

高等学校教材

运动生理学

王步标 华明 主编

Sports



高等教育出版社



高等学校教材

运动生理学

王步标 华 明 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是根据教育部颁布的普通高等学校体育教育专业教学指导纲要中规定的课程目标和基本内容编写而成。以“理论够用,注重应用”为编写理念,全书除绪论外,分为相对独立而又互相紧密联系的三篇共19章,第一篇:器官系统运动生理学,涉及骨骼肌、呼吸、血液、血液循环、胃肠道、肾脏、能量系统、内分泌和神经系统等的基本生理学知识,以及上述器官系统对运动的反应和训练的适应共八章。第二篇:体育教学与运动训练的生理学分析,涉及运动训练若干问题的生理学分析、肌肉力量、有氧和无氧运动能力、运动性疲劳和恢复过程、儿童、少年和体育运动、女性与体育运动、环境与运动、运动与免疫等八章。第三篇:体适能与健康生理学,涉及体适能、身体组成、肥胖和减肥、老年人与健身运动等三章。全书共45万字,插图138幅,图文并茂。本书可作为普通高等学校体育学科各专业的教学用书,并可作为在职大、中、小学体育教师和少体校教练员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

运动生理学/王步标,华明主编. —北京:高等教育出版社,2006.7

ISBN 7-04-019678-6

I. 运... II. ①王... ②华... III. 运动生理-生理学-高等学校-教材 IV. G804.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 057729 号

策划编辑	尤超英	责任编辑	尤超英	特约编辑	张焕玉
封面设计	刘晓翔	责任绘图	朱 静	版式设计	张 岚
责任校对	杨雪莲	责任印制	朱学忠		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000
经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京明月印务有限责任公司

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787×960 1/16
印 张 30.75
字 数 570 000

版 次 2006年7月第1版
印 次 2006年7月第1次印刷
定 价 38.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19678-00

编者名单

主 编：王步标 华 明

副主编：史绍蓉 汤长发

编 者（以姓氏笔画为序）：

王步标 湖南师范大学

史绍蓉 湖南师范大学

华 明 浙江大学

李石光 邵阳学院

李香华 湖南理工学院

李良鸣 广州体育学院

贺 洪 湖南师范大学

姚绩伟 湖南科技大学

常 燕 长江大学

汤长发 湖南师范大学

潘同斌 扬州大学

蔡 秋 广东教育学院

学术秘书：

谭 军 湖南师范大学

前 言

运动生理学是普通高等学校体育教育专业的一门主干课程,同时也是体育学科其他各专业一门重要的基础课。国家教育部办公厅 2004 年 9 号文件颁布的普通高等学校本科专业各类课程的教学指导纲要(下简称《课程纲要》)除列出各主干课程的基本内容外,并规定《课程纲要》是有关学校制定课程教学大纲、组织教学、开展教学管理和教材建设的重要依据。本教材就是根据《课程纲要》列出的基本内容,并结合我们多年来的教学实践和编写多轮教材的经验编写而成的。

参与编写的全体人员于 2005 年 10 月在湖南师范大学举行编写大纲讨论会,与会人员在认真学习《课程纲要》有关内容的基础上,联系各校的教学实践和个人的教学经验展开讨论,就如何构建本教材的框架体系,如何正确处理理论与应用的关系,如何精选教材的内容等一系列问题取得了共识。确定读者对象及其培养目标,《课程纲要》中运动人体科学类确定的课程目标和基本要求以及“理论够用,注重应用”,是编写本书的出发点和理念,因此,不拘泥于传统,全面系统的模式,而是根据培养目标和应用的需要,有重点的选择内容,进行合理的组合成一本有一定特色和适合于当前体育教育本科专业学习的新教材。同时,在应用上也应有所侧重,一是侧重基本生理功能对运动和训练的反应和适应,二是侧重对中学业余训练的生理分析,三是侧重对科学指导全民健身活动的应用。

根据上述,除绪论外,我们把全书分为三篇十九章。第一篇器官系统运动生理学,把人体各器官系统的基本功能按理论够用原则归并为八章,如将感觉、神经系统、运动技能的学习等综合于神经系统中一章中。各章并按此原则在简要地阐明该器官生理功能的基础上,而后按注重应用的原则,设专节较深入集中的探讨该生理功能对运动和训练的反应和适应,使基本理论紧密与应用结合。第二篇体育教学和运动训练的生理学,这既是一篇以应用为主的篇章,也是在体系构建和内容组合上较我们以前主编的教材(1994 年高教版)有所突破的篇章。如将若干与训练有关的共性问题,如训练原则,训练课各阶段分析,训练的生理监控与评价,训练周期安排,整合成一章训练若干问题的生理分析。围绕肌肉力量,有氧和无氧工作能力这两章,把与它们有关生理基础、测评方法、提高与改善的训练措施融为一体。这样的组合安排既体现了训练各环节的相互关联和整体性,又精选了教学内容,更避免与第一篇若干内容的重复。同时,根据教学训练个别对待原则,及儿童少年和女子的生理特点,把儿童少年和女子的体育运动也

列入本篇,本篇还包括环境与运动,免疫与运动。第三篇体适能与健康生理学,分三章对全民健身中受广泛关注的问题,如体适能与健康,身体组成,体重控制和运动减肥,老年人的健身运动,提供了科学基础与应用紧密结合的绿色套餐。

鉴于当前体育教育本科专业中,各院校运动生理学的课时已缩改为70~90余学时左右。因此作为一本通用教材,必须进一步精选内容,缩减教材篇幅,做到少而精。为此,除在本书各章确实做到“理论够用,注重应用”这一理念外,并避免各前后章节间和各相关主干课程之间的重复,如运动技能的学习避免与“运动心理学”重复,三大营养物质的中间代谢过程不与运动生化课程重复等。因此教材虽增加了体适能与健康生理学等新内容,但全部字数较我们以前主编的教材(1994年版)缩减了近10万字左右。

在编排体例上,也与前有较大的创新,如在每篇之首有简短的篇首语;每章之首有本章的导读和学习目标;每节有小结,每章之末有复习思考题。在各章的文字阐述和复习思考题中力求培养学生的自主创新思维和能力。书末附有参考文献和注明页码的中英文索引以及二个附录。这样的编排是基于有利于教与学两方面的需要。

本书由王步标、华明任主编,史绍蓉、汤长发任副主编,参加编写的有来自全国9所本科体育院系12位专业运动生理学教师,其名单及所在院校见本书编者名单,其所编写的章次,已在相应的章后注明。

各编写人员在编写过程中都积极认真的查资料,根据“理论够用,注重应用”这一共识构建细目,勤奋撰写,并先后在2006年2月底前完成了各自的初稿,主编在审阅过程中,不断与编写者沟通、磋商、修改,于2006年4月中完成统笔定稿。

本书1~3篇篇首页由运动·能工作室王烯同志设计并绘制,书中一部分插图也由他绘制。

在编写过程中得到湖南师范大学体育学院的大力支持;还得到了陆绍中研究员提供的研究结果。

高教出版社尤超英编审认真对全书书稿进行审校。在此一并表示诚挚的谢意。

虽然我们在整个编写过程中,抱着兢兢业业一丝不苟的态度,但由于主客观的原因,不足和疏漏之处在所难免。我们诚恳的希望采用本书作为教材的教师和同学提出宝贵意见,以期在修订时更正。

王步标 华 明

2006年于长沙

目 录

绪论	1
一、运动生理学的研究对象、任务和方法	2
二、稳态——生理学的研究主题	3
三、兴奋和兴奋性——反应和适应的前提	7
四、反应和适应——运动和训练的影响	10
五、运动生理学的发展概述	12
第一篇 器官系统运动生理学	
第一章 肌肉的活动	17
第一节 肌肉的兴奋和收缩	18
第二节 肌肉收缩的形式及力学分析	28
第三节 肌纤维类型与运动能力	39
第二章 呼吸	47
第一节 肺通气和肺换气	48
第二节 气体的运输	56
第三节 呼吸的调节	63
第四节 呼吸对运动和训练的反应和适应	67
第三章 血液	73
第一节 血液的组成及其功能	74
第二节 血液对运动和训练的反应和适应	79
第四章 血液循环	84
第一节 心脏泵血功能	86
第二节 血管生理	99
第三节 心血管活动的调节	108
第四节 心血管对运动和训练的反应和适应	113
第五章 胃肠道、肾的功能	124
第一节 胃肠道的功能与运动	125
第二节 肾的功能与运动	129
第六章 能量代谢	137
第一节 人体的总能量代谢	138

第二节	基本能量系统	145
第三节	静息和运动时的能耗	154
第七章	内分泌	162
第一节	概述	163
第二节	下丘脑与垂体的内分泌功能	169
第三节	某些激素的主要生理作用	174
第四节	激素对运动和训练的反应和适应	185
第八章	神经系统	195
第一节	神经系统概述	196
第二节	神经系统的感觉功能	201
第三节	神经系统对躯体运动的调控	215
第四节	自主神经系统对内脏活动的调节	227
第五节	脑的高级功能——运动机能的学习与记忆	231
第六节	运动中神经系统对人体功能的整合	237

第二篇 体育教学与运动训练的生理学

第九章	运动训练若干问题的生理学分析	243
第一节	运动训练原则	244
第二节	训练课各阶段的生理分析	247
第三节	全年训练与专项体能训练周期	251
第四节	训练的生理监控与训练水平的生理评定	254
第五节	过度训练、停训与恢复训练	258
第十章	肌肉力量	263
第一节	肌肉力量及其影响因素	264
第二节	肌肉力量的测评	269
第三节	肌肉力量的训练	271
第十一章	有氧和无氧运动能力	281
第一节	运动时和运动后的氧动力学	282
第二节	有氧运动能力	285
第三节	无氧运动能力	307
第十二章	运动性疲劳和恢复过程	316
第一节	运动性疲劳	317
第二节	恢复过程	323
第十三章	儿童少年和体育运动	330
第一节	儿童少年的生理特点	331

第二节	儿童少年身体素质的发展	336
第三节	中学体育教学和业余训练的负荷阈	344
第四节	运动定向的生理学依据	350
第十四章	女性和体育运动	355
第一节	身体组成、结构和功能的性别差异	356
第二节	卵巢的功能	358
第三节	月经周期、妊娠和运动	361
第四节	妇女对运动和训练的反应和适应	365
第十五章	环境与运动	370
第一节	体温调节	371
第二节	热环境与运动	376
第三节	冷环境与运动	381
第四节	水环境与运动	383
第五节	高原环境与运动	386
第六节	大气污染与运动	390
第十六章	运动与免疫	394
第一节	概述	395
第二节	运动对免疫功能的影响	400

第三篇 体适能和健康生理学

第十七章	体适能	411
第一节	体适能概述	412
第二节	健康体适能的评价	415
第三节	健康体适能的运动处方	423
第四节	特殊人群的健身运动	431
第十八章	身体组成、肥胖和运动减肥	441
第一节	身体组成的测定及评定	442
第二节	超重与肥胖	444
第三节	运动与减肥	449
第十九章	老年人与健身运动	452
第一节	寿命、衰老与长寿	453
第二节	老年人体适能与运动	457
第三节	老年人的健身运动方案	461
主要参考文献		464
附录一 若干常用生理参数旧制计量单位和法定国际单位制换算表		466

附录二 度量衡对照表	467
索引	469

绪 论

【绪论导读】

绪论是本书的开篇。首先,它明确指出运动生理学的研究任务及其基本研究方法,随后提出了若干基本概念及其相关内涵,如稳态、兴奋、反应和适应等,这些基本概念及其内涵都有很强的通用性,像一条红线贯穿于全书各章中,以后将结合各章的学习目标,对其具体内容进行深入的阐述。本章还介绍了运动生理的发展概况。

【学习目标】

1. 明确运动生理学的研究对象任务和研究的基本方法。
2. 掌握稳态、兴奋性、反应和适应等基本概念及生理功能的稳态调节三种方式和反馈调节。
3. 熟知运动反应和训练适应的特性。
4. 了解运动生理的发展概况。

一、运动生理学的研究对象、任务和方法

(一) 运动生理学的研究对象和任务

运动生理学(exercise physiology)是人体生理学(human physiology)的一个分支,人体生理学是研究人体功能活动发生发展及其调控规律的科学,运动生理学是研究人体在一次运动练习(急性运动)或反复运动中(慢性运动或训练)的功能发展变化规律的科学。亦即是阐明运动和训练时人体功能活动发生的变化和产生这些功能变化的原因,为引导人们合理地进行健身锻炼,科学地组织体育教学和运动训练,提供科学依据,以实现健康促进和提高体适能和运动成绩的目的。

(二) 运动生理学研究的基本方法

运动生理学是一门实验科学,其研究对象是人,它的知识主要是通过对人体的实验和测定而得到的。但动物实验也是运动生理学一项常用的实验方法,特别是当某些实验需要损伤机体时。

1. 人体实验和测定法

(1) 运动现场测定和监控法:运动现场测定和监控方法是在运动现场对运动者在运动中(包括运动前、运动中、运动后和恢复期或运动中完成不同练习后),某些生理变化进行测定和监控。这种研究方法的特点是不仅符合运动的实际情况,且由于对运动中的生理变化进行监控,能及时提出相应的干预措施。随着无线电遥测和微型磁带记录的使用,已能在运动过程中连续对一些重要生理功能的活动进行测定和监控,如心脏的活动(心率和心电图);呼吸频率、皮肤和深部体温等。同时,由于便携式气体分析仪的使用,可在室外自由活动情况下测定吸氧量。

(2) 实验训练法:实验训练法是让受试者按照一定研究目的而设计的实验方案。在实验室内利用一定的训练器械,如跑台(treadmill)、自行车功量计(cycle ergometer),各种力量训练装置进行实验训练,并在训练前后对其生理功能变化进行测定,以了解各种锻炼和训练方法(如不同训练方式,不同训练强度、时间、频率等)生理变化特点,以及它对人体生理功能的特定影响。

(3) 功能测试和评定:功能测试和评定是通过对不同年龄不同性别的经常锻炼者和不锻炼者,或不同训练水平,不同运动项目的运动员在同一条件下如安静时、定量工作时、最大量工作时各种生理功能状态或变化进行测定,以了解体育锻炼和运动训练对提高人体各种生理功能的作用。

2. 动物实验法

动物实验方法一般分为慢性实验和急性实验两类,慢性动物实验方法主要是在无菌条件下对健康动物进行手术,暴露要研究的器官或摘除某一器官,然后尽

可能在接近通常生活的条件下,观察其功能变化,如摘除雄性性腺后,观察肌肉体积及力量的变化。急性动物实验又可分为在体与离体两种。在体实验方法是指在麻醉的条件下剖开动物,对某一器官的功能进行观察,如观察各种神经、体液因素对动脉血压的影响;离体实验法是从动物体中取出某一器官或组织置于适宜的环境下,对其他的某项功能进行观察,如从蛙体内分离出坐骨神经和腓肠肌标本,以观察肌肉的收缩功能。



[小结]

- 运动生理学是研究人体在急性运动和训练中人体功能发展变化规律的科学。
- 常用的人体运动生理实验方法有:① 运动现场测定和监控法;② 实验室训练法;③ 功能测试和评定。

二、稳态——生理学的研究主题

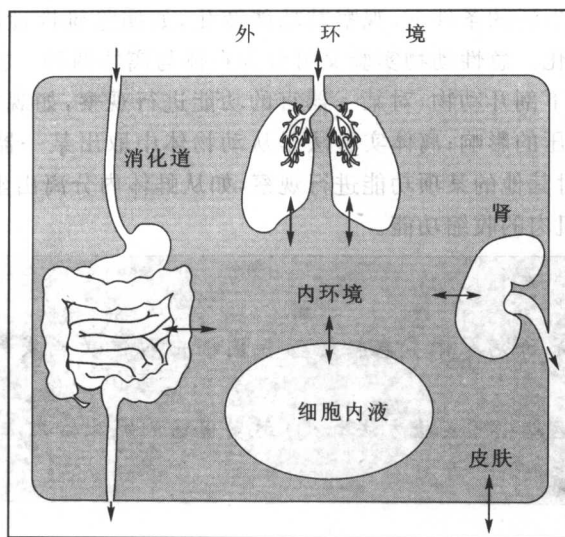
(一) 内环境(internal environment)

整个人体所生活的大气环境称外环境;而人体内每个细胞所浸浴的液体环境称内环境。它由组织液和血浆构成。

内环境是体内细胞与外环境进行物质交换的桥梁。通过它,体内各个细胞虽不与外环境直接接触,但都能与外环境进行物质交换,实现新陈代谢这一基本生命活动。亦即是外环境不断地把各个细胞所需要的 O_2 和营养物质,通过呼吸、循环、消化系统的活动,不断地送入到内环境,再进入细胞中供其利用。同时,各个细胞所产生的 CO_2 和代谢废物,既排入内环境,又通过呼吸、循环和泌尿系统的活动排泄到外环境,从而实现细胞与外环境的物质交换(图绪-1)。

(二) 稳态(homeostasis)

在正常的情况下,内环境中的各种理化成分(如温度、酸碱度、渗透压、 O_2 和 CO_2 分压等)都保持相对稳定,只在一定范围内波动,且只有内环境理化性质保持相对稳定,机体才可能生存。但内环境理化性质的相对稳定并不是一种凝固状态,而是各种物质在不停地转换中达到平衡状态,即动态平衡,美国生理学家坎农(Canon)将内环境的这种动态平衡状态及其调节过程称为稳态。稳态的概念虽然最初用来描述内环境理化性质的相对稳定,实际上从细胞、器官、系统乃至整个人体,它们的功能活动通常也都是在变化的内外环境中保持动态平衡,只在一定范围内波动,这些也都是稳态的表现。例如,在正常情况下,人体中的动脉血压、体温均保持相对的稳定,就整个机体来说,稳态的维持是体内各细胞、器官、系统进行正常功能活动以维持一个生命过程的基础。例如,体温过高过低,



图绪-1 浸浴在内环境的活细胞通过
内环境与外环境进行物质交换示意图

血压的过高过低,都将影响机体正常的功能,严重时,甚至危及生命。稳态的维持是通过各器官系统相互协调来实现的,生理学的研究目的,不仅是研究各器官系统的功能和发生机制,更重要的是探索它们如何协调合作来维持一个生命活动所需的基础——稳态。这也说明,稳态为何是生理学研究的主题。

人们不仅要研究机体如何通过其现有的功能水平相互协调来维持稳态,以便在稳态发生强烈的偏移时,采取相应的干预措施(如药物)来纠正。还可通过运动适应这一主动措施有目的地提高相应器官系统的功能能力,从而提高其保持稳态的能力或耐受更大稳态变化的能力。这也是体育锻炼有益于健康的重要机理和目的。

(三) 生理功能的稳态调节

人体生活在不断变化的内外环境中,如人体运动时,由于肌肉活动的增强,体内将产生一系列的变化,如体温上升、 CO_2 增加,从而导致稳态出现较大的波动。因此,多种相关功能活动也发生相应变化,如皮肤泌汗增加,加强了散热,使体温下降,呼吸活动增强,以排出更多的 CO_2 ,稳态又保持相对稳定。可见,机体稳态的维持是在机体的功能调节机制的调控下,通过多个器官系统的功能活动相互协调而实现的。

机体对各器官系统功能的调节,主要是通过下列三种方式实现的:

1. 神经调节(nervous regulation)

神经调节是人体内最重要的调节机制,其基本方式是反射。所谓反射,是指在中枢神经系统的参与下,机体对内、外环境变化产生的适应性反应。实现反射所必需的结构基础称反射弧,包括感受器、传入神经、中枢神经、传出神经、效应器5个环节,缺一不可。例如,实现听枪声起跑这个反射活动,首先是枪声刺激了听感受器,激发它产生神经冲动,由传入神经传到有关中枢,经中枢分析处理后,再发出信息(指令),沿传出神经分别送到有关骨骼肌和内脏器官,引起有关骨骼肌有规律的活动,产生起跑动作,同时呼吸、循环等内脏器官也发生相应的协调活动,如心搏频率加快,呼吸活动暂停等。

2. 体液调节(humoral regulation)

体液调节一般是指由内分泌腺和散在某些器官的内分泌细胞分泌出称之为激素(hormone)的化学物质,通过血液循环,运送到全身某一器官,调节它们的功能活动。例如,甲状腺分泌甲状腺激素调节全身的能量代谢,肾上腺髓质分泌的肾上腺素,通过血液循环,到达心脏和血管,调节心血管活动。心脏中散在的内分泌细胞释放的心钠素,具有强烈的利尿和利钠作用等。

在体液调节中,不少内分泌腺本身是直接或间接受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,相当于反射弧上传出道路的一个延伸部分,可称为神经-体液调节。

除激素外,某些组织细胞所产生的一些化学物质或代谢产物,可在局部组织液内扩散,改变附近的组织、细胞的功能活动,这也可看作是一种体液调节,称为局部体液调节。例如,当组织细胞的酸性代谢产物增加时,可使局部的血管舒张,血流量增加,从而使蓄积的代谢产物较快地被消除。

3. 自身调节(auto regulation)

自身调节是指内外环境变化时,器官、组织、细胞自身不依赖于神经或体液调节而产生的适应性反应。例如,心肌收缩产生的力量在一定范围内与收缩前心肌纤维的长度成正比,即收缩前心肌纤维越长,收缩时产生的力量越大。因此,当心室中充盈的血量增多时,心室肌纤维即被拉长,收缩力量因而加大,搏出的血量也增多,结果心容量又保持相对的恒定。一般来说,自身调节的幅度较小,也不十分灵敏,但对于生理功能调节有一定意义。

(四) 反馈在稳态调节中的作用

机体在实现反射过程中,不仅有反射中枢不断向效应器发出传出信息,以触发、控制效应器的活动,而且效应器也不断有信息送回到反射中枢,以便反射中枢根处效应器的具体情况不断纠正和调整它对效应器的影响。由效应器回输到反射中枢这种信息,称为反馈信息,回输过程即称为反馈(feedback)。反馈按其起作用分为两类:

1. 正反馈(positive feedback)

若反馈信息的作用是增强反射中枢对效应器的影响,即称为正反馈,如排尿反射,当排尿一开始,来自膀胱的反馈信息就使排尿过程逐步加强直至完成排尿。

2. 负反馈(negative feedback)

若反馈信息的作用是减弱反射中枢对效应器的影响,即称负反馈。在人体内,负反馈联系不仅是大量的而且是维持稳态的重要调节途径。例如,人体中正常动脉血压的保持,就是通过负反馈机制而实现的。当体内血压升高时,大动脉中的压力感受器把这一信息反馈到心血管调节中枢,从而使其减弱对增高血压的影响,血压降低;反之,当体内血压过分降低时,又可通过反馈联系,减弱血压调节中枢对降低血压的影响,从而使血压在正常情况下,经常稳定在一定水平。

(五) 前馈调节(feedforward control)

负反馈调节虽是维持稳态的重要途径,但这种调节方式是有缺点的。因为,只有在外界干扰使受控的生理活动出现偏差以后,负反馈调节才发生作用,所以总要滞后一段时间才能纠正偏差。而前馈调节能在一定程度上弥补这一缺陷。所谓前馈,是指干扰信息在作用于效应器某一生理活动的同时,还可通过感受器直接作用于中枢部分。这就有可能在某一生理活动未出偏差而引起负反馈调节之前,中枢即可对可能出现的偏差,预先发出纠正信号,使调节具有预见性(anticipates)。例如,运动员在临近比赛或训练时,虽然此时肌肉活动尚未增强,但心跳、呼吸等内脏功能活动就已加快加强了。这是由于环境中产生的与比赛、训练有关的各种刺激,刺激了眼、耳等感觉器官,通过前馈调节,对内脏功能发生调节的结果,从而使具有一定惰性的内脏功能提前动员,当肌肉活动开始后,就能迅速与之相协调,而使内脏活动不致滞后于肌肉活动。



[小结]

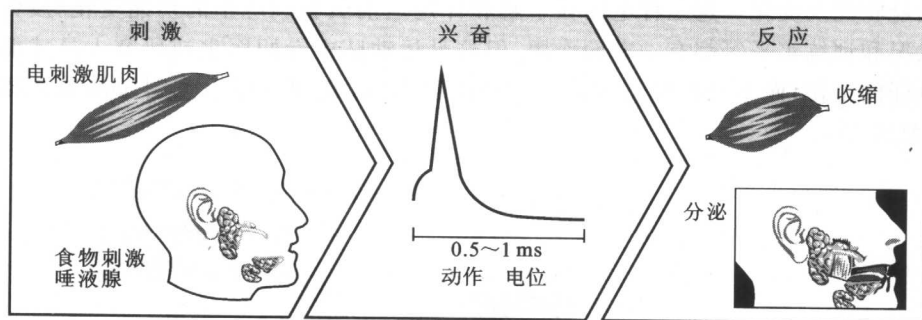
- 细胞浸浴的液体环境称内环境,它由血浆和组织液构成。
- 内环境是细胞与外环境进行物质交换的桥梁。
- 内环境的理化性质保持动态平衡状态及其调节过程称为稳态。稳态的维持是体内各细胞、器官系统能进行正常功能活动以维持一个生命活动的基础。
- 生理功能的稳态调节方式主要有三种:神经调节、体液调节、自身调节。
- 负反馈的作用是减弱反射中枢对效应器的影响,在人体内,负反馈是维持稳态的重要调节途径。
- 前馈调节指对某一生理活动可能出现的偏差,预先发出纠正信号,使调节具有预见性。

三、兴奋和兴奋性——反应和适应的前提

(一) 兴奋(excitation)和兴奋性(excitability)

当机体生活的环境发生变化时,细胞、组织或机体的内部代谢和外部表现都将发生相应的改变,这种改变称为反应。环境中各种能引起机体反应的变化称为刺激(stimulation)。

实验发现,当各种组织受到刺激时,虽然其外部反应表现可能不同,如肌细胞表现为机械收缩,腺细胞表现为分泌活动等,但它们都有一个共同的最先出现的反应,这就是在受到刺激处的细胞膜两侧,产生一次电位变化,称作动作电位(action potential)。各种细胞所出现的上述特有的外部表现都是由动作电位进一步触发或引起的。因此,在生理学中,将组织受刺激后产生动作电位的过程或动作电位本身称为兴奋,组织这种受刺激后产生兴奋的能力则称为兴奋性。实际上,几乎所有的活组织都具有一定的兴奋性,尤其神经、肌肉和某些腺细胞的兴奋性较高。上述刺激→兴奋→反应之间的关系见示意图绪-2。



图绪-2 刺激→兴奋→反应关系示意图

兴奋和兴奋性是一切生物体所具有的基本功能。由于这一功能的存在,就使生物体能对环境变化做出适宜的反应,以适应环境的变化;当细胞、组织严重受损,而使其兴奋性发生障碍甚或丧失时,就不能对环境变化做出相应的反应和适应,严重时甚至危及生命。所以,兴奋和兴奋性的存在是机体能产生反应和适应的前提。

细胞膜受刺激而兴奋时,为什么在受到刺激处的细胞膜两侧,会产生一次电位变化,即动作电位呢?这是因为,细胞处于安静状态时,细胞膜两侧存在一外正内负的电位差,称静息电位(resting potential)或膜电位(membrane potential),静息电位为负值。只要细胞未受到外界刺激,静息电位的负值就稳定于某一固定数值,静息电位值这种稳定状态,也称做极化状态(polarization),其成因主要是细胞膜内外 Na^+ 、 K^+ 存在的巨大的浓度差和膜对它们具有选择通透性,