



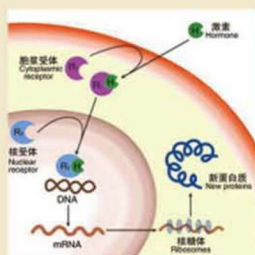
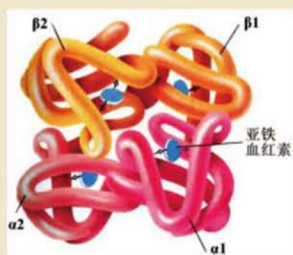
浙江省高职高专重点建设教材

运动生理学基础

Fundamental Physiology of Sport and Exercise

主 编 赖爱萍

副主编 黎 鹰 俞 捷 尚延侠



SPORTS



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

浙江省高职高专重点建设教材

运动生理学基础

主 编 赖爱萍

副主编 黎 鹰 俞 捷 尚延侠

编写者 (以姓氏笔划为序)

尚延侠 董静梅 俞 捷

赖爱萍 黎 鹰



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

运动生理学基础 / 赖爱萍主编. — 杭州 : 浙江大学出版社, 2012. 6

ISBN 978-7-308-10075-5

I. ①运… II. ①赖… III. ①运动生理学 IV.
①G804. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 120231 号

运动生理学基础

赖爱萍 主编

责任编辑 石国华

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州星云光电图文制作工作室

印 刷 浙江良渚印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 19.25

字 数 480 千

版 印 次 2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-10075-5

定 价 36.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

序

由赖爱萍主编的《运动生理学基础》一书即将付梓出版,出版前,蒙爱萍同志将书稿送阅,并希望我为之作一序言。经阅读全书书稿后,我慨然允诺。

多年前,爱萍同志曾与我谈及,目前高职体育院校运动生理学课程缺乏一本具有高职特色的教本,所以只能借用普通高校的教材,她深感这是高职教学中的缺憾。为此,她致力要编写一本具有高职体育院校特色的运动生理学教材。后来,她又去美国学习,进一步扩大了视野。回国后,立即组织了写作团队,在团队人员的团结合作下,终于完成了全书的编写。可以看出,本书从思想酝酿、组织准备到团队写作的过程,是一本历时多年,具有丰厚底蕴的教材。现在公开出版发行,将在一定程度上满足高职体育院校教学的急需。

本书始终贯彻以下原则:

一、高职性。根据高职的特点和特色,对庞杂的运动生理学内容,删繁就简、突出重点、有的放矢。

二、高教性。高职院校属高等教育体系,所以对主干课程的基本理论和基本知识不能削弱,做到高职性与高教性的辩证融合是一件难能可贵的尝试。

三、专业性。高职院校体育专业既要面向竞技体育又必须十分重视大众体育(全民健身),紧密兼顾结合竞技体育和大众体育的实际,是编写团队颇费心计的考虑之点。

综观全书书稿,编者能较好地体现以上三个原则。在编写过程中,在写作技法上也有所突破,体现在以下三个方面:

一、体例创新。本书新增了“知识与应用”以提示该知识与应用的纽带,为更好地体现理论联系实际提供了坚实的载体。又如适当地增加了“名家回顾”,简介了国内外著名运动生理学家的人生和学术背景,启迪学生崇尚学术先贤,激发学习本课程的动力。

二、表达清晰。教材的文句表达清晰,适合学生学习,并适当增加了一些日常生活用品的知识,如介绍了幽门螺旋杆菌的形态、繁殖、防治等应用性知识。

三、重点突出。没有重点,就没有个性。运动生理内容涵盖极为广泛,从分子层面、细胞层面、组织器官层面而及整体层面,本书以肌肉运动生理为主轴,统领其

他诸层面的描述表达,是极为可取的。

诚如本书前言所述,高职体育院校教材建设任重道远,在教学实践中不断总结、不断完善是一个永无止境的过程。

华 明

2012 年 5 月

华明,江苏省无锡市人,为浙江大学运动生理学教授(已退休),享受国家特殊津贴,2010 年度获中国运动生理生化开拓贡献奖。

前 言

高职教育的人才培养目标主要是偏重于应用技能和操作经验,培养实用型的、适应岗位需求的技能型的专门人才;作为高职体育生,各专业职业岗位主要是从事专业竞技运动训练、业余运动训练、竞技训练管理和社会体育指导等工作。《运动生理学基础》是体育专业课程体系中的主要支撑课程,通过本课程的教学,使学生重点掌握体育运动过程中人体机能变化的规律以及体育运动对提高人体机能能力的作用,并能运用这些理论、技术来指导和评价运动训练、体育教学及全民健身运动。

本教材的编写意在保证基础理论知识的前提下,突出运动员、高职体育生和健身人群特性,整合理论知识,加强应用性的运动健身技能指导内容,突出科学性、应用性、通俗性的特征。将图、表、文有机结合,每一大章前均附上本章节学习目并设有常见小问题,引出本章节内容;每一章节教材内容过程中加设知识与应用部分,主要内容是加入相应运动及生活案例、健身和生活小常识等;每一章节后设有内容总结和思考题。此外教材最后附有相关实验内容,力图能解决训练和健身中的实际问题,成为应用性强的高职运动生理学教材。本教材可作为高职高专学生用书,也可作为教练员、体育指导员、运动员及健身人群参考用书。

本教材获 2010 年浙江省重点建设教材立项,由 2008 年浙江省省级精品课程负责人主持编写工作,并有科研一线人员参与,使本教材具有较强的针对性和实用性。参加编写的人员有:赖爱萍,博士,浙江体育职业技术学院副教授(绪论、第一章、第十四章、第十五章、第十六章、第十七章、实训部分),黎鹰,硕士,浙江体育职业技术学院高级讲师(第二章、第三章、第四章、第五章、实训部分),俞捷,硕士,浙江体育职业技术学院助理研究员(第六章、第九章、第十一章、第十二章),尚延侠,博士,上海体育职业技术学院副教授(第七章、第八章、第十三章),董静梅,博士,同济大学体育教学部教授(第十章),由赖爱萍对全书进行了最后统编。

感谢参与本教材编写的各位作者,如期完成了各自的编写任务。感谢浙江大学华明教授的悉心指导和修改意见。

感谢美国 Valparaiso 大学的 Kelly Helm 教授,给本教材的编写提供了很好的资料和建议,编写过程中还得到了浙江体育职业技术学院各部门领导和体育系工作人员的支持,在此表示衷心的感谢。

希望本教材的出版能在运动生理学的理论和实践有所新突破,真正为体育运动人群所懂所用,但鉴于我们编写人员水平所限,书中疏漏和不足之处在所难免,祈望各位专家和读者能给以指正。

目 录

绪 论	(1)
第一章 运动与骨骼肌机能	(13)
第一节 骨骼肌的兴奋和收缩	(13)
第二节 骨骼肌收缩的形式和力学表现	(21)
第三节 骨骼肌纤维类型与运动能力	(24)
第二章 运动与血液、循环机能	(31)
第一节 血液的概述	(31)
第二节 心脏的机能	(40)
第三节 血管生理	(49)
第四节 运动对血量、血细胞的影响	(59)
第五节 运动对心血管系统的影响	(61)
第三章 运动与呼吸机能	(66)
第一节 呼吸运动与肺通气机能	(66)
第二节 肺通气和肺换气	(67)
第三节 气体交换与运输	(73)
第四节 呼吸运动的调节	(78)
第五节 运动对呼吸机能的影响	(81)
第四章 运动与消化吸收机能	(87)
第一节 物质的消化吸收过程	(87)
第二节 运动对胃肠道功能的影响	(95)
第五章 运动与肾脏机能	(98)
第一节 肾的结构和功能	(98)
第二节 运动对肾脏泌尿机能的影响	(104)
第六章 运动与能量代谢	(109)
第一节 概述	(109)
第二节 能量的供应和消耗	(113)
第三节 体温调节	(120)

第七章 运动与内分泌机能	(125)
第一节 概述	(125)
第二节 人体主要内分泌腺及作用	(128)
第三节 激素分泌的调控	(136)
第四节 运动与激素	(138)
第八章 运动与感觉	(142)
第一节 感觉器官概述	(142)
第二节 运动与视觉	(143)
第三节 运动与听觉、位觉	(148)
第四节 运动与本体感觉	(152)
第九章 身体素质	(157)
第一节 肌肉力量及其影响因素	(157)
第二节 肌肉力量的测评	(160)
第三节 肌肉力量的训练	(162)
第四节 速度素质	(167)
第五节 耐力素质	(169)
第六节 灵敏和柔韧素质	(177)
第十章 运动技能	(180)
第一节 运动技能的定义和生理本质	(180)
第二节 运动技能的形成过程及影响因素	(183)
第十一章 运动过程中的机能活动变化规律	(187)
第一节 赛前状态与准备活动	(187)
第二节 进入工作状态	(190)
第三节 运动性疲劳	(193)
第四节 恢复过程	(199)
第十二章 运动训练的生理学分析	(204)
第一节 运动训练原则	(204)
第二节 运动训练过程中的生理监控	(207)
第三节 过度训练	(212)
第四节 特殊条件下的训练	(214)

第十三章 儿童少年的生理特点与体育锻炼	(221)
第一节 儿童少年的生长发育	(221)
第二节 儿童少年的生理特点	(227)
第三节 儿童少年的身体素质发展	(231)
第十四章 老年人与体育锻炼	(235)
第一节 老年人与衰老	(235)
第二节 老年人的体育锻炼	(238)
第十五章 女性与体育运动	(244)
第一节 女性的生理和运动能力特点	(244)
第二节 月经周期与运动	(246)
第三节 妊娠期女性的体育锻炼	(249)
第十六章 糖尿病人群的体育锻炼	(256)
第一节 糖尿病概述	(256)
第二节 糖尿病人与体育锻炼	(259)
第十七章 心血管疾病人群的体育锻炼	(264)
第一节 高血压人群的体育锻炼	(264)
第二节 冠心病人群的体育锻炼	(267)
实验一 肺通气功能的测定	(270)
实验二 人体 ABO 血型的测定	(272)
实验三 运动过程中心率的测定	(274)
实验四 运动过程中动脉血压的测定	(276)
实验五 视觉深度的测定	(278)
实验六 前庭功能的测定	(279)
实验七 有氧工作能力的测定	(280)
实验八 有氧工作能力的测定	(281)
实验九 PWC ₁₇₀ 机能试验	(283)
实验十 无氧工作能力的测定	(286)
实验十一 身体素质的测定	(287)
主要参考文献	(294)

绪论

【学习目标】

1. 了解运动生理学课程的学科定义、研究任务和方法。
2. 了解运动生理学的发展历史和研究热点
3. 掌握生命活动的基本生理特征、内环境的稳态和调节机制



- 体育专业的学生为什么要学运动生理学？
- 生命在于运动？懒人更长寿？
- 人在受寒冷刺激后，为什么会产生鸡皮疙瘩？

运动生理学是人体生理学的分支，是体育科学应用基础理论学科之一。人体生理学是研究人体机能活动规律的科学，运动生理学是研究人体的运动能力和对运动的反应与适应过程的科学。

一、运动生理学的研究任务、方法

（一）运动生理学的研究任务

运动生理学研究人体在体育活动和运动训练影响下结构和机能的变化，揭示人体在运动过程中机能变化的规律和机理，阐明体育活动和运动训练过程中的生理学原理，并将其应用到竞技训练和健身锻炼的运动实践中，从而提高竞技运动水平和体适能健康水平。

（二）运动生理学的研究方法

运动生理学研究对象是人，因此其研究方法主要通过人体实验和测定而得，但有时也会用动物实验的研究结果间接地探讨人体的生理功能变化机制，但在应用动物实验所得结论时，应充分考虑人和动物之间的差异，不可简单地生搬硬套。

1. 人体实验法

主要包括实验室测试法和运动现场直接测试法。

实验室测试法是指让受试者在实验室按照一定的研究目的设计运动方案，利用一定的训练器械（如运动跑台、不同形式的功率自行车、测功计和台阶）进行运动，测试运动员在运动过程中的各种生理指标变化，以了解不同形式的运动对人体生理机能的影响。



图 0-1 美国华盛顿卡耐基研究所
(Carnegie institute of Washington, D. C)
早期最大摄氧量测试



图 0-2 浙江体育职业技术学院
社会体育专业学生最大
摄氧量测试(COSMED)

运动现场测试法是指在运动现场对运动者运动前、运动中和运动后恢复过程中的某些生理机能变化(如心率、肌电图、血乳酸等)进行直接监测,以了解不同运动项目的生理特点,或不同人群在完成同一运动项目时的生理反应。这种方法的优点是符合运动的实际情况,并能及时提出相应的干预措施;缺点是难度较大、测试条件不易控制。



图 0-3 运动过程中的最大摄氧量测试(COSMED)

2. 动物实验法

动物实验法主要包括慢性实验法和急性实验法。

慢性动物实验是指在完整、清醒、健康的动物体上进行各种生理实验研究的方法,如摘除或破坏动物的某个器官,以观察其生理功能及活动规律。急性动物实验又可分为离体组织、器官实验法和活体解剖实验法两类。前者指从活的或刚被处死的动物体内摘取组织、器官,置于人工控制的实验环境中,以观察其生理功能。后者指在麻醉或破坏神经中枢高级部位条件下,活体解剖动物并对某个器官的功能进行观察。



图 0-4 动物实验

二、运动生理学的历史与研究热点

(一)运动生理学的历史

1. 国际运动生理学的发展

运动生理学最早起源于人体解剖学和人体生理学。1543年,比利时医生 Andreas Vesalius 出版的《人体结构》(*Structure of human body*)是历史上第一部人体解剖学教科书,标志着现代人体解剖学和生理学领域的研究开始。1628年,英国学者 William Harver 发表了著作《心血运动论》(*An anatomical disquisition on the motion of the heart and blood in animals*),本书阐述了血液循环理论,提出心脏有节律的持续搏动是促使血液在全身循环流动的动力源泉,由此推翻了统治西方医学和生理学长达 1500 多年的概论学说,标志着近代科学生理学的诞生。1889年,法国学者 Fernand LaGrange 出版了第一本运动生理学教科书,名为《身体运动的生理学》(*Physiology of bodily exercise*),可视为运动生理学领域研究的开始。

20 世纪开始,运动生理学在欧洲蓬勃发展,有三位生理学家因为对肌肉及肌肉活动的研究获得诺贝尔奖:Archibalt Vivian Hill(英国,1886—1977 年)、August Krogh(丹麦,1874—1949 年)、Otto Meyerhof(德国,1884—1951 年)。Hill 的主要研究领域是肌肉收缩后恢复期的产热过程,此外,通过对运动氧耗的研究,率先提出最大吸氧量的概念及应用其评价最大心肺能力和人体耐力的观点,并出版了 3 部运动生理学名著:《肌肉活动》、《人类的肌肉运动——影响速度与疲劳的因素》和《有生命的机械》,被誉为“运动生理学之父”。Krogh 是哥本哈根大学动物生理学系教授,因发现骨骼肌内的微血管调控机制而获得诺贝尔奖,此外他还研究和设计了检测 CO₂ 的气体分析仪,是生理学领域中许多研究的奠基者之一。Meyerhof 是一位化学家,因研究肌肉代谢的糖原——乳酸循环与 Hill 共获得 1922 年的诺贝尔生理学或医学奖。



希尔(Archibalt Vivian Hill)



克劳格(August Krogh)



迈尔霍夫(Otto Meyerhof)

图 0-5 三位诺贝尔医学/生理学奖获得者

在运动生理学的发展中,苏联的研究不容忽视,其中最突出的代表就是巴甫洛夫(Ivan Petrovich Pavlov, 1849—1936 年),他是条件反射理论的建构者,在研究消化的生理过程中发现条件反射现象,从而开创了条件反射的研究,建立了高级神经活动的学说。他的著作主要有《心脏的传出神经》、《主要消化腺机能讲义》、《动物高级神经活动(行为)客观研究 20 年经验:条件反射》等。

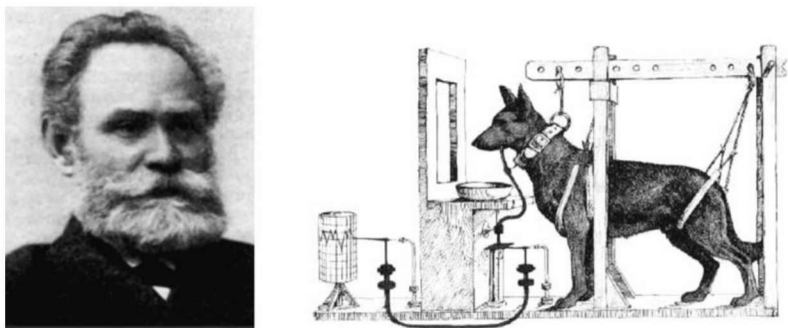


图 0-6 巴甫洛夫与他的条件反射实验装置

在运动生理学领域,论及实验室的影响,首推美国的哈佛疲劳实验室(Harvard Fatigue Laboratory, HFL, 1927—1947 年)。该实验室由著名生物化学家 L. J. Henderson 创立,由另一位生物化学家 D. B. Dill 博士主持工作,被称作运动生理学领域的“麦加圣地”。创立初期,哈佛疲劳实验室主要研究重点运动、营养与健康、运动与衰老等问题,此外还研究耐力运动生理学,描述了长跑等项目的生理需求,研究成果为现代运动和环境生理学奠定了基础。第二次世界大战爆发后,随着美国参战,哈佛疲劳实验室也改变了自己的研究方向,转而面向军事应用研究。哈佛疲劳实验室不仅是研究机构,同时它也是培养生理学研究人才的摇篮,是吸引全世界年轻生理学家智慧的中心。20 年间,先后有 15 个国家的学者在此工作。这些学者回国后大多建立了自己的实验室,成为国际知名的运动生理学家,如:August Krough, E. Asmussen, M. Nielson, P. E. Scholander, R. M. Margaria, E. H. Christensen 等。

斯堪的纳维亚实验室在运动生理学的发展过程中也起到了重要作用,20 世纪 30 年代在哈佛疲劳实验室从事研究的三名丹麦生理学者 E. Asmussen、M. Nielson 和 E. H. Christen 回到斯堪的纳维亚,分别开辟了各自的研究领域。Asmussen 研究肌肉的力学特征,Nielson 研究体温调控,而 Christen 则致力于运动营养学研究。20 世纪 30 年代末期,他的有关运动期间糖与脂肪代谢的研究成果,被称作先驱性的运动营养学研究,至今仍被引用。Christen 对运动生理学另一贡献是将 P. O. Astrand 引进运动生理学大门。在 20 世纪 50、60 年代,Astrand 进行了大量的有关耐力运动及身体素质方面的研究,在国际运动生理学界享有盛誉。最先由 Hill 提出的作为运动机能评定指标的“最大摄氧量”概念,则是通过 Astrand 等进行了广泛研究后才确定了它的实用价值及测定标准。



图 0-7 哈佛疲劳实验室(Harvard Fatigue Laboratory, 1946)

① 引自:http://www.library.hbs.edu/hc/hawthorne/big/wehe_078.html

在亚洲,1916年日本的吉田章信曾著有《运动生理学》,阐述运动的生理效果,其内容还只是偏重于形态学的体格测量。其后东龙太郎主持东京的体育学科讲座,也曾从事运动生理学的研究。猪饲道夫是日本现代运动生理学的拓建者,他领导东京大学的运动生理研究室为日本培养了运动生理学的专门人才,并在运动生理学与运动生物力学的综合研究方面也作出了卓越的贡献。

2. 中国运动生理学的发展

我国运动生理学作为独立的学科研究起步较晚,但发展速度较快。1924年,生理学工作者程瀚章编写了中国近现代早期的运动生理学专著——《运动生理》,1940年生理学家蔡翘编著了《运动生理学》一书。但在这一阶段,有关运动生理学的教学与研究工作却进展缓慢。50年代末,我国的运动生理学教学与研究有了第一次飞跃性的发展。1957年北京体育学院为我国首次培养出运动生理学研究生,并邀请苏联专家授课和指导科研工作,标志着运动生理学在我国真正成为了一门独立的学科,同时,也奠定了我国运动生理学发展的基础。1958年成立国家体育科学研究所,其中设置了运动生理研究室,这是我国第一个专门研究运动生理学的科研机构。70年代末至80年代,是我国运动生理学的教学及科研工作的第二次飞跃发展时期。各体育学院开始招收并培养运动生理学硕士研究生,1987年北京体育大学首次招收运动生理学博士学位研究生,各省、市的体育科研所相继建立了运动生理研究室,专门从事运动生理的研究。2001年,中国生理学会运动生理学专业委员会成立,标志着运动生理学已发展成为生理科学下属的二级学科,这是中国运动生理学发展史上一个重要里程碑。



图 0-8 我国早期的运动生理学书籍

我国运动生理学有影响的人物应首推王义润教授,她是我国生理学界的创始人,是我国首位体育学博士研究生导师,指导并培养了一大批高水平运动生理学专业人才,为我国运动生理学的发展作出了突出贡献。陈家琦教授作为我国运动生理学界德高望重的专家,长期以来从事运动生理教学、研究工作,特别是在运动与气体代谢方面取得了显著成果。近几十年,我国的运动生理研究取得了长足的发展,有些研究成果已经接近或达到国际先进水平,特别是在优秀运动员身体机能的生理、生化监测、高原训练的生理、生化适应及机理、中医药恢复手段的应用研究等领域已取得大量高水平的科研成果。

【名家回顾】

蔡翘(1897—1990年):又名蔡卓夫、蔡义忠。中国科学院院士,中国生理科学奠基人之一。

1920年首先发现视觉与眼球运动功能的中枢部位——顶盖前核(后称蔡氏区)。编著中国第一本大学生理学教科书(1929年商务印书馆出版,共50章,70万字,后增订本改名《人类生理学》)。他在中国多所著名医学院校担任学术领导及教学、科研工作,在神经解剖、神经传导生理、糖代谢和血液生理等领域有许多重大发现,并为中国的航天航空航海生理科学研究奠定了基础。



蔡翘

(二)运动生理学的研究热点

1. 基因多态性与运动员科学选材

在运动员科学选材方面,除了继续重视某些生理生化指标的应用以外,利用已在临床遗传病诊断中已广泛应用的基因探针进行运动员选材开始得到研究者的关注。基因多态性是在遗传学上影响机体不同性状个体差异性的主要决定因素之一,某些身体素质(如力量、速度和耐力)及其发展潜能具有相当高的遗传度,近年随着分子生物学实验技术的发展、人类基因图谱绘制的完成及第三代遗传标记——SNPs的确立,使科研工作者从基因水平研究机体对运动产生敏感性的个体差异机制成为了可能。随着人类基因组计划的完成,检测运动员所具有的身体素质特性,同时建立优秀运动员基因库,进行运动员科学选材也有可能成为现实。

2. 运动时物质与能量代谢

研究表明,最大摄氧量($V_{O_{2max}}$)是评价耐力运动员身体机能的重要指标,在运动科研和实践中的应用非常广泛,自动气体分析仪和瑞典运动生理学家奥斯特兰德(Astrand)创立的列线图法可分别对最大摄氧量进行直接和间接。此后,研究者发现乳酸阈能更好地反应运动员有氧代谢能力,从而能更好地指导运动训练,Stegrmann等还提出了个体乳酸阈的概念。运动员最大摄氧能力,运动过程中个体乳酸阈的应用,以及如何利用能量代谢的这些指标指导运动训练、提高运动员运动能力的研究已成为热点。

3. 运动性疲劳机制与身体机能恢复

运用高新技术探讨运动性疲劳产生的机制,仍然是运动生理学的重点研究领域。目前,对运动性疲劳产生机制的认识从单纯的能量消耗或代谢产物的堆积,逐渐发展为多因素综合作用的影响,研究水平已从整体、器官、细胞水平深入到分子或离子水平。不同运动项目运动员训练的疲劳机制和疲劳特征,运动导致的中枢神经系统疲劳的研究,根据不同运动项目疲劳产生原因有针对性地采用合理的疲劳恢复手段的研究等受到广泛重视。

4. 运动与氧化应激

随着1956年哈曼(Harman)自由基理论的提出,运动与自由基的研究在运动生理学研究领域中备受关注。研究证实,急性剧烈运动可使体内自由基的浓度增加,引起体内氧自由基代谢失衡而产生氧化应激。运动引起的氧化应激,会导致脂质过氧化反应加强,而对组织和细胞造成损伤,已有证据表明延迟性肌肉酸痛(Delayed-Onset Muscular Soreness, DOMS)就与自由基损伤有关。生物体内的抗氧化机制包括抗氧化酶机制和非酶防御机制两大方面,研究表明,有氧运动可提高体内的抗氧化酶的活性,有效地清除运动过程中产生的过量自由基,补充外源性的抗氧化剂(如Vit E、Vit C、锌、硒,及一些中药等)也可有效地提高人体的抗氧化能力。

5. 运动与骨骼肌

骨骼肌运动能力及代谢特征的研究是运动生理学研究起源,骨骼肌在提高运动成绩中起着举足轻重的作用。超过习惯负荷的运动训练或体力劳动能引起骨骼肌延迟性酸痛、肌肉僵硬、收缩和伸展功能下降及运动成绩降低,研究表明,运动后产生肌肉酸痛与肌肉损伤或肌纤维的结构改变有关,因此,分析大负荷运动后骨骼肌超微结构变化的机理、研究肌肉损伤的变化阶段

和损伤后的肌肉修复与再生受到生理学家和运动生理学研究人员的高度重视。

此外,对运动员骨骼肌快肌和慢肌纤维的分布、机能及代谢特点等的研究与应用也更受瞩目,运动对运动员肌纤维类型组成的影响、不同类型肌纤维在运动中的参与程度、应用肌纤维类型结合运动项目特点进行科学选材、根据不同类型肌纤维在运动中的募集程度指导运动训练等是今后研究的主要任务。

6. 运动对心脏形态和机能的影响

1975年,德国学者罗斯特(Rost)首先把超声心动图应用于运动人体科学的研究中,此后国内外许多运动生理学学者都采用此法对各类运动员的心脏功能进行了研究。该方法操作简单、安全、无损伤、重复性好,随着超声心动图图形分析的计算机系统的出现,该方法在运动员心脏形态结构、心脏泵血功能以及心脏运动过程中心肌血液供应的研究中应用更为广泛。1984年,心钠素(atrial natriuretic polypeptide)的发现,从分子水平内分泌方面改变了人们对心脏的传统认识,证明心脏不仅是一个循环器官,而且还是人体内一个重要的内分泌器官,心脏所分泌的心钠素,具有利钠、利尿、舒张血管等作用。近年来发现,心脏不仅是心钠素的分泌器官,同时也是心钠素作用的靶器官之一,长时间耐力性训练所导致的心率减慢、血压降低都与心钠素的作用有关。

7. 体育健身的理论与方法

随着生活水平的明显改善,提高生活质量和健康水平成为人们共同追求的目标,因而体育锻炼成为提高大众健康水平不可或缺的重要手段。运动对机体免疫能力,衰老过程、身体成分,心血管疾病、糖尿病、肥胖等慢性病的影响方面的基础研究和应用日益增多,探明运动锻炼对慢性病的预防机理,提供科学的运动健身和体育治疗方法,为不同的人群和个体提供不同的运动处方等是运动生理学研究的重要任务。

8. 运动时神经系统的支配与调控

对神经系统的研究主要涉及运动时的神经调节作用、运动条件反射与运动技能学习、运动时神经递质与调质的变化与作用、运动与恢复时交感与副交感神经的相互影响与整合作用等。

三、人体的基本生理特征

生物体具有生命活动,具备三个基本生理特征:新陈代谢、兴奋性和生殖。

(一) 新陈代谢

新陈代谢是指有机体为实现自我更新,与周围环境之间所不断进行的物质交换和能量交换的过程。新陈代谢包括同化作用和异化作用两个方面:同化作用指机体从外界环境中摄取营养物质后,把它们制造成为机体自身物质的过程;异化作用指机体把自身物质进行分解,同时释放能量以供生命活动和合成物质的需要,并把分解的产物排出体外的过程。一般物质分解时释放能量,物质合成时吸收能量。后者所需要的能量正是由前者提供的,故二者是密切相关的。新陈代谢既包括物质代谢,又包括能量代谢。机体只有在与环境进行物质与能量交换的基础上,才能不断地自我更新。新陈代谢是生命活动的最基本特征,新陈代谢一旦停止,生命也就终止。

(二) 兴奋性

机体受到周围环境发生改变的刺激时具有发生反应的能力,称为兴奋性。能引起机体或其组织细胞发生反应的环境变化,称为刺激。刺激引起机体或其组织细胞的代谢改变及其活动变化,称为反应。反应可分为两种:一种是由相对静止变为活动状态,或者活动由弱变强,称为兴奋;另一种是由活动变为相对静止状态,或活动由强变弱,称为抑制。刺激引起的反应是兴奋还

是抑制,取决于刺激的质和量以及机体当时所处的机能状态。

周围环境经常发生改变,但并不是任何变化都能引起机体或其组织细胞发生反应的。能引起反应的刺激一般要具备三个条件,即一定的强度、一定的持续时间和一定的时间变化率。这三个条件的参数不是固定不变的,三者可以相互影响;即三者中有一个或两个的数值发生改变,其余的数值必将发生相应的变化。如果以刺激强度变化为纵坐标,刺激的作用时间为横坐标,将引起组织兴奋所需的刺激强度和时间的变化关系,描绘在直角坐标系中,可得到一条曲线,称强度-时间曲线(strength-duration curve)。由图可见,一定范围内引起组织兴奋的强度和持续时间之间呈反比的关系:即刺激强度加大时,所需持续时间就缩短。通常将引起组织发生反应的最小刺激强度(具有足够的、恒定的持续时间)称为阈强度或强度阈值,阈值的大小能反映组织兴奋性的高低,组织兴奋性高则阈值低,兴奋性低则阈值高。

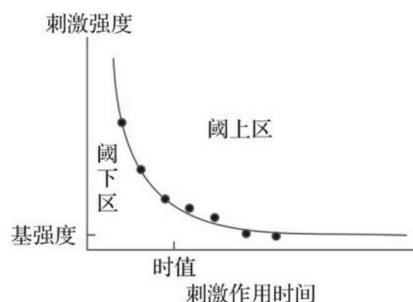


图 0-9 强度-时间曲线

(三) 生殖

生物体生长发育到一定阶段后(成熟),能够产生与自己性状相似的子代个体,这种功能称为生殖。任何机体的寿命都是有限的,都要通过繁殖子代来延续种系,所以生殖也是基本生理特征。高等动物以及人体的生殖过程比较复杂,父系与母系的遗传信息分别由各自的生殖细胞中的脱氧核糖核酸(DNA)带到子代细胞,它控制子代细胞的各种生物分子的合成,使子代细胞与亲代细胞具有同样的结构和功能。但是,近年来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。



图 0-10 英国科学威尔默特与首只克隆羊多利

四、人体生理机能的调节和控制

(一) 内环境的稳态

人体由各种细胞、组织和器官组成,各自特殊的生理功能相互协调,构成一个统一的整体。机体所生存的大气环境称为外环境,而体内每个细胞所生存的液体环境称为内环境(internal environment)。内环境就是指细胞外液,是细胞直接生活的环境。内环境对细胞的生存以及维持细胞的正常生理功能十分重要。细胞通过细胞膜从内环境摄取氧和其他营养物质,同时将二氧化碳和其他代谢产物排到内环境中,后者则通过机体的呼吸和排泄等途径排出体外。

生活在外环境中,外环境有变化时,机体各系统、器官的活动也将发生相应的变化:一方面对外环境作出一定的应答性反应,另一方面要保持内环境的相对稳定。内环境的相对稳定,是体内细胞、器官进行正常功能活动的基础。内环境的相对稳定并不是固定不变的状态,而是一种动态平衡。细胞和器官的活动不断消耗营养物质并排放代谢产物,从而破坏了内环境的稳定;但是

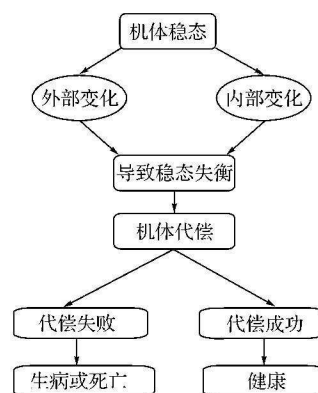


图 0-11 内环境稳态的调节