



YUNDONG SHENGWU HUAXUE

高等学校试用教材

运动生物化学

运动生物化学编写组

高等教育出版社

59.52
235

高等学校试用教材

运动生物化学

运动生物化学编写组

2652/09



高等教育出版社

高等学校试用教材
运动生物化学
运动生物化学编写组

高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
北京印刷三厂印装

开本 850×1168 1/32 印张 14.5 字数350,000

1986年11月第1版 1986年11月第1次印刷

印数 00,001-4,350

书号 13040.01310 定价 2.45元

编写说明

本书是根据原教育部1980年颁布的“高等师范院校体育专业教学计划”（试行草案）和原教育部1982年“关于组织编写高等师范院校体育专业各科教材的通知”精神而编写的教学用书。参加编写的人员有华明、秦德安、罗纪盛、王元勋、田毓斌和鲁心安等六位同志。华东师范大学为召集单位。

在编写过程中，力求贯彻理论联系实际和少而精的原则，按照原教育部制订的教学计划所规定的培养目标精选内容。本书着重以人体运动时的能量供应这一中心问题，论述糖、脂和蛋白质的分解代谢，至于这些物质在人体内的合成代谢则只作简单的提示。本书还针对体育专业和儿童少年的特点，编写了骨骼肌纤维的生化、剧烈运动时血、尿、汗化学成分的改变及其意义、运动性疲劳的生物化学和儿童少年的生化特点四章。为了帮助学生开阔视野，启发他们思考运动中的一些生物化学问题，我们还在有关章节中适当地增写了一些内容用小号字排印，供学生自学时参考。

实验是培养学生能力的一个重要环节，但限于学时，学生不可能做很多实验，当然也不可能单独编写一本运动生物化学实验指导书，所以将这一部分内容也作为教材的一个组成部分。编入本书的实验内容，各院校可根据实际情况，选做其中部分实验，但打•号者，希望各院校作为必做实验。

根据实际工作需要，我们还编入四个附录。附录对实验室工作或阅读参考书是有参考价值的。

本书经多次讨论修改，并听取了部分使用过本书（试用本）

• 1 •

的任课教师的意见，1985年7月国家教育委员会在青岛市又召开了审稿会，由北京体育学院冯炜权、华东师范大学许豪文和湖南师范大学王步标等参加了审稿。根据评审委员提出的意见，由华明和秦德安对全书又作了修改并对文句表达作了一次润饰统笔。但由于我们业务水平有限，必然会存在很多问题，我们恳切地希望得到广大师生的宝贵意见，以便再版时更正。

运动生物化学编写组

1985年12月

目 录

导言	1
第一章 蛋白质化学	3
一、蛋白质的化学组成	9
(一) 元素组成	9
(二) 蛋白质的基本组成单位——氨基酸	10
1. 氨基酸命名	11
2. 氨基酸的分类	11
3. 氨基酸的主要理化性质	16
二、蛋白质的结构	20
(一) 蛋白质的一级结构	20
1. 肽链中氨基酸的连接方式	20
2. 蛋白质分子中氨基酸排列顺序	23
(二) 蛋白质的空间结构	24
1. 蛋白质的二级结构	24
2. 蛋白质的三级结构	29
3. 蛋白质的四级结构	29
(三) 蛋白质结构与功能关系	29
三、蛋白质的性质	33
(一) 高分子性质	33
(二) 蛋白质的两性解离及等电点	34
(三) 蛋白质的沉淀作用	35
(四) 蛋白质的变性作用	37
(五) 蛋白质的颜色反应	37

复习题.....	39
第二章 核酸化学	40
一、核酸的化学组成.....	40
二、核酸的化学结构.....	46
(一) 核酸分子中单核苷酸之间的连接方式	47
(二) 核酸的一级结构	47
(三) 核酸的二级结构 (空间结构)	49
1. DNA 的二级结构.....	49
2. RNA 的二级结构.....	51
三、核酸在遗传和蛋白质生物合成中的作用.....	53
(一) DNA的复制.....	56
(二) 核酸在蛋白质生物合成中的作用	56
1. DNA 的模板作用	56
2. 参与蛋白质生物合成的三种RNA的作用	59
3. 蛋白质生物合成的简单过程	59
复习题.....	61
第三章 酶	62
一、酶催化反应的特点.....	62
(一) 酶的蛋白质特性	62
(二) 催化效率高	63
(三) 高度专一性 (特异性)	63
1. 绝对专一性	63
2. 相对专一性	63
3. 立体异构专一性.....	64
二、酶的化学本质和结构.....	65
(一) 单纯酶和结合酶	65
1. 单纯酶	65

2. 结合酶	65
(二) 辅酶 (或辅基) 的结构与功能	66
1. 焦磷酸硫胺素 (TPP)	66
2. 辅酶 I (NAD ⁺) 和辅酶 II (NADP ⁺)	66
3. 辅酶 A (CoA 或 CoASH)	69
4. 黄素单核苷酸 (FMN) 和黄素腺嘌呤二核苷酸 (FAD)	69
三、酶的分类及命名	71
(一) 酶的分类	71
1. 氧化还原酶类	71
2. 转移酶类	71
3. 水解酶类	71
4. 裂合酶类	72
5. 异构酶类	72
6. 合成酶类	72
(二) 酶的命名和系统编号	72
1. 习惯命名法	72
2. 系统命名法	73
3. 系统编号	74
(三) 同功酶	74
四、酶的作用机制	75
(一) 酶的催化作用与分子活化能	75
(二) 中间产物学说	77
(三) 诱导契合学说	77
(四) 活性中心	79
(五) 酶原和酶原的激活	79
五、影响酶促反应的因素	80
(一) 底物浓度的影响	80

(二) 酶浓度的影响	81
(三) pH的影响	82
(四) 温度的影响	83
(五) 抑制剂的影响	84
1.可逆抑制	84
2.不可逆抑制	85
六、酶活力的测定	85
(一) 初速度	86
(二) 酶单位	87
(三) 比活力	87
七、运动和训练对酶的影响	87
复习题	89
第四章 糖化学及糖代谢	90
一、糖的化学	90
(一) 单糖	91
1.化学结构	91
2.单糖的性质	95
(二) 寡糖	97
1.麦芽糖	97
2.乳糖	97
3.蔗糖	97
(三) 多糖	98
1.淀粉	98
2.糖原	99
二、糖的代谢	100
(一) 糖的消化吸收	101
(二) 糖的分解代谢	102

1. 糖的无氧代谢 (酵解作用)	102
2. 糖的有氧代谢	111
(三) 糖原合成与糖的异生	119
1. 糖原合成的基本过程	120
2. 糖异生的基本过程	123
3. 糖原合成与分解代谢的调节	124
(四) 运动训练对糖代谢的影响	126
1. 运动训练对无氧阈值的影响	126
2. 运动训练对糖分解代谢能力的影响	128
3. 运动训练对糖原合成的影响	129
复习题	129
第五章 生物氧化	130
一、二氧化碳的生成方式	131
(一) 氧化脱羧	131
(二) 单纯脱羧 (直接脱羧)	131
二、水的生成方式	132
(一) 呼吸链的组成	132
1. 脱氢酶类	132
2. 辅酶Q	133
3. 细胞色素类	135
(二) 呼吸链中传递体的排列顺序	136
1. NADH氧化呼吸链	136
2. 琥珀酸氧化呼吸链	137
三、ATP的生成	138
(一) 底物水平磷酸化	139
(二) 氧化磷酸化	140
四、运动时ATP再合成	143

(一) ATP再合成的途径	143
1. ATP-CP系统 (磷酸原系统)	143
2. 糖酵解供能系统 (乳酸能系统)	144
3. 有氧能系统	145
(二) 运动训练对ATP再合成能力的影响	147
复习题	149
第六章 脂类的化学和脂代谢	150
一、脂类化学简述	150
(一) 三酰甘油和脂肪酸的化学结构	150
(二) 类脂的化学结构	152
1. 磷脂	152
2. 胆固醇	153
二、脂类的消化、吸收和运输	155
(一) 脂类的消化和吸收	155
(二) 脂类的运输和脂蛋白	157
1. 血脂	157
2. 脂蛋白——脂类在血浆中的运输形式	157
三、三酰甘油的中间代谢	159
(一) 三酰甘油的分解代谢	160
1. 三酰甘油的水解	160
2. 甘油的分解代谢	160
3. 脂肪酸的氧化分解	161
4. 酮体的生成和利用	164
(二) 脂肪的合成代谢	167
1. 磷酸甘油的来源	167
2. 脂肪酸的合成	169
3. 三酰甘油的生成	169

四、运动训练对脂代谢的影响.....	170
(一) 训练提高运动中脂肪供能的能力	170
(二) 训练导致血脂降低	171
(三) 训练导致血脂组成的改变	172
(四) 运动使体脂减少	173
复习题.....	174
第七章 蛋白质代谢.....	175
一、蛋白质的消化吸收.....	175
(一) 在胃中的消化	175
(二) 在肠道中的消化	176
(三) 氨基酸的吸收	176
二、氨基酸的分解代谢.....	177
(一) 氨基酸的脱氨基作用	178
1. 氧化脱氨基作用	179
2. 转氨基作用	180
3. 联合脱氨基作用	183
(二) 氨基酸脱羧基作用	186
(三) 氨基酸分解产物的代谢	188
1. 氨的去路	188
2. α -酮酸的去路	192
三、运动与蛋白质和氨基酸分解代谢.....	193
四、蛋白质与糖、脂类代谢的关系.....	196
(一) 蛋白质代谢与糖代谢的关系.....	196
(二) 脂代谢与蛋白质代谢的关系.....	196
(三) 糖代谢与脂代谢的关系	197
复习题.....	198
第八章 骨骼肌纤维的生化.....	199

一、肌纤维的化学组成	201
(一) 水	201
(二) 能量物质	201
(三) 非蛋白氮	201
(四) 无机离子及非含氮物质	202
(五) 蛋白质	202
1. 肌原纤维中的蛋白质	202
2. 肌浆中的蛋白质	202
二、肌纤维收缩的分子装置	202
(一) 肌球蛋白	203
(二) 肌动蛋白	206
(三) 调节蛋白类	208
三、肌肉收缩与松弛的分子机制	210
(一) 肌肉收缩的启动	211
(二) 肌肉的松弛	213
(三) 肌肉收缩的能量	214
四、肌纤维类型及其生化特征	216
(一) 不同类型肌纤维的生化特征	217
(二) 运动训练对两类肌纤维百分组成的影响	220
五、运动训练对肌纤维代谢的影响	221
复习题	224
第九章 运动中血、尿、汗化学成分的变化与意义	225
一、运动时血液化学成分的变化	226
(一) 静息时人体血液的化学成分	226
(二) 运动中人体血液化学成分的变化	226
1. 血红蛋白	226
2. 血乳酸	228

3. 血浆蛋白	233
4. 血液非蛋白氮	235
5. 血脂	236
6. 血糖	238
二、运动时尿液化学成分的变化	241
(一) 静息时尿的化学成分	242
(二) 运动时尿液成分的改变	242
1. 运动性蛋白尿	242
2. 尿肌酐	246
3. 尿乳酸	246
4. 尿胆素原	247
三、运动时汗液化学成分的变化	248
(一) 静息时汗液的化学成分	248
(二) 运动和训练对泌汗量和汗液成分的影响	249
(三) 运动中失水、失盐和补液的问题	251
复 习 题	253
第十章 运动性疲劳的生物化学	254
一、运动性疲劳的生化分析	254
(一) 以无氧代谢为主的运动中产生疲劳的生化分析	254
(二) 以有氧代谢为主的运动中产生疲劳的生化分析	257
1. 肌糖原的耗竭	257
2. 脑中 γ -氨基丁酸增加	258
3. 低血糖	258
4. 体液减少和无机盐(钾盐、钠盐)的丢失	258
二、运动性疲劳的推迟	259
(一) 合理训练	259
(二) 增加肌糖原含量	259

(三) 赛前补糖	259
(四) 补充维生素C	260
(五) 补充维生素E	260
(六) 补充天冬氨酸	260
(七) 补充碱性盐	261
三、运动性疲劳的消除	262
(一) 肌肉和血液中乳酸的消除	262
(二) 能源物质的恢复过程	263
1. 能源物质的超量恢复	263
2. 肌肉中磷酸原的恢复	265
3. 肌糖原的恢复	267
复习题	270
第十一章 儿童和少年的生化特点	271
一、某些生物化学指标的特点	271
(一) 血红蛋白	271
(二) 血糖	273
(三) 免疫球蛋白	273
(四) 血清磷酸酶活性	274
(五) 血脂	275
(六) 肌酐	275
二、儿童和少年蛋白质代谢的特点	276
(一) 氮平衡	276
1. 氮的总平衡	277
2. 氮的正平衡	277
3. 氮的负平衡	277
(二) 蛋白质需要量	277
三、儿童、少年无氧代谢和有氧代谢能力的特点	279

(一) 儿童和少年的无氧代谢能力·····	280
1. 磷酸肌酸(CP) 是肌细胞中的一种高能磷化物 ·····	280
2. 糖的无氧酵解能力 ·····	280
(二) 儿童和少年的有氧代谢能力·····	283
(三) 儿童和少年无氧阈值的特点·····	284
复习题 ·····	286
运动生物化学实验指导 ·····	287
实验须知·····	287
实验一 常用仪器的使用*·····	289
一、常用仪器的使用·····	289
(一) 天平的使用方法 ·····	289
(二) 721分光光度计的使用方法 ·····	296
(三) 容量瓶、移液管的使用 ·····	304
(四) 玻璃器皿的洗涤 ·····	306
(五) 实验内容 ·····	307
二、标本的取样和处理·····	307
(一) 尿标本的采集与保存 ·····	307
(二) 血液标本的采集及无蛋白滤液制备 ·····	308
三、实验室安全措施及意外事故的处理·····	309
实验二 醋酸纤维薄膜电泳分离血清蛋白质·····	312
实验三 血液非蛋白氮测定·····	316
实验四 酶的专一性以及 pH、温度和抑制剂对酶作用的 影响* ·····	319
实验五 糖原的提取和鉴定·····	326
实验六 血糖的测定·····	330
实验七 血乳酸含量测定*·····	333
实验八 乳酸脱氢酶活力测定·····	336

实验九 尿肌酐测定	340
实验十 血尿素氮测定*	342
实验十一 血尿酸测定	345
实验十二 尿中原蛋白和尿胆原的测定	348
实验十三 全血血红蛋白测定	352
附录一	355
一、酒精稀释法	355
二、原子量表	356
三、缓冲液配制法	358
(一) 醋酸-氢氧化钠缓冲液的配制	358
(二) 磷酸盐缓冲液	358
(三) 甘氨酸缓冲液	359
(四) 邻苯二甲酸氢钾缓冲液	361
(五) 硼酸-氢氧化钠缓冲液	361
(六) 硼砂-盐酸缓冲液	362
(七) 硼砂-硼酸缓冲液	363
(八) 巴比妥钠-盐酸缓冲液	363
(九) 磷酸二氢钾-硼砂缓冲液	363
(十) 醋酸盐缓冲液	363
(十一) 琥珀酸-硼砂缓冲液	365
(十二) 枸橼酸-磷酸氢二钠缓冲液	366
(十三) 三羟甲基氨基甲烷(Tris)缓冲液	366
四、部分弱电解质的电离常数	367
五、试剂规格及其适用范围	369
附录二	370
一、血液化学检验正常值	370
(一) 全血	370