

体育运动学校教材

人体生理学

体育运动学校
《人体生理学》教材编写组编

人民体育出版社

(京)新登字 040 号

图书在版编目 (CIP) 数据

人体生理学/体育运动学校《人体生理学》教材编写组
编. --3 版. --北京:人民体育出版社, 1998

体育运动学校教材

ISBN 7-5009-1548-9

I. 人… II. 体… III. 人体生理学-教材 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 26958 号

人民体育出版社出版发行
冶金出版社印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 32 开本 9.25 印张 200 千字

1984 年 5 月第 1 版 1992 年 6 月第 2 版

1998 年 4 月第 3 版 1998 年 4 月第 15 次印刷

印数: 214 331~251 1930 册

*

ISBN 7-5009-1548-9/G · 1447

定价: 9.00 元

社址: 北京市崇文区体育馆路 8 号 (天坛公园东门)

电话: 67143708 (发行处) 邮编: 100061

传真: 67116129 电挂: 9474

(购买本社图书, 如遇有缺损页可与发行处联系)

前 言

为适应我国社会主义市场经济体制和教育、体育改革的需要,进一步提高体育运动学校办学质量和效益,培养德智体全面发展的优秀体育后备人才和社会需求的中等体育专业人才,根据1996年全国职业教育工作会议有关精神和国家体委修订下发的《三年制中等体育专业教学计划》及体育运动学校教学大纲,从目前我国社会对中等体育专业人才的需求和体育运动学校的实际出发,我们在原体育运动学校教材及试用教材的基础上重新修订和编写了这套体育运动学校教材,供三年制体育运动学校学生使用,也适用于其他中等体育专业学校。

体育运动学校教材由国家体委群体司组织编写,编写领导小组组长:谢亚龙。副组长:裴家荣、田文惠。成员:李今石、丛明礼、史勇。

这本《人体生理学》教材于1992年出版了第2版,这次是在该版本的基础上做了进一步的修订和编写。参加修订和编写工作的有(按姓氏笔画排列):北京体育大学副教授王瑞元、黑龙江省体育运动学校高级讲师孙光仁、天津市体育运动学校讲师陈蕴英。全稿最后由王瑞元串编,并请北京体育大学教授高强审阅定稿。

体育运动学校《人体生理学》教材编写组

1997年7月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 人体生理学的研究对象和任务.....	1
第二节 机体的基本生理特征.....	1
第三节 人体生理机能的调节.....	3
第二章 肌肉收缩	6
第一节 肌肉的构造.....	7
第二节 肌肉的特性.....	9
第三节 肌肉收缩的原理	10
第三章 血液	20
第一节 概述	20
第二节 血量与血液的成分	23
第三节 血液的理化特性	24
第四节 血细胞的生理	27
第四章 血液循环	32
第一节 心脏的生理特性	32
第二节 心动周期与心输出量	35
第三节 血管的机能	39
第四节 心血管活动的调节	44
第五节 运动与心血管系统	49

第五章 呼吸	54
第一节 呼吸的概念	54
第二节 肺通气的功能	55
第三节 气体的交换和运输	59
第四节 呼吸运动的调节	65
第五节 运动时合理的呼吸方法	68
第六章 消化与吸收	72
第一节 食物的消化	72
第二节 营养物质的吸收	78
第三节 肌肉运动对消化机能的影响	81
第七章 物质和能量代谢	83
第一节 物质代谢	83
第二节 能量代谢	91
第八章 排泄	103
第一节 肾脏的结构.....	104
第二节 尿液及其生成.....	106
第三节 运动对肾脏机能的影响.....	108
第九章 内分泌	110
第一节 主要内分泌腺及其作用.....	111
第二节 内分泌腺的相互关系和神经调节.....	118
第十章 感觉机能	121
第一节 视觉.....	122
第二节 听觉.....	126
第三节 位觉（平衡觉）	129
第四节 本体感觉（动觉）	133
第五节 皮肤感觉.....	133
第十一章 神经系统	136

第一节	神经元、突触的结构和机能·····	136
第二节	中枢兴奋传导的特征·····	139
第三节	反射活动的协调·····	142
第四节	中枢神经系统各部位的机能概述·····	145
第五节	植物性神经系统·····	149
第六节	神经系统对躯体运动的调节·····	151
第十二章	条件反射与运动技能的形成·····	158
第一节	条件反射·····	159
第二节	大脑皮层的抑制·····	164
第三节	人类高级神经活动的特征·····	171
第四节	运动技能的生理本质·····	172
第五节	运动技能的形成过程和发展·····	175
第六节	影响运动技能发展的因素·····	177
第十三章	身体素质的生理学基础·····	182
第一节	力量素质·····	182
第二节	速度素质·····	189
第三节	耐力素质·····	193
第四节	灵敏素质·····	205
第五节	柔韧素质·····	206
第十四章	运动过程中人体机能变化规律·····	208
第一节	赛前状态·····	208
第二节	准备活动·····	211
第三节	进入工作状态·····	214
第四节	稳定状态·····	216
第五节	疲劳·····	218
第六节	恢复过程·····	223
第十五章	儿童少年解剖生理特点与运动训练·····	226

第一节	概述	226
第二节	儿童少年解剖生理一般特点	230
第三节	儿童少年身体素质的发展	236
第十六章	主要运动项目的生理特点	241
第一节	运动训练的生理学分类	241
第二节	田径运动的生理特点	244
第三节	体操运动的生理特点	250
第四节	球类运动的生理特点	254
第五节	游泳运动的生理特点	256
第六节	武术运动的生理特点	259
第七节	举重运动的生理特点	261
第八节	滑冰、滑雪运动的生理特点	263
第九节	登山运动的生理特点	264
附录	人体生理学实验部分	268

第一章 绪论

第一节 人体生理学的研究对象和任务

生理学是生物科学的一个分支，是研究具有生命现象的生物体的基本功能及活动规律的科学。以人体为对象，研究其功能及活动规律的科学则称为人体生理学。通过人体生理学的学习，可进一步掌握各种体育活动和运动训练对人体机能的影响、运动过程的生理学原理，以及不同年龄、性别和不同项目、不同训练水平运动员的生理特点等知识，并利用所学知识合理地组织体育教学和运动训练，以便更有效地增强学生的体质与提高运动成绩。

第二节 机体的基本生理特征

人体和各种生物机体都要进行最基本的生命活动，因而具有共同的基本生理特征，主要是指新陈代谢、应激性和兴奋性，以及适应性。

一、新陈代谢

新陈代谢是机体最基本的特征。新陈代谢包括同化作用和异化作用两过程。同化作用是机体从外界摄取物质，经过复杂的变化，合成自身新的原生质，并储存能量的过程。异化作用是机体分解体内旧有的原生质，释放能量，并排出废物的过程。也就是说，新陈代谢是机体与周围环境之间不断进行物质交换和能量转换的过程。新陈代谢是生命活动的基础。一旦新陈代谢停止，生命也就终止。

二、应激性和兴奋性

（一）应激性和刺激

应激性是指机体在环境发生变化时发生相应反应的能力。这种反应可表现为生理活动方面或生物化学方面的某些变化。刺激：机体或活组织的变化是由于环境的变化引起的。通常把能够引起机体或活组织产生反应的环境变化称为刺激。刺激的种类很多，如电的、机械的、化学的、物理的刺激等。机体组织受刺激后发生什么样的反应，取决于它的结构和机能特点。但都以物质代谢的变化为基础，各种组织可以产生它们所特有的反应。

（二）兴奋性和兴奋

兴奋是指活组织在刺激作用下所产生的一种可传播的，并伴有电活动现象的反应过程。组织能够产生兴奋的能力称为兴奋性。在人体中，神经和肌肉两种组织是具有兴奋性的组织。

兴奋在神经上发生后，就沿神经传导。当传导到和它有

生理性联系的另一组织时，或增强后一组织的活动，使后一组织也发生兴奋；或减弱后一组织的活动，使之抑制。这主要取决于刺激的质和量，以及组织当时所处的机能状态。

此外，刺激必须持续一定时间，并达到一定强度才能引起组织兴奋。在强度较小的刺激作用下就能产生兴奋的组织，兴奋性就高；反之，该组织的兴奋性就低。

三、适应性

机体在环境变化时以适当的反应保持自身的生存，克服可因这种变化而危害自身的特性称适应性。人体对运动的反应，尤其是通过运动训练导致组织、器官在形态结构和机能上发生的变化，都有助于保持内环境的相对恒定，以达到机体不受损害，并进一步扩大机能能力的目的。这种适应性变化正是运动训练的生理基础。环境的变化虽然首先影响到机体的某一部分，但机体的反应则是整体的、各个部分总是相互配合和协调一致的活动。

第三节 人体生理机能的调节

人类机体的机能调节是由互相联系的神经调节与体液调节两方面来进行的，生理过程才能统一协调地进行。这种生理过程的完整与统一，在生理学中称为“整合”。

一、神经调节

神经调节是人体最主要的调节方式，它是由神经系统的活动来完成的，其特点是迅速而精确。反射是神经系统调节

的基本方式。反射就是人体在神经系统参与下，对刺激做出反应的过程。反射弧是反射活动的神经结构基础。

人体机能的反射性调节可分为非条件反射和条件反射两大类，这些将在“条件反射与运动技能的形成”章内讨论。

二、体液调节

机体的某些细胞产生某些化学物质，如人体内分泌腺产生的激素，通过血液循环送到一定的组织器官，引起特有的反应，调节人体的新陈代谢等重要机能。由于这些化学物质都是通过体液运送的，故称此种调节为体液调节。体液调节的作用广泛而缓慢。

三、器官、组织和细胞的自身调节

自身调节是指当人体内外环境发生变化时，器官、组织和细胞不依赖神经调节和体液调节而产生的适应性反应。例如，在一定范围内动脉血压降低，脑血管即舒张，以减少血流阻力，使脑血流量不致过少。自身调节的幅度较小，灵敏度较低，但对于器官和组织的机能调节仍有一定意义。

机体通过上述三种基本的调节方式，把许多不同的生理反应统一起来，组成完整的和互相配合的生理过程。这一调节过程也就是整合过程。

复习思考题

1. 什么是人体生理学？
2. 学习人体生理学的任务是什么？
3. 机体有哪些主要的基本生理特征？
4. 解释下列名词：

应激性 刺激 兴奋性 兴奋 适应性 整合

5. 人体生理活动通过哪些方式调节？各有何特点？

第二章 肌肉收缩

人体的肌肉可分为心肌、平滑肌与骨骼肌，通常我们说的肌肉指的是骨骼肌。骨骼肌通过肌腱附着于骨骼上。骨骼肌在神经系统支配下产生收缩，牵动骨骼产生围绕关节的各种运动，所以骨骼肌是运动系统的动力部分。它受人意志的支配，故又称做随意肌。人的表情、日常生活中的各种活动和劳动，以及体育运动都是骨骼肌活动的结果。

人体骨骼肌约有 600 多块，占人体重 40%（女性为 35%）。肌肉中 75% 是水分，25% 是固体成分。其中和肌肉收缩有关的成分有肌纤蛋白（肌动蛋白）和肌凝蛋白（肌球蛋白），另外还有三磷酸腺苷（ATP）、钙离子（ Ca^{2+} ）、镁离子（ Mg^{2+} ）和钾离子（ K^+ ）等。

在神经系统控制下肌肉收缩是人体运动的动力。在运动时，神经系统也调整其他器官的活动，如心搏加快、血压上升和呼吸加深加快等，使其适应运动的需要。所以说在运动时肌肉活动是主要的核心，而其他器官的活动都是围绕并保证核心的活动而发生的。

第一节 肌肉的构造

肌肉组织主要由具有收缩机能的肌细胞和少量细胞间质构成。肌细胞是构成肌肉的基本单位。肌细胞即肌纤维，为一长圆柱形细胞，全长相当于肌肉的全长，两端附着于骨骼上。肌细胞的结构包括肌膜（细胞膜）、肌浆、肌细胞核和肌管系统等。许多肌纤维排列成束，由肌束膜包绕；许多肌束聚集在一起构成一块肌肉，表面由结缔组织构成的肌外膜包绕，此膜对肌肉起支持和保护作用。

通过电子显微镜的观察，了解到每根肌纤维内还有许多圆柱状并带横纹的肌原纤维，其直径约1微米，纵贯肌纤维全长。每条肌原纤维由若干圆柱状肌节构成，安静时每个肌节长为2~2.5微米。肌节与肌节之间以Z线为界。在显微镜下肌节两端较明亮，称为明带（或称I带）；中间部分较暗，称为暗带（或称A带）。肌纤维内所有肌原纤维排列都很整齐，在显微镜下可见到肌纤维有明暗相间的横纹，所以骨骼肌也称为横纹肌。

肌原纤维是由粗细不同的两种蛋白质微丝构成，粗肌丝由肌凝蛋白组成，细肌丝主要由肌纤蛋白组成。每一肌原纤维内含有约1500条粗肌丝和3000条细肌丝。粗细肌丝呈规则的交错排列（图2-1）。

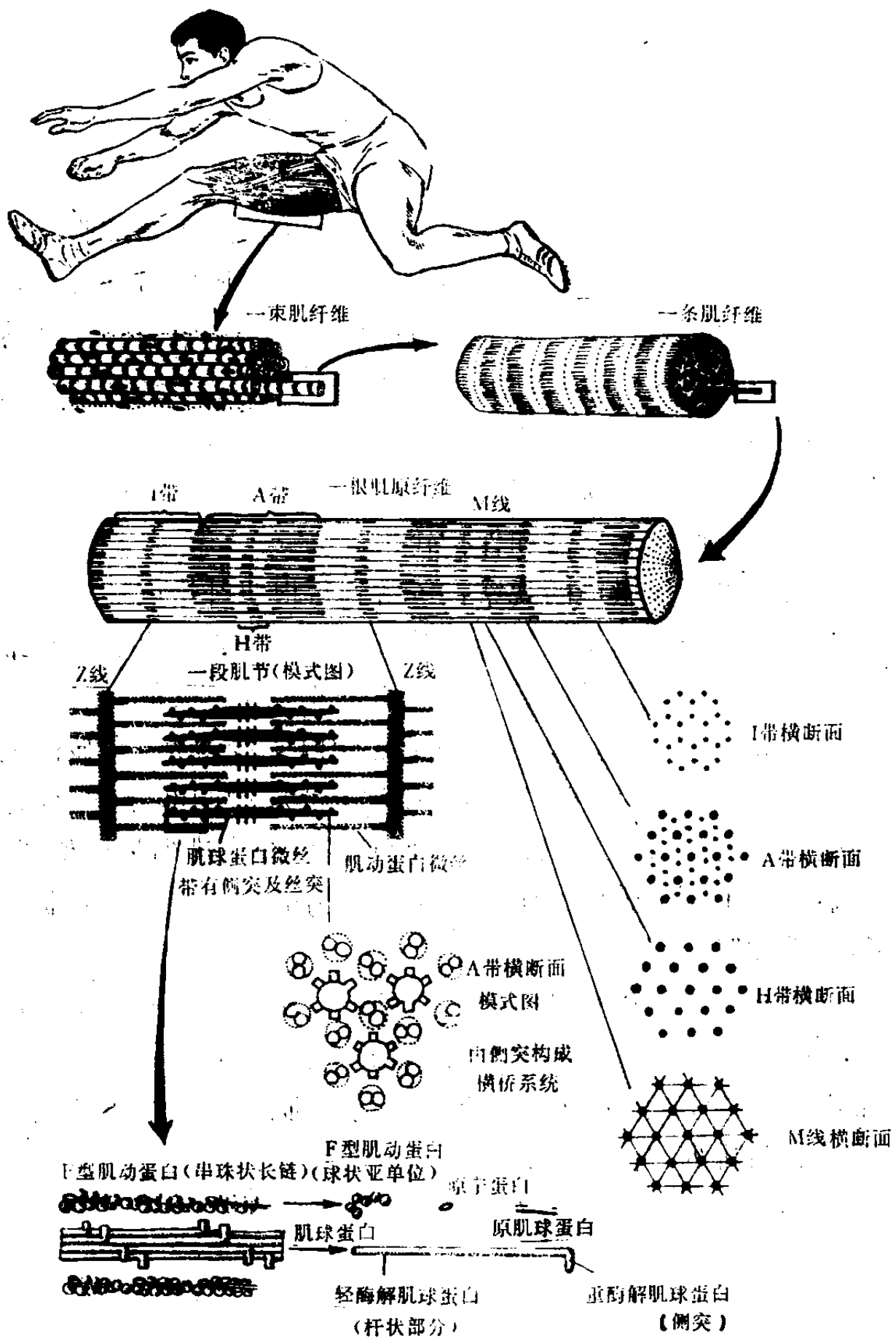


图 2-1 肌纤维结构模式图

第二节 肌肉的特性

肌肉和神经是人体内紧密相连的两种基本组织，它们有一些共同的特性，如兴奋性和传导性。此外，肌肉还具有一些本身特有的物理和生理特性。

一、肌肉的物理特性

肌肉具有伸展性、弹性和粘滞性。肌肉在外力（牵拉或负重）作用下可被展长的特性称伸展性。当外力取消之后，肌肉又能恢复原状的特性叫弹性。肌浆内部分子之间的摩擦构成肌肉的粘滞性，使肌肉在缩短和被拉长时产生一定的内阻（内部阻力），温度升高可以降低肌肉的粘滞性。由于肌肉有上述三种物理特性，所以肌肉不是一个完全的弹性体，而是一个粘弹物体。例如，肌肉的展长程度和外力并不成直线关系，而是随负重逐渐增大，其长度的增加程度将逐渐减少。当外力除去后，肌肉也不是立即恢复原有长度。这种现象是由于肌肉粘滞性造成肌肉拉长与回缩时内阻的原故。肌肉内阻的大小将会影响肌肉伸长和缩短的速度。

二、肌肉的生理特性

（一）肌肉的兴奋性和收缩性

肌肉在刺激作用下能产生兴奋（也就是产生动作电位的过程）的特性称兴奋性。肌肉兴奋时能产生缩短的反应的特性称收缩性。肌肉的兴奋性和收缩性是紧密联系而又不相同的两种生理特性。肌肉兴奋引起肌肉收缩，肌肉兴奋在前收

缩在后，二者是不同性质的生理过程。

(二) 引起兴奋的刺激条件

可兴奋的组织（神经和肌肉）由于具有兴奋性，所以接受刺激后可发生兴奋过程，但刺激必须具备一定的条件才能引起组织兴奋。

1. 刺激强度：要使组织产生兴奋，刺激必须达到一定的强度，引起组织兴奋的最小刺激强度称为阈刺激。阈刺激可作为组织兴奋性高低的指标。阈刺激低，表示组织的兴奋性高；阈刺激高，则表示组织的兴奋性低。

2. 刺激作用的时间：在对组织进行刺激时，无论刺激强度多大，要引起组织兴奋还必须有足够的时间。在一定范围内，刺激作用的时间越短，阈刺激强度的值就越大；刺激作用的时间越长，阈值就越小。相反，刺激的强度越大，引起组织兴奋所需的时间越短；刺激的强度越小，所需的作用时间就越长。可见，刺激的强度和作用时间是有依存关系的。

第三节 肌肉收缩的原理

在整体情况下，来自中枢的神经冲动，经运动神经元传至肌纤维，从而引起肌肉收缩。本节简介膜电位的发生与神经冲动的传导、由神经把冲动传递给肌肉（经过运动终板）和肌纤维由兴奋到收缩（兴奋—收缩耦联）这三个过程。

一、膜电位的发生与神经冲动的传导

细胞膜内外的电位差称为跨膜电位，简称膜电位，可用