

实用运动生理学教程

SHIYONGYUNDONGSHENGLIXUEJIAOCHENG

主 编 张宏煜 李犁难
副主编 范颜辉 齐 明 王大凤



黑龙江教育出版社

实用运动生理学教程

主 编:张宏煜 李犁难

副主编:范颜辉 齐 明 王大凤

黑龙江教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

实用运动生理学教程/张宏煜,李犁难主编. —哈尔滨:黑龙江教育出版社,2008

ISBN 978 - 7 - 5316 - 5112 - 3

I. 实… II. ①张…②李… III. 运动生理—生理学—师范大学—教材 IV. G804.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 133567 号

实用运动生理学教程

SHIYONG YUNDONG SHENGLIXUE JIAOCHENG

张宏煜 李犁难 主编

责任编辑	徐永进
封面设计	赵禹
责任校对	夏为
出版发行	黑龙江教育出版社 (哈尔滨市南岗区花园街 158 号)
印 刷	哈尔滨太平洋彩印有限公司
开 本	880 × 1230 毫米 1/32
印 张	13.875
字 数	350 千
版 次	2008 年 8 月第 1 版
印 次	2008 年 8 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978 - 7 - 5316 - 5112 - 3/G · 3984
定 价	28.00 元

编写说明

《实用运动生理学教程》是在高职高专院校体育教育专业没有统编教材的情况下编写而成的。并以作为内部教材使用三年。

《实用运动生理学教程》是针对高职高专的专科层次体育专业的实际编写的,根据学生实际,为使不同层次的学生能学到应该学到的知识及部分学生在专科层次结束后能升入上一级的本科院校,提供科学与实用的运动生理学教材。经过三年的试用,参编同志和使用学校多次研讨,认真听取了使用学校的意见,对教材的体系、内容、重点以及教学方法改革等方面,进行了深入的研讨,并对本教材的初稿进行了多次的修改和调整。

本教材的主要特点:一是从体育专业专科学生的实际情况出发,注重实用性;二是吸收了国内外的最新知识,如高原训练、运动与免疫、过度训练等内容。开阔了学生的眼界,提高了学生对运动生理学全新的认识;三是注重了应用性。《实用运动生理学教程》在传授基础知识的同时,加强了应用方面的内容介绍,突出了运动生理学的理论与方法;四是面向全民健身,注重适用性。《实用运动生理学教程》增加了一些运动健身生理学的内容。

本教材由鹤岗师范高等专科学校组织编写,参加编写的人员有:张宏煜(第1、2、3、4、5、6、7、8、9章,约10万字);李犁难(绪论、第23、24、25章,约5万字);范颜辉(第10、11、12、13章,约5万

字);齐明(第19、20、21、22章,约5万字);王大凤(第14、15、16、17、18章,约5万字)。

参加本书编写的还有刘岩、原志全、张超、李保国、毕克林、杨胜海、夏秀德、韩士迁等。

本教材在编写与审稿中得到了黑龙江省部分高校领导和专家的大力支持与帮助;在出版过程中得到了黑龙江教育出版社的鼎力相助,在此对为本书付出辛勤劳动的领导、专家与教授表示衷心的感谢。

由于参编人员的业务水平有限,本书一定有很多不足之处,敬请批评指正。

编 者
2008年7月

目 录

绪 论	(1)
第一章 神经与肌肉	(10)
第一节 神经与肌肉间的兴奋传递	(10)
第二节 肌肉的收缩	(16)
第三节 肌纤维类型与运动能力	(30)
第二章 血 液	(36)
第一节 血液的功能	(36)
第二节 血量与血型	(45)
第三节 运动对红细胞数量的影响	(47)
第三章 血液循环	(51)
第一节 心脏的泵血功能	(52)
第二节 血流与血压	(61)
第三节 心血管活动的调节	(72)
第四章 呼 吸	(88)
第一节 肺通气	(89)
第二节 气体的交换与运输	(97)
第五章 人体的有氧工作能力	(107)
第一节 运动中氧的供需	(107)
第二节 有氧工作能力的评定	(110)

第六章 物质代谢	(118)
第一节 消化与吸收	(118)
第二节 糖类代谢	(122)
第三节 脂类代谢	(127)
第四节 蛋白质代谢	(129)
第五节 代谢终产物的排除	(134)
第七章 能量代谢	(142)
第一节 能量代谢过程与测量	(142)
第二节 运动与供能系统	(148)
第八章 感觉器官	(159)
第一节 感受器和感受器官	(159)
第二节 视觉器官	(161)
第三节 听觉和位觉器官	(169)
第九章 激素	(178)
第一节 内分泌腺和激素	(178)
第二节 激素与运动	(182)
第十章 中枢神经系统的功能	(191)
第一节 中枢神经系统的感觉传导功能	(191)
第二节 中枢神经系统对身体运动的调节	(195)
第三节 中枢神经系统对内脏活动的调节	(203)
第四节 中枢神经系统的高级功能——条件反射	(205)
第十一章 运动技能形成的生理学基础	(211)
第一节 运动技能形成的生理机制	(211)
第二节 运动技能形成过程及影响因素	(215)
第十二章 身体素质的生理学分析	(220)
第一节 力 量	(220)
第二节 速度与速度耐力	(228)
第三节 耐 力	(231)

3

第三节	月经周期、妊娠与运动能力	(335)
第二十章	老年人的生理特点与体育运动	(340)
第一节	年龄与衰老	(340)
第二节	老年人生理特点与健身作用	(343)
第三节	老年人健身运动原则	(352)
第二十一章	生物节奏与运动能力	(355)
第一节	生物时间	(356)
第二节	运动员的生物节律特征	(359)
第三节	运动员生物节律模型的建立和应用	(361)
第四节	人体生物节律的调整	(363)
第五节	激素节律变化与运动员选材	(368)
第二十二章	免疫机能与运动能力	(373)
第一节	免疫系统概述	(373)
第二节	运动性免疫机能	(378)
第三节	运动性免疫抑制	(381)
第二十三章	运动员营养	(388)
第一节	运动与营养	(388)
第二节	运动营养补充方式	(392)
第三节	运动营养补充的误区	(402)
第二十四章	过度训练、停训与恢复训练	(406)
第一节	过度训练	(406)
第二节	停 训	(414)
第三节	恢复训练	(418)
第二十五章	运动员科学选材	(421)
第一节	运动员科学选材概述	(422)
第二节	骨发育与运动员科学选材	(426)
第三节	体能类运动员科学选材	(429)
第四节	技能类运动员科学选材	(433)

绪 论

一、运动生理学的任务、研究对象与方法

运动生理学是人体生理学的一个分支,是专门研究人体的运动能力和对运动的反应与适应过程的科学,是体育科学中一门重要的应用基础理论科学。

运动生理学是体育教育专业的专业基础理论课,学习运动生理学的目的:一是在了解人体基本生理活动规律的基础上,进一步探讨体育锻炼与运动训练对人体功能所产生的反应、适应变化及其规律;二是掌握体育锻炼及运动训练的基本生理学原理,特别是青少年生理功能的年龄、性别特征与体育锻炼的关系,为科学地从事体育教学和青少年业余训练提供生理依据;三是初步掌握评定人体功能的几种主要测试方法,并能运用于体育教学与运动实践。

运动生理学主要以人体为研究对象,通过人体的实验或测试而了解机体各种功能发展变化的规律。但也可以动物作为实验材料,特别是那些对机体有严重损伤甚至危及生命的实验,则只能以动物实验才能实现。对人体的实验和测试的常用方法:一是运动现场测定法。这类方法是在运动现场直接对运动者在运动时(包括运动前、运动中、运动后即刻和恢复期)某些生理数据的变化进行测定。这种方法的特点是符合运动的实际情况,而且随着遥测仪器的广泛使用,已能在运动过程中直接对某些生理指标进行测

定,如心率。但由于易受运动环境、运动者的心理状态等因素的影响,研究条件不易控制,给测量结果的准确性和精确分析造成一定的困难;二是实验研究法。此类方法是让受试者按照研究目的所设计的运动方式和训练方案,在实验室内利用一定的训练器械,如跑台、自行车功量计等进行模拟训练或功能测试,以了解各种锻炼和训练方法的生理变化特点和这些变化对机体某些生理功能的特定影响;三是血乳酸的测定。

二、生理机能的基本特征

新陈代谢、兴奋性、应激性、适应性和生殖是人体生命活动的基础,也是一切生物体所共有的基本生理特征。

(一) 新陈代谢

新陈代谢是指机体在生存过程中不断地摄取营养物质,以建造自身的特殊结构,同时又不断地破坏自身衰老的结构,即不断地更新其体内各结构成分。它是生命最一般的和最显著的现象,也是生命存在的必需条件。新陈代谢包括两个过程:一是机体与外界环境之间的物质和能量交换;二是机体内部物质能量的储存与释放。新陈代谢一旦停止,生命也就终止。

(二) 兴奋性

在生物体内可兴奋组织具有感受刺激、产生兴奋的特性,称为兴奋性。能引起可兴奋组织产生兴奋的各种环境变化称为刺激。神经、肌肉和腺体等组织受刺激后,能迅速地产生可传播的动作电位,即发生兴奋,这些组织被称为可兴奋组织。在生理学中将这此可兴奋组织接受刺激后产生的生物电反应过程及表现,称之为兴奋。因此,可兴奋组织感受刺激产生兴奋能力程度的高低反映了该组织兴奋型程度的高低。

可兴奋组织有两种基本的生理活动过程:一是有相对静止状态转变为活动状态,或是兴奋性由弱变强,这种活动是兴奋活动;二是由活动状态转变为相对静止状态,或是兴奋性由强变弱,这种

活动是抑制活动,两者既对抗又协调,并可相互转化。因此,兴奋和抑制是对立统一的生理活动过程。

(三)应激性

人体内各种组织对外界环境变化(刺激)具有不同的反应,如肌肉表现为收缩,腺体表现为分泌,神经的反应则表现为发放并传导神经冲动。而其他组织,如上皮、骨胳等受到刺激后则表现为细胞代谢发生变化等。机体或一切活体组织对周围环境变化具有发生反应的能力或特性称为应激性。活组织应激性的表现形式是多方面的,既可以是生物电活动,也可以是细部的代谢变化。而兴奋性则只是可兴奋组织受到刺激后发生生物电变化的过程。因此,具有兴奋性的组织必然具有应激性,而具有应激性的组织比一定具有兴奋性。

(四)适应性

机体不仅能感受环境因素的变化而发生一定的反应,特别有意义的是,通过这种反应,能够随着环境的变化,不断地调整自身各部分之间的关系,使得机体内部情况能够经常维持相对稳定,从而有利于在不断变化着的环境中进行正常的生理活动。机体的这种能根据外界情况而调整内部关系的生理特性,称之为适应性。

人类所处的环境温度、湿度及气压等条件经常发生变化,机体的内环境也在不断改变。但是,人体对内外环境的变化都能产生相应的暂时变化,以维持与环境变化相平衡,此即为反应。前已叙述,反应有两种表现形式,即兴奋与抑制。若在环境长期变化的影响下,人体的形态和功能将发生相应的持久性变化,此称之为适应。例如,长期生活在高原地区的人,其肺活量较大,血红蛋白含量也较高,此乃是对高原氧分压低所产生适应的结果。

体育锻炼或运动训练对人体的影响同样如此。通常,把在运动中人体一次练习时所出现的暂时性功能变化称为反应,如心率加快、呼吸加深等,这些变化在运动停止后短时间内便可消失。假

如几周、几月或几年反复地进行同类练习(即训练),则将导致机体持久的形态与功能的变化,称之为适应。例如,长期系统的耐力训练,可使心肌收缩力加强,每搏输出量增加等,这些就是机体对耐力训练产生适应的结果,其意义在于提高机体耐力运动的能力,以维持更长的运动时间。显然,机体所产生的适应性变化,使人体功能能力得到了提高。

(五)生殖

生物的生命是有限的,必须通过生殖过程进行自我复制和繁殖,使生命过程得到延续。生殖主要是通过两性交配实现的,是生命的基本活动。但是,近几年由于生物技术的发展,可以通过克隆技术使生命得到复制,传统的生殖理论和观念受到挑战。

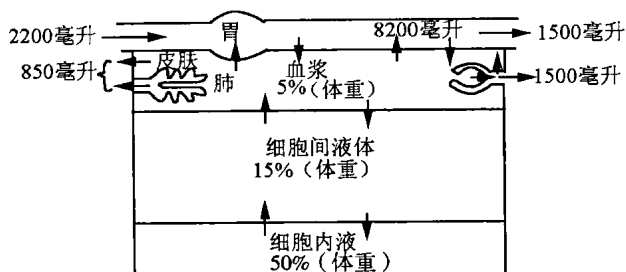
三、生理机能的协调

(一)机能的完整统一

在进化过程中,机体的结构与机能一方面不断地分化与特殊化,另一方面又不断地加强整体性与统一性。即使不同的组织、细胞、器官和系统的分工不同,但是它们所进行的活动也不是彼此孤立的,而是密切配合、协调一致的。例如,人体进行运动时,不仅有关肌群的舒缩活动在时间与空间上配合恰当,而且心脏活动加强,呼吸加深、加快,肌肉血管舒张,这样,可以加速气体交换以供肌肉更多的氧和养料,并尽快带走废物和二氧化碳。所有这些活动,都配合着肌肉的活动。由此可见,机体是作为一个整体而活动生存的。

(二)内外环境的统一

1. 体液与内环境 机体内的液体称体液,全身体液总量约占体重的60%。按其所分布部位,可分为细胞内液和细胞外液(主要包括组织液与血浆),前者约占体重的40%,后者约占体重的20%(图绪-1)。



图绪-1 体液分布及其物质交换示意图(箭头示物质交换的方向)

人和所有生物体都生活在一定的自然环境中,这一自然环境即为机体的外环境。与此相对应的细胞外液则是细胞直接的生活环境,称之为机体的内环境。内环境是体内细胞与外界环境进行物质交换的场所。因为,体内细胞和外界环境之间的物质交换,只能通过细胞外液进行,即机体摄入的各种营养物质,必须通过细胞外液才能进入细胞;而细胞的代谢产物也是先进入细胞外液,最后才能排出体外,从而实现生命活动的基本特征新陈代谢。

2. 稳态 机体的机能是在其与所生存的环境不断地相互作用下而发展起来的。当机体周围环境发生变化时,常使机体的状态和活动发生相应的改变,以保持与环境的统一、维持机体正常的生命活动。例如,在高温环境刺激下,机体皮肤血管扩张,血流量增多,泌汗活动加强,以蒸发汗液带走热量而维持体温的相对恒定。实际上,机体能在一定范围内摆脱环境变动的影响,保持机体内部环境的相对稳定,使生命活动仍能正常进行。

稳态的维持有利于机体内存在的自我调节机制发挥作用。例如,当内、外环境中的变化使内环境的理化性质发生明显偏移时,体内自我调节机制则使内脏系统(呼吸、循环、排泄)的活动发生相应的变化,以使内环境的理化性质不致于过分偏移,从而保持相对的稳定。从整个机体来说,通过内脏器官活动所维持的内环境的相对稳定,是体内各细胞、器官进行正常活动的基础。若内脏功能

严重紊乱而致使稳态难以维持时,新陈代谢将不能正常进行,甚至危及生命。

训练可提高内脏器官功能能力,如使肺通气功能加强,心输出量增加及血液中酸碱缓冲能力提高等,从而增进了机体维持稳态的能力;训练还可提高机体对稳态偏移的耐受力,如优秀短跑运动员,对酸性代谢产物(如乳酸)具有很高的耐受能力。所以,经系统训练者,其机体的工作能力和对内外环境变化的适应能力将大大增强。

(三)调节方式

高等动物和人类的机体之所以能够以统一整体的形式进行互相配合、互相协调的各种生命活动,而不致于互相干扰或排斥,乃是有赖于体内神经及体液等复杂生理调节机制得以实现的。

1. 神经调节 神经调节是指通过神经系统的活动对生命活动及各种机能活动进行的调节作用,它是人体内最重要的调节机制,其基本活动方式是反射。所谓反射,是指在中枢神经系统的参与下,机体对环境变化产生的适应性变化。例如,强光照射使瞳孔缩小,运动时引起心跳加强加快,呼吸加深加快等都属于反射。实现反射所必需的结构基础为反射弧,构成反射弧的五个环节是:感受器→传入神经→神经中枢→传出神经→效应器,五个环节,缺一不可。每一种反射,都有一定的反射弧。所以,一定的刺激,便引起一定的反应。例如,径赛中起跑这个反射活动的实现,首先是枪声刺激听觉感受器,激发听觉感受器产生神经冲动,经传入神经(听神经)传到听觉中枢,经中枢分析处理后,再发出传出信息,沿传出神经分别传到骨骼肌和内脏器官,引起有关骨骼肌有规律地活动,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,如心搏频率加快等。

反射可分为非条件反射和条件反射两类。非条件反射是生来就有的固定反射,是一种较低级的神经活动。条件反射是在非条

件反射的基础上形成的,是人或高等动物个体在生活过程中建立起来的,是后天获得的一种高级神经活动(参阅神经系统章)。

2. 体液调节 主要由体内的内分泌腺释放的激素,通过血液循环,选择性地作用于有关器官(靶器官),从而调节人体的新陈代谢、生长发育、生殖等重要功能。因为激素是通过血液运输而发挥作用的,所以把此种方式称为体液调节。例如,由胰岛的 α 细胞分泌的胰高血糖素,经血液循环运送到肝脏,加速肝糖元的分解,促进糖的异生,而使血糖升高。除此之外,组织中酸性代谢产物的增加,可引起局部血管舒张,增加局部血流量,有利于代谢产物的清除,这是一种局部性的体液调节。

3. 自身调节 是指组织和细胞在不依赖于外来的神经调节或体液调节情况下,自身对刺激发生的适应性反应过程。例如,骨骼肌或心肌收缩前的长度能对收缩力量起调节作用。在一定范围内肌肉的初长度增加时,肌肉的收缩力量会相应增加,而肌肉的初长度缩短时收缩力量就减小。一般说来,自身调节的幅度较小,也不十分灵敏,但对于生理功能的调节仍有一定意义。有时一个器官在不依赖于器官外来的神经或体液调节情况下,器官自身对刺激发生的适应性反应过程也属于自身调节。

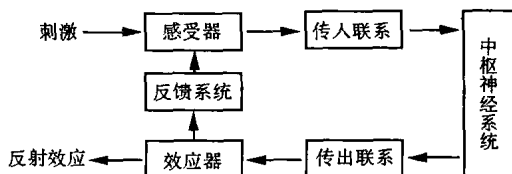
4. 生物节律 生物体在维持生命活动过程中,各种生理功能会按一定的时间顺序发生周期性变化,这种生理机能活动的周期性变化,称为生物时间结构,或称为生物节律。生物节律可按其发生的频率高低分为近似昼夜节律、亚日节律和超日节律三大类。

由于生物体内生理活动的节律性变化,使生物体内、外环境的程序化变化具有生物“预见性”,产生了更完善的适应过程。

(四)调节机制中的反馈作用

在机体机能调节过程中,控制者与被控制者,调节者与被调节者之间,存在着环形的闭合联系(图绪-2),即存在着往返的双向信息联系。来自受控部分的返回信息(即反馈信息)通过一定的途

径送回控制部分,对其所发出的控制信息予以必要的修正和调整,从而实现自动控制的精确调节。



图绪-2 反射调节系统反馈联系模式图

这种来自受控部分返回信息对控制部分的调控作用,称之为反馈作用或反馈调节。反馈按其所起的作用可分为两类:若反馈信息的作用是增加反射中枢对效应器影响的称之为正反馈,如排尿反射等;假如反馈信息的作用是减弱反射中枢对效应器的影响称为负反馈。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途径。例如,餐后血糖浓度升高时,通过对胰岛的刺激,使其胰岛素(一种激素)分泌增加,它的综合效应是使血糖浓度下降。但胰岛素并不是无限制的分泌,血糖浓度也并非无限制的下降。因血糖浓度降到一定水平时,将通过负反馈作用而抑制胰岛素分泌,从而使血糖浓度维持相对恒定。另外,维持人体血压相对稳定的减压反射也属于负反馈调节。

参考文献

- [1] 张镜如等. 生理学. 第四版. 北京:人民卫生出版社,1994.
- [2] 钟国隆. 生理学. 第三版. 北京:人民卫生出版社,1998.
- [3] 朱思明等. 医学生理学. 北京:人民卫生出版社,1998.
- [4] 杨锡让编著. 实用运动生理学. 北京:北京体育学院出版