

函授自学教材

运动生理学

体育函授自学教材

运动生理学

韦俊文 杨范昌 曹荷影 李华庆 编



上海体育学院函授部
成都体育学院成人教育部

29111
23083

G804.2/78

体育函授自学教材

运动生理学

韦俊文 杨范昌 曹荷影 李华庆 编

上海体育学院函授部
成都体育学院成人教育部

出版说明

《运动生理学》体育函授自学教材，是在国家体委教材编审委员会会议精神指导下，根据体育函授教育的特点，业余分散，自学为主的成人教育要求，在全国体育院、系通用教材编审委员会编写的《运动生理学》，及全国体育系科教材《人体生理学》的基础上，总结了近些年来函授教学和科研中的有益经验，及吸取国内外最新的科研成果编写而成的。

本教材在保持原有基础理论和基本知识，基本技能方面，加强了体育教学和运动训练方面的应用内容。故本教材的内容中在理论上增补了细胞生理学等章节，在应用上各章节中都突出了体育教学与运动训练有关的理论知识。因此，体育函授自学教材的系统作了较大的变更。为了加强教学中的实验环节，培养和提高函授生的实际技能和科研能力，也增补《运动生理学实验》部分，便于在自学基础上参加实验教学，培养他们分析与解决问题的能力。鉴于各院、系科实验室仪器和设备条件，教学时可酌情选择。由于教材的理论密切结合实践的特点，故适用于体育系科学生、运动员与教练员，以及其它体育工作者参考。

教材编写过程中始终得到上海体育学院、成都体育学院两校的领导、函授部和成人教育部，以及生理学教研室的关心与支持，同时也得到苏州教育学院体育教研室的帮助，在此我们向他们表示衷心的感谢。此外，编写中也得到殷劲、高兴、范铭丹和高佐仪等同志的支助和参与编写工作，在此亦向他们表示谢意。

由于我们的学术水平有限，时间仓促，编写中错误与不足之处在所难免，欢迎指出与修正。

编者

1987年5月于苏州

目 录

绪 论	(1)
第一节 运动生理学的研究对象和方法	(1)
第二节 人体的基本生理特征	(2)
第三节 人体的机能活动	(3)
一、植物性功能和运动性功能	(3)
二、人体功能活动的调节	(4)
(一) 神经调节	(4)
(二) 体液调节	(4)
(三) 自身调节	(5)
第四节 人体功能的自动控制	(5)
第一章 细胞生理学	(7)
第一节 细胞的亚微结构和功能	(8)
一、各细胞器的结构与功能	(10)
(一) 线粒体	(10)
(二) 内质网	(11)
(三) 高尔基体	(11)
(四) 溶酶体	(11)
(五) 微体	(12)
(六) 中心体	(12)
(七) 核膜	(12)
(八) 染色质	(13)
(九) 核仁	(13)
第二节 细胞膜的结构和功能	(14)
一、细胞膜的结构	(14)
二、细胞膜的主要功能	(15)
(一) 物质交换的场所	(15)
(二) 屏障作用	(15)
(三) 生物电产生的基础	(15)
(四) 门户作用	(15)
三、细胞膜的物质转运功能	(15)
(一) 扩散	(15)
(二) 渗透	(15)

(三) 易化扩散	(15)
(四) 主动转运	(16)
(五) 胞饮和胞裂外排	(17)
第三节 细胞的兴奋和生物电现象	(17)
一、兴奋和兴奋性	(17)
二、细胞的生物电现象	(17)
(一) 静息电位	(18)
(二) 动作电位	(19)
三、动作电位时相和兴奋性的关系	(23)
(一) 绝对不应期	(23)
(二) 相对不应期	(23)
(三) 超常期	(23)
(四) 低常期	(23)
四、双相动作电位和单相动作电位	(23)
(一) 双相动作电位	(23)
(二) 单相动作电位	(24)
第四节 兴奋的传导	(24)
一、兴奋在神经纤维上的传导	(24)
(一) 神经传导的一般特征	(24)
(二) 神经传导的机理	(25)
(三) 神经纤维传导的速度	(25)
二、兴奋由神经向肌肉的传递	(26)
(一) 神经肌肉接点的结构	(26)
(二) 传递过程	(26)
(三) 接点传递的特点	(26)
第五节 肌细胞的收缩功能	(27)
一、骨骼肌细胞的亚微结构	(27)
二、骨骼肌收缩的原理	(29)
(一) 肌原纤维的分子组成	(29)
(二) 肌肉收缩的滑行学说	(31)
(三) 肌肉收缩过程	(31)
三、运动单位	(33)
第六节 肌纤维的类型	(33)
一、肌纤维分类的依据	(33)
二、肌纤维类型的形态学、生理学和生物化学的特征	(34)
三、运动训练和肌纤维类型	(35)
(一) 运动训练对肌纤维类型的影响	(35)
(二) 快肌和慢肌的代谢活动	(36)

(三) 快肌和慢肌的肌肉力量及收缩速度	(36)
(四) 运动时快肌和慢肌中运动单位的动员	(37)
(五) 各种运动员中快肌和慢肌纤维百分比的分布	(37)
第二章 肌肉做功和肌肉力量	(39)
第一节 肌肉收缩的形式	(40)
一、单收缩	(40)
二、强直收缩	(40)
三、等张收缩	(41)
(一) 等动力性收缩	(41)
(二) 非等动力性收缩	(41)
(三) 离心收缩	(42)
四、等长收缩	(42)
五、等张、离心和等长收缩的力量水平	(42)
第二节 肌肉工作(功)和肌肉力量	(42)
一、肌肉工作和机械效率	(42)
二、肌肉力量	(43)
(一) 影响肌肉力量的因素 {	(43)
(二) 决定肌肉力量的因素 {	(44)
第三节 增加肌肉力量的训练原则	(47)
一、超负荷原则	(47)
二、渐增负荷原则	(49)
三、安排负荷程序原则	(49)
四、训练的专门性原则	(49)
第四节 等张训练和等长训练	(50)
一、等张训练	(50)
二、等长训练	(50)
三、循环训练	(51)
第五节 肌肉力量的评定	(52)
一、肌肉肥大	(52)
二、测定肌肉力量的技术评估	(53)
第六节 肌肉力量和运动速度	(53)
一、肌肉力量和爆发力	(54)
二、绝对力量和绝对爆发力	(55)
三、相对力量和相对爆发力	(55)
第七节 肌肉耐力	(56)
一、肌肉耐力和心肺耐力	(56)
二、绝对耐力种相对耐力	(56)

第八节 肌肉疲劳	(57)
一、疲劳的成因	(57)
(一) 神经理论	(57)
(二) 肌肉能源耗竭理论	(57)
(三) 乳酸堆积理论	(57)
(四) 内环境稳定失调理论	(57)
二、快肌和慢肌的疲劳	(57)
三、判断疲劳的几种方法	(58)
(一) 教育学观察法	(58)
(二) 生理机能评定法	(58)
(三) 自觉症状测定法	(58)
第三章 神经系统生理	(60)
第一节 反射中枢生理	(61)
一、神经元的结构与功能	(61)
二、中枢突触	(61)
(一) 突触的结构	(61)
(二) 突触的分类	(62)
(三) 突触的传递	(62)
(四) 中枢的递质	(63)
三、反射活动的一般规律	(64)
(一) 反射	(64)
(二) 反射弧	(64)
(三) 反射活动的反馈调节	(65)
四、反射中枢兴奋传布的机能特征	(65)
(一) 单向传导	(65)
(二) 中枢延搁	(65)
(三) 总和(易化)	(66)
(四) 扩散	(66)
(五) 后作用(后放)	(66)
(六) 兴奋节律的改变	(66)
(七) 对内环境变化的敏感性和易疲劳性	(67)
(八) 中枢抑制	(67)
五、反射中枢机能的协调	(67)
(一) 兴奋与抑制的相互关系	(67)
(二) 反射活动的协调	(68)
第二节 感觉器官生理	(68)
一、视觉	(69)

(一) 视觉的生理机能	(69)
(二) 评定视觉机能的指标	(70)
二、听觉	(71)
(一) 听觉的生理机能	(71)
(二) 听觉在运动中的作用	(72)
三、位觉	(72)
(一) 位觉感受器接受刺激的生理机制	(72)
(二) 过度刺激位觉感受器时人体的反应	(73)
(三) 提高位觉机能的训练方法	(73)
四、本体感觉	(74)
(一) 肌肉本体感受器的结构和机能	(74)
(二) 姿势控制系统中肌肉本体感受器的作用	(77)
第三节 神经系统对躯体运动和感觉机能的调节	(77)
一、脊髓对躯体运动的调节	(77)
(一) 屈肌反射和对侧伸肌反射	(77)
(二) 牵张反射	(77)
(三) 肌紧张	(77)
二、脑干对肌紧张的调节	(78)
(一) 脑干网状结构对肌紧张的调节	(78)
(二) 去大脑僵直及其产生机制	(78)
三、姿势反射及其在人体运动中的作用	(78)
(一) 状态反射	(78)
(二) 翻正反射	(79)
(三) 旋转运动反射	(80)
(四) 直线运动反射	(80)
四、锥体系与锥体外系	(80)
(一) 大脑皮质管理运动的区域	(80)
(二) 锥体系	(81)
(三) 锥体外系	(81)
五、小脑对运动功能的调节	(81)
(一) 调节平衡	(81)
(二) 调节肌紧张	(81)
(三) 协调随意运动	(81)
六、形成感觉机能	(81)
(一) 感觉的传导途径	(81)
(二) 大脑皮质的感觉机能	(82)
第四节 植物性神经系统的机能	(83)
第五节 脑的高级神经活动	(84)

一、条件反射.....	(84)
(一) 非条件反射与条件反射	(84)
(二) 形成条件反射的生理机制	(85)
(三) 建立条件反射的条件	(86)
二、神经中枢的抑制过程.....	(86)
(一) 非条件性抑制	(87)
(二) 条件性抑制	(88)
三、大脑皮质的分析和综合机能与动力定型.....	(90)
(一) 分析和综合机能	(90)
(二) 大脑皮质的动力定型	(90)
四、人类高级神经活动的特征.....	(91)
(一) 第一信号系统和第二信号系统	(91)
(二) 第二信号系统的意义	(92)
五、高级神经活动类型.....	(92)
六、学习和记忆的生理基础.....	(92)
(一) 即时记忆的生理机理	(93)
(二) 长时记忆(巩固记忆)的生理机理	(93)
七、大脑的语言和思维功能.....	(94)
第六节 运动技能的形成和反馈控制.....	(94)
一、运动技能的条件反射本质.....	(94)
(一) 运动技能的条件反射性质	(94)
(二) 运动技能形成的生理机理	(95)
二、形成运动技能的生理过程.....	(96)
(一) 泛化阶段	(96)
(二) 分化阶段	(96)
(三) 巩固阶段	(96)
三、运动技能的反馈控制.....	(97)
(一) 反馈的生理基础	(97)
(二) 反馈的种类和机能	(97)
(三) 反馈在体育教学和训练中的作用	(98)
四、影响运动技能形成的因素.....	(98)
(一) 充分利用两个信号系统以及各种感觉机能之间的相互作用	(98)
(二) 运动技能之间的相互诱导作用	(99)
(三) 帮助与保护的作用	(99)
(四) 合理应用反馈控制原理	(99)
(五) 发挥姿势反射在形成运动技能中的促进作用	(99)
第七节 神经调节与内分泌.....	(100)
一、内分泌腺的相互关系.....	(100)

二、中枢神经系统对内分泌活动的调节	(100)
三、体育运动与内分泌	(102)
第八节 体育运动与应激学说	(103)
一、应激学说的根据	(103)
二、生理应激与运动训练	(103)
第四章 血液循环系统生理	(105)
第一节 内环境与血液	(105)
一、体液	(105)
二、内环境	(105)
三、血液	(106)
(一) 血液的机能	(106)
(二) 血液的总量	(106)
(三) 血液的组成	(107)
第二节 血浆的成分与理化特性	(107)
一、血浆的成分	(107)
二、血浆的渗透压	(107)
三、血浆的酸碱度	(108)
第三节 血细胞	(108)
一、红细胞	(108)
(一) 红细胞的形态与数量	(108)
(二) 血红蛋白	(109)
(三) 运动对红细胞功能的影响	(109)
二、白细胞	(109)
(一) 白细胞的形态与数目	(109)
(二) 白细胞的机能	(110)
(三) 运动对白细胞的影响	(110)
三、血小板	(111)
第四节 心脏	(111)
一、概 述	(111)
二、心肌的构造	(112)
三、心脏的大小与容积	(113)
四、心脏的血液供应	(113)
五、心动周期与心率	(114)
六、心输出量	(114)
(一) 每搏输出量与每分输出量	(114)
(二) 影响心输出量的因素	(115)
七、心力储备	(115)
八、心电图	(115)
第五节 血管	(117)

一、血管的构造.....	(117)
(一) 动脉	(117)
(二) 静脉	(117)
(三) 毛细血管	(117)
二、血压.....	(117)
(一) 血压及其成因	(117)
(二) 影响血压的因素	(118)
三、动脉脉搏.....	(118)
第六节 运动时血液循环机能的变化及评定.....	(118)
一、运动时血液循环的机能变化.....	(118)
二、机能评定.....	(119)
第七节 心血管活动的调节.....	(119)
一、神经调节.....	(119)
(一) 心血管的神经支配	(119)
(二) 心血管中枢	(119)
(三) 心血管反射	(120)
二、体液调节.....	(120)
三、高级神经中枢对心血管活动的调节.....	(120)
第五章 呼吸生理	(122)
第一节 呼吸运动.....	(123)
一、吸气动作.....	(123)
二、呼气动作.....	(124)
三、呼吸形式.....	(124)
(一) 胸式呼吸	(124)
(二) 腹式呼吸	(124)
(三) 混合式呼吸	(124)
(四) 逆呼吸.....	(124)
第二节 肺的通气功能.....	(124)
一、肺容量.....	(125)
(一) 潮气量	(125)
(二) 补吸气量和深吸气量	(125)
(三) 补呼气量	(125)
(四) 肺活量	(125)
(五) 时间肺活量.....	(126)
(六) 功能余气量和余气量.....	(126)
二、肺通气量.....	(126)
(一) 每分通气量	(126)
(二) 解剖无效腔和肺泡通气量	(126)
第三节 气体交换和运输.....	(127)
一、气体交换.....	(127)

(一) 气体交换的动力——气体分压差	(127)
(二) 肺泡、血液及组织中的 PO_2 和 PCO_2	(128)
(三) 气体交换的过程	(128)
二、气体运输	(129)
(一) 氧的运输	(129)
(二) 二氧化碳的运输	(132)
第四节 运动中的供氧问题	(132)
一、需氧量	(133)
(一) 安静时的需氧量	(133)
(二) 从事某项运动的总需氧量和每分需氧量	(133)
(三) 运动的需氧量与运动强度和持续时间的关系	(133)
二、吸氧量和氧债	(133)
(一) 吸氧量	(133)
(二) 最大吸氧量	(133)
(三) 氧债	(135)
三、从事某项运动的需氧量和氧债的计算	(135)
四、真稳定状态和假稳定状态	(136)
第五节 呼吸的调节和控制	(137)
一、调节呼吸运动的神经和中枢	(137)
(一) 主要呼吸肌及其神经支配	(137)
(二) 呼吸中枢	(137)
二、呼吸运动的反馈调节	(138)
(一) 肺牵张反射	(138)
(二) 呼吸肌本体感受性反射	(138)
三、血液中化学成分改变对呼吸运动的调节	(139)
(一) 二氧化碳和氢离子浓度对呼吸运动的调节	(139)
(二) 缺氧对呼吸的影响	(139)
第六章 肌肉活动的能量供应	(141)
第一节 概述	(142)
第二节 人体运动时的供能系统	(143)
一、人体运动的直接能源——ATP	(143)
二、人体运动时的三大供能系统	(143)
(一) 磷酸原系统	(144)
(二) 乳酸能系统	(144)
(三) 有氧氧化系统	(146)
三、运动时各供能系统的相互关系	(146)
(一) 能量连续统一体的概念	(146)

(二) 各种运动项目的有氧、无氧供能关系	(147)
四、发展不同供能系统的有关运动训练方法	(148)
(一) 发展无氧供能系统的训练方法	(148)
(二) 发展有氧供能系统的训练方法	(149)
(三) 无氧阈的概念及其发展的有关供能能力	(149)
(四) 各种训练方法发展的供能能力比例	(150)
第三节 糖、脂肪、蛋白质的代谢	(151)
一、糖代谢	(151)
(一) 糖在体内的代谢过程	(151)
(二) 糖对人体的作用	(151)
(三) 运动时血糖的变化与糖的摄取	(151)
二、脂肪代谢	(154)
(一) 脂肪在人体内的代谢过程	(154)
(二) 脂肪对人体的作用	(155)
(三) 糖与脂肪在运动中的供能关系	(155)
(四) 运动时脂肪的变化与脂肪的摄取	(155)
三、蛋白质代谢	(155)
(一) 蛋白质在人体内的代谢过程	(155)
(二) 蛋白质对人体的作用	(155)
(三) 运动时蛋白质的变化与蛋白质的摄取	(156)
第四节 能量代谢	(156)
一、能量代谢的测定原理及方法简介	(156)
二、基础代谢	(158)
三、运动时的能量消耗	(158)
四、能量的消耗与恢复过程	(159)
第五节 体温	(160)
一、正常体温及其测量部位	(161)
二、产热和散热过程	(161)
三、体温的调节	(163)
第七章 消化和排泄生理	(165)
第一节 消化与吸收	(165)
一、口腔内消化	(166)
(一) 唾液腺	(166)
(二) 咀嚼和吞咽	(166)
二、胃内消化	(166)
三、小肠内消化	(166)
四、大肠内消化	(166)

五、吸收	(166)
(一) 吸收的部位	(167)
(二) 各种物质的吸收	(167)
(三) 吸收的机理	(167)
六、运动与消化吸收机能	(168)
第二节 排泄	(169)
一、尿的生成	(169)
二、肾脏在调节酸碱平衡中的作用	(170)
三、运动对排泄机能的影响	(171)
(一) 尿量变化	(171)
(二) 尿成分的变化	(171)
第八章 儿童少年解剖生理特点及教学与训练	(173)
第一节 儿童少年身体发育的基本规律	(173)
一、生长发育的特点及影响因素	(173)
二、生长发育的年令划分	(174)
第二节 儿童少年各器官系统的解剖生理特点	(174)
一、运动系统	(174)
(一) 骨骼	(174)
(二) 关节	(175)
(三) 肌肉	(175)
二、血液循环	(175)
(一) 血液	(175)
(二) 心率与血压	(175)
(三) 心输出量	(176)
三、呼吸系统	(177)
(一) 呼吸频率	(177)
(二) 肺活量	(177)
(三) 吸氧量与氧债	(177)
四、神经系统	(178)
(一) 神经系统的构造	(178)
(二) 高级神经活动	(178)
(三) 大脑皮质的工作能力	(178)
第三节 女子解剖生理特点	(179)
一、女子的生长发育	(179)
二、女子的生理	(180)
(一) 血液循环	(180)
(二) 呼吸	(180)
三、在女子教学与训练中的注意点	(180)

第四节 体育教学和训练中的某些生理学问题.....	(181)
一、儿童少年的力量.....	(181)
二、儿童少年的耐力.....	(182)
三、儿童少年的早期专门化.....	(183)
四、青春期高血压.....	(185)
五、选材.....	(186)

第九章 运动能力的生理学反应及其评价.....(192)

第一节 运动能力的组成.....	(193)
一、力量.....	(193)
二、速度.....	(193)
三、耐力.....	(194)
四、灵活性.....	(194)
五、柔韧性.....	(194)
六、平衡.....	(194)
第二节 运动能力的模式.....	(195)
第三节 和运动能力成分有关的生理学反应.....	(197)
一、力量的生理学反应.....	(197)
二、爆发力的生理学反应.....	(198)
三、速度的生理学反应.....	(198)
四、耐力的生理学反应.....	(198)
第四节 运动能力成分的测定.....	(199)
一、测定绝对力量的方法.....	(200)
二、测定相对力量的方法.....	(200)
三、测定绝对爆发力的方法.....	(200)
四、测定相对爆发力的方法.....	(201)
五、测定有氧耐力的方法.....	(201)
六、测定无氧—有氧耐力的方法.....	(202)
七、测定绝对肌肉耐力的方法.....	(202)
八、测定相对肌肉耐力的方法.....	(202)
第五节 运动能力的评定.....	(202)
第六节 影响运动能力的因素.....	(203)
一、体型和运动能力.....	(203)
二、环境因素和运动能力.....	(206)
三、其他因素与运动能力.....	(207)

第十章 体育教学和运动训练的若干生理学问题.....(209)

第一节 身体练习的分类.....	(210)
------------------	---------

一、根据肌肉收缩的形式·····	(210)
二、根据练习的动作结构·····	(211)
(一) 周期性练习·····	(211)
(二) 非周期性练习·····	(211)
(三) 混合性练习·····	(211)
三、根据肌肉工作的相对强度·····	(211)
(一) 最大强度练习·····	(211)
(二) 次最大强度练习·····	(211)
(三) 大强度练习·····	(211)
(四) 中等强度练习·····	(212)
四、根据人体能量代谢特点·····	(212)
(一) 无氧供能的练习·····	(212)
(二) 有氧供能的练习·····	(212)
五、根据运动能力或身体素质·····	(212)
(一) 力量性练习·····	(212)
(二) 速度性练习·····	(212)
(三) 耐力性练习·····	(213)
(四) 灵敏性练习·····	(213)
(五) 柔韧性练习·····	(213)
第二节 体育活动和运动训练原理·····	(213)
一、适应·····	(214)
(一) 用进废退说·····	(214)
(二) 条件反射论·····	(214)
(三) 超量代偿律·····	(215)
二、适应的生物学特征·····	(216)
(一) 安静状态时适应的生物学特征·····	(216)
(二) 动态时适应的生物学特征·····	(219)
第三节 运动训练的生理学内容·····	(221)
一、提高和发展供能系统的能力·····	(222)
二、提高肌肉力量和速度能力的训练·····	(224)
三、发展和提高耐力的氧运输系统能力·····	(225)
四、关节活动的训练和提高柔韧性·····	(226)
五、改善和提高机体协调能力的训练·····	(227)
第四节 体育教学与运动训练的生理学原则·····	(229)
一、直观性·····	(229)
二、系统性·····	(230)
三、全面身体训练·····	(232)
四、大运动量训练·····	(233)

(一) 运动量和大运动量	(233)
(二) 运动量的组成	(234)
(二) 大运动量训练的生理学依据	(234)
(四) 适宜运动量的生理学评定	(235)
五、因材施教	(236)
第五节 运动训练方法的生理学依据	(237)
一、重复训练法	(238)
二、间歇训练法	(239)
三、持续训练法	(240)
四、比赛训练法	(241)
五、我国传统的训练法	(242)
(一) 全身训练和局部训练相结合	(242)
(二) 动静结合	(243)
(三) 内外结合	(243)
第六节 安排体育课和训练课的生理学问题	(243)
一、准备部分	(243)
(一) 赛前状态	(243)
(二) 准备活动	(243)
(三) 进入工作状态	(244)
二、课的基本部分	(245)
三、结束部分	(247)
四、课后的恢复过程	(247)
(一) 恢复过程的阶段性	(247)
(二) 工作能力恢复的措施	(248)