

体 育 卫 生 学

(四年制普通班用)

(下 册)

北京体育学院体育卫生教研组编

一九七七年六月

4264

目 录

第三篇 体育锻炼的解剖、生理、生化基础.....	(1)
第一章 人体运动与新陈代谢.....	(1)
第一节 肌肉运动与物质能量代谢.....	(1)
第二节 运动与消化.....	(23)
第三节 运动与血液循环.....	(31)
第四节 运动与呼吸.....	(46)
第五节 运动与排泄.....	(53)
第六节 运动与体温调节.....	(57)
第二章 神经系统和内分泌腺在体育运动中的作用.....	(58)
第一节 神经系统的结构和机能.....	(58)
第二节 感觉器官的功能.....	(64)
第三节 条件反射.....	(68)
第四节 内分泌.....	(73)
第五节 动作技能的形成及促进方法.....	(76)
第三章 身体素质.....	(80)
第一节 力量素质.....	(80)
第二节 速度素质.....	(86)
第三节 耐力素质.....	(89)
第四章 几种训练方法的生理学分析.....	(91)
第五章 运动量.....	(96)
第一节 运动量的组成因素.....	(96)
第二节 运动量的合理安排.....	(96)
第三节 大运动量训练的生理生化基础.....	(97)
第四节 测定运动量生理生化指标的应用.....	(101)
第六章 赛前状态、准备活动、工作适应过程、疲劳、恢复和过度训练.....	(103)
第一节 赛前状态.....	(103)
第二节 准备活动.....	(105)
第三节 工作适应过程.....	(106)
第四节 疲劳, 恢复和过度训练.....	(107)
第七章 儿童少年身体特点与体育锻炼.....	(109)
第一节 儿童少年解剖、生理、生化特点.....	(109)
第二节 儿童少年身体素质训练的年龄特点.....	(117)
第三节 女子解剖、生理特点与体育锻炼.....	(120)
第八章 体格检查及评定.....	(123)

第三篇 体育锻炼的解剖、生理、生化基础

第一章 人体运动与新陈代谢

生命的基本特征，就是有机体和周围环境之间不断进行着新陈代谢。新陈代谢包括同化作用和异化作用两个相互联系、相互制约的矛盾方面。机体从外界环境中摄取营养物质后，把它们改造成为机体自身的物质的过程，叫做同化作用，又叫合成代谢；机体把自身的物质进行分解，把分解产物排出体外，并且在物质分解时释放能量，供给生命活动的需要，这叫做异化作用，也叫分解代谢。合成代谢和分解代谢的总和就叫物质代谢。一般地说，在分解代谢时，物质的大分子被破坏、分解成较小的分子，在这个过程中，贮存在大分子中的能量被释放出来；而进行合成代谢时，小分子建成大分子，这个过程中需要能量。这个过程所需要的能量必需从分解代谢中获得。分解代谢所释放的能量，除了供给合成代谢需用之外，其余则转变为热能、机械能、电能等以维持人体正常的生命活动和生理机能所需要的一切能量。所以，物质代谢必然伴随着能量的转移，这种生物性的能量转移过程就叫做能量代谢。由此可见，体内物质的分解代谢与合成代谢之间，以及物质代谢和能量代谢之间，是不可分割地相互联系着的。换句话说，体内的新陈代谢就是物质代谢和能量代谢的总和。

机体在生活过程中，不断摄取外界的物质，转化为自身的物质，同时排出另一些物质，这样机体得到生长、发展和更新。体育锻炼和运动训练是通过促进人体的新陈代谢过程，和提高机能活动水平，以达到增强体质的一种积极手段。因此，学习和研究人体新陈代谢的基本规律以及体育运动对它的影响规律，为“发展体育运动，增强人民体质”服务，正是本章所要讨论的主要内容。

第一节 肌肉运动与物质能量代谢

一、概述：

人体内各种营养物质在代谢过程中所释放的能量，只有少部分被转移到含有高能键的化合物中贮存起来，用以供给组织细胞维持生理活动之用，而大部分（平均61%）变成热能，维持体温。而体内贮存的高能化合物把能量转移给组织细胞时，其效率也不足25%，其余75%仍以热的形式散失掉。组织细胞在进行生理活动时消耗的能，也无不转变成热。例如肌肉收缩时，要克服本身的粘滞性和外界阻力，摩擦生热，最终仍变成热能。所以，测定人体在单位时间内的散热量，就可以知道同一时间内体内的能量消耗和代谢水平。

代谢率：

单位时间内的耗能量称为代谢率。影响代谢率的因素很多，如肌肉运动、食

物的特殊动力作用，年龄、激素、气候、营养状况和某些疾病等，都可影响代谢率，其中以肌肉运动的影响为最显著。

计算能量的单位是卡。使1克水的温度升高 1°C 所需要的热量称为1卡。用卡计算人体内的热量嫌太小，所以常用千卡（或称大卡）做为计算单位，每大卡等于1,000卡。

一个体重70公斤的人，睡眠时耗能量约为65千卡/小时；静坐时约为100千卡/小时；坐姿进行轻劳动增至140千卡/小时以上；重体力劳动时可达400~500千卡/小时；可见能量消耗与劳动强度有密切关系。一块肌肉作短时间的强烈收缩，其产热量可较休息时增加数百倍，进行全身运动产热量可增强20倍，代谢率较正常升高2000%。人一日中进行各种活动时的能量消耗见表3—1。各项运动因其强度和持续时间不同，运动全程的热量消耗也有很大的差别（见表3—2）。

表 3—1

各种活动能量消耗表

活 动 内 容	能量消耗 (千卡) / 每公斤体重		活 动 内 容	能量消耗 (千卡) / 每公斤体重	
	1 小 时	1 分 钟		1 小 时	1 分 钟
睡 眠	0.93	0.0155	(轻 量)	2.43	0.04
躺着休息	1.10	0.0183	(中等量)	4.14	0.069
整 装	1.69	0.0281	(较大量)	6.43	0.107
盥 洗	1.69	0.0281	(很大量)	8.57	0.143
打 扫	2.41	0.04	游泳:		
洗 衣	2.05	0.0342	每分钟10米	3.0	0.05
织 毛 线	1.66	0.0276	每分钟20米	4.25	0.07
缝 纫	1.59	0.026	每分钟50米	10.2	0.17
吃 饭	1.89	0.0281	每分钟60米	21.0	0.35
随意站立	1.50	0.025	每分钟70米	25.8	0.43
散 步	2.86	0.047	投掷运动	11.0	0.183
唱 歌	1.74	0.029	摔 跤	12.2-16.	0.203—
听课、自习、开会	1.43	0.0239			0.266
步行(1小时六公里)	4.28	0.0713	击 剑	9.3	0.155
跑:			足球(比赛)	38.0	0.633
100米速度	45.0	0.75	篮球(比赛)	31.0	0.516
每分钟200米	10.5	0.175	排球	14.5	0.241
1小时8公里	8.13	0.135	自行车		
1小时12公里	10.78	0.179	每小时8.5公里	3.48	0.058
1小时15公里	11.25	0.187	每小时10公里	4.28	0.07
跨 栏 跑	13.5—19.0	0.225—0.31	每小时15公里	6.05	0.1
体操:			每小时20公里	8.56	0.143

表 3—2

各项运动的热量消耗 (按60公斤体重计算)

运 动 项 目		全 程 内 热 量 消耗 (仟卡)	运 动 项 目	全 程 内 热 量 消耗 (仟卡)
赛跑	100米	30	滑冰 10000米	300
	200米	60	游泳 100米	86
	400米	86	200米	120
	800米	111	400米	171
	1500米	145	1500米	428
	3000米	240	自行车 1 公里	94
	5000米	385	5 公里	197
	10000米	645	10公里	368
	30000米	1542	20公里	635
	1 小 时	1029	50公里	1110
	马 拉 松	2150	划船1.5—3 公里	214—257
竞走	5 公里	300	1小时	1029
	10公里	515	足球 (全场比赛)	1287
	20公里	857	水球 (全场比赛)	1029
	50公里	1971	篮球 (全场比赛)	772
滑冰	500米	68	排球 1 分钟	8.6
	1500米	94	摔跤 (全 场)	353
	5000米	171		

(二) 基础代谢:

体力劳动和体育运动对代谢率有很强烈的影响,而每个人的劳动量或运动量又不同,所以对不同个体所测得的代谢率不能相互比较,为了消除各种可变因素的影响,就必须找出一个不同个体之间可以进行比较的标准。它就是规定在清晨、静卧、空腹和18—22°C室温等条件下的能量代谢,称为基础代谢率。用它来反映在基础状态下,用以维持心跳、呼吸、循环、保持体温等最低限度的能量。通常以每小时每平方米体表面积所散失的热量来表示。

我国人体表面积可由以下经验公式计算:

$$\text{体表面积} = 0.0061 \times \text{身高} + 0.0128 \times \text{体重} - 0.1529$$

(平方米) (厘米) (公斤)

$$\text{基础代谢率 (B.M.R.)} = \frac{\text{每小时的能量消耗量}}{\text{体 表 面 积}}$$

基础代谢随年龄、性别而不同,我国正常人的基础代谢率平均值见表 3—3。

体育运动对基础代谢率可发生影响。对我国女子体操运动员测定的初步结果看来,有训练的比训练差的基础代谢高;基本时期比过渡时期高;在竞赛时期运动员的基础代

表 3—3 我国正常人基础代谢率平均值 (千卡/小时/平方米)

B.M.R 性别	年 龄	11—15	16—17	18—19	20—30	31—40	41—50	50以上
男		46.7	46.2	39.7	37.7	37.9	36.8	35.6
女		41.2	43.4	36.8	35.0	35.1	34.0	33.1

谢能受比赛性质、胜负、比赛规模、气温等影响。体育运动对基础代谢的影响还有待进一步研究。

测定基础代谢需要特殊仪器。它是基于这样的原理：即每一种能量物质在体内氧化时，每消耗 1 升氧所产生的热量就称为该种物质的氧热价。各种食物的氧热价不一样；一般吃混合食物的人，氧热价是 4.825 千卡。因此如能在基础条件下，测得人在几分钟内的耗氧量，乘以氧的热价，再根据体表面积即可计算出每平方米体表面积每小时的能量消耗了。

(三) 运动员一日能量消耗与补充。

一日的能量消耗量是在基础代谢的基础上，加上其他活动所消耗的能量的总和。运动时能量消耗大，对营养物质的补充自然要求多些。在营养学上就根据每日的能量消耗来确定不同劳动强度所需要供给热能的标准。

我国大学生每天的总能量消耗，男的约为 2500 千卡，女的约为 2100 千卡；积极参加体育锻炼的男生可达 3300 千卡，女生 2500 千卡。1965 年调查我院代表队学生每天能量消耗 (表 3—4) 和 1959 年至 1964 年对我国优秀运动员调查结果 (表 3—5) 表明，体操运动员的总能量消耗较少，田径和球类运动员的能量消耗较多。但一般说来，男运动员每天能量消耗在 3000—4000 千卡左右，女运动员在 2000—3000 千卡左右。由于运动员能量消耗受训练季节、运动量、身体状况等影响，所以此数值只供参考。

表 3—4 体院学生代表队一日能量消耗

项 目	能 量 消耗 (千卡) 性 别	男	女
体 操		2494	2152
田 径		3214	2660
排 球		4090	2653
篮 球		4637	3129
足 球		3423	

表 3—5

我国各项优秀运动员一日热量消耗

项 目		男	女
体	操	2695	2291
游	泳	3831	2976
篮	球	3996	3200
排	球	3688	3510
乒 乓	球	3192	2648
投	掷	4572	3672
举 重	重 量 级	4155	
	次 轻 级	2804	
	最 轻 级	2266	

利用各项运动及活动的热能消耗率的数据计算一日内总能量消耗时，必须详细记录运动员一日内各种活动的内容及持续时间。这样做需组织大批人力进行调查工作，为了节省人力，因此常采用大数量的膳食调查法，根据膳食调查的结果，计算出运动员的膳食发热量。如果运动员在较长时间内摄取该种发热量的膳食时，体重基本维持恒定，健康状况良好，则膳食的热量大致可作为此项运动员的热能供给量。但调查时应包括一年中不同的运动周期，对于儿童少年运动员来说，因为正处于身体生长发育时期，热能供给量应考虑到该特点，进行合理的安排。

二、人体的主要营养物质和体内高能物质。

人的食物中含有六种营养物质：糖、脂肪、蛋白质、水、无机盐和维生素。这些营养物质的生理价值，概括起来主要有三：一、供应身体生长发育和建造修补组织的材料，其中以蛋白质为最重要；二、供给热能和维持各种生理机能所需要的能量，以糖、脂肪、蛋白质为主要能量来源；三、调节生理机能，以维生素、水和无机盐为主。因此人的食物必须具备上述六类营养物质，而且各类物质的供给量还必须达到一定的标准。

下面将各种营养物质和人体内一些高能物质简单加以介绍。

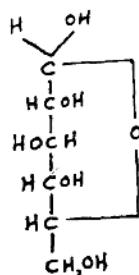
（一）糖类

葡萄糖、蔗糖（白糖、红糖）淀粉都属于糖类。我们每天食入的糖类以淀粉为最多，象米、面、杂粮、薯类和豆类中淀粉含量都很丰富。糖类食物约占我们每天吃的食物干重的80%以上。

1. 糖的概念和分类：

从化学结构来看，糖又称碳水化合物，是由碳、氢、氧三种元素组成的多羟基醛、多羟基酮或它们的聚合物，根据其能否水解以及水解后能产生多少简单的糖分子而分为单糖、双糖和多糖三大类。

(1) 单糖：重要的单糖如葡萄糖、果糖(其化学式为 $C_6H_{12}O_6$)，血中所含的糖都是葡萄糖，又称血糖，其结构如下：



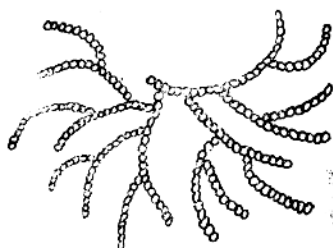
葡萄糖

(2) 双糖：由两个单糖分子聚合而成的一类糖叫双糖。其通式为 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 。重要的双糖有蔗糖、麦芽糖和乳糖。蔗糖水解时产生一分子葡萄糖和一分子果糖；麦芽糖水解后生成两分子葡萄糖；乳糖则是由一分子葡萄糖和一分子半乳糖聚合而成。

(3) 多糖：由很多分子的单糖聚合而成。多糖的化学通式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 。多糖在自然界分布很广。重要的多糖有淀粉和糖元。淀粉和糖元都是由葡萄糖组成。其结构如图三一1表示。

淀粉广存于植物界，谷类中含量很高，人食用的糖类以淀粉为主。

糖元又叫动物淀粉，是人及动物体内的多糖，主要存在于肝脏和肌肉中，分别称为肝糖元和肌糖元，它们是人体内的基本能源物质。在肝脏中糖元约占肝脏重量5%，净重约为100克左右；肌肉中的糖元含量约为肌肉重量的1—2%。



图三一1 淀粉结构

每个小圈表示一个葡萄糖分子

2. 糖的生理功能：

(1) 供给热能：糖是人体内最主要，最经济及动用最快的热能来源。每克糖完全氧化可释放4千卡热能，机体60%的热能由糖供给。糖容易被消化吸收，分解快，氧化时耗氧较少。进行短时间大强度的运动时所需要的热能，几乎全部由糖供给；而长时间、消耗热量较大的运动项目，也是首先由糖氧化供给能量，其次才动用脂肪。

(2) 供给神经系统所需要的热能：大脑中缺少储存的营养物质，主要依靠糖的氧化获得热能。血糖浓度降低时，首先影响中枢神经系统的机能，产生疲劳或头晕等现象。

(3) 此外糖还有构成体质，调节脂肪代谢，节约蛋白质等作用。

3. 糖储备与运动能力

糖在一般膳食中主要从米、面、五谷杂粮中获得，其中糖的含量，约占每天所吃食物总热量的50—70%。通常成人每日每公斤体重需糖约4—6克，运动时糖的消耗大大增加，如果工作时间长，强度又大，需要量就相应增多。体内糖储备不足时，将使运动员机能状态及工作能力降低。尤其是在长时间运动时，因体内糖储备不足会使耐久力下降。例如：安静时人体内血糖浓度是70—100mg%，体内糖元的总储备量约300—400克(其中包括肝糖元和肌糖元)，按每克糖产热4千卡计算，则总的发热量相当于1200—1600

千卡。但很多运动项目的热能消耗，接近甚至超过了体内糖储备可供的总热量。体重70公斤的人，一场冰球全场比赛热能消耗1200千卡，足球比赛1500千卡，马拉松全程2500千卡等，因此完全可能使人体的糖元储备大量消耗，使血糖明显下降，影响中枢神经系统的正常功能，运动员感到饥饿、眩晕，运动速度减慢，肌肉力量减弱，协调动作受到破坏，严重时，无法坚持运动。

通过对九名足球运动员大腿肌糖元含量的测定材料观察到，其中赛前含量较高的五人为一组，较低的四人为一组，较低的原因是前一天运动量较大，疲劳未彻底消除，食物中补充的糖也不够。在进行一场足球赛时，大腿肌糖元含量一直处于低水平，运动能力也明显较低。（表3—6）。

表3—6 九名足球运动员大腿肌糖元含量与运动能力

运动员人数	大腿肌糖元含量 (毫克分子葡萄糖/公斤体重)			运 动 能 力			
	赛 前	半场休息	赛 后	跑 的 距 离		快 跑 %	
				上 半 时 (45') (米)	下 半 时 (45') (米)	走	跑
5	96	32	9	6100	5900	27	24
4	45	6	0	5600	4100	20	15

运动员一日糖的供给量应为每公斤体重8—12.5克，一日总量是500—600克，占膳食总热量的60%左右。

影响人体糖储备的因素有：

(1) 体育锻炼能增加肝、肌糖元的含量。

13名11—13岁的男孩进行四个月的体育锻炼后，肌糖元由原来每公斤体重0.99克，增加到每公斤体重1.28克，训练不但能增加糖元含量，而且还能提高人体对糖的利用能力。

(2) 膳食条件的影响：曾测定10名体院学生食用普通膳食3周后，肌糖元为每公斤肌肉17.7克，而食用含糖丰富的膳食3周后，肌糖元可升至每公斤肌肉35.2克，因此耐力项目的运动员在膳食中应当适量地增加糖类，多吃淀粉类的主食。

由于糖元在体内贮存时是和水分结合的，过多时会使肌肉有一种僵硬的感觉，因此短跑运动员要限制糖元的贮量。从调查中观察到当长跑运动员股四头肌中肌糖元下降至每公斤肌肉3.5克时，跑速便下降；经过2小时的赛跑，肌糖元的消耗量为每公斤肌肉16克，因此超长距离运动员体内肌糖元应在每公斤肌肉20克左右，这样可以始终保持能量的供应。

4. 运动员吃糖问题。

糖是运动时供应能量的主要来源，体内糖储备减少，或补充不够，则会影响运动能力，所以运动员应多吃些糖类食物。但吃糖过多对身体也有坏处。吃进的糖若多于身体的消耗，糖会转变为脂肪储存起来，使人变得肥胖，在运动前一次大量吃糖，如超过每

公斤体重 2 克时，易产生胃部不适，头晕恶心，反而影响运动能力。有些项目运动员（如短跑、举重）如果吃糖过多，糖在肌肉中储存过多，会造成肌肉僵硬，影响爆发力。因此，吃糖要吃得适当，怎样吃糖效果才好呢？

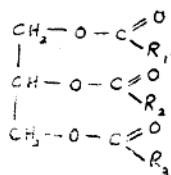
根据对我国运动员的研究，马拉松跑运动员可以多吃些糖，在训练前和比赛前吃糖不超过每公斤体重 2 克，能保持血糖不下降，这对运动员保持运动能力有好处，因此，认为进行马拉松跑或长跑的大运动量训练和比赛时可以多吃些糖，数量一般不能超过 2 两，最好在早饭的粥里多加些白糖。运动后可喝些糖水，数量亦不宜过多，少量多次地进行补充，效果较好，每次在 1 两左右。在平常的训练中，不必额外多吃糖，但在膳食中应注意安排好主食，多变换花样，通过含糖丰富的主食来补充糖。球类、游泳运动员可根据长跑运动员的吃糖方法酌情处理。短跑、举重运动员在日常膳食注意保持主食中糖分的比例，不必多吃糖，我国曾发现举重、体操运动员控制体重时，过多地减少膳食中主食，而造成糖分减少，体力下降，因此对这些运动员既要适当控制主食，也要控制副食，使体重不增长，体力又不下落才好。

国外有人认为长跑或超长距离跑运动员可以通过安排膳食和训练来提高体内糖元储备，增强耐力，提高运动成绩。即在赛前一星期开始，先进行一次大强度的训练，大量消耗体内储存的糖元，接着又连续两天少吃糖，膳食中糖很少，脂肪和蛋白质很多，这样体内糖储备就更少了，然后再让运动员连续吃三天高糖膳食（脂肪、蛋白质很少），就可使肌糖元明显地由原来每公斤肌肉 15 克左右升至 50 克，运动员耐力明显提高。但是这种方法是否适用于中国人，应根据中国人生活习惯进行研究。

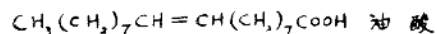
（二）脂肪

1. 脂肪的概念和分类：脂肪分真脂和类脂两大类。经常食用的动植物油（如猪油、牛油、羊油、花生油、豆油、菜籽油等）都是真脂。真脂是由脂肪酸和甘油组成。类脂包括磷脂与固醇类，磷脂中有卵磷脂、脑磷脂及神经磷脂。磷脂与固醇都具有很高的生理价值，在运动员营养中有特殊的作用。

（1）真脂：又称中性脂肪。由一分子甘油与三分子脂肪酸构成。其化学结构通式为：



R_1 、 R_2 、 R_3 代表由碳和氢组成的烃基，随不同的脂肪酸而异，含不饱和脂肪酸多的，在室温条件下是液体，通常称为油，如各种植物油；有的含不饱和脂肪酸较少，在室温下是固体，通称为脂，如动物脂肪。人体内含量最多的脂肪酸有硬脂酸（18 碳）、软脂酸（16 碳）、油酸（18 个碳）其化学结构如下：



在不饱和脂肪酸中，十八碳二烯酸（ $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ ，含有二个双键）、十八碳三烯酸（ $\text{C}_{17}\text{H}_{26}\text{COOH}$ ，含有三个双键）和花生油酸（ $\text{C}_{19}\text{H}_{31}\text{COOH}$ ，含有四个双键），都是人体自身不能合成而必须由营养中获得的不可缺少的脂肪酸，所以又称必需脂肪酸。

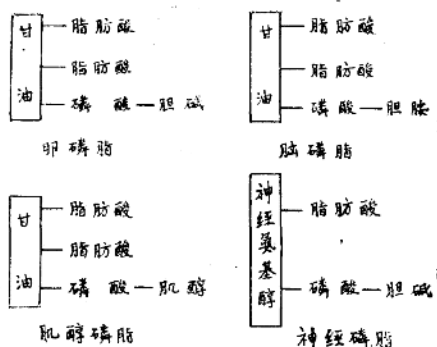
（2）类脂

人体内重要的类脂有磷脂与胆固醇。

磷脂：人及动物体内重要的磷脂有卵磷脂、脑磷脂、肌醇磷脂和神经磷脂等，其结构如下：

磷脂中的胆碱、胆胺是含氮的硷性有机化合物，在人体内与脂肪代谢有密切关系，可以防止肝内大量脂肪存积（脂肪肝）。

体内许多活性物质，如参与消化脂肪的胆汁酸盐、维生素D₃、肾上腺皮质激素及性激素等类固醇化合物，均可由胆固醇在体内转化而成。



2. 脂肪的生理功能：

（1）类脂是细胞的必要组成成分：

磷脂和胆固醇等是各种组织细胞的必要的结构成分，如细胞膜。神经组织中也含有大量的类脂。

（2）脂肪是体内贮存能量和供给能量的重要物质。皮下、肠系膜、大网膜、肾脏周围、肌间等处的脂肪组织中贮存着大量脂肪，习惯上称为“贮存的脂肪”。一般情况下，成年人贮存的脂肪约占体重的10—30%，女子通常比男子多，因为脂肪的发热量很高，1克脂肪在体内完全氧化能产热9卡热，所以脂肪是人体内贮存能量和供给能量的重要物质。同时由于脂肪组织中的大量脂肪象软垫一样，有缓冲机械冲击，保护内脏的作用；脂肪不容易导热，有保持体温的作用。体内储存适量的脂肪对游泳运动员来说是有利的。

（3）食物中的维生素A、D、E、K及胡萝卜素等可溶于食物油脂中，并随同油脂一起被吸取。

3. 脂肪的需要量

脂肪虽是人体内能量丰富的贮备物质，但在一般运动训练时，脂肪消耗的并不多，只有在长时间的运动训练中，如一万米长跑或竞走、雪地跑30公里或在功率自行车上运动60分钟，血中磷脂量会降低2.2~7.0%，说明在长时间运动中脂肪消耗量较大。但是在运动员的膳食中，脂肪量不宜过多，因为高脂肪膳食会使体内氧利用率降低，运动耐久力受影响，同时因脂肪不易消化，而运动时体内消化机能常处于抑制状态，多吃脂肪，会减低其它营养素，特别是蛋白质的吸收率。因此应当限制运动员膳食中脂肪的含量。但是，运动员食物中脂肪也不宜过少，脂肪不足时，食物的质量及人的味觉受影响，也会造成食物吸收量减少，所以食物中脂肪也不宜过少，一般认为一日脂肪供给标准是100~160克，登山运动员可以少些，游泳、长跑、滑雪等可以适当多些，可增至每公斤体重1.9~2.0克。

1959—1964年调查我国优秀运动员的膳食时，发现运动员吃的脂肪过多，一般脂肪总发热量为30~35%，1964年则增加至35~40%左右。1964年食物中蛋白质、脂肪和糖三者重量比为1:1.1:3.8，1964年调查结果：1:1.4~1.9:1.5~3.7，合适的比例

应为 1:0.7~0.8:4。脂肪过多的原因是膳食中猪肉供应量大，而猪肉（尤其肥肉）脂肪含量高，影响主食吃不进去，有些运动员在控制体重时，也只注意少吃主食而造成食物中脂肪比例增多。1974年7月调查湖南田径队64名队员的血液脂肪时，发现运动员血脂较非运动员高，认为是由于膳食中猪油、猪肉、蛋类和蔗糖等摄入量明显高于常人之故。

据调查，我院学生每日膳食脂肪摄入量不高，约为50~60克左右。

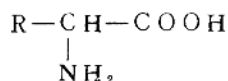
(三) 蛋白质

伟大导师恩格斯指出：“生命是蛋白体的存在方式”，“无论什么地方，只要遇到生命，我们就发现生命是和某种蛋白体相联系的，而且无论在什么地方，只要遇到不处于解体过程中的蛋白体，我们也无例外地发现生命现象。”可见蛋白质对于生命具有特殊的重要意义。

人类食物中必须含有一定量的蛋白质，它不仅是人体组织结构的重要成分，也是合成体内一些重要生物活性物质如酶的重要原料，人体长期缺乏蛋白质就无法维持生命。

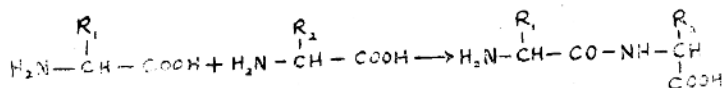
蛋白质的成分：

蛋白质分子是由许多氨基酸聚合而成。构成天然蛋白质的氨基酸主要有二十多种（表3-7），这些氨基酸的一般结构式可以表示为：



R代表除氨基和羧基以外的其它结构。不同氨基酸的R是不同的，如甘氨酸的R就是一个氢原子，丙氨酸的R是一个甲基。

蛋白质分子中的氨基酸主要是通过肽键相连接的。肽键是一个氨基酸的羧基与另一个氨基酸的氨基，脱去一分子水结合而成的键。



式中—CO—NH—即是肽键。两个氨基酸借一个肽键相连构成的化合物叫二肽，二肽还可以借肽键连接氨基酸构成三肽、四肽……等。由多个氨基酸通过多个肽键相连接形成的链状结构，称为多肽链。

虽然一切蛋白质只含有20种左右的氨基酸，但由于他们所含的氨基酸的种类、数目、排列顺序及分子的空间构型不同，生物界中就有着为数甚多的各种蛋白质。

2. 蛋白质的生理功能：

(1) 构成和修补组织：蛋白质是细胞的主要组成成分，占细胞固体成分的80%以上。肌肉、血液、腱、骨、软骨、毛发等都由蛋白质作为主要成分。体内脏器和组织细胞是不断破坏和新生的，蛋白质是它们新生时原料。体育运动使人体新陈代谢得到加强，因此就需要补充更多的蛋白质来维持组织的修复与生长的需要。

(2) 调节生理机能：体内的各种生物化学反应都必需有一定的生物催化剂——酶的参与才能完成。而酶的本质就是蛋白质；调节生理功能的激素中有许多是由蛋白质所构

表 8—7

组成蛋白质的氨基酸

分类	名称	结 构 式	分类	名称	结 构 式
中 性 基 酸	甘氨酸	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	中 性 基 酸	酪氨酸	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
	丙氨酸	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$		色氨酸	$\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{N}-\text{CH}_2-\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
	半胱氨酸	$\text{HS}-\text{CH}_2-\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$		脯氨酸	$\text{C}_4\text{H}_7\text{N}-\text{COOH}$
	丝氨酸	$\text{HO}-\text{CH}_2-\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$		天门冬氨酸	$\text{H}_2\text{N}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
	苏氨酸	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{NH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{H} \end{array}$		谷氨酰胺	$\text{H}_2\text{N}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
	蛋氨酸 (甲硫氨酸)	$\text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$		天冬氨酸	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
	缬氨酸	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$		谷氨酸	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
	亮氨酸	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$		赖氨酸	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
	异亮氨酸	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{NH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$		精氨酸	$\text{H}_2\text{N}-\text{C}(=\text{NH})-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
	苯丙氨酸	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$		组氨酸	$\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2-\text{CH}_2-\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$

成如调节血糖水平的胰岛素;维持渗透压的血浆蛋白;运输氧与二氧化碳的血红蛋白等。

(3) 供给热能: 食物中未被利用的蛋白质及体内组织细胞更新时替换下来的蛋白质分解后放出热能。1克蛋白质在体内氧化后产热4仟卡,但蛋白质一般不作为能量的主要来源。

3. 蛋白质的需要量

(1) 必需氨基酸和蛋白质的营养价值: 氨基酸是合成蛋白质的原料。凡是能够在人体中从其他有机化合物生成的氨基酸,叫做非必需氨基酸。这一类如甘氨酸、丙氨酸等十余种。另一类氨基酸人体不能合成必需由食物进入人体,以供需要,称为必需氨基酸。如苯丙氨酸、蛋氨酸、色氨酸等等。此外象组氨酸、酪氨酸、精氨酸虽能缓慢地从其它物质生成,但是在生长期或一些疾病情况下,它们的生成速度不足以维持人体的正常状态,因此也必需由食物供给;这些氨基酸被称为半必需氨基酸。

含有各种必需氨基酸的蛋白质又称为完全蛋白质,缺少某一种或某几种必需氨基酸的蛋白质称为不完全蛋白质。

(2) 蛋白质的需要量和供应

蛋白质的需要量与劳动强度、体重(尤其是肌肉重量)、年龄及营养状况等条件有关。一般正常人每公斤体重每日需1—1.5克左右。运动员的蛋白质需要量比一般人高。有的科研材料提出是2—2.5克/公斤体重。也有的报告提出运动员蛋白质摄入量为1.4克/公斤体重即足以维持需要。如果蛋白质摄入量不足,则可能引起血红蛋白及血清蛋白消耗等情况,危及运动员的健康和运动能力,但过多食入蛋白质,也对身体不利,尤其是热能不足时,因蛋白质的特殊动力作用,氧化时耗氧较多;代谢产物过多必将加重肝、肾的负担,所以只能根据运动员不同项目的特点和运动量的大小,适当提高蛋白质的供给量,不可过多滥用。

某些运动项目如女子体操,为了完成高难动作,在控制体重期间(多数情况是为减轻体重),热能是负平衡,为了有充沛体力,蛋白质供给量应提高到适宜水平。1975年对我国女子体操运动员的研究表明,当蛋白质供给量为每天80克(即1.6克/公斤体重)以上,其中动物性蛋白占50%以上,蛋白质产热量占总热量18%以上时,运动员身体各项指标反应正常,体力及主观感觉均良好。在试验的六周内体重共减轻2公斤,坚持了正常的训练。

食物中的肉、鱼、奶、蛋等是动物性蛋白质的主要来源。豆类,尤其是大豆是含蛋白质丰富的植物性食物。粮谷类蛋白质的含量虽不高,但由于其在食物中所占的比例较大,因此,也是蛋白质的主要食物来源。蛋白质营养价值高低,主要决定于其中所含必需氨基酸的质量。动物性蛋白质所含必需氨基酸比较齐全,因此一般认为营养价值较高。植物性食物,除大豆所含必需氨基酸较齐全外,一般所含氨基酸质量往往不足,但五谷杂粮与大豆或动物性食物同时食用,即采用互补的作用可以提高植物性蛋白质的生理价值。因为两种食物同时食用时,一种食物所缺少的氨基酸,可由另一种食物的蛋白质补足。所以,合理安排膳食既可以保证营养,又可以节约经济开支。例如1975年对我院体育系和遵化“五·七”大学体育班的膳食调查(表3—8)表明,遵化同学们的伙食经济标准虽比体院低,但他们合理调配主副食,却获得了比较多的蛋白质和必需氨基酸。满足了学习和训练的需要。

表 3—8

我院学生及“五·七”大学体育班蛋白质供给量

		遵化“五·七”大学体育班			北京体院体育系		
		主食	副食	合计	主食	副食	合计
男	蛋 白 质 (克)	78.8	8.57	87.35	57.70	25.65	83.35
	必需氨基酸 (毫克)			326.6			287.4
女	蛋 白 质 (克)	60.73	8.75	69.3	36.0	25.7	61.7
	必需氨基酸 (毫克)			291			287.5

4. 酶

(1) 酶的概念:

新陈代谢是生活细胞最显著的特征。人体细胞内每分钟大约发生几百万次化学变化,如果细胞内没有高效能的催化剂,是不能完成这些化学变化的。酶就是这种高效能的催化剂。

研究证明,酶的化学本质是蛋白质。酶的种类很多,现已知道的就有一千多种。除少数是某种单纯的蛋白质补,大部分酶的分子结构除了蛋白质部分(称为酶蛋白)外,尚含有非蛋白质的部分,称为辅酶或辅基,这是一类低分子的有机化合物。有的辅酶成分中含有 B 族维生素,有的含铁、铜、锌等金属元素。

一种酶只能对一定的物质进行一定的反应有催化作用,例如淀粉酶只能催化淀粉水解而对脂肪和蛋白质不起作用。蛋白酶只能使蛋白质水解而对脂肪不起作用等。这种选择作用称为酶的专一性或特异性。这有很重要的生物学意义。因为体内有很多酶系,每一酶系包括许多种酶,它们不但特异性高,而且作用又是互相连贯的,因而保证了体内各种物质代谢和能量转移有条不紊地按照一定的顺序顺利地进行。

(2) 体育运动对酶的影响:

肌肉活动能使许多催化物质代谢的酶活性加强。(表 3—9)从而使体内物质代谢得以增强。

(四) 维生素:

维生素是维持人体正常生命过程所必需的一类有机化合物。其种类很多。结构各不相同。在生理功用上它们既不是构成组织的原料,又不是供应能量的物质,但它却是人体不可缺少的物质。现已知大多数维生素是某些酶的辅酶成分而参与物质代谢,所以在生命活动中十分重要。

人体对维生素的需要量不大,每日仅以毫克或微克计算,但大多数维生素不能在体内合成,即使能合成某些维生素,因合成速度太慢,不能满足身体需要。同时维生素本身也不断地进行代谢,所以必须经常由食物供给。是人体不可缺少的一类营养物质。

表 3—9 在15分钟游泳的影响下白鼠的肌肉和器官中酶活性的变化
(与安静白鼠的酶活性的百分比)

酶活性 器官	酶	组 织	乳 酸	琥珀酸	细胞色素	磷 酸	已糖磷	三磷酸	蛋 白	脂肪酶
		呼 吸	脱氢酶	脱氢酶	氧 化 酶	化 酶	酸激酶	腺苷酶	酶 类	
肌 肉		+252.0	+15.0	+30.0	+23.0	+25.0	+4.5	+7.0	+15.0	+4.2
肝 脏		+0	—	+22.0	+11.0	+5.0	—	—	+23.0	+10.3
心 脏		—	+20.0	+23.0	+9.0	+17.0	+12.0	—	—	—
大 脑		+17.0	—	+26.0	+10.0	+4.0	+10.0	—	—	—

当体内缺乏某些维生素时,就会导致代谢障碍,影响正常生理机能,甚至发生疾患。

维生素在运动员的营养中具有特殊意义。由于运动时物质代谢强度极大,使人体对维生素的需要量增加。近年来对维生素在运动员营养上的重要性非常重视,尤其对维生素A、B₁、B₂、C及E给予了特别的注意,现分述如下:

1.维生素A:维生素A是存在于动物性食物中的一种脂溶性维生素,不溶于水,鱼肝油中含量很高。植物性食物虽不含维生素A,但黄绿色植物如胡萝卜,菠菜、玉米等含有胡萝卜素,在体内可转变为维生素A。

维生素A能促进人体正常生长发育;维持上皮组织结构的完整和健全,构成视觉细胞内感光物质的成分。如果长期缺乏维生素A时,会引起夜盲症,上皮角化增生,生长停滞等症状。

我国成人及青少年维生素A的供给标准是3300 I·U·(I·U·代表国际单位)或3毫克。运动员的维生素A需要量是正常人的1.5—2倍。在要求视力集中的运动项目,如航空、射击、击剑等运动员的维生素A需要量比其它运动项目高,一些文献提出每日的供给量应为5毫克,其中三分之二应当来自维生素A,三分之一来自胡萝卜素。

2.维生素B₁:维生素B₁又称硫胺素。可溶于水。不易氧化,在酸性环境中较稳定,但易为高温及硷破坏。

维生素B₁能促进糖的代谢;保护神经系统和消化系统的健全;减轻疲劳,提高工作耐久力。当维生素B₁缺乏时可导致脚气病,消化不良,食欲不振等。

正常成人每日维生素B₁的需要量,一般按热能消耗计算,每消耗热能1000仟,约需0.5—0.6毫克。运动员膳食中维生素B₁供给充足时,能促进肌肉中磷酸肌酸及糖元的合成,并可加速运动后血乳酸的消除,其需要量决定于运动负荷量和运动特点,在耐久力的项目,对维生素B₁的需要量最高。从事极限及极限下运动负荷时,每消耗1000仟热能,需维生素B₁1.1毫克,进行长时间负荷时,每消耗100仟热能,需要2毫克。

维生素B₁分布虽广,但各种食物中的含量都不很高。由于维生素B₁集中存在于种子外皮及胚芽中,因此粗粮常是膳食中维生素B₁的主要来源。粮食加工越细越精,维生素B₁的损失也越多。此外,小米、黄豆、黑豆及赤豆等都含有较多的维生素B₁。酒

表 3—10 运动员食物中维生素 B₁ 的供给量与血中丙酮酸含量的关系
(以非运动员血中丙酮酸含量为100进行比较)

每日食物中维生素 B ₁ 的 含 量 (毫 克)	举 重	短 跑	马 拉 松
2—3	130	130	140
5	98	116	130
10	106	112	124

糟和酵母中维生素 B₁ 的含量很高。花生、核桃、芝麻等所含维生素 B₁ 也较丰富。动物性食物中的猪肉, 尤其是瘦肉, 其维生素 B₁ 的含量比其它肉类高。绿叶蔬菜中维生素 B₁ 的含量比一般蔬菜高。

3. 维生素 B₂: 维生素 B₂ 又称为核黄素。它在体内参与构成多种酶的辅基, 并参与体内氧化还原过程; 保护眼睛、皮肤、口舌及神经系统的正常功能; 参与蛋白质、脂肪及糖的代谢。当缺乏维生素 B₂ 时, 会引起组织呼吸能力减弱及整个代谢的障碍, 并出现唇炎、舌炎、口角炎、阴囊皮炎等症状。

体育运动使人体对核黄素的需要量增加, 如供给不足, 则肌肉表现无力, 神经的兴奋性亢进或减弱。因此应当增加运动员维生素 B₂ 的供给量, 尤其是从事耐久力训练的运动员要供给充分。正常成年人, 每日维生素 B₂ 的供给量是1.5毫克, 运动员每日维生素 B₂ 的供给标准是2.0—2.5毫克。

维生素 B₂ 在肝、肾、蛋黄、牛奶中较丰富, 植物性食物中黄豆含量较高, 绿色蔬菜中也含有相当量的维生素 B₂。

4. 维生素 C: 维生素 C 又称抗坏血酸。它是合成胶元和粘多糖等细胞间质时所必需的物质; 参与细胞内的氧化还原反应; 促进造血; 增强人体对疾病的抵抗力等。维生素 C 在运动员营养中具有重要意义。当维生素 C 及 B₁ 供给量充足时, 能加速肌肉中磷酸肌酸及糖元的合成, 并促进血液和肌肉中乳酸更快地恢复到安静时的水平; 降低运动中的氧债, 并缩短恢复期; 延缓疲劳的产生及加速疲劳的消除。许多研究证明, 人体的健康状况和工作能力与维生素 C 的饱和程度有关。当缺乏维生素 C 时, 血管易破裂, 牙齿松动, 创伤不易愈合。体育运动使维生素 C 的需要量增加。

关于维生素 C 的需要量和供给标准, 因研究方法不统一, 而结果悬殊颇大。防止坏血病发生的最小需要量是10—20毫克, 但若使体内维生素 C 达到饱和水平时, 需要量是100—150毫克。我国医学科学院规定成人每日供给量是70毫克。文献中提出运动员维生素 C 的供给标准是150—200毫克。近期文献中, 有人提出在运动情况下, 维生素 C 的需要量随热能消耗的增加, 而需要增多。正常人每消耗1000仟热能时需要维生素 C 15—18 毫克, 进行极限或极限下强度运动时, 每消耗1000仟热能, 需供给维生素 C 25 毫克, 从事长时间中等强度运动负荷时 (运动时间超过两小时以上), 每消耗1000仟热能, 须供给维生素 C 30 毫克。1960年我国研究体操及中长跑运动员在基本训练期的维生素 C 需要量, 分别是每天130及140毫克。远比正常人的需要量高。