



全国高等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养“十二五”规划教材
供护理、助产等专业使用

丛书顾问 文历阳 沈彬

生理学

主 编 曹晓娥 孙卫国 艾力·孜瓦

Shengli xue



华中科技大学出版社

全国高等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养
“十二五”规划教材
供护理、助产等专业使用

生 理 学

主 编 曹晓娥 孙卫国 艾力·孜瓦
副主编 周培华
编 委 (以姓氏笔画为序)
王超美(上海健康职业技术学院)
艾力·孜瓦(新疆维吾尔医学专科学校)
孙卫国(广州医学院从化学院)
杨晴(商丘医学高等专科学校)
辛明(宝鸡职业技术学院)
张爱霞(江西护理职业技术学院)
阿孜古力·肉孜(新疆维吾尔医学专科学校)
周培华(上海健康职业技术学院)
姚丹丹(广州医学院从化学院)
曹晓娥(上海健康职业技术学院)

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书是全国高等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养“十二五”规划教材。

本书紧扣医学院校三年制教学大纲以及护士执业资格考试大纲相关要求,突出职业教育特点,充分体现教材的思想性、科学性、先进性、启发性和适用性,主要内容包括绪论、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、神经系统的功能、内分泌、生殖。

本书主要供高职高专护理、助产等专业使用,也可供其他专业及在职卫生技术人员和有关人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

生理学/曹晓娥 孙卫国 艾力·孜瓦 主编.—武汉:华中科技大学出版社,2012.1
ISBN 978-7-5609-7578-8

I. 生… II. ①曹… ②孙… ③艾… III. 人体生理学-高等职业教育-教材 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 254869 号

生理学

曹晓娥 孙卫国 艾力·孜瓦 主编

策划编辑:柯其成

责任编辑:孙基寿

封面设计:刘 卉

责任校对:李 琴

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:华中科技大学印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17

字 数:394 千字

版 次:2012 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:36.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

全国高等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养 “十二五”规划教材编委会



丛书学术顾问 文历阳 沈 彬

委 员（按姓氏笔画排序）

于洪宇	辽宁医学院护理学院
王志亮	枣庄科技职业学院
艾力·孜瓦	新疆维吾尔医学专科学校
付 莉	郑州铁路职业技术学院
白梦清	湖北职业技术学院
任海燕	内蒙古医学院护理学院
杨美玲	宁夏医科大学高等卫生职业技术学院
沈小平	上海思博职业技术学院
陈荣凤	上海健康职业技术学院
金扣干	上海欧华职业技术学院
姚文山	盘锦职业技术学院
夏金华	广州医学院从化学院
倪洪波	荆州职业技术学院
徐国华	江西护理职业技术学院
郭素华	漳州卫生职业学院
隋玲娟	铁岭卫生职业学院

总序

Zongxu

世界职业教育发展的经验和我国职业教育发展的历程都表明,职业教育是提高国家核心竞争力的要素之一。近年来,我国高等职业教育发展迅猛,成为我国高等教育的重要组成部分,与此同时,作为高等职业教育重要组成部分的高等卫生职业教育的发展也取得了巨大成就,为国家输送了大批高素质技能型、应用型医疗卫生人才。截至 2010 年底,我国各类医药卫生类高职高专院校已达 343 所,年招生规模超过 24 万人,在校生 78 万余人。

医药卫生体制的改革要求高等卫生职业教育也应顺应形势调整目标,根据医学发展整体化的趋势,医疗卫生系统需要全方位、多层次、各种专业的医学专门人才。护理专业与临床医学专业互为羽翼,在维护人民群众身体健康、提高生存质量等方面起到了不可替代的作用。当前,我国正处于经济社会发展的关键阶段,护理专业已列入国家紧缺人才专业,根据卫生部的统计,到 2015 年我国对护士的需求将增加到 232.3 万人,平均每年净增加 11.5 万人,这为护理专业的毕业生提供了广阔的就业空间,也对高等卫生职业教育如何进行高素质技能型护理人才的培养提出了新的要求。

教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中明确指出,高等职业教育必须“以服务为宗旨,以就业为导向,走产学结合的发展道路”,《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》中再次强调“在全社会实行学业证书和职业资格证书并重的制度”。上述文件均为新时期我国职业教育的发展提供了具有战略意义的指导意见。高等卫生职业教育既具有职业教育的普遍特性,又具有医学教育的特殊性,护理专业的专科人才培养应以职业技能的培养为根本,与护士执业资格考试紧密结合,力求满足学科、教学和社会三方面的需求,把握专科起点,突出职业教育特色。高等卫生职业教育发展的形势使得目前使用的教材与新形势下的教学要求不相适应的矛盾日益突出,加强高等卫生职业教育教材建设成为各院校的迫切要求,新一轮教材建设迫在眉睫。

为了顺应高等卫生职业教育教学改革的新形势和新要求,在认真、细致调研的基础上,在教育部高职高专医学类及相关医学类专业教学指导委员会专家和部分高职高专示范院校领导的指导下,我们组织了全国 30 所高职高专医药院校的 200 多位老师编写了这套秉承“学业证书和职业资格证书并重”理念的全国高等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养“十二五”规划教材。本套教材由国家示范性院校引领,多所学校广泛参与,其中有副教授及以上职称的老师占 70%,每门课程的主编、副主编均由



来自高职高专医药院校教学一线的教研室主任或学科带头人组成。教材编写过程中,全体主编和参编人员进行了认真的研讨和细致的分工,在教材编写体例和内容上均有所创新,各主编单位高度重视并有力配合教材编写工作,责任编辑和主审专家严谨和忘我地工作,确保了本套教材的编写质量。

本套教材充分体现新一轮教学计划的特色,强调以就业为导向、以能力为本位、贴近学生的原则,体现教材的“三基”(基本知识、基本理论、基本实践技能)及“五性”(思想性、科学性、先进性、启发性和适用性)要求,着重突出以下编写特点。

(1) 紧跟教改,接轨“双证书”制度。紧跟教育部教学改革步伐,引领职业教育教材发展趋势,注重学业证书和职业资格证书相结合,提升学生的就业竞争力。

(2) 创新模式,理念先进。创新教材编写体例和内容编写模式,迎合高职高专学生思维活跃的特点,体现“工学结合”特色。教材的编写以纵向深入和横向宽广为原则,突出课程的综合性,淡化学科界限,对课程采取精简、融合、重组、增设等方式进行优化,同时结合各学科特点,适当增加人文社会科学相关知识,提升专业课的文化层次。

(3) 突出技能,引导就业。注重实用性,以就业为导向,专业课围绕高素质技能型护理人才的培养目标,强调突出护理、注重整体、体现社区、加强人文的原则,构建以护理技术应用能力为主线、相对独立的实践教学体系。充分体现理论与实践的结合,知识传授与能力、素质培养的结合。

(4) 紧扣大纲、直通护考。紧扣教育部制定的高等卫生职业教育教学大纲和最新护士执业资格考试大纲,随章节配套习题,全面覆盖知识点与考点,有效提高护士执业资格考试通过率。

这套规划教材作为秉承“双证书”人才培养编写理念的护理专业教材,得到了各学校的大力支持与高度关注,它将为高等卫生职业教育护理专业的课程体系改革作出应有的贡献。我们衷心希望这套教材能在相关课程的教学发挥积极作用,并得到读者的青睐。我们也相信这套教材在使用过程中,通过教学实践的检验和实际问题的解决,不断得到改进、完善和提高。

全国高等卫生职业教育护理专业“双证书”人才培养“十二五”规划教材
编写委员会

前言

Qianyan

本教材编写的指导思想是:紧紧围绕医学专科教育面向基层、面向农村和面向社区医学卫生人才的培养目标,紧扣医学院校三年制教学大纲以及护士执业资格考试大纲相关要求,突出职业教育特点,充分体现教材的思想性、科学性、先进性、启发性和适用性。

根据课程目标的需要,在教学内容上尽量淡化学科的系统性,强化知识的完整性。在教材的编写过程,中在强调基本理论、基本知识、以“必需、够用”为度的基础上,考虑到生理学作为一门医学基础课,不仅要为后续课程和专业课程打下坚实的基础,同时还要满足学生可持续发展的需要,所以要突出重点,精选基础、核心内容,做到讲深、讲透并与后续课程衔接,最终体现为专业服务的理念。

针对高职高专学生认知特点,本书的编写在内容和形式上力求合理呈现如下理念:①各章正文之前,依据教学大纲列出“学习目标”,为教师的“教”和学生的“学”指明方向;②正文内容力求通俗易懂,对复杂难懂的问题,要求图文并茂、循序渐进、以图释文,将复杂问题简单化,以便于学生理解;③插入与教学内容相贴近的“知识链接”,以引导学生领悟科学的思维方法,提高学习兴趣;④每章后有“本章小结”,为学生更好地理解整章内容理清思路;⑤每章最后还设有“能力检测”,便于学生复习、备考。

参与本书编写的人员大多是来自基础教学第一线并具有丰富教学经验的骨干教师,他们为本书的编写付出了艰辛的劳动。本书还得到了编者所在单位和华中科技大学出版社的大力支持,在此一并表示感谢。

由于认识和水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请广大师生和读者批评指正。

曹晓娥

2011年7月21日

目 录

M u l u



第一章 绪论	/ 1
第一节 概述	/ 1
第二节 兴奋性与兴奋	/ 4
第三节 内环境与稳态	/ 6
第四节 人体生理功能的调节	/ 7
第二章 细胞的基本功能	/ 12
第一节 细胞膜的结构概述	/ 12
第二节 细胞膜的物质转运功能	/ 13
第三节 细胞的生物电现象	/ 18
第四节 骨骼肌的收缩功能	/ 23
第三章 血液	/ 32
第一节 血液的组成和理化特性	/ 32
第二节 血细胞	/ 35
第三节 血液凝固和纤维蛋白溶解	/ 41
第四节 血量与血型	/ 46
第四章 血液循环	/ 53
第一节 心脏生理	/ 53
第二节 血管生理	/ 72
第三节 心血管活动的调节	/ 87
第四节 器官循环	/ 94
第五章 呼吸	/ 103
第一节 肺通气	/ 104
第二节 肺换气与组织换气	/ 111
第三节 气体在血液中的运输	/ 113
第四节 呼吸运动的调节	/ 117
第六章 消化与吸收	/ 121
第一节 概述	/ 121
第二节 口腔内消化	/ 122



第三节	胃内消化	/ 123
第四节	小肠内消化	/ 125
第五节	大肠内消化	/ 128
第六节	吸收	/ 129
第七节	消化器官活动的调节	/ 130
第七章	能量代谢与体温	/ 134
第一节	能量代谢	/ 134
第二节	体温	/ 139
第八章	肾脏的排泄	/ 147
第一节	肾的主要结构和血液循环特点	/ 148
第二节	尿生成的过程	/ 150
第三节	尿的浓缩和稀释作用	/ 163
第四节	尿生成的调节	/ 165
第五节	尿液及其排放	/ 168
第九章	感觉器官	/ 173
第一节	视觉器官	/ 173
第二节	听觉器官	/ 180
第三节	前庭器官	/ 183
第十章	神经系统的功能	/ 187
第一节	神经元和反射活动的一般规律	/ 187
第二节	神经系统的感觉功能	/ 197
第三节	神经系统对躯体运动的调节	/ 202
第四节	神经系统对内脏活动的调节	/ 209
第五节	脑的高级功能	/ 217
第十一章	内分泌	/ 227
第一节	概述	/ 227
第二节	下丘脑与垂体	/ 230
第三节	甲状腺	/ 237
第四节	肾上腺	/ 242
第五节	胰岛	/ 245
第十二章	生殖	/ 249
第一节	男性生殖	/ 249
第二节	女性生殖	/ 252
参考文献		/ 259

第一章 绪 论



学习目标 | ...

掌握 兴奋性和阈值的概念及二者的关系;内环境和稳态的概念;兴奋和反射的概念;机体功能调节的三种方式;负反馈的概念及生理意义。

熟悉 刺激和反应的概念;细胞兴奋时兴奋性的周期性变化。

了解 阈下刺激、阈刺激、阈上刺激等概念;生理学的研究方法。

| 第一节 概 述 |

一、生理学的研究内容

生理学是生物科学的一个分支,是研究生物机体正常功能活动规律的科学。根据研究对象不同,生理学又可分为人体生理学、动物生理学、植物生理学等,本书主要介绍人体生理学的内容。人体生理学(以下简称生理学)主要研究正常人体的功能,具体内容包括:组成人体各细胞、组织、器官和系统的生理功能及其产生的机制;内、外环境变化对生理功能的影响以及机体对环境变化的适应等。

生理学是一门重要的医学基础课程,与医学有着十分密切的关系。19 世纪法国著名生理学家 Claude Bernard 曾经十分中肯地指出: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。对于医护人员来说,不具备人体生理学的基本知识,就不能正确认识疾病,更谈不上对疾病的治疗和预防。不仅如此,医务人员在长期的临床实践中将遇到许多新问题,认识 and 解决这些新问题常常需要借助生理学的理论和方法,因此,学习生理学十分必要。生理学的学习要以人体解剖学和组织学等为基础,学好生理学将为病理生理学、药理学和内科、外科、妇科、儿科等临床各课程的学习奠定坚实的基础。

二、生理学的研究方法

生理学是一门实验科学,绝大多数生理学知识都来自于实验研究。早期的一些生理学知识是基于动物活体解剖和尸体解剖结果所作的推测。生理学真正成为一门实验科学始于 17 世纪,其奠基人是英国医生哈维(William Harvey)。唯维首先在动物身上用活体解剖的实验方法研究了血液循环,证明心脏是循环系统的中心,血液由心



脏射入动脉,再由静脉回流入心,不断循环。1628年,Harvey的著作《心与血的运动》出版,这是历史上第一本有明确实验证据的生理学著作。

多数生理学实验都有创伤性,受伦理学的限制,以人为对象进行的生理学实验为数不多。人们发现,除了思维、意识等高级神经功能以外,内脏系统、运动系统以及神经系统的一般功能,人和其他哺乳动物基本上是相似的。因此利用动物实验的结果推断人体功能是有科学依据的。所以,目前生理学的主要研究方法依然是动物实验。动物实验分急性实验和慢性实验。

(一) 急性实验

急性实验即动物在实验当时或实验后不久即被处死。急性实验又分为离体实验和在体实验两种。

(1) 离体实验 这是从动物体内取出某一器官(如心脏)或某一组织(如神经、肌肉)并将其置于适宜的人工环境中,使其在一段时间内保持生理功能,以便进行研究。如将蟾蜍坐骨神经连同腓肠肌取出,制成坐骨神经-腓肠肌标本,可用来观察刺激频率变化对骨骼肌收缩形式的影响。这种研究方法简单易行,有利于排除其他因素的影响,观察某一器官或组织的生理特性,但不一定能代表组织、器官在正常机体内的情况。

(2) 在体实验 这是在麻醉条件下剖开动物,暴露所要研究的器官、组织,并对其施加一定的因素,以观察这些因素对器官、组织功能的影响。如要观察神经-体液因素对血压的影响,可给动物做颈部手术,先暴露颈总动脉、交感神经、迷走神经等,再做颈动脉插管,使其与记录装置连接,从而可观察神经受到刺激或静脉注射某些药物后血压的变化。这种方法相对简单,条件易于控制,但与正常生活情况下的功能活动有一定的差别。

(二) 慢性实验

慢性实验即在无菌条件下对健康动物进行手术,暴露要研究的器官(如各种造瘘手术)或摘除、破坏某一器官(如切除某一内分泌腺、破坏内耳迷路等),等伤口愈合后,在尽可能接近正常生活的情况下,观察所暴露器官的功能以及摘除或破坏某器官后出现的功能紊乱。如要研究食物还在口腔中时对胃液分泌的影响(头期胃液分泌),可先在食管和胃上造瘘,等伤口愈合后,给予不同食物,收集胃液进行分析(图 1-1)。这种实验方法可以观察某一器官在接近正常情况下的功能活动以及它在整体功能活动中的地位,但实验要求较高,结果分析有一定难度。

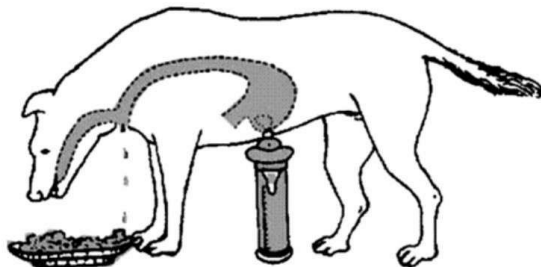


图 1-1 慢性实验(举例)示意图

值得指出的是,动物实验得到的资料一般不能直接应用于人体,而人体实验又受到无创性原则的限制。因此,在实际工作中,通常是先做动物实验,在取得实验结果的基础上,其中的某些实验可以小心谨慎地过渡到人体实验,从而获得对人体功能认识的科学结论。

知识链接

任氏液的发现

19世纪80年代,英国医生塞达尼·任格(Sidney Ringer)用生理盐水灌流离体蛙心获得初步成功,蛙心能在离体情况下继续跳动半小时左右。可是,有一次他的蛙心竟然连续跳动了数小时,这使他非常惊讶,也格外兴奋,于是他亲自配制新鲜的生理盐水,继续试验,结果蛙心又只跳动了半小时左右。经他仔细询问后发现,是他的助手上次一时偷懒,用自来水代替蒸馏水配制了灌流液。任格抓住这个线索,对自来水成分进行了分析,发现与蒸馏水相比,自来水中含有少量钙及其他无机物,这些成分对蛙心跳动可能更为有利。进一步研究证明,如果灌流液中无钙,心脏收缩即不能维持,在生理盐水中加入少量钙盐,则使心脏收缩加强,再加入少量钾,蛙心可持续跳动数小时。就是这样,任格发现了以他名字命名的任氏液(Ringer's solution),这一发现对实验生理学贡献很大。

这个发现给我们的启迪是:对于有心人来说,从偶然的错误中也可获得真理。

三、生理学研究的三个水平

构成人体的基本结构和功能单位是细胞。功能相近的细胞和细胞间质构成组织(如肌组织、神经组织)。几种不同的组织构成具有一定形态的结构、能完成一定功能的器官(如肝、肾)。功能上相联系的器官和组织共同构成系统(如心脏、血管以及在其中不断流动的血液共同构成循环系统)。多个系统(循环系统、呼吸系统、消化系统、神经系统等)有机组合构成完整的人体。因此,生理学的研究常被划分为数个水平,如器官系统水平、细胞分子水平和整体水平。

(一) 器官系统水平

对人体生理功能的研究,首先是在器官系统水平上进行的,即观察和研究各器官、系统的功能。如呼吸系统吸入 O_2 排出 CO_2 的功能,消化系统的消化和吸收功能,泌尿系统的排泄功能,循环系统的运输功能,神经系统和内分泌系统的调节功能等。在研究各器官、系统的功能时,还要分析产生这些功能的机制。如在循环系统中,心脏是如何射血的,血管是如何分配血流的以及心血管系统中血液流动的动力是什么,阻力来自哪里等。器官系统水平的研究有利于把复杂的整体化整为零,从而能较为方便也较为准确地把握整个机体生命活动的规律。生理学的大量基本知识都是器官系统水平的研究成果。

(二) 细胞分子水平

各个器官的功能都是由构成该器官的细胞的特性决定的。例如,肌肉的收缩功



能、腺细胞的分泌功能分别是由肌细胞和腺细胞的生理特性决定的。而细胞的生理特性又是由构成细胞的各组成部分,尤其是蛋白质、核酸等生物大分子的物理、化学特性决定的。例如,肌细胞收缩是由于肌浆中 Ca^{2+} 浓度改变使构成肌纤维的蛋白质分子排列方式改变的结果。因此,要研究生理功能产生的本质,还要深入到细胞分子水平。细胞分子水平的研究是比较微观的研究水平,它在很大程度上需要借助先进的技术和现代化的设备。随着科学技术的发展,该水平的研究成果越来越多。

(三) 整体水平

从器官系统水平和细胞分子水平所获得的对机体功能的认识,最终都要在整体水平上加以综合并得到验证。整体水平的研究包括机体内各器官、系统间的相互联系和协调以及机体与环境之间的相互联系和协调两个方面。由于人体生理学的研究对象是人,整个人体的生理活动并不等于心、肺、肾等器官生理功能的简单总和,而是在各器官、系统的生理功能之间体现着彼此相互联系、相互制约的完整而协调的关系。如运动时为了满足骨骼肌活动增强的需要,呼吸系统的活动必须加强以更多地吸入 O_2 和排出 CO_2 ,循环系统的活动必须加强以更多地运输 O_2 ;消化系统和泌尿系统的活动必须减弱以节省血液供心、脑、骨骼肌使用,最终使机体各器官、系统的活动协调起来,以达到维持运动状态的共同目的。再比如,当环境温度降低时,体温有随之降低的趋势,此时,体温调节中枢活动改变并下发指令使皮肤血管收缩,血流量减少,以减少散热;同时骨骼肌紧张性加强甚至发生寒战、甲状腺激素分泌增多等可增加产热,最终使体温在环境温度降低时依然保持恒定,实现机体对环境变化的适应。可见,整体水平的研究是比较宏观的研究层面,其研究成果更有意义。但由于涉及因素众多,各因素之间的关系复杂且难以控制,因此长期以来,研究成效不太理想。

上述三个水平的研究之间并不是孤立的,而是紧密联系、互相补充的。要阐明某一生理功能的机制,一般需要对细胞分子、器官系统和整体三个水平的研究结果进行分析和综合,才能全面完整地掌握人体的生理功能,解开生命的奥秘并造福于人类。

第二节 兴奋性与兴奋

机体接受刺激产生反应的能力称为兴奋性。兴奋性是生理学中的重要概念,在后续的章节中会反复用到该概念,理解并掌握兴奋性及其相关内容是学好生理学的重要环节。

一、刺激与反应

(一) 刺激

机体生活在不断变化的内、外环境中,时刻受到各种环境因素的影响,其中能为机体感受的内、外环境变化统称为刺激。刺激按性质分为如下三种。①物理性刺激,如声、光、电、机械、温度等刺激。②化学性刺激,如酸、碱及其他化学刺激。③生物刺激,如细菌、病毒等。由于电刺激使用方便、定量容易、可重复使用并不易伤害组织,所以在生理学实验中常使用电刺激。从刺激的概念不难看出,刺激可以来自体外,也可以

来自体内,如光照刺激作用于眼,可以引起瞳孔大小的变化,这种光照刺激即来自于体外;血压变化可引起心脏、血管等活动的相应改变,血压变化即是来自体内的刺激。

刺激有三个重要参数,即强度、持续时间和强度-时间变化率。一个有效刺激不仅需要强度足够大,持续时间足够长,而且强度-时间变化率也要足够大。强度-时间变化率是指单位时间内强度的变化,如某一刺激在 1 s 内强度增加了 5 V,其强度-时间变化率是 5 V/s;另一刺激强度增加也是 5 V,但耗时却长达 1000 s,其强度-时间变化率仅为 0.005 V/s,这后一刺激则可能由于强度-时间变化率过小而不能成为有效刺激。

(二) 反应

在有效刺激作用下引起的机体功能状态的改变称为反应。反应有两种方式,即兴奋和抑制。将机体或器官、组织由安静状态转为活动状态或活动增强的过程称为兴奋;反之,活动程度的减弱甚至停止称为抑制。如环境温度增高,可使发汗反射增强,即汗腺兴奋;环境温度降低,发汗反射减弱,即汗腺被抑制。体内酸性物质增多(酸中毒时),呼吸加强,即呼吸兴奋;碱性物质增多或酸性物质减少(碱中毒时),呼吸减弱,即呼吸被抑制。

可见,兴奋性是一种能力,兴奋则是兴奋性这种能力的体现。有效刺激只有施加在具有兴奋性的活体上才能产生兴奋,没有兴奋性的物体无论施加多么强大的刺激都不会兴奋。原则上讲,凡是活组织都有兴奋性,体内有三种组织兴奋性较高,受到刺激后能迅速产生反应且反应明显,称为可兴奋组织,包括神经组织、肌肉组织和腺体。三种可兴奋组织兴奋的共同表现是产生动作电位,不同的是肌肉组织在动作电位产生之后会发生肌肉收缩,腺体在动作电位之后会出现分泌活动,神经组织则缺乏这种明显的后续反应。

二、衡量兴奋性的指标——阈值

不同组织兴奋性大小不同,同一组织处于不同的机能状态,其兴奋性大小也会发生变化。那么,用什么指标衡量兴奋性的大小呢?现以肌肉收缩为例来解释。将刺激作用时间和强度-时间变化率固定在有效数值上,逐渐加大刺激强度,可以找到一个刚好能引起组织兴奋(表现为肌肉收缩)的刺激强度。这个刚好引起组织兴奋的刺激强度称为阈强度,简称阈值。也可以说,引起组织兴奋的最小刺激强度称为阈强度。刺激强度等于阈强度的刺激称为阈刺激;刺激强度小于阈强度的刺激称为阈下刺激,刺激强度大于阈强度的刺激称为阈上刺激。当组织兴奋性处于正常状态时,一次刺激的强度必须等于或大于该组织的阈强度才能引起兴奋。或者说,只有阈刺激或阈上刺激才能引起兴奋性处于正常的组织兴奋。阈值越小,说明组织越容易兴奋,即兴奋性越高;反之,阈强度越大,说明组织较难兴奋,即兴奋性低。很显然,兴奋性与阈强度呈反变关系。

三、组织兴奋时兴奋性的变化

前已述及,不同组织兴奋性高低不同,同一种组织处于不同的机能状态,其兴奋性也不同。例如,某种组织兴奋的一段时间内,其兴奋性呈如图 1-2 所示的周期性变化。



在图 1-2 中, A 为动作电位曲线, B 为兴奋性变化曲线。B 对应的纵坐标代表兴奋性高低, 正常水平以上表示兴奋性高于正常, 正常水平以下表示兴奋性低于正常, 零点表示兴奋性为零, 即兴奋性暂时丧失; 横坐标代表时间。在 a 时刻给予组织一次有效的刺激, 在组织兴奋一开始, 其兴奋性立即降低到零并持续一段时间(由 a 到 b), 这段时间内任何强大刺激都不能引起组织再次兴奋, 称为绝对不应期。接着组织兴奋性逐渐回升, 但尚未达到正常的一段时间(由 b 到 c), 兴奋性低于正常, 阈刺激不能引起兴奋, 阈上刺激才能再次引起组织兴奋, 称为相对不应期。此后组织兴奋性超过正常水平(由 c 到 d), 称为超常期, 此期内, 阈下刺激也可引起组织兴奋。由 d 到 e 的这段时间内, 组织兴奋性又低于正常, 称为低常期, 在这段时间内需要阈上刺激才能引起兴奋。

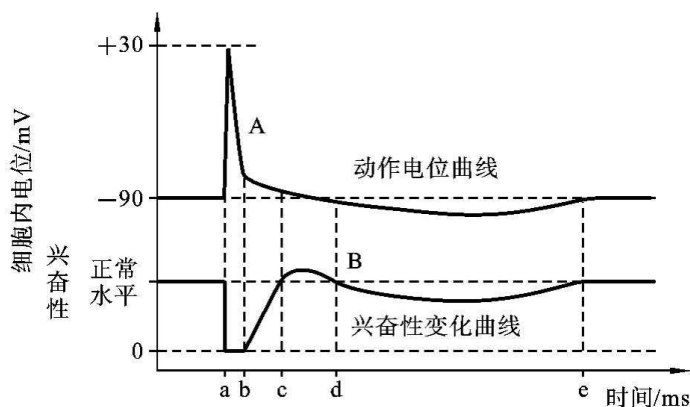


图 1-2 细胞兴奋时兴奋性的周期性变化示意图

注: ab 段为峰电位(绝对不应期); bc 段为负后电位的前部分(相对不应期);
cd 段为负后电位的后部分(超常期); de 段为正后电位(低常期)。

可见, 组织受刺激兴奋时兴奋性要发生一次周期性变化, 要经过绝对不应期、相对不应期、超常期和低常期才能恢复到兴奋前的水平。

一次兴奋后组织兴奋性的规律性变化是普遍存在的。这些变化特别是绝对不应期的存在具有十分重要的意义。不难理解, 绝对不应期的长短决定了两次兴奋间的最小时间间隔, 也就是说, 不管给予组织的刺激频率多大, 组织依其绝对不应期的长短, 单位时间内只能产生一定次数的兴奋。如哺乳动物粗大神经的绝对不应期为 0.3 ms, 那么在 1 s 内能兴奋的次数理论上不超过 3333 次。

第三节 内环境与稳态

一、内环境

人体内含有大量液体, 称为体液。正常成人体液量约占体重的 60%, 其中约 2/3 的体液分布于细胞内, 称为细胞内液, 是细胞生化代谢的场所; 其余约 1/3 的分布于细胞外, 称为细胞外液。细胞外液是绝大多数机体细胞直接生存的环境, 为区别于外环境, 称为机体内环境。细胞外液包括两部分, 其中血管内的细胞外液称为血浆, 是血细胞生存的环境, 由于血浆在心血管系统中不断循环流动, 可以说是最重要的一部分体液; 血管外的细胞外液称为组织间液, 是血细胞以外其他细胞的生存环境, 这部分体液

允许变化的范围较大,位于细胞内液与血浆之间,起缓冲作用,可防止细胞内液和血浆量发生大幅度的波动,从而保证生化代谢和血液循环的正常进行。

人体各部分体液被生物膜彼此隔开,如细胞膜将细胞内液和细胞外液隔开,毛细血管壁将血浆与组织间液隔开。这些被分割开来的体液可通过生物膜进行物质交换。如:从呼吸系统吸入的 O_2 以及由消化系统吸收的营养物质等不断通过毛细血管壁先进入组织间液,继而通过细胞膜进入细胞内供组织细胞代谢;同时,组织代谢产生的 CO_2 及其他代谢产物经细胞膜先进入组织间液,然后通过毛细血管壁进入血管内,经血液循环运输到肺、肾等排泄器官。

可见细胞外液(内环境)不仅是细胞直接生存的环境,还是细胞与外环境沟通的重要媒介。

二、稳态

众所周知,外环境是千变万化的,但内环境必须是相对稳定的。内环境理化性质相对稳定的状态称为稳态。如内环境中温度维持在 $37\sim 38\text{ }^{\circ}\text{C}$, pH 介于 $7.35\sim 7.45$, 渗透压为 $280\sim 320\text{ mmol/L}$ 等。稳态维持具有十分重要的生理意义,因为细胞的各种代谢活动都是酶促反应,酶活性的发挥需要适宜的温度、酸碱度以及足够的水、氧和营养物质等。

正常情况下,机体不断消耗 O_2 、营养物质,并不断产生 CO_2 及其他代谢产物;外环境变化也会干扰机体内环境的稳态,如高温或严寒、低氧或 CO_2 过多等。但机体通过多个器官系统的活动,使不断被破坏的内环境稳态得以恢复。如通过呼吸、消化系统的活动,使消耗的 O_2 、营养物质得到补充;通过肺、肾等排泄器官的活动,可使 CO_2 及其他代谢产物及时排出体外;通过改变机体产热活动和散热活动,使体温维持稳定等。可见,稳态并非固定不变的状态,而是不断被破坏又不断得以重建的动态平衡。稳态的实现有赖于机体的调节,当然,机体的调节能力也有一定的限度,若稳态破坏程度超出机体的调节能力,就必然会引起机体功能紊乱,甚至危及生命。

第四节 人体生理功能的调节

人体各器官系统的活动相互配合、协调一致,使人体成为一个完整的统一体;同时,人体又能对复杂的内、外环境变化产生适应性反应,从而维持内环境稳态,所有这些都是因为人体有较完善的调节机制。

一、生理功能的调节方式

人体功能的调节方式主要有三种,即神经调节、体液调节和自身调节。

(一) 神经调节

神经调节是机体最重要的调节方式,由神经系统通过反射活动实现。反射是指在中枢神经系统参与下,机体对刺激产生的规律性反应。如伤害性刺激作用于肢体,引起被伤害的肢体屈曲;食物刺激口腔黏膜引起唾液分泌等都是反射活动。反射的结构



基础是反射弧,反射弧包括五个部分,依次是感受器、传入神经、反射中枢、传出神经和效应器(图 1-3)。感受器是接受刺激的装置;传入神经可将感受器的信息传到反射中枢;反射中枢位于脑或脊髓,可对信息进行分析、整合;传出神经则将反射中枢的命令传给效应器;效应器是产生反应的装置。反射必须在反射弧的结构和功能完整的基础上才能正常进行,反射弧任一部分结构受损或功能障碍(如局部麻醉药作用下),反射将无法完成。

神经调节的主要特点是迅速而精确,作用时间比较短暂,作用范围比较局限。

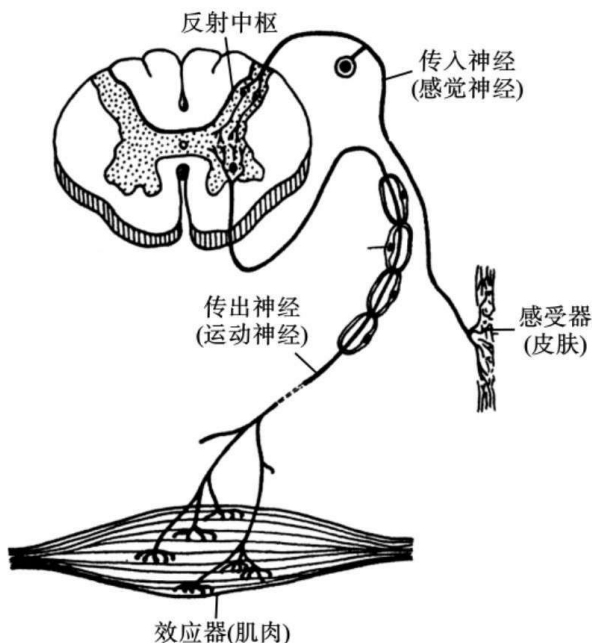


图 1-3 反射弧示意图

(二) 体液调节

内分泌腺或内分泌细胞分泌的激素经过血液循环的运输到达被调节的器官(靶器官),调节器官的活动,这种调节方式称为体液调节,其重要性仅次于神经调节。如下丘脑分泌的抗利尿激素,经血液循环的运输到达靶器官(肾),增加肾对水的重吸收量;肾上腺髓质分泌的肾上腺素和去甲肾上腺素经血液循环运输到达靶器官(心脏和血管),使心脏活动增强,全身大部分血管收缩;甲状腺激素分泌后经血液循环到达全身组织,促进机体代谢活动等。

此外,有些化学物质可以不经过血液循环的运输,在局部发挥调节作用,也被看作是体液调节,如细胞代谢产生的 CO_2 、腺苷、 H^+ ,以及组胺、缓激肽等生物活性物质对周围组织功能的调节。

与神经调节相比,体液调节的特点是作用缓慢,但持续时间较长,调节范围较广。

体内有些内分泌腺直接或间接受神经系统的控制(如肾上腺髓质受交感神经节前纤维控制,甲状腺受交感神经节后纤维控制,胰岛主要受副交感神经控制等),所以,神经调节和体液调节并不能截然分开。在某种情况下,体液调节是神经调节传出通路的延长部分。这种以神经为主导、有激素参与的复合调节方式称为神经-体液调节(图