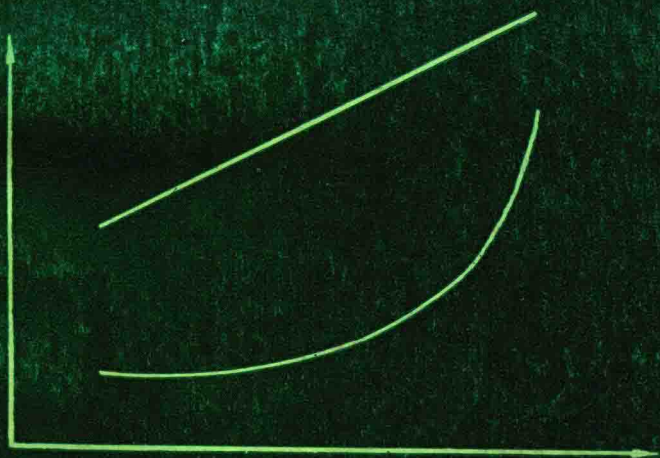


简明运动生物化学

JIANMING YUNDONG SHENGWU HUAXUE

张 林 郭成吉 张欣铭等 编著

冯炜权 审



人民体育出版社

简明运动生理学

JIANMINGYUNDONGSHENGWUHUAXUE

张林 郭成吉 张欣铭等 编著

人民体育出版社

简明运动生物化学

张 林 郭成吉 张欣铭等 编著

冯炜权 审

人民体育出版社出版

曲阜师范大学印刷厂印刷

787×1092毫米32开本10.5印张180千字

1990年6月第1版 1990年6月第1次印刷

印数1—5,000

责任编辑：骆勤方

ISBN7—5009—0630—7/G·600

定价：3.95元

目 录

0 绪论	(1)
1 运动与酶	(4)
学习指导	(4)
1.1 酶与酶的化学组成	(4)
1.1.1 酶	(4)
1.1.1.1 酶的命名	(5)
1.1.1.2 酶的分类	(5)
1.1.2 酶的化学组成	(6)
1.1.2.1 化学组成	(6)
1.1.2.2 结构特点	(11)
1.2 酶促反应的特点	(13)
1.3 运动对酶活性的影响	(14)
1.3.1 运动对血清酶活性的影响	(14)
1.3.1.1 运动对血清酶活性变化的影响	(15)
1.3.1.2 运动引起血清酶活性变化的幅度	(16)
1.3.1.3 运动时血清酶活性变化的影响因素	(17)
1.3.1.4 运动时血清酶活性变化的细胞机理	(19)
1.3.2 运动对骨骼肌酶活性的影响	(20)
1.3.2.1 耐力性运动后骨骼肌酶活性	

的变化	(20)
1.3.2.2 速度和力量性运动后骨骼肌酶活性的变化	(20)
1.4 同工酶及其测定在运动中的应用	(23)
1.4.1 同工酶	(23)
1.4.2 同工酶测定在运动实践中的意义	(25)
复习思考题	(26)
2 运动与糖代谢	(27)
学习指导	(27)
2.1 糖与糖的化学结构和性质	(28)
2.1.1 糖	(28)
2.1.2 单糖	(29)
2.1.2.1 葡萄糖的化学结构	(29)
2.1.2.2 葡萄糖的化学性质	(31)
2.1.3 寡糖	(32)
2.1.4 多糖	(33)
2.1.4.1 淀粉	(34)
2.1.4.2 糖原	(35)
2.2 糖在体内的分布与动用	(35)
2.2.1 糖在体内的分布	(35)
2.2.2 糖在代谢中动用模式	(36)
2.3 糖的分解代谢	(37)
2.3.1 糖的无氧酵解	(38)
2.3.1.1 基本过程	(38)
2.3.1.2 生理意义	(43)
2.3.2 糖的有氧氧化	(43)

2.3.2.1	基本过程	(44)
2.3.2.2	生理意义	(47)
2.3.3	糖酵解和糖有氧氧化的比较	(48)
2.4	糖原合成和糖异生作用	(48)
2.4.1	糖原的合成	(48)
2.4.1.1	基本过程	(48)
2.4.1.2	运动对糖原合成的影响	(50)
2.4.2	糖异生作用	(50)
2.4.2.1	基本过程	(50)
2.4.2.2	糖异生作用在运动中的重要意义	(53)
2.5	糖对人体运动能力的影响	(54)
2.5.1	运动所需的糖类和热量	(54)
2.5.2	血糖与运动能力	(55)
2.5.3	糖原与运动能力	(58)
2.6	乳酸与运动	(59)
2.6.1	运动中乳酸浓度的变化	(59)
2.6.2	影响运动时乳酸生成的因素	(60)
2.6.3	乳酸的生成对机体运动能力的影响	(62)
2.6.3.1	乳酸对机体运动能力的积极作用	(62)
2.6.3.2	乳酸对机体运动能力的消极作用	(63)
2.6.4	运动后乳酸的消除去路	(65)
	复习思考题	(66)
3	运动与脂代谢	(67)
	学习指导	(67)
3.1	脂与脂的化学结构	(67)
3.1.1	脂肪的分类及结构	(68)

3.1.1.1	三酰甘油	(68)
3.1.1.2	脂肪酸	(68)
3.1.2	类脂的化学结构	(69)
3.1.2.1	磷脂	(70)
3.1.2.2	胆固醇	(70)
3.2	脂类的运输和脂蛋白	(72)
3.2.1	血脂	(72)
3.2.2	脂蛋白	(73)
3.2.2.1	脂蛋白的分类	(73)
3.2.2.2	脂蛋白的功能	(74)
3.3	三酰甘油的分解代谢	(75)
3.3.1	三酰甘油的水解	(75)
3.3.2	甘油的分解代谢	(77)
3.3.3	脂肪酸的氧化利用	(77)
3.3.4	酮体的生成和利用	(82)
3.3.4.1	酮体的生成	(82)
3.3.4.2	酮体的氧化利用	(83)
3.4	运动训练对脂类代谢的影响	(85)
3.4.1	不同强度运动时脂肪的供能作用	(85)
3.4.2	运动训练与脂肪供能能力	(86)
3.4.3	运动训练与血脂水平	(87)
3.4.4	运动与减肥	(88)
3.5	脂肪利用与肌纤维类型	(89)
	复习思考题	(90)
4	运动与蛋白质代谢	(91)
	学习指导	(91)

4.1	蛋白质的化学组成和分子结构	(91)
4.1.1	蛋白质的元素组成	(91)
4.1.2	蛋白质的基本组成单位——氨基酸	(92)
4.1.3	蛋白质的分子结构及其与功能的关系	(95)
4.2	蛋白质的两性游离和等电点	(99)
4.3	氨基酸的分解代谢	(101)
4.3.1	氨基酸的脱氨基作用及其代谢	(101)
4.3.1.1	脱氨基作用	(101)
4.3.1.2	脱氨基产物的代谢	(105)
4.3.2	氨基酸的脱羧基作用及其代谢	(109)
4.3.2.1	脱羧基作用	(109)
4.3.2.2	脱羧基产物的代谢	(110)
4.4	体育运动与蛋白质代谢特点	(110)
4.4.1	运动时蛋白质的供能作用	(110)
4.4.2	运动时氨基酸的代谢特点	(111)
4.4.3	运动时肌肉蛋白质的代谢特点	(113)
	复习思考题	(115)
5	运动时能量的释放与利用	(116)
	学习指导	(116)
5.1	三磷酸腺苷及其合成途径	(117)
5.1.1	三磷酸腺苷	(117)
5.1.2	磷酸肌酸	(119)
5.1.3	糖的无氧酵解	(120)
5.1.4	糖和脂肪的有氧氧化	(120)
5.2	运动时能量的利用与调节	(121)
5.2.1	磷酸原供能系统	(121)

5.2.2	糖酵解供能系统	(123)
5.2.3	有氧氧化供能系统	(124)
5.2.4	各种供能系统之间的关系	(127)
5.2.5	能量供应调节	(130)
5.3	某些运动项目的供能特点及其训练方法	(134)
5.3.1	某些运动项目的供能特点	(134)
5.3.2	有、无氧能力的训练	(136)
5.3.3	各供能系统代谢能力的简易评定	(141)
	复习思考题	(143)
6	运动对血尿汗化学成分的影响	(144)
	学习指导	(144)
6.1	运动对血液化学成分的影响	(145)
6.1.1	血液的化学成分	(145)
6.1.2	运动对血糖的影响	(145)
6.1.3	运动对血乳酸的影响	(146)
6.1.4	运动对血脂的影响	(147)
6.1.4.1	运动对血液胆固醇的影响	(147)
6.1.4.2	运动对血液甘油三酯的影响	(148)
6.1.4.3	运动对血浆游离脂肪酸的影响	(148)
6.1.5	运动对血浆蛋白的影响	(153)
6.1.6	运动对血液非蛋白氮的影响	(157)
6.2	运动对尿液成分的影响	(158)
6.2.1	尿液的化学成分	(158)
6.2.2	运动性尿蛋白	(159)
6.2.3	运动性糖尿	(162)
6.2.4	尿乳酸	(162)

6.2.5	尿肌酐	(162)
6.2.6	血尿	(163)
6.3	运动与发汗	(165)
6.3.1	发汗与汗液化学成分	(165)
6.3.2	运动对发汗速度和汗液化学成分的影响	(169)
	复习思考题	(173)
7	运动性疲劳的生物化学	(174)
	学习指导	(174)
7.1	疲劳的概念及其分类方法	(174)
7.1.1	疲劳的概念	(174)
7.1.2	疲劳的分类方法	(175)
7.2	运动性疲劳的生物化学分析	(176)
7.2.1	短时剧烈运动中疲劳的生化分析	(176)
7.2.2	长时间运动中疲劳的生化分析	(181)
7.3	消除和延缓运动性疲劳的方法	(184)
7.3.1	消除运动性疲劳的方法	(184)
7.3.2	延缓运动性疲劳产生的方法	(185)
	复习思考题	(185)
8	运动后恢复过程的生物化学	(186)
	学习指导	(186)
8.1	能源物质恢复的一般规律——超量恢复	(187)
8.2	肌肉中磷酸原贮备的恢复	(189)
8.2.1	持续运动时ATP和CP的恢复	(189)
8.2.2	间歇运动时ATP和CP的恢复	(191)
8.3	氧合肌红蛋白的完全恢复	(192)

8.3.1	氧合肌红蛋白的作用	(192)
8.3.2	氧合肌红蛋白恢复的特点	(192)
8.4	肌糖原贮备的恢复	(193)
8.4.1	短时间、高强度间歇运动后肌糖原 的恢复	(194)
8.4.2	长时间运动后肌糖原的恢复	(196)
8.4.3	肌糖原充填	(197)
8.5	肌肉和血液中乳酸的消除	(199)
8.5.1	乳酸消除的速度	(199)
8.5.2	运动性恢复对乳酸消除的影响	(201)
	复习思考题	(203)
9	增进机能辅助手段的生物化学	(205)
	学习指导	(205)
9.1	营养补剂	(206)
9.1.1	糖	(206)
9.1.2	蛋白质	(208)
9.1.3	维生素	(209)
9.1.3.1	维生素在体内的作用	(210)
9.1.3.2	某些维生素与运动能力的研究	(210)
9.1.4	生物能量制剂	(212)
9.1.5	无机盐	(214)
9.1.5.1	钠和氯	(214)
9.1.5.2	钾	(214)
9.1.5.3	钙和磷	(215)
9.1.5.4	镁	(216)
9.1.5.5	铁	(216)

9.1.5.6 锌 (217)

9.1.6 某些物质对提高运动能力的研究 (217)

9.2 兴奋剂 (218)

9.2.1 兴奋剂的发展及控制 (218)

9.2.2 兴奋剂的种类、作用机制及与运动能力的关系 (219)

9.2.2.1 刺激剂 (219)

9.2.2.2 合成类固醇 (225)

9.2.2.3 麻醉止痛剂 (229)

9.2.2.4 β -阻断剂 (230)

9.2.2.5 利尿剂 (230)

9.2.2.6 生长素 (231)

9.2.2.7 血液回输 (232)

复习思考题 (233)

10 年龄和性别的生物化学特征 (234)

学习指导 (234)

10.1 细胞燃料的年龄性别特征 (235)

10.1.1 糖 (235)

10.1.2 脂 (235)

10.1.3 蛋白质 (237)

10.2 无氧代谢能力的年龄性别特征 (242)

10.2.1 ATP—CP供能能力 (245)

10.2.2 糖酵解能力 (246)

10.2.3 抗酸中毒能力 (249)

10.3 有氧代谢能力的年龄性别特征 (251)

10.3.1 最大有氧功率 (251)

10.3.2	氧输送能力	(253)
10.3.3	氧利用能力	(254)
	复习思考题	(256)
11	生化指标在体育实践中的应用与评价	(257)
	学习指导	(257)
11.1	科学训练方法的生物化学依据	(257)
11.2	生化指标对运动员机能状态的评定	(262)
11.2.1	血乳酸	(263)
11.2.2	血尿素	(265)
11.2.3	血红蛋白	(266)
11.2.4	尿肌酐	(266)
11.2.5	尿胆原	(267)
11.2.6	尿蛋白	(268)
11.3	生化指标在运动训练中的应用	(268)
11.3.1	血乳酸	(268)
11.3.1.1	血乳酸在周期性耐力项目中的应用	(268)
11.3.1.2	利用血乳酸指标科学指导训练	(270)
11.3.2	尿液PH	(273)
11.3.3	尿蛋白	(274)
	复习思考题	(274)
附 录		
1	常用运动生物化学指标的测试	(275)
1.1	血糖的测定	(275)
1.2	血乳酸的超微量测定	(278)
1.3	血尿素氮的测定	(281)

1.4	尿肌酐的测定	(284)
1.5	尿蛋白的测定	(288)
1.6	泌汗量的测定	(295)
2	常用生物化学数据	(296)
2.1	人体元素组成及其代谢	(296)
2.2	人体物质组成及其代谢	(301)
2.3	人体能源物质代谢及其消耗	(303)
2.4	人体肌肉化学组成及正常含量	(306)
2.5	人体血液化学组成及正常含量	(309)
2.6	人体尿液化学组成及正常含量	(313)
3	常用物理量新旧单位对照与换算	(315)

0 绪 论

运动生物化学是体育科学中一门重要的专业基础理论。它的任务是从分子水平上研究体育运动对机体化学组成、化学变化、能量转变和运动能力的关系，阐明其内在联系，掌握其规律，为增强体质和提高运动能力服务。

运动生物化学的母体是运动生理学和生物化学。生物化学是生命的化学；运动生理学是研究人体在体育运动影响下机能活动变化规律的科学。随着现代科学技术的发展，生物化学的研究方法大量应用于运动生理学领域，使运动生物化学这门年轻的边缘学科得到迅猛发展，在今天已成熟为一门独立的科学。

运动生物化学的产生和发展，始终与体育实践紧密相联。自本世纪二十年代初，生物化学研究运动对机体内肌糖原、磷酸激酶和血、尿成分变化，到1968年起召开的历届国际运动生物化学学术会议的中心议题来看，运动生物化学所研究的问题，都是从运动实践中提出，并迫切需要解决和认识的（表0—1）。

运动生物化学的研究现状，亦可由近年来国际和国内学术会议所发表的论文情况得到体现（表0—2，0—3）。自1968年第一届国际运动生化会议以来，已举行的七届会议共发表论文759篇，我国从1964—1989年初步统计也已达201篇，加上杂志上发表的论文和专著，将大大超过这个数字。

表 0—1 历届国际运动生化学术会议中心议题

届次	时间	地点	中 心 议 题
1	1968年	比利时	短时间激烈运动时身体变化
2	1973年	瑞士	长时间运动时身体物质代谢适应
3	1976年	加拿大	运动时物质代谢的调节
4	1979年	比利时	运动时激素对代谢的调节
5	1982年	美国	运动性疲劳
6	1985年	丹麦	运动时代谢调节与临床实践
7	1988年	加拿大	改善机能需求应答的生物化学

表 0—2 历届国际运动生化学术会议论文数量比较

届次	1	2	3	4	5	6	7	共
论文数	57	58	34	82	126	199	203	759

表 0—3 我国学术会议中运动生化论文数量比较

时间(年)	1964	1966	1980	1981	1983	1985	1986	1987	1989	共
论文数	17	14	7	12	16	33	47	26	29	201

* 1985、1986年为全国运动生理生化会议，其余为全国体育综合性会议。

从运动生物化学在体育科学中的地位来看，目前运动生物化学已成为和运动生理学、运动营养学及运动训练学同等重要、内容彼此交叉、相互渗透、互相促进的学科，不再是可有可无的学问。运动生物化学在体育科学中的作用，已日益引起

人们的重视。

运动生物化学知识在体育实践中的普及和应用,取决于合理的教材体系。运动生物化学不是简单的生化与运动的综合,而是有其独特的理论体系。因此,运动生物化学教材内容应如何选择和安排,是摆在我国运动生化工作者面前的一个现实问题。

本书在教材内容的安排上进行了初步探索,主要包括五个方面:

1. 运动时物质代谢和能量代谢的基本规律:包括运动与酶、糖代谢、脂代谢、蛋白质代谢和运动时能量的生成及利用等内容。

2. 运动时人体机能变化的生物化学特点:包括运动时血、尿、汗化学成分的变化,运动性疲劳、运动后的恢复过程、增进机能的辅助手段和年龄、性别的生物化学等内容。

3. 生化指标在体育实践中的应用和评价。

4. 学生能力培养:包括实验、各章复习思考题等内容。为便于学生自学,每章还设有学习指导。

5. 数据资料:包括常用运动生物化学数据和新旧单位对照等,以利于读者在学习和科研中按需查用。

复 习 思 考 题

1. 运动生物化学的任务是什么?

2. 运动生物化学是怎样产生和发展起来的?

3. 运动生物化学在体育科学中的地位如何?

(张林)