下:



由此可见,神经调节与体液调节并不是彼此对立,而是互相配合,密切联系的。从整体生理学的观点来看,神经系统是经常处于主导地位,体液因素是处于从属地位。

3. 自身调节

当体内外环境变化时,细胞、组织、器官不依赖于神经或体液调节而产生的适应性反应,称之为细胞、组织、器官的自身调节。例如:在一定范围内,动脉血压降低,脑血管就舒张,血流阻力减小,使脑血流量不致于过少;动脉血压升高,则脑血管收缩,血流阻力增大,使脑血流量不致于过多。一般来说,自身调节所能调节的范围较小,也不十分灵敏,但仍有一定的生理意义。

三、人体生命活动调节的反馈作用

上面概略地介绍了体内常见的三种功能调节方式,这些调节方式的具体内容和过程虽不相同,但调节结果都是使机体内某一功能活动在某一水平上保持相对恒定或达到某种规定的状态,那么,这些调节方式之间又有什么共同之处呢?

现代生理学把工程控制论的普遍原理应用于人体功能的分析,使我们对人体功能调节的一般规律有了进一步认识。按照控制论原理,我们可以把人体的各种功能调节比喻为一个自动控制系统,在这个自动控制系统中,控制部分和受控部分存在着往返双向联系,是一个闭合回路。控制部分和受控部分之间有信息传递,信息传递也是双向的。这种双向联系是以不断纠正和调整控制部分对受控部分的影响,而达到精确调节的。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调节。根据反馈信息的性质及作用的不同,可将反馈调节分为负反馈和正反馈两类:若反馈信息的效果是抑制控制部分的活动(图1—2①),则称为负反馈,若反馈信息的效果是加强控制部分的活动(图1—2②),则称为正反馈。

在人体内,负反馈联系是大量的,也是十分重要的,例如人的动脉血压在一定水平上保持相对恒定,就是一种负反馈调节。中枢神经内有心、血管中枢(控制部分),它发出的控制信息以神经冲动形式传送到心脏和血管(受控部分);在动脉壁上又有压力感受器(感受装置),可感受动脉血压变化并发出反馈信息通过传入神经传回心、血管中枢。动脉血压经常保持一定水平,提示中枢神经系统内可能有决定动脉血压水平(调定点)的机构发出参考信息到心、血管中枢。当某些干扰使动脉血压上升时,血管壁上的压力感受器受到的刺激增强,就发送回相应的反馈信息,在中枢与调定点的参考信息进行比较,并纠正心血管中枢的控制指令,使动脉血压回降到原来的水平。

人体还有一些生理过程,一旦发动起来就逐步加强、加速,

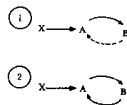


图1—2 反馈调节示意图

虚线箭头表示抑制效应

实线箭头表示兴奋效应

①负反馈: X 加强 A, A 加强 B, B 反过来抑制 A

②正反馈: X 加强 A, A 加强 B, B 反过来加强 A

直至完成，如排尿、分娩、血液凝固等。可见，正反馈可使某些生理过程迅速达到某种需要达到的状态和水平，从而使这种生理功能在短时间内尽快完成。

机体内的反馈作用，正是神经、体液和自身调节的共同之处。这样，机体对刺激的反应才能足量、及时、适度，以达到某种生理需要的状态。

[复习思考题]

1. 什么是生理学？生理学研究的对象和任务是什么？
2. 何谓新陈代谢？新陈代谢包括哪些过程？
3. 刺激引起反应必须具备的条件是什么？
4. 何谓机体的内环境？机体内环境的相对稳定有什么重要生理意义？
5. 人体生命活动的调节方式有哪几种？举例说明。
6. 解释下列名词：
刺激与反应；兴奋性与阈强度；兴奋与抑制；反射与反射弧；反馈、正反馈、负反馈。

信阳卫生学校 范 蔚

焦作卫生学校 吉 战

第2章 细胞的基本功能

教 学 目 标

1. 简述细胞膜对物质转运的方式、易化扩散和主动转运的概念及特点。
2. 概述静息电位与动作电位产生的原理、动作电位的引起与传导特点。
3. 说出静息电位、动作电位、阈电位、极化、去极化、兴奋收缩耦联的概念。
4. 观察神经干动作电位及肌肉收缩形式与刺激频率的关系。

细胞是机体结构和功能的基本单位。体内各器官系统的功能活动，都是在细胞的基础上进行的。体内不同种类的细胞具有不同的功能特点。本章主要讨论细胞共有的、基本的生理功能。

第1节 细胞膜的物质转运功能

细胞膜是细胞与环境之间的屏障。细胞膜把细胞内容物和周围环境隔开，从而使细胞能独立于环境中，并通过细胞膜与周围环境进行有选择的物质交换，维持细胞正常的功能活动。

细胞膜是由液态双分子层的脂质和嵌入的球状蛋白质构成，具有复杂的物质转运功能。物质通过细胞膜转运的形式有多种，但从细胞膜本身是否消耗能量这一角度出发，可将其分为两大类：被动转运和主动转运。

一、被动转运

被动转运是指物质顺着浓度梯度，不需细胞提供能量的跨膜转运方式，是通过扩散实现的。

体液中的水分子、溶质分子、离子等，由于自身不断的热运动，总是从高浓度区向低浓度区移动。这种顺浓度梯度、连续不断的定向净移动，称为扩散。理化性质不同的物质在跨越细胞膜时，会遇到不同的通透条件，而表现出不同的扩散方式，主要分为两类即单纯扩散和易化扩散。

(一) 单纯扩散

单纯扩散是指小分子物质凭借自身热运动，顺着其跨膜浓度梯度直接穿过细胞膜的过程。

脂溶性的小分子物质如 O_2 和 CO_2 ，由于能迅速溶解于细胞膜脂双层中，因此，膜对其具有很大的通透性。它利用已有的高浓度化学势能，从浓度高处向浓度低处扩散，不需要细胞膜本身再消耗能量。如同人从滑梯顶端向下滑一样。扩散的速度和量，主要取决于跨