



“十二五”职业教育国家规划教材  
经全国职业教育教材审定委员会审定

# 体育与健康

(北方适用)

主 编 毛振明

公共素质教育



北京师范大学出版集团  
北京  
师范  
大学  
出版  
集团

## 二、体育运动中的科学原理

在参与各种体育运动的过程中,身体在生理方面总是发生着各种不同的变化,有许多相关的科学原理与规律。了解这些科学原理与规律对合理安排与调控自己的体育活动具有重要的作用。

### (一)人体运动时的能量供应

运动时,机体将根据运动项目所需时间和强度来确定由什么系统供应能量。

#### 1. 运动时的直接能源

人体运动时的直接能源是来自体内的一种特殊的高能磷酸化合物——三磷酸腺苷(ATP)。肌肉活动时,肌肉中的三磷酸腺苷在酶的催化下,迅速分解为二磷酸腺苷与磷酸,同时放出能量供肌肉收缩。但是人体肌肉内ATP含量,只能供极短时间的消耗,因此,肌肉要持续运动,就需及时补充ATP。最终补充体内ATP消耗的是糖、脂肪、蛋白质等体内的能量物质。

#### 2. 运动时的三个供能系统

人体运动时,当肌肉分解放能后需要及时补充能量。补充的途径是磷酸肌酸(CP)净解、糖的无氧酵解及糖与脂肪的有氧代谢。生理学上称之为磷酸原系统(ATP—CP系统)、糖酵解供能系统(乳酸能供能系统)和有氧供能系统,三个运动时的供能系统。人体从事的各种运动项目,其能量供应分别属于这三个供能系统,而发展这三个供能系统的方法又各不相同。

有氧供能系统是一般体育运动参与者最主要的供能方式,是指人体运动在氧供应充分的条件下,由糖和脂肪有氧代谢供能,长距离跑等耐力项目需要此系统的供能能力,不少球类运动也需要良好的有氧代谢能力。这一供能能力主要与人体心肺功能有关,是耐力素质的基础。要提高有氧供能系统的供能能力,主要采用较长时间的中等或较低强度的匀速跑,或较长距离的中速间歇训练等。从事任何一种运动,事实上都很少是仅属于一种供能系统供能,大多数情况下是上述三个供能系统均参与供能,只不过不同的运动项目三个供能系统供能所占的比例各不相同。如100米跑,主要是磷酸原系统及乳酸能供能系统供能;400米跑等以乳酸能供能系统供能为主;1500米跑则对三个供能系统均有较高要求。

### (二)运动时能源物质的消耗与补充

人体运动时直接消耗ATP,但最终却是消耗糖、脂肪和蛋白质,主要是糖和脂肪。糖和脂肪是运动中合成ATP的主要物质来源,但不同持续时间和强度的运动,两者供能的比例并不相同。因为糖能进行无氧酵解和有氧代谢,而脂肪不能无氧酵解,只能进行有氧代谢。影响供能比例的主要因素:



### 1. 运动强度和持续时间

时间短、强度大的运动，主要是消耗糖，因为时间短、强度大的运动（如短跑等）主要是无氧代谢过程；持续时间长、强度较小的运动（如长跑、步行等）脂肪的能耗比例逐渐增加，在马拉松跑等长时间持续运动的后期，大约 80% ATP 供能来自脂肪的氧化。因此，对希望消耗体内多余脂肪的人来说，应进行一些强度不大但持续时间长的运动，如健身慢跑、较长时间步行、健美操等，以增加脂肪的消耗量。

### 2. 膳食的类型

从营养学的角度来看，经常变换、调配适合而足量的饮食，能保证身体进行有效的机体活动，如经常食用牛奶、肉、鱼、蔬菜、水果和粮食制品，都能满足从事力量或耐力锻炼的需要。当进行力量项目锻炼时，蛋白质和无机盐类的需求量会略为增加。运动或比赛前食用一些含糖高或称高糖的膳食，有助于运动、比赛开始后糖能源的利用，使得其运动能力比食用普通膳食者有所提高。

## 🔗 相关链接

### 体育锻炼对心脏的良好影响

瑞典医生汉森诊断到滑雪运动员的心脏很大。运动员这种肥大的心脏功能良好，他将这种心脏称为运动心脏或运动员心脏。生理学研究表明，经常进行体育锻炼的人，心脏的重量、直径、容积均比一般人大，具有更强的工作能力。一般人心脏的重量约为 200 克，而运动员的心脏可增重至 460~500 克；一般人的心脏容积约为 750 毫升，而运动员的心脏容积可达 1000 毫升以上。生理学家曾对活动少的动物和经常活动的动物，未经运动训练的人和经过运动训练的人的心脏进行比较，结果发现经常活动者心脏的重量要重得多。经常参加体育锻炼的人，心肌细胞能获得更充足的氧气及营养供应，因而心肌细胞产生营养性肥大，使心脏重量增加，容积增大，搏动有力。生理学者曾对一些 40~80 岁坚持长跑锻炼的人的心脏做检查，发现由于长跑锻炼的良好作用，这些人的心脏无论大小和功能均类似于不从事锻炼的 20 岁左右的年轻人的心脏。一些专家认为，坚持运动起码可使心脏推迟衰老 10~15 年。

### (三) 运动后能量物质的恢复

运动时体内代谢过程加强，以满足运动时能源的需要。运动中及运动停止后，需要不断进行能量物质的补充与恢复。能量物质的恢复过程大致可分为三个阶段：第一阶段是运动进行当中，恢复过程就已开始。这时机体一边进行锻炼消耗，一边进行能量物质的恢复、补充。但由于锻炼中消耗多，此时的恢复跟不上消耗的量，因此，能量物质储备逐渐减少。第二阶段是运动结束后，此时体内能量物质消耗逐渐减少，而恢复过程却不断加强，锻炼中消耗的能量物质不断得到补充，直至补充到锻炼前的水平。第三阶段是超量恢复阶段。

能量物质恢复到原水平时并未停止,而是继续补充。在一段时间中,能量物质的恢复可超过原来储备的水平,比锻炼前能量物质的储备量还要多,称为超量恢复。过一段时间后能量物质的储备又回到原来的水平。如果经常坚持体育锻炼,体内能量物质不断被消耗,而恢复时能达到更高程度,能量就能不断获得增强。

#### (四)人体运动时的氧供应

人体各种活动所需要的能量,都靠氧气对能源物质(主要是糖、脂肪)进行氧化而供给。而人体的氧储存甚少,必须不断地从外界环境中摄取,并运送到细胞组织。氧的运输是靠呼吸和循环系统来进行的。

##### 1. 氧的摄取

###### (1)呼吸

人体与外界环境之间进行的氧与二氧化碳的气体交换的过程称为呼吸。它包括肺通气和肺换气。

①肺通气。呼吸的第一步是通过呼吸肌的活动,使胸廓产生有节律性的扩大和缩小运动,从而引起空气有节律地出入肺部的运动,称肺通气。每次肺通气过程中进出肺的气体量为潮气量。潮气量与呼吸频率的乘积称为每分肺通气量。正常人安静时潮气量为51毫升,呼吸频率为12~16次/分,因此,每分通气量为6~8升。运动时,在一定范围内,每分通气量将随运动强度的增加而增加。经常从事身体锻炼,其呼吸器官的功能将会得到提高,最大通气能力会得到相应的增强。最大通气量是检查肺通气功能的一个重要指标。最大通气量小,空气储备少,难以胜任剧烈运动或劳动,因此,最大通气量与人体运动能力或劳动能力密切相关。

②肺活量。肺活量是指在最大吸气后,再做最大呼气所呼出的气体的总量。量的大小反映一次通气的最大能力,往往被用来作为肺通气功能的指标。肺活量的大小与身高、体重、年龄、性别、呼吸肌力量的大小有密切的关系。一般说,身材高的人,肺活量大些。就年龄而言,不论男女,30岁以前肺活量随着年龄的增长而增长,30岁以后逐渐下降。男女相比,男子的肺活量比年龄和体型相近的女子大。体育锻炼可使人的肺活量逐渐提高。

③肺换气。肺换气指新鲜空气经呼吸道进入肺泡后,肺泡气与肺泡毛细血管内血液进行氧和二氧化碳的交换。肺换气在肺泡和血液之间进行。因此,在潮气量中,只有进入肺泡中的空气才能参加气体交换,而存在于呼吸道中的空气不参加气体交换,故称呼吸道为解剖无效腔。从气体交换的角度考虑,只有肺泡通气量才是有效的通气量。肺泡通气量是指每分钟出入肺泡进行气体交换的气体量。由于无效腔的容积是不变的,约为150毫升,故进行浅而快的呼吸,由于潮气量减少,尽管随着呼吸频率的增加,每分通气量可增加,但肺泡通气量却在减少;进行深而慢的呼吸,肺泡通气量增加,呼吸效率则明显提高,故在慢跑运动中,应有意识地提高呼吸的深度。



## 2. 气体交换

空气进入肺泡后,空气中的氧气立即与血液中的二氧化碳进行交换。肺泡中的氧进入血液中,血液中的二氧化碳进入肺泡内,在毛细血管与组织(肌肉)之间也进行着气体交换,血液中的氧进入组织,组织中的二氧化碳进入血液。肺换气的薄膜称呼吸膜,组织换气的膜称为组织-毛细血管膜。虽然两次交换的场所不同,但它们都是按物理弥散方式进行的。弥散的速度主要取决于膜两侧的气体分压差、膜的通透性以及膜的面积大小。据资料记载,训练有素的运动员其弥散能力要比一般人大得多,且不同项目的运动员其弥散能力也不相同,如划船运动员的弥散能力大于游泳运动员和速滑运动员。

## 3. 氧的运输

氧在肺部进行气体交换进入血液后,小部分溶解于血液,大部分由红细胞中的血红蛋白负载,通过血液循环,被运送到组织细胞处,进行再一次气体交换,进入组织细胞中被利用。血液运载氧的能力主要取决于红细胞中血红蛋白的含量。血红蛋白能与氧进行可逆性结合。在氧分压高的环境中与氧结合成氧合血红蛋白;在氧分压低的地方,它可以将氧释放出来。在肺泡毛细血管中,由于氧由肺泡扩散到毛细血管,使氧分压增加,氧与血红蛋白结合成氧合血红蛋白,通过血液循环运送到全身各组织。在组织、细胞处,由于氧被利用而致氧分压降低,氧合血红蛋白解离为血红蛋白和氧,氧通过扩散的方式进入组织、细胞。

## 相关链接

### 体育锻炼对呼吸系统的良好影响

进行体育锻炼时,由于肌肉活动需要更多的氧气,因而呼吸次数增加,深度加深,肺通气量大大增加。例如,安静时一般人每分钟呼吸12~16次,每次呼吸吸入新鲜空气约500毫升,每分钟肺通气量为6~8升,而剧烈运动时呼吸次数可增至每分钟40~50次,每次吸入空气可达2500毫升,约为安静时的5倍,每分钟肺通气量可高达70~120升,因而在体育锻炼中,呼吸器官可得到很好的锻炼与增强。经常锻炼能使呼吸肌力量增大,胸廓活动性加强,肺泡具有更好的弹性。例如,一般人在安静时,由于需氧量不多,只需要大约1/20的肺泡张开就足以满足需要,肺泡活动不足。而在体育锻炼时,由于需氧量增加,促使大部分肺泡充分张开,对肺泡弹性的保持及改善十分有益,有助于预防肺气肿等疾病的发生。

## (五)运动后肌肉酸痛的产生与消除

无论是进行不习惯的体力活动,还是进行超负荷的训练后都会发生肌肉酸痛,特别是不经常参加体育锻炼的人,或者长时间中断了体育活动又重新参加锻炼的人,运动后,往往会感到明显的肌肉酸痛。根据运动后肌肉酸痛出现的时间,可将肌肉酸痛分为即刻痛和

延迟痛。即刻痛是指运动后很快就能感到的肌肉酸痛,一般可以很快地自行消失;延迟痛是指运动后8~24小时产生的肌肉酸痛,可持续两三天,甚至更长时间。一般认为,肌肉酸痛的产生,是由于肌肉运动时氧气供应不足,靠肌糖原无氧分解释放能量供肌肉收缩,糖无氧分解时产生一种叫作乳酸的代谢产物,如果不能及时排除,乳酸就在肌肉和血液中堆积起来。由于组织缺血缺氧,加之酸性物质的刺激,以及运动引起的肌肉本身的损伤或肌肉痉挛等,都会导致肌肉酸痛。

肌肉酸痛是发生在运动过程中的一种生理现象,一般经过适当的休息和调整,几天后就会自然消失,不要把它误认为是一种病态,更不要因为出现肌肉酸痛就中断锻炼。只要经常坚持锻炼,并保持适当的运动量就不会再出现肌肉酸痛的现象了。因为经常锻炼可以提高机体对酸性物质的代谢能力。因此,肌肉酸痛现象往往在初参加体育锻炼时比较明显,经常锻炼的人运动量比平时增大时有时也会出现酸痛现象,但酸痛的反应比较轻微,而且消失得也快。

预防和缓解肌肉酸痛的方法是,在刚开始锻炼时,运动量应由小到大、运动节奏应由慢到快,做到循序渐进地增大。此外,每次运动前要做好充分的准备活动。在出现肌肉酸痛时,局部肌肉的运动量可适当减小,可采用变换肢体练习的方式,缓解局部肌肉的酸痛和消除疲劳。在运动后要做一些使肌肉放松的整理活动,也可用毛巾局部热敷或按摩酸痛的肌肉,这样都有助于缓解肌肉酸痛。

## 相关链接

### 运动后的疲劳与恢复

- 良好的睡眠与安静休息。锻炼导致身体疲劳之后,保证良好而充分的睡眠是使身体得到恢复的重要措施。当然,坐下或躺下安静休息,也有助于疲劳的消除。

- 活动性休息。早在20世纪,生理学家就发现,当局部肢体疲劳之后,可通过使另一部分肢体肌肉的适当活动来加速已疲劳的肌肉的体力恢复,故称为活动性休息。很多生理实验研究证实,当局部疲劳后,可利用未疲劳的另一些肌肉进行一些适当活动,以促进全身代谢过程,加速疲劳消除。当全身疲劳时,也可通过一些轻缓的、兴趣高的体力活动,来达到加速消除肌肉代谢产物的目的。

- 物理性恢复手段。按摩、光疗、电疗等对促进疲劳肌肉的代谢过程,加速疲劳消除有积极意义。此外,如热水浴、吸氧、空气负离子吸入等对疲劳消除也有益。

- 合理补充营养。在运动疲劳后,饮食中要有较充分的糖和蛋白质补充。如果是长时间的锻炼,应根据负荷的程度适当食用一些脂类食品。此外,疲劳后要注意维生素和无机盐的补充,维生素C、B<sub>1</sub>、A、E等对疲劳的消除有重要作用。各种高能运动饮料、电解质运动饮料、一些营养滋补剂等对体力恢复也有益。



• 心理调节。情绪因素对疲劳的消除有不容忽视的作用：积极向上、乐观愉快的情绪有助于加速疲劳的消除。如欣赏优美动听的音乐，做些自我心理放松调节等对体力恢复有促进作用。

## 思考与练习

1. 请简要说明体育与竞技的关系。
2. 请分析运动中能源物质的消耗与补充。
3. 请分析人体运动时的氧供应机制。

## 学习反思

---

---

---

---

---

---

---

---