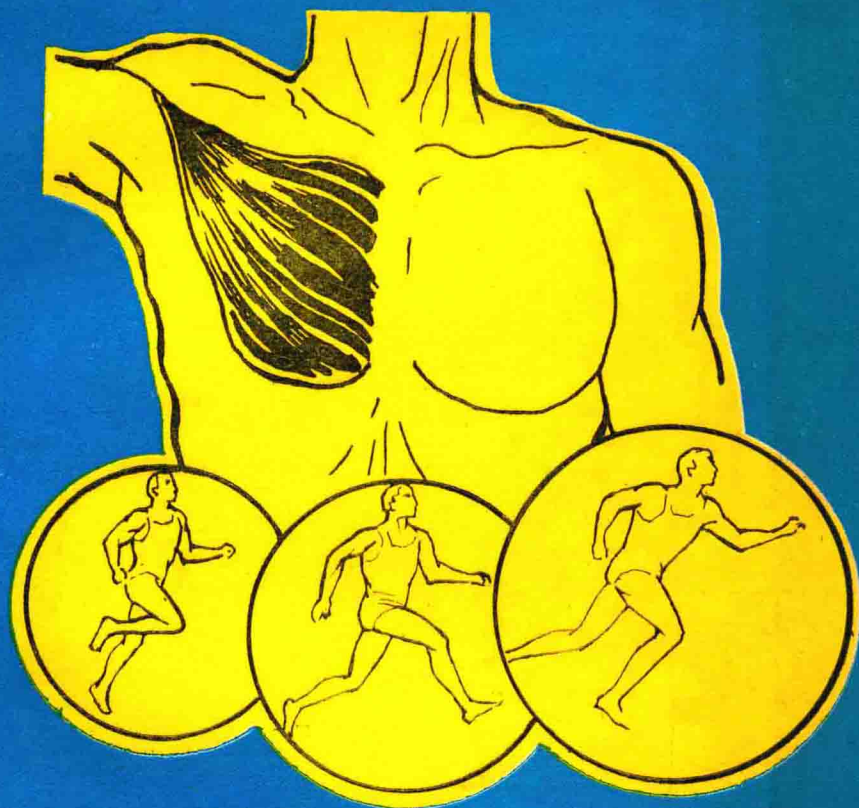


教材

运动生理学

陈永清 郝盛发 陆如祥 主编



中国科学技术大学出版社

高等体育院系教材

运 动 生 理 学

主 编	陈永清	郝盛发	陆如祥
副主编	林彦山	邬祖珍	李 涛
编 委	(按姓氏笔画为序)		
	方建平	李 涛	李一华
	邬祖珍	江 玲	吕新颖
	陈永清	陈小媛	陆如祥
	张树生	张国海	吴 敏
	林彦山	郝盛发	缪建奇

中国科学技术大学出版社

1993. 9. 合肥

(皖) 新登字 08 号

高等体育院系教材

运动生理学

陈永清 郝盛发 陆如祥 主编

*

责任编辑:善 良

中国科学技术大学出版社出版、发行

(安徽省合肥市金寨路 96 号 邮政编码:230026)

安徽师范大学印刷厂激光照排印刷

全国新华书店经销

*

开本:787×1092/16 印张:17 字数 442 千

1993 年 9 月第 1 版 1993 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—4600 册

ISBN7-312-00506-3/Q·10 定价:7.80 元

前 言

本书是根据国家教委于 1986 年和 1988 年先后公布的“高等师范体育专业教学计划试点改革方案”和“全国普通高等学校体育专业目录”的要求,将原教育部颁布的教学计划中的《人体生理学》和《运动生理学》两门课程合并为一门课程而重新编写的。全书内容共分 18 章。根据教学计划规定,人体生理学是体育教育专业的基础理论课,因此,在编写时,加强了基础理论和应用运动生理学知识的阐述,并搜集和参阅了大量国内外有关运动生理学发展的最新资料和近年来的科研成果,对原教材内容进行适当的修改补充和更新,使教材更加符合新的教学计划的要求。

本书在编写过程中考虑到体育院、系学生的实际知识水平和可接受能力以及《人体生理学》与《人体解剖学》课程的衔接性,在体系上除部分章节作了调整和增补外,其内容基本上仍按人体生理学各器官系统的体系编排,这样,一方面保证了教材的系统性、连贯性和相对独立性;另一方面可使学生学到完整的人体生理学基础理论和基本知识,为学生将来科学地进行体育教学和运动训练提供生理学依据。同时为了培养学生的基本操作技能,使理论紧密联系实际,还增添了“常用运动生理学实验方法”一章,各校可根据实验条件和仪器设备,选择使用。

本书由陈永清、郝盛发、陆如祥主编,林彦山、邬祖珍、李涛任副主编。此外,参加本书编写的除主编和副主编外,还有(按姓氏笔画为序)方建平、李一华、江玲、吕新颖、陈小媛、张树生、张国海、吴敏、缪建奇等。

本书在筹编过程中曾得到安徽省教委体卫处、中国科学技术大学出版社、安徽师范大学体育系和印刷厂的鼎力支持与热情帮助,在此一并深表谢忱。本书虽经数次讨论和修改,但由于时间仓促和编者水平所限,书中定有错误和不妥之处,渴望使用本书的师生提出宝贵意见,以便再版时修正。

《运动生理学》编委会

1992 年 9 月

目 录

绪 论

一、运动生理学的研究对象和任务	(1)
二、生命的基本生理特征	(1)
三、人体生理功能的调节	(2)
四、运动生理学发展简史	(3)

第一章 骨骼肌的活动

第一节 肌纤维的结构	(5)
一、肌原纤维和肌小节	(5)
二、肌管系统	(5)
三、肌丝的分子组成	(6)
第二节 肌肉的特性	(8)
一、肌肉的物理特性	(8)
二、肌肉的生理特性	(8)
第三节 细胞的生物电现象和兴奋的传递	(9)
一、细胞的生物电现象	(9)
二、神经—肌肉接头的兴奋传递	(12)
第四节 肌肉的收缩功能	(13)
一、肌肉收缩和舒张的原理	(13)
二、肌肉收缩和舒张的过程	(13)
第五节 肌肉工作的特征	(15)
一、肌肉的收缩成分与弹性成分	(15)
二、肌肉收缩的形式	(15)
三、肌肉工作的力学分析	(16)
四、肌肉收缩的机械功与功率	(18)
第六节 肌纤维类型与运动能力	(19)
一、两类肌纤维的主要特征	(19)
二、骨骼肌中两类肌纤维的分配	(20)
三、训练对两类肌纤维的影响	(22)

第二章 血液

第一节 概述	(24)
一、内环境	(24)
二、血液的总量和组成	(25)
三、血液的主要机能	(26)
第二节 血液的化学成分和理化特性	(26)
一、血液的化学成分	(26)
二、血液的理化特性	(27)

第三节 血细胞	(28)
一、红细胞	(28)
二、白细胞	(29)
三、血小板	(29)
第三章 血液循环	
第一节 心脏的机能	(31)
一、心肌的生理特性	(31)
二、心动周期	(33)
三、心脏泵血功能的评定	(35)
第二节 血管的机能	(39)
一、各类血管的结构和机能特点	(39)
二、动脉血压和动脉脉搏	(40)
三、毛细血管的机能	(42)
四、静脉血管的机能	(45)
第三节 心血管活动的调节	(46)
一、神经调节	(46)
二、体液调节	(49)
第四节 运动对心血管系统的影响	(49)
一、心率	(50)
二、每搏输出量	(52)
三、血压	(52)
四、血流量	(53)
第四章 呼吸	
第一节 肺的通气功能	(56)
一、呼吸运动	(56)
二、肺的容量	(59)
三、肺通气量	(60)
第二节 气体的交换和运输	(61)
一、呼吸气体的交换	(61)
二、气体在血液中的运输	(64)
第三节 呼吸运动的调节	(65)
一、调节呼吸运动的神经和中枢	(65)
二、呼吸运动的反馈调节	(66)
三、化学感受器的呼吸反射	(67)
第五章 消化与吸收	
第一节 消化概念及其生理意义	(68)
一、口腔内消化	(68)
二、胃内消化	(69)

三、小肠内消化	(69)
四、大肠内消化	(70)
第二节 吸收	(71)
一、吸收的概念	(71)
二、吸收的机理	(72)
第三节 体育运动对消化系统机能的影响	(73)
第六章 物质代谢和能量代谢	
第一节 物质代谢	(74)
一、糖代谢	(74)
二、脂肪代谢	(76)
三、蛋白质代谢	(77)
四、糖、脂类和蛋白质代谢的相互关系	(77)
第二节 能量代谢	(78)
一、能量代谢的测定	(78)
二、基础代谢	(81)
三、运动时能量的供应过程	(82)
四、人体内三种能源系统的特性	(84)
第三节 体温	(87)
一、体温相对恒定的生理意义	(87)
二、体温的正常值及生理波动	(87)
三、产热和散热过程	(87)
四、运动时的体温变化	(89)
第七章 肾脏的排泄	
第一节 排泄功能的概述	(91)
一、排泄的概念及其生理意义	(91)
二、肾脏的基本结构特点	(91)
第二节 肾脏的泌尿机能	(93)
一、尿的生成过程	(93)
二、尿的成分和尿量	(96)
第三节 肾脏在保持水盐代谢和酸碱平衡中的作用	(97)
一、肾脏在维持水盐代谢中的作用	(97)
二、肾脏在保持酸碱平衡中的作用	(98)
第四节 运动对肾机能的影响	(100)
一、运动性尿糖	(100)
二、尿乳酸	(100)
三、运动性尿蛋白	(100)
第八章 内分泌	
第一节 内分泌概述	(102)

一、内分泌和激素的概念	(102)
二、内分泌腺和中枢神经系统的关系	(102)
三、激素的生理作用	(102)
第二节 人体内主要内分泌腺及其作用	(102)
一、甲状腺	(102)
二、甲状旁腺	(103)
三、胰岛腺	(104)
四、肾上腺	(104)
五、脑垂体	(106)
六、性腺	(107)
第三节 各种内分泌腺之间的关系与神经调节	(108)
第九章 感觉器官	
第一节 概述	(110)
一、感受器的概念及其分类	(110)
二、感受器的一般特性	(110)
第二节 视觉器官	(111)
一、眼球的结构和机能	(111)
二、眼的折光和感光机能	(112)
三、视觉在体育运动中的作用	(116)
第三节 听觉和位觉器官	(116)
一、听觉	(116)
二、位觉器官	(118)
第四节 本体感受器	(120)
一、本体感受器的机能	(120)
二、本体感受器对运动协调的反馈调节	(121)
第十章 神经系统	
第一节 神经元	(122)
一、神经元的结构和功能	(122)
二、神经纤维	(122)
三、突触	(124)
四、递质和受体	(126)
第二节 反射活动的一般规律	(127)
一、反射和反射弧	(127)
二、中枢神经元的联系方式	(128)
三、反射弧中枢部分兴奋传导的特性	(129)
第三节 中枢神经系统的感觉机能	(130)
一、脊髓的感觉传导机能	(130)
二、感觉的传入途径	(131)

三、大脑皮层感觉机能的定位	(132)
第四节 神经系统对躯体运动的调节	(135)
一、牵张反射	(135)
二、脑干网状结构对肌紧张的调节	(136)
三、姿势反射在运动中的作用	(137)
四、小脑对躯体运动的调节	(139)
五、大脑皮层对躯体运动的调节	(141)
第五节 神经系统对内脏活动的调节	(142)
一、植物性神经系统的结构和机能	(142)
二、中枢神经系统对植物性机能的调节	(145)
第六节 高级神经活动	(145)
一、条件反射的形成	(145)
二、大脑皮层的抑制过程	(148)
三、两个信号系统学说	(151)
第十一章 运动技能的形成	
第一节 运动技能的生理学本质	(152)
第二节 运动技能的形成过程	(154)
一、泛化过程	(154)
二、分化过程	(154)
三、巩固过程	(154)
四、自动化过程	(155)
第三节 影响运动技能形成和发展的因素	(156)
一、充分利用各感觉机能间的相互作用	(156)
二、充分利用两个信号系统的相互作用	(157)
三、消除防御性反射	(157)
四、充分利用运动技能间的相互影响	(157)
第十二章 吸氧量和无氧阈	
第一节 运动中氧的供应	(159)
一、需氧量、吸氧量和耗氧量	(159)
二、氧亏和氧债	(160)
第二节 最大吸氧量	(162)
一、最大吸氧量的概念及其测定方法	(162)
二、影响最大吸氧量的因素	(165)
第三节 无氧阈	(171)
一、无氧阈概述及其测定方法	(171)
二、无氧阈与其它生理因素的关系	(173)
三、无氧阈在体育运动中的应用	(174)
第十三章 身体素质	

第一节 力量素质.....	(175)
一、力量素质的生理基础	(175)
二、力量素质的训练	(178)
第二节 速度和速度耐力素质.....	(180)
一、速度和速度耐力素质的生理基础	(180)
二、速度和速度耐力素质的训练	(181)
第三节 一般耐力素质.....	(182)
一、一般耐力素质的生理基础	(182)
二、一般耐力的训练	(184)
第四节 灵敏和柔韧素质.....	(184)
一、灵敏素质	(185)
二、柔韧素质	(185)
第十四章 运动中人体机能变化的规律	
第一节 赛前状态和准备活动.....	(186)
一、赛前状态	(186)
二、准备活动	(187)
第二节 进入工作状态和稳定状态.....	(189)
一、进入工作状态	(189)
二、稳定状态	(191)
第三节 运动性疲劳和恢复过程.....	(192)
一、运动性疲劳	(192)
二、恢复过程	(193)
第十五章 体育教学与训练的生理学分析	
第一节 儿童少年的生理特点.....	(196)
一、运动系统	(196)
二、氧运输系统	(197)
三、供能系统	(198)
四、神经系统	(199)
第二节 体育教学与训练原则的生理学分析.....	(200)
一、全面身体训练原则	(200)
二、循序渐进原则	(202)
三、区别对待原则	(203)
第三节 教学与训练的负荷阈.....	(205)
一、影响负荷阈大小的主要因素	(205)
二、体育教学与训练的负荷阈	(206)
第四节 训练方法的生理学分析.....	(207)
一、重复训练法	(207)
二、间歇训练法	(208)

三、持续训练法	(209)
四、循环训练法	(210)
第五节 体育教学与训练效果的生理学评定	(210)
一、评定体育教学与训练效果的常用生理指标	(211)
二、体育教学与训练效果的生理学评定	(213)
第十六章 某些运动项目的生理特点	
第一节 运动练习的分类	(219)
一、按肌肉活动特征分类	(219)
二、按动作结构特征分类	(219)
三、按运动强度分类	(220)
四、按发展身体素质分类	(221)
第二节 周期性练习的生理特点	(221)
一、跑	(221)
二、游泳	(224)
第三节 体操运动的生理特点	(227)
一、对中枢神经系统、感觉器官和运动器官功能的影响	(227)
二、对心血管系统功能的影响	(228)
三、对呼吸系统功能的影响	(228)
第四节 球类运动的生理特点	(229)
一、对中枢神经系统功能的影响	(229)
二、对感觉器官功能的影响	(230)
三、对呼吸循环系统功能的影响	(231)
第十七章 环境与运动	
第一节 生物节律与运动	(232)
一、生物节律的概念及特点	(232)
二、生物节律与运动训练	(233)
第二节 高原环境与运动	(234)
一、高原环境对运动能力的影响	(234)
二、高原习服	(236)
第三节 冷热环境与运动	(238)
一、热应激与热习服	(238)
二、冷应激与冷习服	(240)
第四节 水环境与运动	(241)
一、水环境对运动能力的影响	(241)
二、对水环境的习服	(241)
第十八章 常用运动生理学实验方法	
一、人体血红蛋白含量的测定	(243)
二、人体 ABO 血型的鉴定	(244)

三、人体安静时与运动时动脉血压和脉率的测定	(245)
四、肺通气功能的测定	(246)
五、人反应时的测定	(247)
六、视野的测定	(249)
七、前庭器官功能稳定性的测定	(250)
八、最大吸氧量的间接测定	(253)
九、无氧功率的间接测定	(256)
十、PWC ₁₇₀ 的测定	(257)
十一、积极性休息效果的观察	(259)
十二、准备活动的效果观察	(261)
附 录 单位和计量	(263)

绪 论

一、运动生理学的研究对象和任务

运动生理学是人体生理学的一个分支,人体生理学是研究正常人体生命活动规律的科学。而运动生理学是研究人在运动过程中或长期系统体育锻炼和训练影响下,各种生理机能变化发展规律性的科学。

运动生理学的研究对象是人,主要是研究人体在动态条件下或长期系统训练影响下生理机能变化发展和适应的机制。其目的是指导人们合理地从事体育锻炼和科学地进行体育教学或运动训练。它是体育运动的一门专业基础理论课。

运动生理学是体育专业的重要基础理论课程,它与解剖学、体育保健、心理学、体育理论、运动生物力学、运动生物化学等课程有着密切的联系。

体育专业学生学习运动生理学的目的是:在学习和掌握人体正常生理机能活动规律的基础上,进一步掌握在体育锻炼中及长期训练影响下人体生理功能变化发展的规律性及适应机制;学习和掌握体育教学与运动训练的生理学原理,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理论依据。同时掌握一些常用的简易评定人体生理功能能力的方法。因此运动生理学是一门理论性、实用性很强的学科,对体育专业学生来说,学好这门课程是十分重要的。

二、生命的基本生理特征

(一) 新陈代谢

新陈代谢是包括人体在内的一切生物体存在的最基本特征,是生物体不断地与环境进行物质和能量交换中实现自我更新的过程。生物体一方面要从环境中摄取各种营养物质,经过改造或转化,以提供建造自身结构所需的原料和能量;另一方面,生物体内的分解产物,均需排出体外;物质分解时释放的能量,除用于合成体内的新物质外,还用于生物体做各种外功或向周围环境散发热量。新陈代谢是一切生物体最基本的表现,生物体只有在环境进行物质与能量交换的基础上才能实现自我更新。新陈代谢一旦停止,生命也就随之结束。

(二) 兴奋性

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发生反应的变化称为刺激。

组织接受刺激后产生动作电位的过程称为兴奋。组织对接受刺激后产生兴奋的能力则称为兴奋性。

兴奋性是一切生物体所具有的基本特性,它能使生物体对环境变化作出适宜的反应,以适应环境的变化。

体内的神经细胞、肌细胞、腺细胞是可兴奋细胞,它们对刺激具有产生兴奋(动作电位)的能力,即具有兴奋性。

(三) 适应性

人体的形态和功能在长期的环境变化影响下,产生相应的持久性变化,称为适应性。从而使人体具有更高适应环境变化的能力。体育锻炼和训练就是通过适应机制有目的地提高人体各器官系统的机能能力,从而提高对环境变化刺激的适应能力。

经常从事体育锻炼能提高人体适应外界环境变化的能力,某些专项训练可使人体在某些器官系统方面产生适应性反应;如力量训练能使肌肉产生肥大,耐力训练能使心脏容积增大,速度训练能提高肌肉中无氧代谢能力,这些变化都是由于长期进行某项专项训练而产生的适应性反应。因此,体育锻炼是提高人体适应能力的有效手段。

三、 人体生理功能的调节

人体是一个对立统一的整体,各器官系统的活动是互相联系又是互相制约的,人体对环境变化的反应往往是以整体活动形式进行的。例如跑步时,肌肉活动收缩的力量、频率、节奏要协调配合,而且内脏器官的活动也必须迅速作出调整,以适应肌肉活动的需要。这些调节是由人体以下三种调节机制来完成的。

(一) 神经调节

神经调节是体内最重要的调节机制,其特点是快速始动,神经调节的基本方式是反射。所谓反射就是在中枢神经系统参与下,机体对内、外环境变化所产生的适应性反应,而实现反射活动的结构基础是反射弧。中枢神经系统通过传入神经与各种感受器相联系,又通过传出神经与骨骼肌和内脏器官相联系。在体育活动中,如听枪声起跑、听口令做各种练习等都是反射活动。

反射活动可分非条件反射和条件反射两种类型,非条件反射是生来就有的比较固定的一种低级反射活动,如眨眼反射、朝向反射、姿势反射等。而条件反射是在非条件反射基础上形成的,是人或高等动物在生活过程中根据个体所处的生活条件而建立起来的,所以是后天获得的,是一种高级神经活动。如各种运动技能的形成,也就是运动条件反射的建立过程。

(二) 体液调节

体液调节主要是通过人体内分泌腺细胞所分泌的各种激素来完成的。这些激素分泌入血液后,经血液循环运送到全身各处,分别作用于各自的靶细胞,产生相应的反应。因大多数激素是通过血液运输到距离较远的部位而起作用,故称体液调节。

激素对调节人体的新陈代谢、生长、发育、生殖等生理功能起重要作用。但有些内分泌腺本身是直接或间接受中枢神经系统控制,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通路的一个延伸部分,可称为神经-体液调节。体液调节的特点是作用缓慢、广泛、持久。

除内分泌腺分泌的激素外,某些组织细胞所产生的一些化学物质或代谢产物,也可在局部组织液内扩散,影响和改变附近组织细胞的活动,这称为局部体液调节。

(三) 自身调节

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,即收缩前心肌纤维愈长,收缩时产生的力量愈大。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,但这类调节对人体生理功能的调节仍有一定意义。

四、运动生理学发展简史

运动生理学是在人体生理学的基础上发展起来的一门年青的科学。从19世纪末到20世纪初,对人体在运动状态下的生理变化就开始进行研究,如法国的拉格朗热(F. Lagrange)、曾著有《疲劳与休息》,英国的班布里奇(F. A. Bainbridge)出版了《肌肉运动的生理学》专著,美国的麦肯济(Mckenzie)论述了运动中呼吸、循环的变化及运动损伤的防治等。他们的工作为运动生理学成为一门独立的学科奠定了基础。从本世纪20年代起,英国的希尔(A. V. Hill)对人体的剧烈运动进行更为深入的研究,曾先后出版了《肌肉活动》、《人的肌肉运动—影响速度和疲劳恢复的因素》和《有生命的机械》等著作,密切联系运动实践,他提出有关肌肉工作的许多论点至今仍为生理学工作者所引用。

运动生理学与电生理学、生物化学和细胞生物学的发展是紧密联系的。本世纪30年代龙斯加德(E. Lundsgard)与罗曼和菲斯克(Lohman and Fiske)等人研究,确定了三磷酸腺苷(ATP)在肌肉收缩中的作用,建立了能量系统的理论。本世纪50年代赫胥里和汉森(H. E. Huxley. and J. Hanson)提出了微丝滑行学说,它和供能系统的理论至今仍为研究肌肉运动生理机制不可缺少的基本知识。50年代以来,运动生理学的研究成果多在北欧,如撒尔汀(B. Saltin)、奥斯特兰德(P. O. Åstrand)、埃森(Essen)、罗达尔(K. Rodahl)等,他们提出了有氧工作能力、无氧工作能力和 PWC_{170} 以及最大摄氧量($\dot{V}O_{2max}$)在运动实践中的应用等研究方面作出重要贡献。在美国运动生理学的发展更为广泛,如伯格斯特龙(Bergstrom)、福克斯(E. L. Fox)、麦卡德尔(W. D. McArdle)等关于运动与代谢方面的研究,科斯蒂尔(D. L. Costill)关于肌纤维类型的研究等,为运动生理学的发展开创了新局面。

苏联对运动生理学的研究也作出了重要的贡献,在条件反射学说的基础上建立了较为完整的体系。如著名的运动生理学家有克列斯托甫尼科夫、法尔费利、吉姆金、雅科甫列夫等,特别是克氏所著的《运动生理学论文集》及其主编体育学院用的《人体生理学》教科书,早在50年代就在我国翻译出版,对我国运动生理学的发展有一定的促进作用。

早在1916年日本吉田章信编著的《运动生理学》一书,是亚洲最早的一部运动生理学著作。但作为日本现代运动生理学的开拓者,则应首推猪饲道夫,他所领导的研究室不但为日本培养了现代运动生理学的专门人材,而且在运动生理学与运动生物力学进行综合研究方面也作出了重大贡献。

我国对运动生理学的研究起步较晚,1940年蔡翘编写了第一部《运动生理学》专著,1951年赵敏学也著有《实用运动生理学》,为我国当时体育系、科的主要参考书之一。新中国成立后,随着科学技术和体育事业的发展,运动生理学的研究有很大进展。1957年北京体育学院为我国首次培养了运动生理学研究生。其后,在体育院校体育系中也先后成立了运动生理学教研室(组),1958年成立了体育科学研究所,下设运动生理研究室。1961年出版了我国第一部高校体育系通用的《人体生理学》自编教材。1964年在北京举行第一届全国体育科学论文报告会,许多运动生理学工作者在会上宣读了质量较高的学术论文。60

年代后期至 70 年代中期研究工作一度中断,直至 70 年末期各体育院、系又恢复了运动生理学课程,并修订了运动生理学大纲和教材。自从 1980 年以来,各省体育科学学会和体育科学研究所也相继成立,部分院校开始招收运动生理学硕士研究生,运动生理学研究工作得到迅速发展,学术活动日趋活跃。目前,中国在最大摄氧量、无氧阈、运动与血乳酸、运动与心电图、运动与肌纤维类型以及青少年的体质等方面的研究都取得一定的成果。可以预料,随着教育体制的改革和体育事业的发展,运动生理学在我国必将取得更大的发展。

第一章 骨骼肌的活动

骨骼肌的活动是实现人体各种运动形式的基础,本章将简明介绍骨骼肌的结构与特征、兴奋的产生与传递,以及骨骼肌收缩过程和工作特征。同时,还扼要介绍肌纤维类型与运动能力的关系。

第一节 肌纤维的结构

骨骼肌是体内最多的组织,占体重的40~45%,人体骨骼肌由400余块肌肉组成,每块肌肉由无数的肌纤维(肌细胞)构成。肌肉的外部覆盖着结缔组织的筋膜,即肌外膜,每一肌束都分别由肌束膜包裹,肌束由上千条肌纤维组成,每条肌纤维都埋置在肌内膜中。成人肌纤维呈细长园柱形,直径10~100 μm 、长度可达数毫米乃至30cm以上。

肌肉两端以肌腱附着于骨骼,当肌纤维缩短时,牵拉骨杠杆,产生拉力,使人体某一关节或整体产生运动,所以骨骼肌活动是实现人体各种运动形式的动力和基础。而在整体内骨骼肌活动只有在神经冲动传来时,才能进行收缩,因此人体所有骨骼肌的活动都是在神经系统控制下完成的。

一、肌原纤维和肌小节

每条肌纤维包含从几百到上千条不等的肌原纤维,每条肌原纤维直径约1~2 μm ,每条肌原纤维长度与肌纤维相同,纵行排列。每条肌纤维又分为许多相互连续的节段,称为肌小节。肌小节在两条Z线之间,它是由位于中间部分的暗带(A带)和两侧各 $\frac{1}{2}$ 的明带(I带)组成。肌小节的长度在不同情况下可变动于1.5~3.5 μm 之间,一般安静时肌小节的长度约为2.0~2.2 μm 。肌小节是骨骼肌实现收缩和舒张的最基本的功能单位(图1-1)。

二、肌管系统

肌管系统是包绕在每条肌原纤维周围的薄膜微管系统。这种束管状结构实际是由于来源和功能都不相同的两组独立的管道系统所组成,按照其与肌原纤维的排列方向分成两种:

(一) 横管系统(又称T管系统)

横管系统和肌原纤维相垂直,它由肌细胞膜的表面层向内凹陷而成,凹入的位置相当

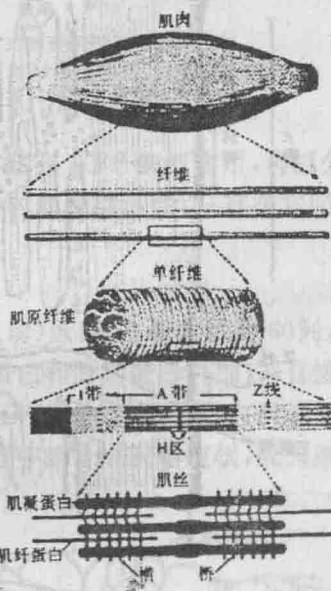


图1-1 骨骼肌的层次解剖模式图
(引自实用运动生理学、R. A. 伯杰著)