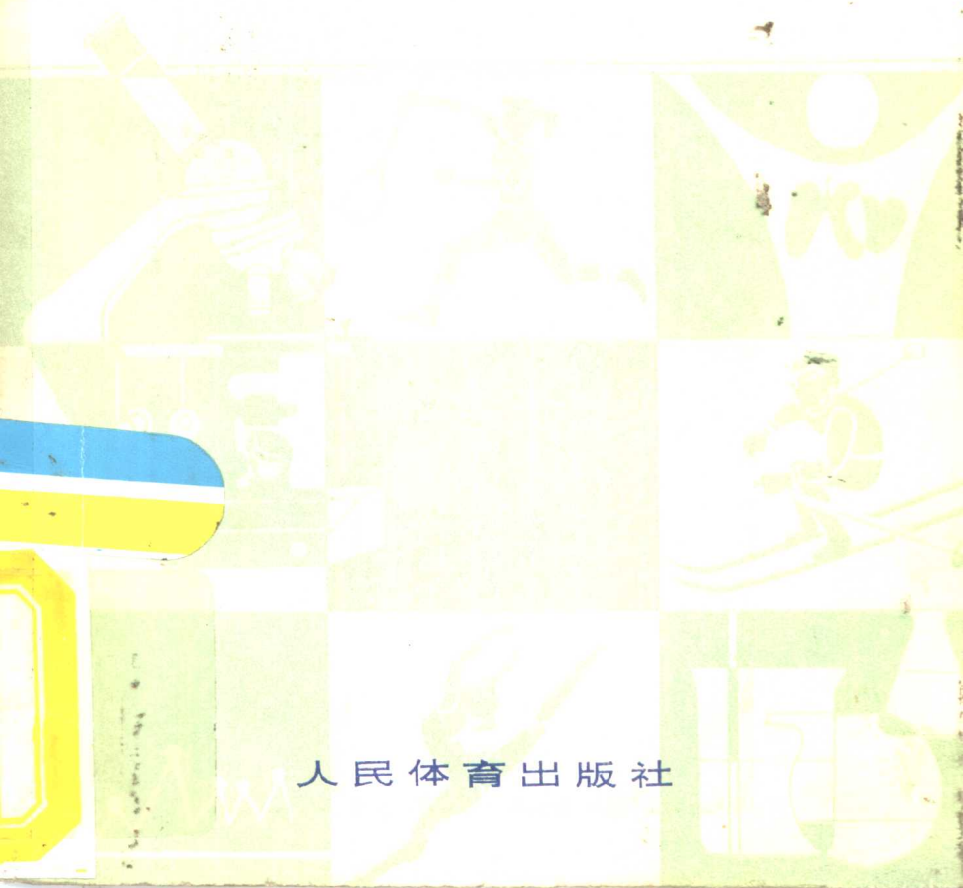


体育运动的 生物化学知识



人民体育出版社

体育运动的生物化学知识

冯炜权 编著

人民体育出版社

体育运动的生物化学知识

冯 炜 权 编著

*

人民体育出版社出版

妙峰山公社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

787×1092毫米1/32 字数75千 印张 $3\frac{24}{32}$

1980年11月第1版 1980年11月第1次印刷

印数1—14,000册

统一书号: 7015·1910 定价: 0.32 元

*

封面设计: 周绳武 责任编辑: 骆勤方

前 言

生物化学近年来发展非常迅速，它的理论和方法已经深入到体育科学中，成为体育的基础科学之一。因此，有必要向体育教师、教练员、运动员和体育爱好者介绍这方面的有关知识。

本书以问答的方式，较系统地将体育运动中有关的生物化学知识，深入浅出地介绍给读者。可作为初学者入门的读物。要深入掌握这方面知识，则需阅读专门的书籍。

本书在编写中，得到刘铁林同志的热情支持，国家体委体育科学研究所杨天乐同志对全书进行了详细的审阅和校正。在此，一并表示感谢！

编者 一九七九年七月

目 录

营 养 物 质 和 代 谢

- 1、什么叫运动生物化学？它和体育有什么关系？… 1
- 2、按照生物化学的分类法，可以把人们的食物分为哪几类？…………… 2
- 3、一个运动员每天要吃多少食物才够？…………… 3
- 4、糖是什么物质？它在人体内的主要功能是什么？…………… 4
- 5、什么叫血糖？它和运动员耐力有什么关系？…… 8
- 6、跑马拉松时，途中补充什么饮料最好？…………… 9
- 7、运动训练对糖在体内的贮存有什么影响？……………10
- 8、什么叫糖元？它和运动能力有什么关系？……………11
- 9、肌糖元的数量与运动员耐力的关系怎样？……………12
- 10、什么是赛前“高糖饮食训练”？……………12
- 11、过多吃糖对运动员有什么坏处？……………14
- 12、什么叫脂肪？它在人体内的主要功能是什么？……15
- 13、什么叫胆固醇？运动对它有什么影响？……………16
- 14、运动和肥胖有什么关系？……………17
- 15、为什么运动员膳食中脂肪的比例要比正常人少些？……………18
- 16、为什么长跑运动员比较瘦些？……………18
- 17、为什么游泳、滑雪等运动员可以多吃些脂肪，而登山运动员反而要少吃呢？……………19

- 18、什么叫磷脂？运动员为什么要多吃一些？20
- 19、什么叫蛋白质？它在人体内的功能是什么？20
- 20、运动员每天应吃多少蛋白质？什么样食物含蛋白质最丰富，质量又好？21
- 21、运动员过多地吃蛋白质有什么不好？22
- 22、什么叫酶？运动对酶活性有什么影响？23
- 23、什么叫激素？运动对它有什么影响？24
- 24、维生素是什么物质？运动员是否应多吃维生素？25
- 25、怎样增加运动员食物中的维生素？27
- 26、哪些项目运动员要多吃些维生素 A？27
- 27、维生素 E 为什么能增强耐力？28
- 28、运动员为什么要多吃些维生素 B₁ 及 B₂？29
- 29、为什么维生素 C 能加速疲劳的消除？每天吃多少才够？30
- 30、水的主要生理功能是什么？30
- 31、无机盐的主要生理功能是什么？31
- 32、为什么运动时出汗多了易抽筋？32
- 33、是不是运动时出多少汗就要喝多少水？33
- 34、运动员应怎样合理地喝水？34
- 35、巧克力的主要成分是什么？对运动员有什么好处？35
- 36、喝酒能增加能量、提高运动成绩吗？36
- 37、运动员在控制体重时，应怎样注意饮食？36
- 38、运动时体内糖是怎样代谢的？37
- 39、乳酸是什么物质？对运动员有什么影响？39
- 40、什么叫碱贮备？对运动员有什么意义？40

41、运动时脂肪是怎样代谢的？	41
42、运动时蛋白质是怎样代谢的？	42
43、运动时糖、脂肪、蛋白质代谢的关系怎样？	43
44、思想、情绪能影响运动时的生物化学变 化吗？	45

训练的生物化学问题

45、肌肉的组成和结构与肌肉收缩的关系怎样？	47
46、肌肉是怎样收缩和放松的？	49
47、肌肉收缩时所需的能量是怎样来的？	50
48、人体肌肉中可供运动的能源物质有多少？	52
49、什么叫运动时无氧代谢过程？	53
50、什么叫运动时有氧代谢过程？	53
51、人体运动时无氧代谢能力有多大？怎样评定运 动员的无氧代谢能力？	54
52、运动时无氧代谢和有氧代谢的关系怎样？哪些 运动项目属无氧代谢？哪些运动项目属有 氧代谢？	55
53、怎样提高100米、200米跑的无氧代谢能力？	57
54、怎样提高400米跑、100米游泳的无氧代谢 能力？	58
55、怎样发展运动员的有氧代谢能力？	59
56、怎样发展赛跑运动员的有氧和无氧代谢 能力？	61
57、不同间歇运动时间对有氧、无氧代谢影响有什 么不同？	63
58、间歇运动时，休息时间不同对有氧、无氧代谢	

影响有什么不同?	64
59、不同距离跑时, 有氧代谢和无氧代谢各占比 例如何?	65
60、怎样发展游泳运动员有氧及无氧代谢 能力?	66
61、教练员选用哪些跑来评定运动员的有氧代谢和 无氧代谢能力?	68
62、运动员的力量同肌肉中的什么化学成分关系 最密切?	69
63、红、白肌纤维在化学上有什么区别? 它和运 动能力有什么关系?	70
64、不同力量练习对发展肌肉化学成分有什 么不同?	71
65、怎样根据儿童、少年生物化学特点来安 排训练?	72
66、儿童、少年训练课中力量、速度、耐力练习按 什么顺序安排最好?	73
67、有人说儿童、少年早期训练时要先多练些耐力, 在生物化学上有根据吗?	73
68、什么叫超量恢复? 在人体中也存在吗?	74
69、怎样利用超量恢复的规律安排训练的休 息间歇?	76
70、怎样根据超量恢复规律来安排赛前训练?	77
71、从生物化学方面加速恢复过程的方法 有哪些?	78
72、由超量恢复增加的物质, 停止训练后 还能保持吗?	79

身体机能评定的生物化学问题

- 73、运动性疲劳时的生物化学变化怎样?81
- 74、能用生物化学的方法来评定运动员的身体
情况吗?82
- 75、能用生物化学方法了解运动员的体力, 预测
运动成绩吗?83
- 76、运动对肝脏有什么生物化学影响?84
- 77、血尿素是什么? 它和运动员身体状态有
什么关系?85
- 78、什么叫血红蛋白? 它和运动能力有什
么关系?86
- 79、运动员血红蛋白的正常值是多少?87
- 80、高原训练为什么能提高血红蛋白的数量?89
- 81、为什么大运动量训练开始时常见运动员血红
蛋白下降?90
- 82、怎样应用血红蛋白的变化来了解运 动 员 的 身
体情况?92
- 83、什么叫“运动性贫血”? 出现后怎么办?92
- 84、为什么会发生“运动性贫血”?94
- 85、运动员自己可以测定血红蛋白吗?95
- 86、运动后常见尿量减少, 游泳后反而尿多, 这
是什么原因?96
- 87、运动后有时尿变为白色混浊是什么原因?96
- 88、什么叫尿肌酐? 为什么运动员肌肉体积和力量
增长了, 尿肌酐排泄量也多?97
- 89、什么叫尿胆元? 为什么疲劳时尿胆元排

泄增多?	98
90、怎样应用尿胆元这一指标了解运动员身 体反应?	99
91、什么叫“运动性蛋白尿”? 运动后出现蛋白 尿是病吗?	100
92、为什么会出现“运动性蛋白尿”?	101
93、运动后出现尿蛋白数量多好还是少好?	103
94、怎样应用尿蛋白这个指标评定运动员身 体状态?	104
95、教练员和运动员可以用什么方法来测定 尿蛋白?	105
96、有些人运动后尿色变红或呈酱油色是什么 原因?	106
97、为什么会出现“运动性血尿”? 出现后 怎么办?	106
98、什么叫“运动性血红蛋白尿”? 出现后 怎么办?	108
99、什么叫“运动性肌红蛋白尿”? 出现后 怎么办?	108

营养物质和代谢

1、什么叫运动生物化学？它和体育有什么关系？

运动生物化学是在生物化学基础上发展起来的一门新兴科学。就目前认识而言，运动生物化学应当是应用物理、化学、生物学的方法，从分子水平研究体育运动与机体化学组成、化学变化、能量转变和运动能力的关系。

研究运动对有机体的影响，是研究运动生物化学的第一步，然后在此基础上，研究运动时的物质代谢过程，以及酶、激素、维生素对物质代谢的调节作用，如运动员机体内蛋白质、糖元增多，贮存脂肪减少，运动时物质代谢的调节机能好，所以运动员肌肉力量大，跑的速度快，或维持长时间运动的耐力好等等。

运动生物化学的研究对象是人和动物。动物实验是为研究人体服务的，因此，要尽可能地接近正常生理活动。对运动员或正常人研究时，也要力求符合运动实践的情况。如让动物游泳或踏跑车轮，比用电刺激其神经或肌肉好，让运动员在运动场上练习比在实验室中做模拟的运动效果好。动物实验时，可以将动物杀死取血液、大脑、肌肉或其它内脏器官进行分析。对人体就只能采用损伤性很少，或对人体无害的方法进行研究。目前，研究人体时，大多采用血、尿、汗的样品进行分析。近十几年来，国外有人采用活体取样的方法，直接

从人体内取出10~30毫克的肌肉或肝脏组织，分析运动时的变化，这种方法能直接了解人体在运动时肌肉或肝脏中的化学变化，使运动生物化学的发展加速了。但是目前还未被普遍接受，认为这种方法对人体损害仍然较大，需要进一步改进。

运动生物化学是体育科学中的一门基础科学，随着体育科学的发展，运动对机体的影响不单只表现在形态、功能的变化，还需要去研究细胞内部分子结构、功能、能量转变、代谢控制等化学机制。运动时的各种生理过程是以各种各样的化学变化为基础的；人们可以根据生理机能失调和物质代谢紊乱来研究各种运动性疾病发病机制。运动员的营养标准和普通人不同，研究运动员营养，离不开运动生物化学的理论和技能，所以，我们也可以认为，运动生物化学是运动生理学、运动医学的基础。

通过体育锻炼怎样才能最有效地增强体质，促进健康呢？属于运动生物化学研究范围的有氧代谢锻炼方法（如长跑、走步、游泳等），日益受人重视和采用。

运动生物化学是运动训练的科学校础之一。近年来，应用运动生物化学的方法，研究运动训练中不同强度、不同项目、不同距离或不同负担量时，身体内通过无氧代谢或有氧代谢供能的特点和其相互关系，为教练员选择训练方法，制定训练计划，评定训练效果，提供科学依据。所以，运动生物化学越来越受教练员和运动员重视。

2. 按照生物化学的分类法，可以把

人们的食物分为哪几类？

食物是维持人体生命活动的必需物质，食物中缺乏人体

所必需的物质时，会引起营养不足或营养不良，造成人体组织结构变化或功能异常；影响体育锻炼效果，妨碍正常的训练。因此，合理安排食物很重要。

组成人体的物质有蛋白质、糖、脂肪、水和无机盐。蛋白质、糖、脂肪的组成中都含有碳(C)、氢(H)、氧(O)三种元素(蛋白质中还含有氮(N)、硫(S)等)。以上三种物质属于有机物。水是由氢(H)和氧(O)元素组成的。无机盐包括：钠(Na)、钾(K)、钙(Ca)、磷(P)、硫(S)、铁(Fe)、氯(Cl)、镁(Mg)、碘(I)等。这五种物质在体内含量所占的百分比如下：

人体的物质组成	水	占60~70%
	蛋白质	} 占25~30%
	糖	
	脂肪	
	无机盐	占5%左右

在生活实践中，如果只按照上述人体的化学组成供给这五类食物时，并不能很好地维持正常生命活动。在食物中还必需包含一类物质，这类物质叫维生素，它不是构成人体的物质，却是生命活动所必需的。水、蛋白质、糖、脂肪、无机盐和维生素，通常称为六大营养物质，是生命活动的物质基础。

3、一个运动员每天要吃多少食物才够？

运动时身体处于高度的紧张状态，消耗能量很大，如一般体力劳动者，在非机械化条件下劳动时，每秒热能消耗约0.07~0.30千卡，而短跑时每秒热能消耗高达3千卡。根据对我国运动员每天能量消耗的调查，男的大都在3000至5000千卡。女的大都在2500至3500千卡左右。可见，运动员每天的能量消耗相当于一个重体力劳动者的能量消耗，在加大运动量训练或比赛时，有时可能还要多！

作为人体生命活动的能量最终是由食物供给的，那么，一个运动员每天究竟要吃多少食物才合理呢？

我们知道，食物中能供给能量的有糖、脂肪和蛋白质，每克糖可释放热能约4千卡，每克脂肪约9千卡，每克蛋白质可释放约4千卡。在这三种供能物质中糖是最主要的，脂肪也很重要，蛋白质是生命活动的基础，但在供能中并不重要。食物中这三种营养物质最适宜的比例是怎样的呢？一般体力劳动者，糖与脂肪及蛋白质这三者之间的比例最好是4比1比1，运动员食物中脂肪的比例要少些，最适宜比例是4比0.7~0.8比1。根据这个比例，一般体育学院的学生每天吃糖类（主要是淀粉类食物的米、面等）1至1.5斤，脂肪2两，蛋白质2两左右就够了。水和无机盐按一般习惯补充，在炎热的夏天训练或比赛后，可多喝些淡盐水。各专项运动员运动量大些，食物量就应多些，一般认为各项运动员供给标准是，蛋白质每公斤体重为2~2.5克，业余体校的少年运动员可增至每公斤体重3克；脂肪每公斤体重1.6至2.2克；糖为每公斤体重8至12.5克；维生素的供给量约为：维生素A 2毫克；B₁ 5毫克；B₂ 2.5毫克；C 150毫克；PP（烟酰胺）25毫克。可根据这个数字算出每个运动员每天大约所需的食物量。

为便于参考，我们将常见的食物成分表列出（表一），供大家查找。

4、糖是什么物质？它在人体内的主要功能是什么？

糖又称为醣。在它的分子中含有碳(C)、氢(H)、氧(O)，其中氢与氧的比例与水相同，所以也称为碳水化合物。为

表一 主要食物成分表（百克食物中含量）

食物名称		蛋白质 (克)	脂肪 (克)	糖 (克)	热能 (千卡)	钙 (毫克)	磷 (毫克)	铁 (毫克)	维生素C (毫克)
谷 类	机 米	7.5	0.5	79	351	10	100	1.0	0
	标准面粉	9.9	1.8	75	356	38	268	4.2	0
	面 条	7.4	1.4	57	270	60	203	4.0	0
	大 麦 米	10.5	2.2	66	326	43	400	4.1	0
	小 米	9.7	1.7	77	362	21	240	4.7	0
	高 粱	8.2	2.2	77	361	170	230	5.0	0
	玉米(黄)	8.5	4.3	73	365	22	210	1.6	0
干豆及豆制品类	黄 豆	36.3	14.8	25	411	367	571	11.0	0
	绿 豆	22.1	0.8	59	332	49	268	3.2	0
	豌豆	24.6	1.0	53	339	84	400	5.7	0
	蚕 豆	28.2	0.8	49	316	71	340	7.0	0
	黄 豆 芽	11.5	2.0	7	92	68	102	1.8	4
	绿 豆 芽	3.2	1.0	4	30	23	51	0.9	6-16
	粉 条	0.3	0	85	341	27	24	0.8	0
根 茎 类	豆 浆	1.9	0.4	1	15	3	25	0.8	0
	甜 薯	2.3	0.2	29	127	18	20	0.4	30
	马 铃 薯	1.9	0.7	16	78	11	59	0.9	18
	芋 头	2.2	0.1	17	78	19	51	0.6	4
	白 萝 卜	0.6	0	6	26	49	34	0.5	30
	红 萝 卜	1.0	0.4	8	40	19	23	1.9	8
	胡萝卜(黄)	0.9	0.3	7	34	32	32	0.6	8
	胡萝卜(红)	2.0	0.4	5	32	19	23	1.9	8
	心里美萝卜	1.0	0	6	28	44	40	0.5	34
	茭 白	1.5	0.1	4	23	4	43	0.3	2
	毛 笋	2.6	0.2	7	40	10	76	0.5	
	藕	1.0	0.1	20	29	19	51	0.5	25

续表

食物名称		蛋白质 (克)	脂肪 (克)	糖 (克)	热能 (千卡)	钙 (毫克)	磷 (毫克)	铁 (毫克)	维生素C (毫克)
叶 菜 类	大白菜	1.4	0.1	3	19	33	42	0.4	24
	小白菜	1.1	0.1	2	13	86	27	1.2	36
	洋葱头	1.8	0	8	43	40	50	1.8	27
	菠菜	2.0	0.2	2	18	70	34	2.5	31
	韭菜	2.4	0.5	4	30	56	45	1.3	19
	芹菜(茎)	2.2	0.3	2	20	160	61	8.5	6
	油菜	2.0	0.1	4	25	140	52	3.4	61
	洋白菜	1.3	0.3	4	24	62	28	0.7	39
	菜花	3.3	0.3	4	32	23	73	1.8	88
瓜 茄 类	莴笋(茎)	0.6	0.1	2	11	7	31	2.0	1
	西红柿	0.6	0.3	2	13	8	37	0.4	11
	茄子	2.3	0.1	5	22	22	31	0.4	3
	丝瓜	1.5	0.1	5	27	28	45	0.8	8
	苦瓜	0.9	0.2	3	17	18	29	0.6	84
	冬瓜	0.4	0	2	10	19	12	0.3	16
	黄瓜	0.8	0.2	2	13	25	37	0.4	14
	南瓜	0.3	0	1	5	11	9	0.1	4
鲜 果 类	西葫芦	0.6	0	2	10	17	47	0.2	1
	橘	0.9	0.1	12	53	26	15	0.2	30
	苹果	0.2	0.1	15	62	11	9	0.3	5
	梨	0.1	0.1	12	49	5	6	0.2	3
	葡萄	0.2	0	10	41	4	15	0.6	4
	桃	0.8	0.1	7	32	8	20	1.0	6
	柿	0.7	0.1	11	48	10	19	0.2	16
	李子	0.5	0.2	9	40	17	20	0.5	1
	香蕉	1.2	0.6	20	90	10	35	0.8	6

续表

食物名称		蛋白质 (克)	脂肪 (克)	糖 (克)	热能 (千卡)	钙 (毫克)	磷 (毫克)	铁 (毫克)	维生素C (毫克)
肉 鱼 类	猪肉(瘦)	16.7	28.8	1	334	11	170	0.4	0
	咸猪肉(腊肉)	14.4	21.8	3.4	267	31	109	2.3	0
	牛肉(瘦)	21.4	8.1		172	7	170	0.9	0
	羊肉(瘦)	18.7	17.5	1	306	11	129	2.0	0
	鸡 肉	23.3	1.2		104	11	190	1.5	
	鸭 肉	16.5	7.5	0.1	134	11	145	4.1	
	鲫 鱼	13.0	1.1	0.1	62	54	203	2.5	
	鲤 鱼	18.1	1.6	0.2	88	28	176	1.3	
	带 鱼	15.9	3.4	1.5	100	48	204	2.3	
	黄 花 鱼	17.2	0.7	0.3	76	31	152	1.8	
蛋 乳 类	鸡 蛋	14.8	11.6	0.5	166	55	210	2.7	0
	鸭 蛋	13.0	14.7	1	186	71	210	3.2	0
	皮蛋(松花)	13.6	12.4	4	182	82	212	3.0	
	牛奶(鲜)	3.1	3.5	4.6	62	120	90	0.1	1
	牛 奶 粉	25.6	26.7	35.6	485	900	750	0.8	0

了通俗易懂起见,现在大多采用糖字来代表醣或碳水化合物。在食物中主要的糖类有:葡萄糖、果糖、半乳糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖及淀粉等。

葡萄糖、果糖、半乳糖是食物中最常见的单糖,它的化学组成为 $C_6H_{12}O_6$,即由6个碳原子、12个氢原子和6个氧原子组成。二糖如蔗糖是由1分子葡萄糖和1分子果糖减去1分子水生成;麦芽糖由2分子葡萄糖减去1分子水生成。乳糖(在奶类中)是由1分子葡萄糖和1分子半乳糖减去1分子水