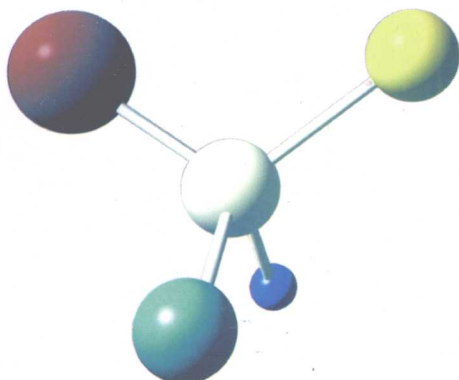
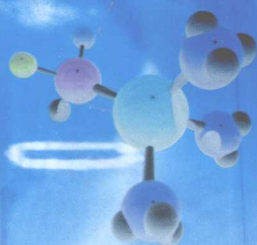




世纪高等院校医学规划教材

21 SHIJI GAO DengYUANXIAO YIXUE GUIHUAJIAOCAI



LINCHUANG
SHENGLIXUE

临床生理学

主编 李东亮 许继田 卫琼玲

第三版



郑州大学出版社



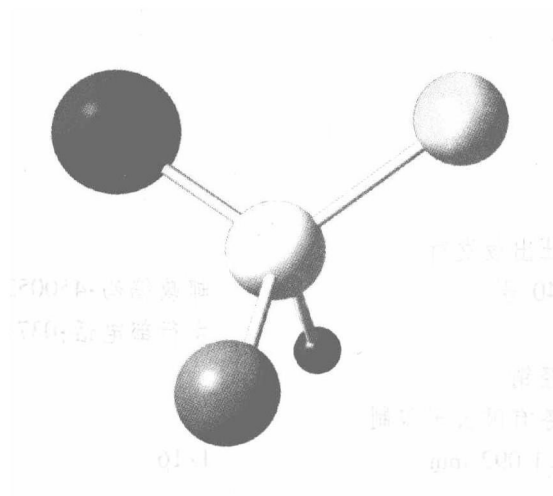
世纪高等院校医学规划教材

21 SHIJI GAO DengYUANXIAO YIXUE GUIHUAJIAOCAI

临床生理学

主编 李东亮 许继田 卫琮玲

第三版



郑州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

临床生理学/李东亮,卫琮玲,许继田主编. —3版. —郑州:郑州大学出版社,
2008.8

21世纪高等院校医学规划教材

ISBN 978-7-81106-835-1

I. 临… II. ①李…②卫…③许… III. 临床生理学-高等院校-医学教材
IV. R33

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第102664号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路40号

出版人:邓世平

全国新华书店经销

新乡市凤泉印务有限公司印制

开本:787 mm × 1 092 mm

印张:24.75

字数:586千字

版次:2008年8月第1版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-66966070

1/16

印次:2008年8月第1次印刷

书号:ISBN 978-7-81106-835-1

定价:40.00元

本书如有印装质量问题,请向本社调换

21 世纪高等院校医学规划教材编审委员会

主任委员 朱广贤

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

马远方	王 强	王金山	玄英哲
吕文阁	朱海兵	苗双虎	金 政
郑永红	段广才	梁华龙	

委 员 (以姓氏笔画为序)

卫宗玲	马振江	王 辉	王 静
王亚峰	王建刚	文小军	田玉慧
田庆丰	朴熙绪	吕全军	朱金富
刘 彬	刘春峰	刘雪立	许继田
李文杰	李东亮	李付广	李晓文
李道明	杨保胜	何群立	谷兆侠
张卫东	张玉林	张学武	张莉蓉
陈正跃	罗艳艳	金东洙	孟繁平
赵卫星	赵志梅	赵明耀	赵建龙
赵勇刚	柳明洙	贺立山	袁红瑛
郭学军	席景砖	崔逢得	韩春姬
惠学志	董子明	臧卫东	薛长贵

办公室主任 吕双喜

秘 书 李龙传

编者名单

主 编 李东亮 卫琮玲 许继田

副主编 董献红 王志举

编 委 (以姓氏笔画为序)

卫琮玲 河南大学医学院

王志举 郑州大学医学院

卢 娜 新乡医学院

李东亮 新乡医学院

李晓娟 新乡医学院

李 炳 新乡医学院

许继田 郑州大学医学院

祁英杰 新乡医学院

涂会引 郑州大学医学院

崔胜春 新乡医学院

董献红 新乡医学院

编写说明

本套《21 世纪高等院校医学规划教材》是在 2004 年出版的《高等医学院校专升本教材》的基础上,根据目前医学教育的新变化而组织修订、编写的一套适应当前普通高等教育和成人高等教育专升本需要的教材。

为加快成人高等学历教育医学专升本课程体系、教学内容改革,提高教育教学质量,着力培养高素质的具有创新精神和实践能力的医学专门人才,由郑州大学出版社的前身河南医科大学出版社与新乡医学院共同发起,组织全国十几所医学院校共同参与,2000 年 8 月出版了全套《21 世纪成人高等教育教材》(共 21 种)。教材出版后,经全国 20 多所院校使用,受到师生的广泛好评。随后于 2004 年 8 月又组织教学一线的教师对教材进行了修订,出版了《高等医学院校专升本教材》(共 18 种),使得本套教材的编写质量大大提高,更加符合各个学校的教学实际。

随着医学教育的发展,普通高等教育专升本的招生数量逐年增加,成人高等教育专升本的招生规模稳中有降,且招生对象逐年年轻化,工作年限逐渐缩短,成人高等教育专升本与普通高等教育专升本的教育对象逐渐趋同。鉴于此,编写一套既适合普教专升本教学,又适合成教专升本教学的医学专升本教材,是承担这两类专升本教学院校的共同需要。为适应我国高等医学教育改革和发展的需要,适应医学专升本教育的新发展、新变化,于 2007 年 7 月在郑州召开了高等医学院校专升本教材建设研讨会暨教材编审委员会成立会议,确立了本套《21 世纪高等院校医学规划教材》的体系和教材建设的指导思想。2007 年 11 月又在郑州召开了主编会议,确定教材编写的原则、格式、具体要求、进度,对原有编写的科目进行了增删。本套教材的修订编写工作在选择教学内容和编写体系时,注重素质教育,注重创新能力、实践能力的培养,及时反映新世纪教学内容和课程改革的新成果,为学生的知识、能力、素质

的协调发展创造条件;注重体现专科起点、本科标准,突出人文素质的补课教育与专业素质的继续教育,强化学生的科研创新能力、获取信息能力、综合运用知识的能力、终身学习能力的培养,为学生今后继续全面发展奠定基础。教材所用的医学名词以全国科学技术名词审定委员会审定公布的为准,药物、检验、计量单位都规范严谨,符合国家标准。

本套教材在编写过程中得到了参编院校领导的大力支持,成人教育学院与教务处同仁通力合作,付出了许多心血,在此表示衷心的感谢。由于编写修订时间紧迫,书中难免有不妥之处,殷切希望广大读者提出宝贵意见,以便进一步修订改进,使本套教材质量不断提高。

《21 世纪高等院校医学规划教材》编审委员会

2008 年 7 月

前 言

高等医学院校专升本教材《临床生理学》第二版于2004年出版后,至今已将近4年了,教材得到了广泛的应用和认可,使用过程中广大教师、学生也对书中存在的一些问题提出了宝贵的意见和建议。我国医疗卫生事业第十一个五年规划对医药卫生人才培养提出了更高的标准和要求,为实现这一发展目标和任务以及学科本身的发展需求,全国高等医药教材评审委员会决定组织教材的修订再版工作。《临床生理学》第三版的编写人员都是活跃在教学第一线的教师,有丰富的教学经验,他们踊跃承担并认真完成了教材的编写任务,对教材的再版做了大量的工作。

生理学在医学教育中是一门重要的基础理论课。生理学的教学应强调学生掌握本学科重要的基本理论、基本知识和基本实践技能,掌握人体生命活动的基本规律,为学习后续课程以及从事医疗、卫生实践打下必要的基础。临床生理学以阐明生理学理论与临床联系为主要宗旨,强调应用扎实的生理学基础理论知识分析临床上遇到的病例,提高解决临床问题的能力。所以在《临床生理学》编写过程中,每章都列出“临床联系”专栏,使同学们在学习生理的过程中与临床现象相联系,激发学生的学习兴趣。

《临床生理学》的编写保持了第一版教材的科学性、先进性、思想性、启发性和实用性,并在此基础上配合书中的相应内容,删除了部分不太合适的图片,增加了大量富有创意的图表,使许多抽象深奥的理论内容更加生动易懂。每章开篇有一个引子,对本章内容作一概括,使读者首先从总体水平把握该章节。每章后列出思考题,书末有参考文献,并列出了大量相关的学习网站。既便于学生自测自学;又有利于培养学生阅读、查找文献的能力,同时提供给他们应用丰富的网络资源学习生理学这一手段。

新版教材改动了一些内容并增加了一些新内容,例如第二章删除了一部分;第四章删除了心肌细胞膜上的离子通道的介绍,增加了几种离子的心肌电生理效应;第八章肾脏泌尿和排泄功能增加了肾炎、肾病综合征、肝硬化等临床病例以及肾功能的测量方法等。

《临床生理学》的编写过程中始终贯彻“专科起点,本科标准,

成教特色”的编写理念,在充分估价专升本学员原有知识的基础上,强调要达到或稍高于本科的标准要求,兼顾成人教育的特点,力求为专升本的教学改革提供一本实用的生理学教材,以适应 21 世纪医学再教育和卫生事业发展的需要。

在编写过程中得到了郑州大学出版社的鼎力支持和许多专家教授热心帮助,在此表示衷心感谢!另外,此稿虽经多次讨论、修改和审阅,主编也对全稿作了润色和加工,但是错误在所难免,希望各位读者多提宝贵意见,以便再版时修订!

李东亮
2008 年 6 月

目 录

第一章 绪论 1

第一节 研究生命活动规律的科学——生理学 1

第二节 生命活动的基本特征 ... 2

一、新陈代谢 2

二、兴奋性 2

三、生殖 3

第三节 生命活动与环境 3

一、生命活动与外环境 3

二、生命活动与内环境 4

第四节 生命活动的调节 5

一、生理功能的调节方式 5

二、体内的控制系统 7

第二章 细胞 9

第一节 细胞膜的物质转运

功能 10

一、细胞膜的化学组成和分子

结构 10

二、细胞膜的跨膜物质转运

功能 11

第二节 细胞的跨膜信号

转导 18

一、离子通道介导的跨膜信号

转导 18

二、受体和跨膜信号转导 21

第三节 生物电现象和

兴奋性 24

一、细胞生物电的测量 24

二、细胞生物电的产生机制 26

三、兴奋的引起和传导 30

四、细胞兴奋及其恢复过程中的 兴奋性变化 32

第四节 肌细胞的收缩功能 34

一、神经-骨骼肌接头处的兴奋 传递 34

二、骨骼肌细胞的结构 36

三、骨骼肌细胞收缩的分子 机制 39

四、骨骼肌的兴奋-收缩 耦联 41

五、骨骼肌收缩的表现和力学 分析 42

六、平滑肌的收缩机制 46

第三章 血液 50

第一节 血液的组成和理化

特性 50

一、血液的组成 50

二、血量 52

三、血液的理化特性 52

第二节 血细胞生理 53

一、血细胞生成的部位和一般 过程 53

二、红细胞生理 54

三、白细胞生理 59

四、血小板生理 63

第三节 生理性止血 64

一、血液凝固	64	三、自身调节	122
二、血小板的止血功能	71	四、急性失血时机体的调节 反应	122
第四节 血型与输血原则	72	第五节 器官循环	123
一、血型与红细胞凝集	72	一、冠脉循环	123
二、红细胞血型	72	二、肺循环	125
三、白细胞与血小板血型	76	三、脑循环	126
四、输血的原则	77		
第四章 血液循环	79	第五章 呼吸	129
第一节 心脏的泵血功能	79	第一节 肺通气	130
一、心动周期与心率	79	一、肺通气过程	130
二、心脏的泵血过程和机制	80	二、肺容量和肺通气量	134
三、心音	83	第二节 气体的交换	137
四、心脏泵血功能的评定	84	一、气体交换的原理	137
五、心脏泵血功能的调节	85	二、肺换气	137
第二节 心肌细胞的生物电现象和 生理特性	90	三、组织换气	139
一、心肌细胞的生物电现象	90	第三节 气体在血液中的 运输	140
二、心肌的生理特性	94	一、O ₂ 和 CO ₂ 在血液中的存在 形式	140
三、几种离子的心肌电生理 效应	100	二、氧的运输	140
四、体表心电图与心室晚 电位	102	三、CO ₂ 的运输	144
第三节 血管生理	104	第四节 呼吸运动的调节	146
一、各类血管的功能特点	105	一、节律性呼吸运动的产生	146
二、血流量、血流阻力和 血压	105	二、呼吸的反射性调节	148
三、动脉血压和动脉脉搏	107	三、异常呼吸	153
四、静脉血压和静脉血流	109		
五、微循环	111	第六章 消化和吸收	156
六、组织液生成及其影响 因素	113	第一节 概述	156
七、淋巴液的生成与回流	115	一、消化道平滑肌的特性	156
第四节 心血管活动的调节	115	二、消化腺的分泌功能	158
一、神经调节	115	三、胃肠的神经支配及其 作用	158
二、体液调节	120	四、胃肠激素	159
		第二节 口腔内消化	162
		一、唾液分泌	162

二、咀嚼	164	第二节 尿的生成过程	217
三、吞咽	164	一、肾小球滤过	217
第三节 胃内消化	166	二、肾小管和集合管的 重吸收	221
一、胃液的分泌	166	三、肾小管和集合管的分泌和 排泄	228
二、胃的运动	173	第三节 尿液的浓缩和稀释 ...	229
第四节 小肠内消化	175	一、尿液的稀释	229
一、胰液的分泌	176	二、尿液的浓缩	230
二、胆汁的分泌与排出	178	第四节 肾脏泌尿功能的 调节	234
三、小肠液的分泌	180	一、肾内自身调节	234
四、小肠的运动	181	二、体液调节	235
第五节 大肠内消化	183	三、神经调节	238
一、大肠液的分泌	183	第五节 清除率	238
二、大肠的运动和排便	183	一、清除率的概念和计算 方法	238
第六节 吸收	185	二、测定清除率的意义	238
一、概述	185	三、肾功能的测量方法	240
二、小肠内主要营养物质的 吸收	187	第六节 尿的排泄	240
第七章 能量代谢和体温	191	一、输尿管的运动	240
第一节 能量代谢	191	二、膀胱与尿道的神经支配 ...	240
一、能量的来源、转化和 利用	191	三、排尿反射	241
二、能量代谢的测定	193	第九章 感觉器官	243
三、影响能量代谢的主要 因素	199	第一节 概述	243
四、基础代谢	200	一、感受器和感觉器官	243
第二节 体温	201	二、感受器的生理特性	243
一、正常体温及其生理变异 ...	202	第二节 视觉器官	245
二、机体的产热与散热	203	一、眼的折光功能	245
三、体温调节	207	二、眼的感光功能	248
第八章 尿液的生成与排出	213	三、与视觉有关的几个现象 ...	250
第一节 肾脏的结构与血液循环的 特点	213	第三节 听觉器官	252
一、肾脏的功能解剖	213	一、传音系统——外耳和中耳的 功能	253
二、肾血流量及其调节	215	二、感音系统——内耳耳蜗的	

功能	254	二、各级中枢对内脏活动的	
三、人耳的听阈和听域	257	调节	313
第四节 前庭器官	258	三、本能行为和情绪的神经	
一、前庭器官的适宜刺激	258	调节	316
二、前庭反应	259	四、神经、内分泌和免疫功能的	
第十章 神经系统	261	关系	318
第一节 概述	261	第六节 脑的电活动与高级	
一、神经元和神经纤维	261	功能	319
二、神经胶质细胞	265	一、大脑皮层细胞的电活动	319
第二节 神经元间的信息		二、觉醒与睡眠	322
传递	266	三、学习与记忆	325
一、突触生理	266	四、大脑皮层的语言和其他认知	
二、神经递质和受体	276	功能	329
三、反射	283	第十一章 内分泌	332
第三节 神经系统的感觉分析		第一节 概述	332
功能	285	一、激素的分类和一般特性	333
一、脊髓和脑干的感觉传导		二、激素作用的机制	334
功能	285	第二节 下丘脑与垂体	338
二、丘脑及其感觉投射系统	287	一、下丘脑的内分泌功能	338
三、大脑皮层的感觉分析		二、腺垂体激素及其分泌	
功能	289	调节	340
四、躯体感觉和内脏感觉	291	三、神经垂体激素	345
第四节 神经系统对躯体运动和		第三节 甲状腺	346
姿势的调节	294	一、甲状腺激素的合成与	
一、脊髓对躯体运动和姿势的		代谢	346
调节	294	二、甲状腺激素的生物学	
二、脑干对肌紧张和姿势的		作用	348
调节	299	三、甲状腺功能的调节	350
三、小脑对躯体运动的调节	302	第四节 肾上腺	352
四、基底神经节的功能	305	一、肾上腺皮质激素	352
五、大脑皮层对躯体运动和姿势的		二、肾上腺髓质	355
调节	307	第五节 胰岛	357
第五节 神经系统对内脏活动、本能		一、胰岛素	357
行为和情绪的调节	309	二、胰高血糖素	360
一、自主神经系统的功能	309	第六节 与钙、磷代谢有关的	

激素	361	第一节 男性生殖	367
一、甲状腺激素	361	一、睾丸的功能	367
二、降钙素	362	二、睾丸功能的调节	369
三、1,25 - 二羟维生素 D ₃	362	第二节 女性生殖	370
第七节 其他激素	364	一、卵巢的功能	370
一、褪黑素	364	二、月经周期	373
二、前列腺素	364	三、卵巢功能的调节	374
三、瘦素	365	四、妊娠	375
第十二章 生殖系统	367	参考文献	379

第一章 绪 论

生理学(physiology)是生物科学的分支,是研究机体生命活动规律的科学。机体是有生命个体的统称,组成机体的基本单位是细胞,众多的细胞又组成组织、器官、系统以至复杂的机体(包括人体)。生命活动即生命现象,如呼吸、心跳、血液循环、消化、肌肉收缩、思维活动等。医学学生学习的是人体生理学(以下简称生理学),其基本内容是研究正常状态下人体及其各部分的生命活动过程、规律、机制以及影响因素等。

第一节 研究生命活动规律的科学——生理学

生理学是一门重要的医学基础学科,与医学有着十分密切的关系。巴甫洛夫说“医学的理想境界是运用生理学的知识来防治疾病”,精辟的概括了生理学在医学中的地位。一方面,许多医学问题的研究要以生理学的理论和方法为基础。只有了解人体的正常功能,才能认识疾病时人体发生的变化及其机制,做出正确的诊断和治疗。另一方面,医学实践不但能检验生理学理论的正确性,而且不断对生理学提出新的课题,推动生理学的发展。由于生理学对学习医学有重要作用,因此医学学生学好生理学十分必要。

生理学知识完全来源于实践,生理学是一门实验科学。以科学实验为特征的近代生理学始于17世纪。英国医生哈维(William Harvey)用动物活体实验,首先科学地阐明了血液循环的途径和规律,其本人也被公认为近代生理学的奠基人。大部分系统的生理学知识是从各种生理学实验中总结出来的。生理学实验是为了便于分析问题,在的人工控制的条件下,对某些实验对象的生理活动施加各种影响因素,以观察它们的变化规律。然后从实验结果的分析、推理中,深入解释各种生理现象发生、发展的原因和机制。

作为一门实验科学,生理学的发展与其他科学的发展有着不可分割的密切联系。随着其他自然科学的发展,新的技术不断被应用于生理学实验中。显微镜的问世,使微循环变化规律的研究取得进展;生物电放大记录系统的问世,使人们可以观察细胞生物电变化,有力地推动了心肌和神经活动规律的研究;集成电路技术、激光技术、纳米技术、电化技术、分子生物学技术等等,均推动生理学的知识和理论不断丰富和进步,使人们对生命活动现象的本质及规律有了深入的认识。

由于人体的功能极为复杂,需要从不同的层次进行研究。通常将生理学的研究分为三个水平,即整体水平、器官和系统水平以及细胞和分子水平。生理学家从器官和系统水

平研究生理学,取得了大量丰富的生理学知识,构成了当今生理学的基本内容。器官的组成单位是细胞,而细胞又由各具特征的物质分子组成。因此,要解开人体及其器官、系统功能的奥秘,就必须从细胞和分子水平对人体功能加以研究。但是,人体是一个完整统一的整体,其功能活动是以整体为存在形式的,并与周围环境保持密切联系。因此,还必须进行整体水平的研究,要用整合的观点,研究人体功能的整体性和综合性。因此,学习生理学时必须以辩证唯物主义思想为指导,用发展的、联系的、对立统一的观点去理解和认识人体功能。

第二节 生命活动的基本特征

人体生命活动表现出 3 个基本特征:新陈代谢 (metabolism)、兴奋性 (excitability) 和生殖 (reproduction)。

一、新陈代谢

新陈代谢是生命的基本表现,它包括合成代谢和分解代谢 2 个方面。机体从环境中摄取营养物质合成自身物质的过程称之为合成代谢 (anabolism)。机体分解自身成分并将分解产物排出体外的过程称为分解代谢 (catabolism)。

机体生命活动需要不断地自外界摄取营养物质,在体内经过化学变化且不断地向外界排出自身和外来物质的分解产物,这一过程称为物质代谢。在物质代谢的过程中,构成细胞的生物分子不断转换更新,保证生命活动正常运行。

与物质代谢相伴随的是能量的摄取及其在体内的转换、利用、贮存和排出,这个过程称为能量代谢。物质代谢是能量代谢的基础,也是能量的根本来源。物质在体内进行化学转化过程中产生能量,用以机体活动的需要和体温的维持,多余的能量则以热的形式散发到体外。因此,新陈代谢包括 2 个部分:物质代谢和能量代谢,二者是生命活动必不可少的。机体正是在新陈代谢的过程中得到了自我更新。

二、兴奋性

(一) 刺激与反应

1. 刺激 机体生活在不断变化着的环境中,经常受到各种因素的影响,能引起机体发生反应的内、外环境变化称为刺激 (stimulus)。刺激按性质的不同可分为:①物理性刺激,如声、光、电、机械、温度等;②化学性刺激,如酸、碱、盐及各种化学物质等;③生物性刺激,如细菌、病毒等;④社会心理性刺激,例如情绪波动、社会的变革等。

生理实验中常用的是电刺激,这是因为电刺激使用方便,容易定量控制,不易损伤组织,可重复使用。能够引起机体产生反应的电刺激,须具备三个条件:刺激的强度、刺激的持续时间和刺激的强度-时间变化率。这三要素均须达到一个最小的阈值,才能引起机体发生反应。把三个要素作不同的组合,可以得到各种各样的刺激。电刺激中最常使用的是矩形波脉冲,其上升和下降速度(强度-时间变化率)极大而且固定,其振幅(刺激强度)和波宽(刺激持续时间)均可任意调节,且在一般刺激强度下,既能引起组织兴奋,又

不造成组织的损伤,故矩形波是一种理想的电刺激。当固定波宽不变时,刚能引起组织兴奋的最小刺激强度称为阈强度(threshold intensity),亦常称为阈值(threshold)。等于阈值的刺激称为阈刺激,低于或高于阈值的刺激分别称为阈下刺激或阈上刺激。阈值的大小与组织兴奋性的高低呈反变关系,阈值愈小,组织的兴奋性愈高;反之,阈值愈大,组织的兴奋性愈低。因此阈值是衡量组织兴奋性高低的常用指标。

2. 反应 反应(response)是指刺激引起的机体功能活动的改变,例如,肌肉收缩、腺体分泌、神经传导等。反应有兴奋(excitation)和抑制(inhibition)2种基本表现形式。兴奋是指机体接受刺激后由相对静止转为活动或活动状态的加强;抑制是指机体由活动转为相对静止或活动状态的减弱。抑制并不是无反应,而是与兴奋相对立的另一种主动过程,兴奋和抑制两者对立统一,可随条件改变互相转化。人体功能活动虽然十分复杂,但基本表现不外乎兴奋和抑制2种形式,二者相互消长构成了生命的主旋律。例如,躯体剧烈运动时,心跳加快加强(兴奋);安静休息时,心跳减慢减弱(抑制)。

(二)兴奋性与可兴奋组织

1. 兴奋性 广义地说,兴奋性(excitability)是指机体、组织或细胞对刺激产生反应的能力或特性。几乎所有的细胞受到刺激后都具有不同程度、不同表现形式的反应,如肌肉的收缩、腺体的分泌、神经冲动的发放等等。近些年来,随着研究的深入和研究方法的进步,人们对兴奋性有了更本质的理解。认为兴奋性的实质是细胞在受刺激时产生动作电位的能力或特性。动作电位(将在细胞生物电现象的章节中详述)就是兴奋的标志、兴奋的同义语。能否产生动作电位通常就成了判断细胞有无兴奋性的客观指标。

2. 可兴奋组织 神经、肌肉和腺体细胞受到有效刺激后,外部可见的反应(神经冲动、肌肉收缩、腺体分泌)出现前,它们都有一个共同的、最先出现的反应就是受刺激部位产生迅速扩布的电位变化,称为动作电位。这种电位变化可用特殊的仪器检测出来。神经、肌肉、腺体3种组织兴奋性比较高,有效刺激后均能迅速产生动作电位,被称为可兴奋组织(excitable tissue)。但需要指出,其他组织细胞受刺激都会出现反应,只是反应的形式、反应的程度不同罢了。

三、生 殖

人类和其他生物一样,个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,这种功能称为生殖或自我复制(self-replication)。所不同的是人类及高等动物已经分化为雄性与雌性2种个体,各自发育雄性生殖细胞和雌性生殖细胞,由这2种生殖细胞结合以后才能产生子代个体。生殖使人类和生物得以延续,所以生殖也是生命的基本特征。

第三节 生命活动与环境

一、生命活动与外环境

人类生存的自然环境和社会环境是机体的外环境(external environment)。人类是自