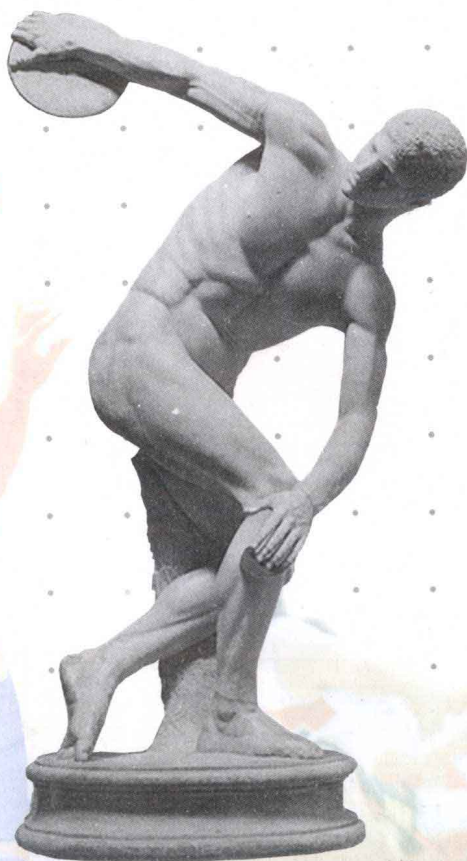




经全国高等学校体育教学指导委员会审定通过
全国普通高等学校体育教育专业教材

运动生物化学 运动生物力学

主编 徐晓阳 纪仲秋



 广西师范大学出版社

经全国高等学校体育教学指导委员会审定通过

运动生物化学

YUNDONG SHENGWU LIXUE

运动生物力学

◇ 主编 徐晓阳 (华南师范大学)
纪仲秋 (北京师范大学)



GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS

广西师范大学出版社

· 桂林 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

运动生物化学 运动生物力学 / 徐晓阳, 纪仲秋主编.
桂林: 广西师范大学出版社, 2000. 12
全国普通高等学校体育教育专业教材
ISBN 7-5633-2997-8

I. 运… II. ①徐… ②纪… III. ①运动生物化学—高等学校—教材 ②运动生物力学—高等学校—教材
IV. G804

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 83187 号

广西师范大学出版社出版发行

{ 桂林市中华路 36 号 邮政编码:541001 }
{ 电子信箱:pressz@public.glptt.gx.cn }

出版人:萧启明

全国新华书店经销

桂林漓江印刷厂印刷

(广西桂林市教子坳 12 号 邮政编码:541001)

开本:890 mm×1 240 mm 1/32

印张:8.625 字数:27.2 千字

2000 年 12 月第 1 版 2000 年 12 月第 1 次印刷

印数:0 001~4 000 定价:9.50 元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷厂联系调换。

目 录

第一篇 运动生物化学

绪 论	3
一、运动生物化学的任务	3
二、运动生物化学目前研究的内容	3
三、运动生物化学与相关学科的关系	6
复习思考题	7
第一章 人体的主要能源物质——糖、脂肪、蛋白质概述	8
第一节 糖	8
一、糖的概念和分类	8
二、糖的生物学功能	10
第二节 脂肪	11
一、概念与分类	11
二、脂肪的生物学功能	11
第三节 蛋白质	12
一、蛋白质的分子组成	13
二、蛋白质的生物学功能	14
复习思考题	14
第二章 人体运动时物质及能量的代谢	15
第一节 人体运动时的无氧代谢供能系统	16
一、磷酸原供能系统	16
二、糖酵解供能系统	18
第二节 人体运动时的有氧代谢供能系统	19
一、糖的有氧代谢	20

二、脂肪的有氧代谢	22
三、蛋白质的有氧代谢	24
第三节 有氧代谢和无氧代谢与运动能力的关系	25
一、运动时有氧代谢和无氧代谢的供能能力	25
二、运动时有氧代谢和无氧代谢的能量利用效率	28
复习思考题	29
第三章 运动对物质和能量代谢的影响	30
第一节 运动对糖代谢的影响	30
一、运动对肝糖代谢的影响	30
二、运动对肌糖原代谢的影响	32
三、运动与血糖	35
四、运动与血乳酸	37
第二节 运动对脂肪代谢的影响	41
一、运动与血脂	41
二、运动与体成分	43
第三节 运动对蛋白质代谢的影响	44
一、运动对骨骼肌蛋白质代谢的影响	44
二、运动与氨基酸代谢	45
复习思考题	47
第四章 人体代谢和供能能力训练的生化分析	48
第一节 运动项目的代谢分类	48
第二节 提高无氧代谢能力训练的生化分析	49
一、磷酸原系统的供能能力训练——无氧低乳酸训练	49
二、最高血乳酸训练	50
三、血乳酸耐受力训练	51
第三节 提高有氧代谢能力训练的生化分析	52
一、乳酸阈强度训练	52
二、最大血乳酸稳态强度训练	53
复习思考题	54

第五章 运动及锻炼后身体机能的生物化学评定	55
第一节 代谢能力的评定	56
一、磷酸原系统供能能力的评定	56
二、糖酵解代谢能力的评定	57
三、有氧代谢能力的评定	57
第二节 身体机能状态的评定	59
一、训练课的机能评定	59
二、赛前训练的机能评定	60
三、几个机能评定常用指标的分析	61
复习思考题	65
第六章 年龄、性别与运动	66
第一节 儿童少年的运动生物化学	66
一、儿童少年运动器官的化学组成特点	67
二、儿童少年的代谢特点	68
三、儿童少年的其他特点	70
四、运动锻炼对儿童少年身体机能的影响	72
第二节 女子的运动生物化学	73
一、女子的代谢特点	73
二、运动对女子身体机能的影响	76
第三节 中老年人的运动生物化学	78
一、中老年人的生物化学特点	78
二、运动锻炼与中老年人的健康	81
三、运动锻炼与老年性疾病	83
复习思考题	88
第七章 控体重的运动生化原理与方法	89
第一节 运动员的控体重	89
一、概述	90
二、不同项目运动员的体成分	90
三、不同项目运动员的控体重	91
第二节 非运动员的控体重	92

一、概述	92
二、不同控体重方法的生物化学特点	95
三、不同人群的肥胖及控体重问题	97
复习思考题	101
附录 运动生化常用指标的测定	102
一、血红蛋白的测定	102
二、血乳酸的测定	103
三、血尿素的测定	105
四、尿蛋白的测定	107
五、尿肌酐的测定	109

第二篇 运动生物力学

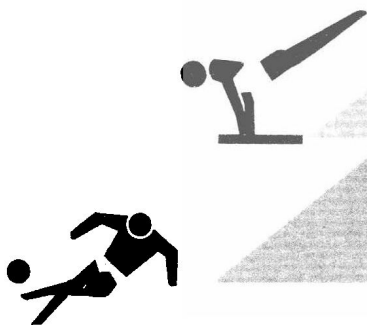
绪论	115
一、运动生物力学的目的及定义	115
二、运动生物力学的应用领域及任务	115
三、运动生物力学研究的线索及焦点	116
四、运动生物力学的发展史和发展趋势	116
复习思考题	119
第一章 人体运动时骨、关节和肌肉的生物力学	120
第一节 人体运动器系的材料力学基础	120
一、生物材料的组成	120
二、生物材料的力学性质	122
第二节 骨骼的生物力学	125
一、骨的力学性质	125
二、骨骼受力形式与表现	127
三、影响骨的力学性质的因素	131
第三节 关节的生物力学	134
一、关节软骨的力学特性	134
二、关节的润滑和磨损	136
三、关节的表面活动	137

四、关节的反作用力	138
五、某些特定结构对关节的影响	140
第四节 肌肉的生物力学	142
一、肌肉结构的力学模型	142
二、肌肉的力学性质	143
三、肌肉收缩的功和能	148
四、肌电与肌肉活动	152
复习思考题	156
第二章 人体运动的生物力学特征	157
第一节 人体的惯性特征	157
一、人体惯性的特征量	157
二、人体环节的惯性参数	160
三、人体整体惯性参数的测量	165
第二节 人体运动的时空特征	166
一、运动图形的描述方法	166
二、人体质心运动的时空特征	170
三、测量运动学参数的方法	172
第三节 人体运动的力学特征	183
一、人体运动服从牛顿运动定律	183
二、人体受力分析	186
三、测量动力学参数的方法	190
第四节 人体运动的能量特征	195
一、人体运动的功和能	195
二、机械能的相互转化和守恒	198
复习思考题	200
第三章 人体运动中的流体力学	201
第一节 流体对人体运动的作用	201
一、空气对人体运动的作用	201
二、水对人体运动的作用	203
第二节 空气对器械运动的作用	211

一、空气对铁饼的作用	211
二、空气对标枪的作用	215
三、空气对球的作用	217
复习思考题	220
第四章 人体运动动作的生物力学	221
第一节 走和跑的分析	221
一、走的分析	221
二、跑的动作分析	223
第二节 跳的动作分析	228
一、跳高	228
二、跳远	231
第三节 投掷运动的生物力学	231
一、投掷技术的一般生物力学原理	231
二、投掷标枪的动作	233
三、链球	233
四、篮球	233
第四节 滑冰和滑雪运动的力学分析	234
一、速度滑冰	234
二、滑雪外力作用的特点分析	238
第五节 舞蹈	240
一、从动作特点看舞蹈	240
二、预备姿势	240
三、舞蹈中的走和跑	241
四、舞蹈中的旋转	241
复习思考题	241
第五章 运动生物力学的测量与评价	242
第一节 人体质心的测定	242
一、仰卧动作	242
二、分析法求人体的质心	244
第二节 柔韧性和人体功率的测定	252

一、体前屈的测定	252
二、肌肉功率的测定	253
第三节 人体运动的能量测定	258
一、用气体分析仪进行能量测定	258
二、人体基本动作对外所做的功	259
三、人体运动的效率	259
复习思考题	261
参考文献	262

第一篇



运动生物化学

主编 徐晓阳 参编 张蕴琨 崔玉鹏

内容提要：本篇包括：绪论，人体的主要能源物质——糖、脂肪、蛋白质概述，人体运动时物质及能量的代谢，运动对物质和能量代谢的影响，人体代谢和供能能力训练的生化分析，运动及锻炼后身体机能的生物化学评定，年龄、性别与运动，控体重的运动生化原理与方法，以及运动生化常用指标的测定等章节。



绪 论

【内容提要】 在运动人体科学中,运动生物化学是一门主要的学科。下面着重介绍该学科的任务、研究内容以及与其他相关学科的关系。

一、运动生物化学的任务

1. 研究运动与身体的化学组成(蛋白质、核酸、糖、脂类、无机盐和水等)之间的相互适应 如力量和肌肉蛋白质代谢的相互适应,耐力和肌糖原的适应,慢跑和快走与体脂消耗的关系。

2. 研究运动过程中机体内物质和能量代谢的过程及其神经和内分泌调节过程的规律 人体运动时,不同的运动项目(如短跑、长跑、举重等)、不同的运动时间(10 s左右、1 min左右、1 h左右等)、不同的运动强度(最大用力或中等程度用力),身体内的供能系统和物质代谢的特点和规律也不同。

3. 利用运动时的生物化学规律,为增强体质和促进健康服务 如竞技体育训练和比赛中运动员体能的提高,运动负荷的制定,营养的补充,运动后疲劳的消除和身体恢复与机能提高的监控和评定以及反对使用兴奋剂等都与运动生物化学的知识密切相关。在体育锻炼和运动员的训练中,要根据参加体育锻炼者和运动员的身体状况,选择合适的、科学的方法,促进他们生长发育和健康,更好地为祖国建设服务。

二、运动生物化学目前研究的内容

我国运动生物化学学科的建立是在20世纪50~60年代。随着中华人民共和国的建立,在“发展体育运动,增强人民体质”的体育方针指导下,体育教育与科研得到了发展。在体育教学中开设了运动生物化学课程,在体育科研中,应用了运动生物化学的方法(如血糖、血乳酸、

尿蛋白等方法)对马拉松等项目进行了研究,开展了各项目运动员身体机能的评定,并在竞技体育中做了大量工作。随着体育科学的蓬勃发展,运动生物化学在体育科学中的地位越来越突出,已经深入到竞技体育和全民健身之中。

(一)在竞技体育方面

1. 竞技能力训练方法的优化 目前,运动成绩已接近生理极限。由于在运动训练中要求运动员以最快的速度达到最好的成绩,因此,必须采用科学的训练方法,而不能用“师傅教徒弟”的祖传方式进行训练。在20世纪70年代已经开始出现用物质和能量代谢的规律指导训练,用血乳酸浓度来评定不同运动项目中能量系统供能的特点,致使在20世纪90年代确立了最大血乳酸稳态强度训练法、乳酸阈强度训练法、血乳酸耐受力训练法、最高血乳酸训练法和无氧低乳酸训练法等训练方法。教练员可以用这些训练方法按专项的体能要求制定训练计划,并以血乳酸水平来评定训练效果,科学地进行训练。但是,在训练方法中,如何应用血乳酸浓度在体内的动态变化特点,提高体能的训练过程中血乳酸浓度在完成同样负荷运动时的动态变化差异,并在专项运动中影响血乳酸浓度动态变化的因素等,都是当前利用物质和能量代谢来指导训练中有待进一步研究的问题。

2. 运动员身体机能的评定 在竞技运动训练中,十分强调“没有疲劳就没有训练”,“训练后没有良好的恢复就不能继续训练”。这也就是说,训练时运动负荷要达到或接近身体的极限,在运动后要很快恢复并提高。负荷量大,恢复不好,会由疲劳而导致过度训练。这就要求在训练过程中不断地对运动员的身体状况作出评定,以调控运动的负荷和身体适应及机能的提高。目前主要采用运动生物化学的方法,对内分泌系统、肌肉系统、血液系统、尿液成分等进行测定。当前运动生物化学主要研究的内容有:①在运动应激时皮质醇和雄性激素的相互关系;②肌酸激酶从肌细胞释放入血液后活性的改变;③血红蛋白浓度的变化;④用尿蛋白和尿胆原的变化等来评定运动员身体机能的适应和提高的情况,以预防过度训练的发生。

3. 运动员的营养 运动营养学以运动生物化学为基础,是运动员

个体水平的运动生物化学。运动时身体消耗的物质在运动后通过膳食补充,一日三餐既要满足生命活动的需要,又要合理补充运动时的能量消耗和符合体能提高的需求。食物中除了日常需要的蛋白质、糖、脂肪、维生素、无机盐和水外,还要根据运动专项、运动负荷等的需要增加那些可促进运动员训练后恢复的营养物质。同时,根据个人的特点相应补充一些特殊营养物质(俗称运动补剂),这对恢复过程很重要。运动员的营养还要根据运动员比赛期和运动专项(如短跑和长跑、举重或游泳等)制定赛前的营养计划,妥善安排膳食,才能达到预期的比赛要求。

训练一个运动员是一个系统工程,必须制定科学的多年计划,运动生物化学是其中很重要的组成部分。因此,必须具备这方面的知识才能当好一个教练员或体育管理人员。

(二)全民健身方面

随着社会的发展,人民生活水平的提高,通过体育锻炼以增强体质、促进健康已成为广大群众的需求,通过积极参加体育活动来提高生活质量已成为社会风气。运动生物化学要适应这种发展,目前正在加强这方面的研究工作。

1. 体育与儿童少年的身体发育 体育活动能促进儿童少年的身体发育,但在发育期中不同年龄阶段生长发育的规律不同。例如:内分泌系统女孩在10岁以后便开始增强,男孩则在12岁以后;又如促进无氧代谢的酶男、女都在12~14岁可达到最大值,有氧代谢酶则在16~18岁。因此,在体育活动中应掌握这些特点,妥善安排力量、速度、耐力的活动内容,才能促进身体发育。

2. 体育与健康 科学地进行体育锻炼是促进健康、增强体质的基本保证。每个人要根据自己的体质特点选择锻炼项目,确定运动负荷强度和锻炼时间。尤其在21世纪的今天,社会飞速发展,人们会因紧张的工作、激烈的竞争而带来一定的心理压力,同时膳食结构不合理、环境污染等都会影响健康,影响工作能力的发挥,甚至会导致疾病的发生。通过体育锻炼加速劳动疲劳的消除,促进健康,成为当前休闲体育广泛开展的主要原因。体育工作者应当用科学的方法指导人们进行体

育锻炼,而运动生物化学是这方面必备的知识。

3. 体育与抗衰老 目前我国已进入老龄化社会,如何通过体育锻炼促进健康长寿是当前急需解决的问题。尤其是运动与预防骨质疏松、运动与老年人内分泌调节的改善、运动与老年人免疫功能的改善、运动与神经-肌肉调节功能的提高等,都是目前老年体育中运动生物化学的重要研究内容。

可见,在体育科学领域中,运动生物化学已广泛地被应用于解决实际问题。随着体育事业的发展,今后还会不断地提出新的研究课题。

三、运动生物化学与相关学科的关系

运动生物化学在体育科学中是一门年轻的学科,它是从生理学、有机化学中逐渐分化出来的,至 20 世纪 60 年代末才发展为一门独立的学科。在运动人体科学中,它与运动生理学、运动营养学、运动医学、运动生物力学和运动解剖学是相辅相成的,也是运动训练学的生物学基础。

各种生理过程都有物质代谢基础,因此,运动生理和运动生化是密不可分的。在课程开设时,运动生理学着重讲述生理过程和规律,而运动生物化学则着重讲述物质和能量代谢的过程及其调节规律。同时,要进一步阐明人体的运动规律、运动生理和运动生物化学都需从分子水平进行研究,用分子生物学的方法,阐明运动时蛋白质、核酸和酶等在分子水平上的变化规律。蛋白质、核酸和酶过去是生物化学中的研究内容,从分子水平上阐明这些生命大分子的变化规律,目前已深入到运动生物化学中,也是运动生理学、运动医学、运动营养学的研究内容,分子生物学已发展为生物科学的共同语言。为适应这种学科的发展形势,当前将这些学科统称为运动人体科学,各学科的教学和科研中虽各有侧重,但是应用时必须融会贯通。通过运动训练学、运动医学、体育康复等课程和参加各种体育实践,把在应用基础课中学到的知识运用到体育实践中。

运动生物化学在运动人体科学中的地位日趋重要,体育的发展要有坚实的理论基础,又要有一支掌握理论知识、不断完善其理论体系和

善于将理论应用于竞技运动和体育健身方面的队伍,体育专业的学生是这方面的主力军。因此,要学好各门课程,打好基础。

复习思考题

1. 何谓运动生物化学?
2. 运动生物化学当前研究的主要内容是什么?
3. 试述运动生物化学与体育训练和体育健身的意义。