

中等卫生学校教材

生理学

SHENG LI XUE SHENG LI XUE SHENG LI XUE SHENG LI XUE

奚 平 主 编
徐 学 峥 主 审
刘 子 貽

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本书是护士教育改革系列教材之一。全书以新陈代谢为主线,阐明人体生理生化机能。分上、中、下三篇,上篇包括绪论、酶与维生素、细胞的基本功能、血液、血液循环;中篇包括呼吸、消化与吸收、生物氧化、糖代谢、脂类代谢、蛋白质与核酸代谢、肝脏功能、能量代谢与体温、肾的排泄与体液平衡;下篇包括感觉器官生理、神经系统生理、内分泌与生殖、健康与长寿。每章前按教学大纲标明本章教学内容和要求,章末附复习思考题。叙述深入浅出,适应初中毕业程度的学生阅读。供护士专业及教学学时数接近的助产士、放射医士、乡村医士及中药士等专业使用,也可供职业高中医士班使用。

编者单位

浙江省金华卫生学校 吕望群 宋丽华 奚 平

浙江省绍兴卫生学校 洪立昌

浙江省杭州护士学校 姚雪荣 顾怡生

浙江省卫生学校 钱自强

浙江省杭州卫生学校 严伟民

浙江省舟山卫生学校 吴伟建

浙江省衢州卫生学校 范显忠

浙江省丽水卫生学校 俞达明

济南军区军医学校 王宜军 金宝春 刘明远

主审单位

浙江医科大学 徐学崢 刘子贻

责任编辑 孙芝斋



前 言

浙江省卫生厅护士系列教育改革试点,自1988年以来已实施一届。护士系列教改所制定和执行的培养目标和教育计划,先后经省内外专家论证,并得到卫生部教育司和全国护理中心的充分肯定,认为改革的教学计划和教材是基本合理可行的。本教材是按教改计划要求,以培养实用型中等护理人才为指导思想,本着突出护理、注重实践、删繁就简、学以致用原则组织编写,供初中毕业入学的学生使用。

科学技术的发展,必然使学科的分工愈来愈细,新学科的不断涌现,产生了许多新的交叉学科和边缘学科。学校课程的设置与学科分工,两者既有联系,又有区别,课程设置应依从培养目标、学习年限和教育的层次。阐明人体生命活动过程中的生物物理和生物化学方面的基本理论知识和实验技能,是从事医药卫生工作的基础。浙江省卫生厅组织实施的教学改革计划,从中等卫生学校护理专业的实际出发,将生理科学中有机联系的生物物理和生物化学作为一门综合课程——《生理学》来开设。针对培养实用型人才的要求,根据课程的内在联系编写教材,力求学以致用。为验证基本理论知识、加强基本技能训练,还编写了与教材配套使用的《生理学实验教程》及《生物化学实验教程》。

本书分上、中、下三篇,共十八章。上篇阐明生命的基本表现,讲授人体生理、生化基本知识;中篇以新陈代谢为主线,重点讲授各器官系统的生理功能和物质代谢过程;下篇以人体机能的调控为中心,阐明神经调节和体液调节有关的感觉器官、神经系统、内分泌和生殖生理。最后还介绍了健康与长寿的一些基本知识。1988年以来,本书曾在杭州护士学校、金华卫生学校试用三届,修订两次,并于1990年11月邀请省内外高级讲师和中青年骨干教师参加审稿会。武汉市卫校龚承绪、江西上饶卫校彭学春、贵州安顺卫校赵品泽、湖南怀化卫校谭得圣及浙江省温州卫校李章雄、嘉兴卫校周新妹、湖州卫校张红、绍兴卫校罗照水、绍兴县卫校王时耿、宁波卫校贺耀德、奉化市卫校许政惠等同志对本书的修订提出了许多宝贵意见和建议。广州军区军医学校汤梅兰副教授、杭州护士学校曹雪珍高级讲师、湖北汉阳卫校镇郁琼讲师等先后来信提出了详尽的书面意见,给本书的修订以有力的支持。

为进一步提高教材质量,本书第三次修订稿增加了编写人员,并邀请济南军区军医学校金宝春、刘明远、王宜军副教授参加编审。本书承浙江生理科学会名誉理事长徐学峥教授、浙江医科大学生化教研室主任刘子贻教授担任主审,在书稿审定过程中还得到浙江医科大学朱寿民教授的热情指导、金华卫校张荣棠副教授的具体帮助。浙江省卫生厅科教处、杭州护士学校、金华卫校、绍兴卫校和济南军区军医学校的领导对本书的编审出版,给予热情支持,在此一并致谢。

限于我们教学经验和学识水平,在教材编写体例、内容取舍和深广度等方面,定然存在某些不足之处,恳请同道不吝珠玉,惠予批评指正,俾得日后修订提高。

奚 平 于 金 华

一九九一年九月

目 录

上 篇

第一章 绪论 (1)	第二节 细胞的生物电现象 (25)
第一节 概 述 (1)	一、细胞的静息电位和动作电位..... (25)
一、生理学的研究对象和任务..... (1)	二、静息电位与动作电位的形成..... (26)
二、生理学在医学中的地位..... (1)	三、阈下刺激与局部兴奋..... (27)
第二节 生命的基本表现 (2)	四、细胞发生兴奋时兴奋性的变化..... (28)
一、新陈代谢..... (2)	第三节 兴奋的传布 (28)
二、应激性..... (3)	一、兴奋在同一细胞上的传导..... (28)
三、生 殖..... (4)	二、兴奋在细胞间的传递..... (29)
第三节 人体与环境 (4)	第四节 肌细胞的收缩功能 (31)
一、人体与外环境..... (4)	一、骨骼肌收缩的表现..... (31)
二、内环境及其稳态..... (4)	二、骨骼肌收缩的原理..... (32)
三、生物节律..... (5)	第四章 血 液 (34)
第四节 人体功能活动的调节 (5)	第一节 血液的组成与理化性质 (34)
一、机体活动的调节方式..... (5)	一、血液的组成..... (34)
二、生理功能的自动控制原理..... (7)	二、血液的一般理化性质..... (35)
第二章 酶与维生素 (9)	第二节 血 浆 (35)
第一节 酶 (9)	一、血浆的化学成分..... (35)
一、酶作用的特点..... (9)	二、血浆渗透压..... (36)
二、酶的化学组成..... (10)	三、血浆酸碱度..... (37)
三、酶的分子结构与催化活性..... (11)	第三节 血细胞 (37)
四、影响酶作用的因素..... (12)	一、红细胞..... (37)
五、酶在医学上的应用..... (13)	二、白细胞..... (40)
第二节 维生素 (14)	三、血小板..... (41)
一、维生素的命名与分类..... (14)	第四节 血液凝固与纤维蛋白溶解 (42)
二、脂溶性维生素..... (14)	一、血液凝固..... (42)
三、水溶性维生素..... (17)	二、纤维蛋白溶解..... (44)
第三章 细胞的基本功能 (22)	第五节 血量、输血与血型 (44)
第一节 细胞膜的物质转运 (23)	
一、离子和小分子物质转运..... (23)	
二、大分子物质和物质团块的转运..... (24)	

一、血量与输血	(44)
二、血型	(45)
第五章 血液循环	(48)
第一节 心脏生理	(49)
一、心动周期和心脏射血	(49)
二、心肌的生物电现象和生理特性	(52)
三、心音和心电图	(55)
第二节 血管生理	(56)
一、动脉血压与动脉脉搏	(57)
二、静脉血压和血流	(60)

三、微循环和组织液、淋巴循环	(60)
第三节 心血管活动的调节	(63)
一、神经调节	(63)
二、体液调节	(65)
三、自身调节	(66)
第四节 器官循环	(66)
一、冠脉循环	(66)
二、肺循环	(66)
三、脑循环	(67)

中 篇

第六章 呼吸	(68)
第一节 肺通气	(68)
一、肺通气原理	(69)
二、肺容量与肺通气量	(72)
第二节 气体的交换和运输	(73)
一、气体的交换	(73)
二、气体在血液中的运输	(75)
第三节 呼吸运动的调节	(76)
一、呼吸中枢与呼吸节律	(76)
二、呼吸运动的反射性调节	(77)
第七章 消化与吸收	(80)
第一节 口腔内的消化	(80)
一、唾液及其作用	(81)
二、咀嚼和吞咽	(81)
第二节 胃内的消化	(81)
一、胃液的成分和作用	(81)
二、胃运动的形式	(82)
第三节 小肠内的消化	(83)
一、小肠内消化液的组成和作用	(83)
二、小肠的运动	(84)
第四节 吸 收	(85)

一、消化管各部吸收概况	(85)
二、重要营养物质的吸收	(85)
第五节 大肠功能和排便	(86)
一、大肠内粪便的形成	(86)
二、大肠运动和排便	(87)
第六节 消化器官活动的调节	(87)
一、神经调节	(87)
二、体液调节	(89)
第八章 生物氧化	(90)
第一节 生物氧化的方式及特点	(90)
一、物质氧化的方式	(90)
二、CO ₂ 的生成方式	(91)
三、生物氧化的特点	(91)
第二节 线粒体的生物氧化体系	(91)
一、呼吸链的组成成分	(91)
二、呼吸链的递氢递电子过程	(93)
第三节 A T P 的形成以及能量的转 换与利用	(94)
一、高能键与高能化合物	(94)
二、A T P 的生成	(94)
三、能量的利用与贮存	(95)
第四节 非线粒体生物氧化体系	(96)

第九章 糖代谢	(97)
第一节 糖的分解代谢.....	(98)
一、糖的无氧分解(酵解).....	(98)
二、糖的有氧氧化.....	(101)
三、磷酸戊糖通路.....	(102)
第二节 糖原的合成和分解.....	(103)
一、糖原的合成.....	(103)
二、糖原的分解.....	(104)
第三节 糖的异生作用.....	(105)
一、糖异生作用的途径.....	(105)
二、糖异生作用生理意义.....	(105)
第四节 血糖.....	(106)
一、血糖的来源和去路.....	(106)
二、血糖浓度的调节.....	(106)
第十章 脂类代谢	(109)
第一节 脂肪的代谢.....	(109)
一、脂肪的生理功能与必需脂肪酸.....	(109)
二、脂肪的分解代谢.....	(110)
三、脂肪的合成代谢.....	(114)
第二节 类脂的代谢.....	(114)
一、类脂的生理功能.....	(114)
二、磷脂代谢.....	(114)
三、胆固醇代谢.....	(116)
第三节 血脂.....	(117)
一、血脂的含量.....	(117)
二、血浆脂蛋白.....	(117)
第十一章 蛋白质与核酸代谢	(120)
第一节 蛋白质代谢.....	(120)
一、蛋白质的营养作用.....	(121)
二、蛋白质分解代谢.....	(121)
第二节 核酸代谢和蛋白质生物合成.....	(126)
一、核酸化学简述.....	(126)
二、核酸的分解及生物合成.....	(129)
三、核酸在蛋白质合成中的作用.....	(130)
四、蛋白质合成的基本过程.....	(132)

〔附〕氨基酸、糖和脂肪在代谢中的联系.....	(133)
第十二章 肝脏功能	(136)
第一节 肝脏在物质代谢中的作用.....	(136)
一、肝脏在糖代谢中的作用.....	(136)
二、肝脏在脂类代谢中的作用.....	(136)
三、肝脏在蛋白质代谢中的作用.....	(137)
四、肝脏在维生素代谢中的作用.....	(137)
五、肝脏在激素代谢中的作用.....	(137)
第二节 肝脏的生物转化作用.....	(137)
一、第一相反应.....	(138)
二、第二相反应.....	(138)
第三节 肝脏的排泄功能与胆色素代谢.....	(138)
一、胆汁酸的形成与排泄.....	(138)
二、胆色素代谢.....	(139)
第十三章 能量代谢和体温	(142)
第一节 能量代谢.....	(142)
一、能量代谢测定的原理.....	(142)
二、影响能量代谢的因素.....	(143)
三、基础代谢.....	(144)
第二节 体温.....	(145)
一、正常体温及生理变动.....	(145)
二、人体的产热和散热.....	(146)
三、体温调节.....	(147)
第十四章 肾脏的排泄与体液平衡	(150)
第一节 肾脏的排泄.....	(151)
一、尿的生成过程及其影响因素.....	(151)
二、尿的浓缩和稀释.....	(154)
三、尿的排放和尿的理化性状.....	(156)
第二节 体液平衡.....	(157)
一、体液的含量、分布和组成.....	(157)
二、水、电解质平衡.....	(158)
三、酸碱平衡.....	(161)

下 篇

第十五章 感觉器官生理(165)	意义.....(183)
第一节 视觉生理(166)	三、植物性神经中枢.....(183)
一、眼的折光功能.....(166)	第五节 脑的高级功能和脑电图(185)
二、眼的感光功能.....(168)	一、条件反射.....(185)
三、视力、视野及双眼视觉.....(169)	二、人类大脑皮层活动的特征.....(186)
第二节 位、听觉生理(169)	三、大脑皮层电活动和脑电图.....(187)
一、耳的听觉功能.....(169)	四、觉醒和睡眠.....(188)
二、内耳的位觉和运动觉功能.....(171)	第十七章 内分泌与生殖(190)
第十六章 神经系统生理(173)	第一节 内分泌(190)
第一节 反射活动一般规律(173)	一、概述.....(190)
一、突触生理.....(174)	二、脑垂体.....(191)
二、反射中枢的活动.....(175)	三、甲状腺与甲状旁腺.....(192)
第二节 神经系统的感觉功能(176)	四、胰岛.....(194)
一、脊髓的感觉传导功能.....(176)	五、肾上腺.....(195)
二、丘脑及感觉投射系统.....(177)	第二节 生殖(197)
三、大脑皮层的感受功能.....(177)	一、睾丸的功能.....(197)
四、痛觉生理.....(178)	二、卵巢的功能.....(197)
第三节 神经系统对躯体运动的调节(179)	三、月经与月经周期.....(199)
一、脊髓对躯体运动的调节.....(179)	四、妊娠与分娩.....(200)
二、脑干网状结构对肌紧张的调节(180)	第十八章 健康与长寿(202)
三、小脑及基底神经节对躯体运动 的调节.....(181)	第一节 维持健康的重要因素(202)
四、大脑皮层对躯体运动的调节.....(181)	一、营养与健康.....(202)
第四节 神经系统对内脏活动的调节(182)	二、运动与健康.....(204)
一、植物性神经的递质和受体.....(182)	三、情绪与健康.....(205)
二、植物性神经的功能及其生理	第二节 衰老与长寿(207)
	一、人类的寿命.....(207)
	二、老年期的生理特点.....(207)
	三、衰老的学说.....(209)
	四、延缓衰老的途径.....(210)
〔附〕生理学教学大纲(212)	
主要参考书目(214)	

第一章 绪 论

教学内容和要求

人体生理学的研究对象和任务。人体生理学在医学中的地位及其与医疗卫生工作的关系。生命活动的基本表现。新陈代谢概念，物质代谢和能量代谢。兴奋性概念，刺激和反应，兴奋和抑制，刺激阈及其与兴奋性的关系，生殖概念。

机体与环境，内环境的概念及其稳态的生理意义。生物节律的概念。

机体功能活动的调节。神经调节概念，反射和反射弧，非条件反射和条件反射；体液调节和神经-体液调节概念；自身调节概念。

机体功能调节的反馈作用，正反馈和负反馈的概念及其生理意义。

注：黑体字为掌握内容；标以横线的为熟悉内容；不加任何标记的为了解内容。

重要名词 新陈代谢 同化作用 异化作用 刺激 反应 刺激阈与阈刺激 兴奋性 兴奋 抑制 生物节律 反射 反射弧 非条件反射 条件反射 负反馈

第一节 概 述

一、生理学的研究对象和任务

生理学是研究机体生命活动规律的一门自然科学。机体是指包括人体在内的一切生物体。生物体所表现的各种功能活动，统称为生命活动。例如，血液循环、呼吸、食物的消化、营养的吸收和利用、体内物质代谢和能量转化，代谢产物的形成和排泄，以及整个机体的生长、发育和生殖等等，都是生命活动的具体表现。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。生理学的任务在于揭示生命活动过程中的生化反应、生理功能及其产生的机理，以阐明生命活动的客观规律。

生理学按其研究的具体对象不同，可划分为许多门类。正常人体生理学简称生理学，是以正常人体为研究对象，其任务是探索人体的各种功能活动，认识和掌握它们的基本规律，为卫生保健和医疗实践服务。

二、生理学在医学中的地位

人体生理学是医学的重要基础学科。医学的目的是在于认识疾病、防治疾病，增进人民健

康, 延长人类寿命。对医护工作者来说, 要深入地研究和认识疾病, 了解其发生、发展和变化的规律, 首先必须掌握人体的正常功能活动规律, 只有熟悉和了解正常人体的生理功能, 才能根据患者的病理变异, 对疾病予以识别和诊断, 从而选择适当的治疗方案和护理原则, 以促进患病机体早日康复。同样, 必须遵循人体功能活动的客观规律, 才能采取有效的措施以达到预防疾病、增进健康和延长人类寿命的目的。可见, 人体生理学是一门重要的医学基础学科。

社会的发展和科学的进步, 对人体功能活动的认识, 从局部到整体、宏观到微观, 已经积累了大量的资料。在我们学习和研究人体功能活动中, 必须坚持运用辩证唯物主义的观点和方法。具体地说, 应以机能与结构相联系的观点、人体功能的整体统一观点、人体与外界环境的对立统一观点去认识和理解人体的生理活动。

随着医学科学的发展, 为人类健康服务的医学, 把它研究的对象——人体, 从单纯生物学概念的生物—医学模式, 转化为包含生物学角度以外的、涉及人的心理和社会因素在内的生物—心理—社会医学模式。同样, 我们在学习和研究人体生理活动规律和影响因素时, 务必充分注意人们的社会实践活动, 重视社会条件、思想情绪等因素对人体机能活动的影响。

第二节 生命的基本表现

各种生物体, 从细菌、原生动物等简单的生物到结构和功能高度发展的人类, 具有千姿百态的生命现象, 其中生命活动的基本表现是新陈代谢、应激性和生殖。

一、新 陈 代 谢

任何有生命的个体, 都必须与其生存的环境进行物质交换, 不断地重新建造其自身的特殊结构。同时, 不断地破坏其衰老结构, 使生物体的各个部分不断地为新合成的生物分子所代替。这种机体与环境不断进行物质交换, 实现自我更新的过程, 称为新陈代谢。

新陈代谢包括同化作用和异化作用两个对立统一的方面。机体一方面从外界摄取营养物质, 经过一系列复杂的化学过程, 转变成机体自身的组成成分, 实现机体的生长、发育和组成成分的不断更新、修复, 称为同化作用; 另一方面体内的组成成分也不断地破坏、分解、转化为代谢终产物, 并将其排出体外, 称为异化作用。就组织细胞内的物质转化而言, 有些较为简单的物质转变成较为复杂的物质, 称为合成代谢; 反之, 有些较为复杂的物质转变为简单的物质, 则称为分解代谢。合成代谢常与同化作用相伴行, 而分解代谢常与异化作用相伴行。随着物质的转化, 伴有能量的吸收、贮存或释放利用, 称为能量代谢。通常物质合成时吸收和贮存能量, 物质分解时则释放能量。各种生命活动所需要的能量, 都来源于物质代谢。若新陈代谢一旦停止, 自我更新就不能进行, 能量供应亦告断绝, 生命也就终结。所以, 新陈代谢是生命活动的最基本的特征。

人体与周围环境的物质交换, 大致可分为三个互相连续的阶段。即营养物质和氧的摄入, 物质在体内的中间代谢, 以及代谢终产物的排泄过程。三者的关系见图1—1。

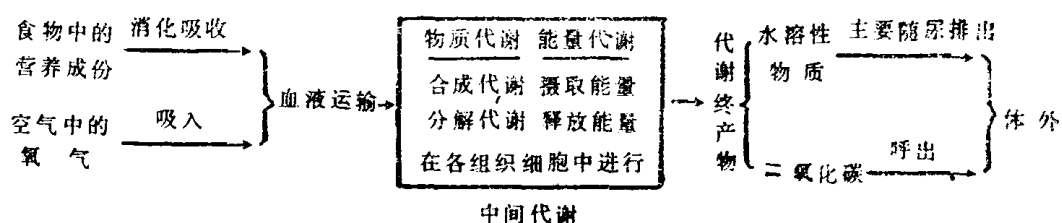


图1-1 新陈代谢过程示意图

二、应 激 性

机体生活在一定的环境之中，当所处的环境发生某些变化时，其机能活动也会引起相应的变化。例如，寒冷引起皮肤血管收缩，光亮引起瞳孔缩小，异物进入呼吸道引起咳嗽，细菌侵袭皮肤引起中性粒细胞发生变形运动和吞噬作用等等。通常把引起机体机能活动改变的环境变化因素，称为刺激。机体接受刺激后所出现的机能活动变化，称为反应。这种机体对刺激发生反应的能力或特性，称为应激性。应激性是有生命活动的细胞、组织、器官及整个机体所具有的基本特性。机体组织接受刺激后的反应，按其功能活动的变化趋势可分为兴奋、抑制两种表现。当组织接受刺激后，由相对静止状态转变为活动状态，或使其活动由弱变强，称为兴奋；反之，则称为抑制。生理学中把生活组织对刺激发生兴奋反应的能力或特性，称为兴奋性。各种细胞、组织兴奋时的具体表现不同，但根据电生理学研究证明，它们都具有共同的本质的变化是首先产生生物电变化，然后进一步激起它们特有的功能活动，如肌肉收缩，神经传导，腺体分泌。

外界环境对机体的刺激，按其性质可分为物理性刺激（如声、光、温度、电流和机械作用等）、化学性刺激和生物性刺激，对人类来说还有语言、文字等社会心理因素的刺激。此外，还有机体内部环境发生变化而形成的刺激，将在有关章节中介绍。在生理学实验研究中常采用电刺激，电刺激一般包含三个可调控的变量：强度、持续时间和强度变率（单位时间强度变化速率），通常称为刺激参数。若把刺激的持续时间和变率固定在一定数值，通过改变刺激的强度，可测得引起组织兴奋所需的最小刺激强度，称为阈强度（阈值或刺激阈）。用阈强度的刺激称为阈刺激，小于阈强度的刺激称为阈下刺激，大于阈强度的刺激称为阈上刺激。测定组织阈强度的大小，可以近似地反映其兴奋性的高低。组织兴奋性的高低与阈强度的大小呈反变关系。即引起某组织兴奋所需的阈强度愈小，说明其兴奋性愈高；反之，阈强度愈大，则兴奋性愈低。

人体各种组织中，其兴奋性的高低依次为神经、肌肉、腺体及其他组织。通常把兴奋性较高，受到刺激后能迅速产生生物电反应的组织——神经、肌肉、腺体，称为可兴奋组织。

机体接受刺激是否发生反应，发生何种反应，主要取决于刺激的质、量和机体当时的机能状态。刺激质、量不同可以引起机体的不同反应。例如，针刺治疗中使用提插、捻转等不同手法对有关穴位施加强度不同的刺激，可引起机体的不同反应，取得不同的疗效；又如，在给病人注射时要做到“两快一慢”，所谓“两快”是进针快、起针快，以缩短刺激持续的时间；“一慢”是推药慢，以延缓刺激强度变率，这样可以减轻注射时的疼痛。机体在不同机能状态下，对同样的刺激往往可引起不同的反应。例如，人们处于饥饿、饱满或不同精神状态下，对进食

可表现出不同的反应。

三、生 殖

任何生物个体的寿命都是有限的，衰老、死亡是不可抗拒的自然规律。因此，一切生物体都需要通过生殖过程进行自我繁衍。单细胞的简单分裂和高等动物的两性生殖，都是生物个体进行自我繁衍实现种系延续的生命活动现象，因此生殖也是生命活动的基本表现。

第三节 人 体 与 环 境

人体的一切功能活动与其内外环境的变化密切联系。

一、人体与外环境

对人类来讲，其外环境包括自然环境和社会环境。

自然环境中的物理、化学和生物等因素的变化构成对人体的刺激，引起人体机能活动发生相应的改变以适应外界环境的变化。例如，人体在炎热环境中会出汗，通过增加散热来维持体温的相对稳定，以适应炎热环境。然而，人体对环境的适应能力是有一定限度的，超过限度时就难于适应。因此，人类还需要运用现代科学技术来改造环境，使之适宜于自身的生存。例如，改善自然环境、采用取暖和制冷设备，使环境温度维持在适当的范围内，以适应人体的需要。

随着社会的发展和科学文化的进步，社会环境对人类身心健康的影响日益受到重视。现代社会中一方面可能由于环境污染、生态平衡破坏等等，而成为影响人类健康的重要因素。另一方面也可由于人类生产和生活节奏的加快、信息量的急剧增加，从而增加人们的心理负担。人的心理活动可改变生理活动，对躯体健康产生一定的影响。可见，良好的社会环境和心理状态是维护健康、促进病人康复的重要条件。为病人创造一个良好的治病和疗养环境，提供有利于身心康复的优质服务是医护人员的重要任务之一。

二、内环境及其稳态

人体的绝大多数细胞并不与外环境直接接触，而是生活于细胞外液之中。细胞外液为细胞提供营养物质和必要的理化条件，并接受细胞的代谢产物，它是细胞的生活环境，称为机体内环境。

细胞外液与细胞内液共同组成人体的液体成分，总称为体液，约占体重的60%。其中细胞内液占体重的40%，细胞外液约占体重的20%。细胞外液分布很广，存在于血管内的血浆是血细胞的细胞外液，约占体重的5%；组织细胞间液称为组织液，约占体重的15%。此外，淋巴液、脑脊液等都属于细胞外液。从体液的分布及其相互关系（图1—2）来看，在血管内不断流动的血浆是沟通机体内外环境的重要环节。

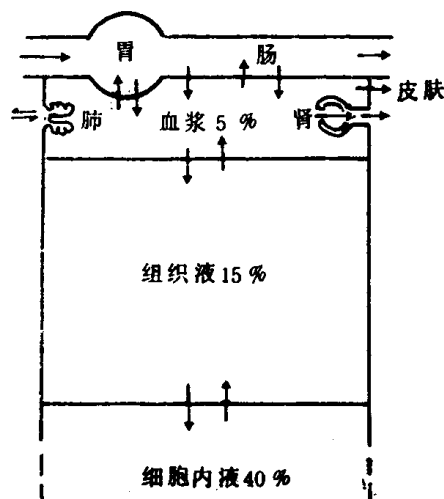


图1—2 体液分布及其物质交换示意图

维持机体新陈代谢的正常进行,不仅需要源源不断地向内环境提供营养物质和氧,并不断地将内环境中的代谢产物排出,从而使内环境中的温度、酸碱度、渗透压等理化条件保持在适当范围之内。然而,由于外环境的变动和体内细胞的代谢活动,不断影响着内环境的稳定。正常机体内,可通过各种调节作用调整循环、呼吸、消化、排泄等内脏器官的活动,使内环境的波动限制在狭小的范围内。这种使内环境的理化性质和化学成分维持在相对恒定的状态,称为稳态或自稳态。内环境的相对稳定是保证细胞内生化反应和生理功能正常进行的基本条件。若是外环境剧烈变动,机体调节功能异常,内脏系统的活动发生严重紊乱,使内环境稳态遭到破坏,新陈代谢将不能正常进行,严重时甚至危及生命。因此,临床医生十分重视血浆中理化性质的检测结果,护理工作中经常检测体温、脉搏和呼吸,通过科学分析来了解病人的内环境变化,采取有效的防治措施促使内环境的稳态得以恢复。

三、生物节律

大自然中有春夏秋冬、日出日落等有规律、有节奏地变化,循环不已。人体内的各种功能活动,常按一定的时间顺序发生周而复始的节律性变化,称为生物节律。

人和动物的生物节律可分为高频、中频、低频三类节律。高频节律的周期低于一天,如心跳节律、呼吸节律。中频节律以一天为周期,如人体的体温、心率、血压、血细胞数、激素分泌、尿液成分和尿量,各种代谢过程强度及对药物作用的反应等,均有昼夜节律的日周期变化。低频节律指以周、月、年为周期的变化。例如,月经周期及月经周期中体温、性激素、免疫功能及心肺功能等的月节律波动,均为月周期节律。众所周知,候鸟的栖息动态有明显的年周期。人体的某些生理活动亦有年节律的变化,例如甲状腺的分泌功能冬季高夏季低,血清总蛋白、血色素等冬季高于春季的变化等,均属于年节律。此外,同一种生命活动也可以同时有几种不同的周期节律,如体温、血压等既有昼夜节律、月节律,亦有年节律。

生物节律中最重要的是中频节律,即日周期。机体内环境的稳态也具有昼夜节律的日周期变化。在临床工作中,掌握人体日周期中生理功能的变化和对药物反应强度的差异,对诊断、治疗和护理工作均具有重要的意义。因此,在临床诊断中,对体检或实验室检查的各项指标(如体温、血压、血液成分、激素水平等)作出是否偏离或超出正常范围的评价中,必须要注意到检查时间与日周期的影响。在治疗用药中要考虑到药物对人体毒副作用最小、疗效最佳的时机。例如,由于肿瘤细胞与正常细胞的增殖有不同的节律,因而可探索 and 选择对肿瘤细胞杀伤力最强,对患者的正常组织、器官毒性最弱的时间进行治疗,以取得更好的疗效。在病房护理中要重视许多疾病症状最易发生和加剧的时间,不失时机地做好病房巡视和护理工作。

第四节 人体功能活动的调节

人体的各种功能活动互相联系、互相协调,并能适应外环境的复杂变化,维持内环境的稳态,这是由于人体内具有完善的调节机构,发挥了有效的调节作用。

一、机体活动的调节方式

(一) 神经调节

神经调节是指通过神经系统的活动,实现对机体各部分的调节作用。神经调节的基本方式

是反射。所谓反射是指在中枢神经系统参与下，机体对内外环境变化所发生的适应性反应。例如，进食引起唾液分泌；伤害性刺激引起局部肢体回缩等等，都是反射活动。反射的结构基础称为反射弧。反射弧由感受器、传入神经、反射中枢、传出神经和效应器五个部分组成（图1—3）。反射的实现有赖于反射弧的完整。反射弧的任何环节障碍或破坏，将使这一反射活动发生紊乱或消失。

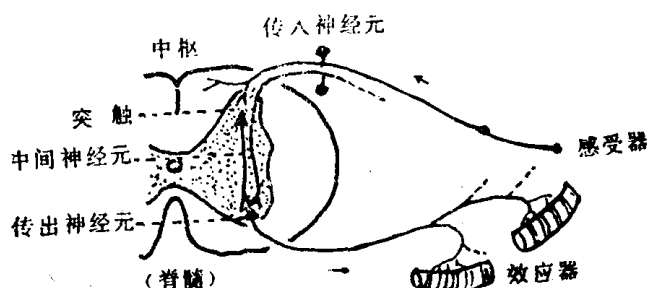


图1—3 反射弧

反射的种类很多，按生理作用大致可分为食物反射、防御反射和性反射等。按其形成条件和反射弧的特点，可分为非条件反射和条件反射两大类。

1. 非条件反射 是指生来就有的本能，由种族遗传因素决定的、比较固定的反射活动。例如，物体触及新生儿的嘴唇时引起吸吮动作（吸吮反射），触及角膜时引起眼睑闭合（角膜反射）等等，均属于非条件反射。非条件反射是维持机体生命活动的最基本的调节方式，对个体的生存和种族繁衍都具有重要的意义。

2. 条件反射 是人或动物个体随着所处的生活条件，在非条件反射基础上建立起来的反射活动。例如，“望梅止渴”就是条件反射。众所周知，吃酸梅时酸味刺激味觉感受器，会引起唾液分泌是非条件反射。“望梅止渴”是由于梅的形象预示着重酸刺激即将到来的信号，而引起唾液分泌。这种机体对具有某种“信号”意义的刺激所作出的反射活动，便是条件反射。条件反射是后天获得，为个体所特有，可随生活条件的改变而改变。条件反射是一种高级的神经调节方式，使机体能对复杂多变的环境变化作出精确而完善的反应，从而大大地增强了机体对环境的适应能力。

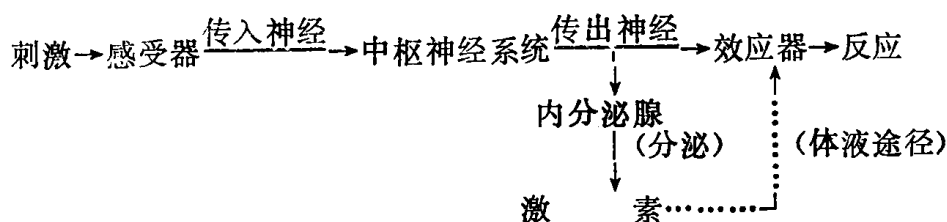
（二）体液调节

体液调节是指体液因素通过体液途径，实现对机体各部分的调节作用。体液因素是具有传递化学信息的物质，主要指内分泌细胞所分泌的激素，其次是组织细胞产生的一些化学物质（如组织胺、激肽等）或代谢产物（如 CO_2 、乳酸等）。体液途径包括血液、淋巴、组织液等。体液因素中由内分泌腺所分泌的多数激素，例如甲状腺激素、胰岛素等，均需通过血液循环运送到全身各处发挥调节作用，称为全身性体液调节。接受激素作用的细胞、组织、腺体，称为靶细胞、靶组织、靶腺。有些体液因素，则经局部组织液扩散，只对就近的组织细胞发挥作用，例如组织胺、激肽及一些组织细胞的酸性代谢产物可使局部血管扩张，因此这种调节作用称为局部性体液调节。

从进化观点看，体液调节比较原始，激素大都参与对生命活动的基本过程——新陈代谢及与之相关的消化、呼吸、循环、泌尿等内脏活动，以及生长、发育和生殖生理过程的调节。

神经调节与体液调节相比较，神经调节反应迅速，作用范围比较局限、持续时间短暂，适应于躯体运动和内脏活动的快速调节；体液调节则反应缓慢，作用范围广泛，持续时间较长，适应于新陈代谢、生长发育等缓慢持续进行的生理过程的调节。神经调节与体液调节各有特点，但两者的作用是相辅相成的。在整个机体中神经调节处于主导地位，因为神经系统与全身

各系统的组织、器官有着广泛的联系，而且有不少内分泌腺或内分泌细胞也直接或间接地受中枢神经系统的控制，因此在这种情况下，体液调节常作为神经调节的组成环节，相当于反射弧传出神经的一个延长部分。这种有神经系统参与的体液调节方式，称为神经-体液调节，简示如下。



(三) 自身调节

自身调节是指组织、细胞在内外环境变化时，不依赖于一般的神经或体液调节，而由自身产生的适应性反应。例如，心肌收缩的强度在一定范围内与收缩前的心肌纤维长度成正变，即收缩前的心肌纤维长度愈大，则收缩强度愈大，便属于自身调节。一般说，自身调节虽限于局部仅在一定范围内发挥作用，其调节的幅度较小，但对生理功能的调节仍具有重要的意义。

二、生理功能的自动控制原理

人体的各种功能活动调节过程，按控制论的原理，反射中枢或内分泌腺是机体的控制部分，对接收的信息进行分析处理，并发出“指令”（控制信息）；效应器是机体的受控部分，对控制部分的“指令”作出反应，其反应状态称为生理效应。效应器内存在的感受器或其他部位的内感受器相当于监视装置，通过它把生理效应传入控制部分形成闭合回路，称为反馈联系。传送到控制部分的信息，称为反馈信息（图1—4）。

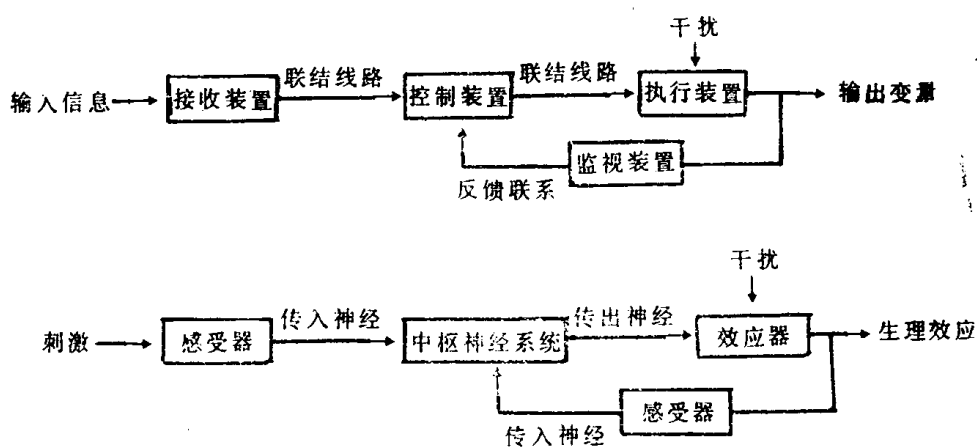


图1—4 反馈联系模式图

在自动控制系统中，反馈信息具有十分重要的意义。因为正常人体的各种功能活动经常受内外环境的各种变化因素的干扰而发生改变，并随时把机体功能活动的改变状态通过反馈联系向控制部分发送反馈信息，控制部分将反馈信息与预期目标进行分析比较，如有偏差便立即修正控制信息量，以调整受控部分的功能活动，使之增强或减弱。

根据反馈信息的作用效果，通常将机体的反馈分为负反馈和正反馈两类。

(一) 负反馈

受控部分的反馈信息，使控制部分的输出作用减弱的，称为负反馈。负反馈控制是可逆的，因此它对维持机体内环境的稳态具有重要的意义。例如，当动脉血压偏高时，通过负反馈控制使血压降低；若动脉血压偏低时，则负反馈作用减弱使血压升高。正常人体血压能保持在一定范围内变动，就是通过负反馈作用的调节，来维持血压稳态的。

(二) 正反馈

受控部分输入的反馈信息，使控制部分的输出作用加强的，称为正反馈。正反馈控制是不可逆的，在人体内数量较少，它对需要逐渐加强，迅速完成的生理过程具有重要的意义。例如排尿、分娩等过程中均存在正反馈作用。

通过上述自动控制系统的负反馈和正反馈控制作用，使人体功能活动的调节变得更为精确完善。

(浙江省金华卫生学校 奚 平)

复 习 思 考 题

1. 人体生理学的研究对象和任务是什么？它与医学的关系如何？
2. 生命活动的基本表现有哪些？试简要说明之。
3. 刺激的两个变量是什么？试举例说明。
4. 何谓内环境？内环境稳态有何重要意义？
5. 人体功能活动调节方式有哪些？试举例说明之。
6. 何谓负反馈、正反馈调节？其生理意义各如何？

第二章 酶 与 维 生 素

~~~~~ 教 学 内 容 和 要 求 ~~~~~

酶的概念。酶促反应的特点，酶的化学组成，酶的分子结构与催化活性，影响酶作用的因素，酶在医学上的应用。

维生素的概念。维生素的命名与分类。维生素A、D、E、K、B₁、B₂、PP、B₆、生物素、泛酸、叶酸、B₁₂及维生素C的来源、生化功能及缺乏症。

重要名词 酶 酶原 辅酶与辅基 酶的活性中心 酶的必需基团 酶的竞争性抑制 维生素 水溶性与脂溶性维生素

~~~~~

机体正常生命活动的实现，有赖于新陈代谢的正常进行。酶是生物催化剂，维生素是参与体内一系列生化反应和调节许多生理功能的重要物质，并常与酶的作用相联系。因此，学习人体生理生化学，首先应熟悉有关酶和维生素的基本知识。

第一节 酶

酶是活细胞产生的生物催化剂，其化学本质是蛋白质。酶所催化的反应称为酶促反应，在酶促反应中被酶催化的物质称为底物或称为作用物，反应产生的物质称为产物。酶所具有的催化能力称为酶的活性。

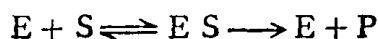
一、酶 作 用 的 特 点

与一般催化剂比较，酶的作用主要有下列特点：

(一) 催化效率高

酶的催化效率比一般催化剂高 $10^8 \sim 10^{12}$ 倍，而且酶催化的反应一般是在常温、常压和pH近于中性的条件下进行。

酶具有高度的催化效能是由于酶能大大降低化学反应中的活化能，其机理多用中间产物学说来解释。即催化反应中酶(E)首先与底物(S)结合，生成不稳定的中间产物(ES)，然后中间产物(ES)再分解生成终产物(P)，并释放出酶(E)。



例如，用胶态钨作催化剂，催化过氧化氢分解所需活化能约为49kJ/mol，而用过氧化氢酶催

化只需活化能约8kJ/mol, 因而其催化速度比一般催化剂要快得多。

(二) 特异性强

酶对作用的底物有严格的选择性, 称为酶的特异性。按酶对底物选择的严格程度不同, 酶的特异性可分为绝对特异性、相对特异性和立体异构特异性。

1. 绝对特异性 是指一种酶仅对一种底物产生催化反应。例如, 脲酶只能催化尿素水解, 而对尿素的各种衍生物都不起作用。

2. 相对特异性 是指一种酶对同一类化合物或一种化学键均能起催化作用。例如, 脂肪酶不仅能水解脂肪, 也能水解简单的酯类; 又如磷酸酶对一般磷酸酯都有作用。

3. 立体异构特异性 是指对具有立体异构体的某些化合物, 酶只能作用于其中的一种立体异构体, 而对另一种异构体则无作用。例如, 体内的L-乳酸脱氢酶只能催化L-乳酸的脱氢反应并生成丙酮酸, 而对D-乳酸无催化作用。

(三) 不稳定性

由于酶是活细胞产生的蛋白质, 因此凡能使蛋白质变性的因素如温度、酸碱度和重金属离子等均能影响酶的活性。

二、酶的化学组成

酶按其组成不同可分为两大类:

1. 单纯蛋白酶 是指基本上由氨基酸组成的酶。大多数水解酶属于单纯蛋白酶类。例如胃蛋白酶、胰蛋白酶、蔗糖酶、脂肪酶等。

2. 结合蛋白酶 是指由蛋白质部分和非蛋白质部分所组成的酶。酶的蛋白质部分称为酶蛋白, 非蛋白质部分称为辅酶或辅基。上述二部分结合成为全酶, 只有全酶才能发挥催化作用。酶蛋白决定酶的特异性, 而辅酶或辅基则决定酶所催化反应的类型, 直接对电子、原子或某些基团起传递作用。

辅酶与酶蛋白结合比较疏松, 通过透析易与酶蛋白分离, 而辅基与酶蛋白结合牢固, 不易分离。辅酶和辅基都是小分子有机化合物。已知B族维生素是许多酶的辅酶或辅基的组成成分(表2—1)。此外, 一些金属离子如 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mn^{2+} 及铁卟啉等则为某些酶的催化作用所必需, 如酪氨酸酶含 Cu^{2+} 、碳酸酐酶含 Zn^{2+} 、精氨酸酶含 Mn^{2+} 、细胞色素氧化酶含铁卟啉等。

表2—1 以B族维生素为辅酶或辅基组成成分的酶类

酶 的 名 称	辅 酶 或 辅 基
不需氧脱氢酶	辅酶 I (NAD^+)、辅酶 II (NADP^+), 均含有维生素PP
α -酮酸氧化脱羧酶系	焦磷酸硫胺素 (TPP), 含维生素 B_1
多种黄素酶	黄素单核苷酸 (FMN)、黄素腺嘌呤二核苷酸 (FAD) 是黄素的辅基, 均含有维生素 B_2
氨基酸转氨酶 氨基酸脱羧酶	磷酸吡哆醛、磷酸吡哆胺, 均由维生素 B_6 磷酸化生成
酰 化 酶	辅酶 A (CoA), 含泛酸
羧 化 酶	生物素是羧化酶的辅基
一碳基团转移酶系	四氢叶酸 (FH_4), 含叶酸
甲基丙二酰辅酶A变位酶 N^5 -甲基四氢叶酸甲基转移酶	5'-脱氧腺苷钴胺素, 又称辅酶 B_{12} (CoB_{12}), 甲基钴胺素均含维生素 B_{12}