

第2章 ▶ 体育锻炼与生理健康

学习目标

- (1) 了解体育锻炼与生理健康的关系。
- (2) 熟悉体育运动对人体运动系统、呼吸系统、心血管系统、消化系统及神经系统的影响。

人体是复杂的统一的有机体。细胞是构成人体的基本结构和功能单位，许多形态相似、功能相近的细胞借细胞间质结合在一起，构成上皮组织、结缔组织、肌肉组织和神经组织四种组织。由几种组织共同构成具有一定形态结构和生理功能的器官，如肝、肾、肺等。在结构和功能上密切相关的一系列器官联合起来，共同执行某种生理活动，便构成系统。人体可分为运动、消化、呼吸、泌尿、生殖、循环、内分泌、感觉及神经九个系统。各系统在神经系统的支配下，分工合作，实现各种生命活动，使人体成为一个统一的有机体。人体运动时，运动器官(骨骼、肌肉、关节)完成各种各样的动作，而内脏器官(呼吸、循环、血液、排泄等)的活动，保证机体在运动时有充分的能量供应和代谢废物的及时排除。没有运动器官和内脏器官的这种共同作用，运动就不能持续下去。因此，体育运动不仅可以提高运动器官的功能，而且可以使内脏器官的功能得到提高，从而达到增进健康、增强体质的目的。

2.1 体育锻炼对运动系统的影响

2.1.1 运动系统的组成和功能

人体的运动是由运动系统实现的。运动系统是由骨、骨连结和肌肉三部分组成。骨与骨连结构成人体的骨架，肌肉附着在骨架上。神经系统支配肌肉的收缩或舒张，牵动骨骼产生各种运动。这种运动是以骨为杠杆、关节为枢纽、肌肉为动力来实现的。

1. 骨(骨骼)

人的骨骼共有 206 块。包括中轴骨和四肢骨两大部分。颅骨、椎骨、肋骨和胸骨为中

轴骨(见图 2-1-1)。上肢骨和下肢骨为四肢骨。骨主要由骨质、骨髓、骨膜构成。

(1) 骨质。即骨组织, 又分骨密质和骨松质。

(2) 骨髓。充填于骨髓腔和松质腔隙内。又分黄骨髓和红骨髓, 红骨髓能造血。成人髌骨、胸骨、椎骨内终生保留红骨髓。

(3) 骨膜。由致密结缔组织构成, 位于骨的最外边, 含有丰富的血管、神经和成骨细胞。在骨的生长、发生、修复和改建中起重要作用。

2. 骨连结

根据骨连结的结构形式, 可分为直接连结和间接连结。直接连结包括膜性连结、软骨性连结、骨性连结; 间接连结即关节。关节的结构各不相同, 但基本构造都一样。基本构造包

括关节面、关节囊、关节腔。辅助结构包括韧带和关节内软骨等。关节的运动包括围绕冠状轴运动的屈伸运动、围绕矢状轴运动的内收和外展运动、围绕垂直轴运动的旋内和旋外运动, 以及近侧端不动、远侧端做圆周运动的环转运动等。

3. 肌肉

人体中的肌肉分骨骼肌、平滑肌和心肌三类。其中, 骨骼肌的数量最大, 平均约占体重的 40%~45%, 躯体运动就是由它实现的。内脏器官的运动, 则是由平滑肌(如胃肠道运动)和心肌(心脏的泵血活动)实现的。肌肉的基本组织有肌组织(由肌纤维组成)、结缔组织、神经组织。此外, 肌肉还分布有丰富的血管网。组成肌肉的基本单位是肌纤维, 它是肌肉中的收缩成分, 其功能是通过收缩而产生张力和长度的变化。肌肉中有丰富的毛细血管网及神经纤维, 保证肌肉的养分供应及神经调节。肌肉中的结缔组织是肌肉的弹性成分, 与肌肉中的收缩成分并联或串联, 当收缩成分缩短时, 弹性成分被拉长, 并将前者释放的能量部分吸收储存起来, 然后再以弹性反作用力的形式发挥出来, 以促使肌肉产生更强大的力量和更快的运动速度。

(1) 肌肉的兴奋与收缩。每块骨骼肌都有神经支配, 一个运动神经元连同它的全部肌纤维, 从功能上看是一个肌肉活动的基本功能单位, 称为一个运动单位。人体运动时, 神经中枢通过变化参加工作的运动单位的数量, 来调节肌肉收缩的力量。参与收缩的运动单位越多, 肌肉收缩产生的力量也越大。运动神经纤维在骨骼肌中形成数百条分支, 每一分支支配一条肌纤维。运动神经纤维的轴突末梢嵌入到肌膜上的终板膜的凹陷中, 形成神经肌肉接头。当神经冲动从神经纤维传到轴突末梢时, 轴突末梢神经膜的通透性发生改变, 引起囊泡破裂, 乙酰胆碱被释放到接头间隙, 与膜上的乙酰胆碱受体结合, 进而触发一个可传导的动作单位。沿肌膜传播至整个肌纤维, 使肌纤维产生一次收缩。

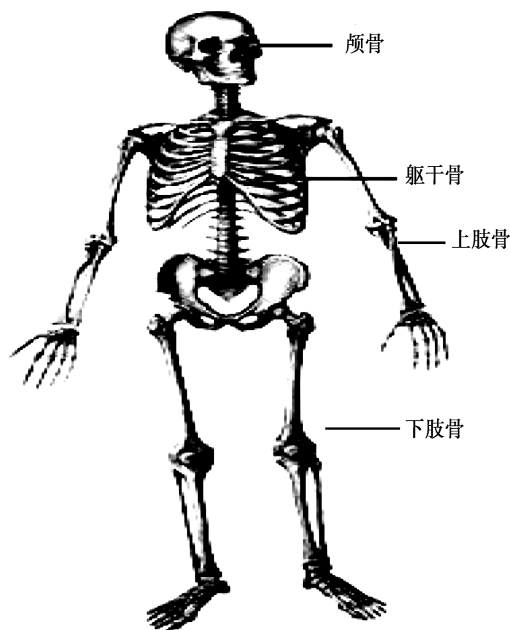


图 2-1-1

(2) 影响肌肉力量的因素。

①肌肉生理横断面。肌肉的生理横断面是指横切一块肌肉所有肌纤维所获得的横断面的总和。一块肌肉的力量是这块肌肉内全部肌纤维收缩的总和。因而，肌肉的生理横断面越大，肌力就越大。

②肌群的协调能力。人体即使在进行最大用力时，神经系统也不可能募集 100% 的肌纤维都同时参加活动。运动时，参与活动的肌纤维数量越多，则肌肉收缩时产生的力量越大。一个不经常参加体育锻炼的人，最大用力时大约只能动员 60% 的肌纤维参加活动，而训练有素的运动员，则可动员 90% 以上的肌纤维参加活动，募集到那些不易激活的肌纤维。

③肌肉收缩前的初长度。动物实验证明，在肌肉收缩前就给予肌肉一定的负荷(前负荷)，使肌肉被拉长，可以观察到：随着前负荷的不断增加，肌肉收缩前的长度(初长度)被拉得越来越长，肌肉的收缩效果也越来越大，当前负荷增加到一定程度，肌肉收缩前的长度(初长度)增加到某一程度时，再增加肌肉的前负荷及肌肉收缩前的长度(初长度)，肌肉的收缩效果将会逐渐减小。由此可见，肌肉收缩时的力量大小与肌肉收缩前的初长度有关。在一定范围内，肌肉收缩前的初长度越长，肌肉收缩的力量就越大。我们经常会运动项目中运用这个原理，如踢足球时前腿的后摆就是为了取得最佳的初长度。

(3) 骨骼肌的收缩形式。身体的运动是内力和外力相互作用的结果，人体的各种运动的完成和姿势的保持是通过肌肉兴奋时，其长度和张力发生变化而完成的。根据肌肉在完成各种动作时，整块肌肉长度的变化，可将肌肉的收缩分为多种形式。这里仅简单介绍缩短收缩，等长收缩和拉长收缩三种形式。

①缩短收缩。缩短收缩是指肌肉收缩时产生的张力大于所要克服的阻力，肌肉缩短牵拉它附着的骨杠杆做向心运动，又称向心收缩。由于收缩时产生了位移，也被称为动力性工作。向心收缩是肌肉长度发生缩短的收缩形式，在力量练习中属于最普通的一种，例如利用哑铃、沙袋、杠铃、拉力器等锻炼肌肉均属于此类。动力性工作和静力性工作常常共同起作用，协调动作的产生，完成人体各种各样的动作和活动。

②等长收缩。等长收缩是指当肌肉收缩产生的张力等于外力时，肌肉虽然积极收缩，产生很大的张力，但肌肉的总长度不变。肌肉处于等长收缩时，从整块肌肉外观看，肌肉长度不变，但实际上肌肉的收缩成分(肌纤维)正处在收缩中，而弹性成分被拉长，从而整块肌肉长度保持不变。等长收缩时，由于没有位移的产生，因此也称为静力性工作。在实现人体运动中，等长收缩起着支持、固定和保持某一姿势的作用，如站立、悬垂、支撑等。

③拉长收缩。拉长收缩是指当肌肉收缩产生的张力小于外力时，肌肉虽然积极收缩但仍然被拉长了。在肌肉做拉长收缩时，环节是背着肌肉的拉力方向运动的，但运动速度缓慢，肌肉变长、变细、变硬，这种收缩形式又称为离心收缩。

(4) 肌肉收缩时的能量代谢。ATP 是一切生理活动的直接能量来源，人体肌肉中 ATP 的含量很少，只能供机体短时间内的消耗。因此，在机体运动过程中，必须不断地对肌肉中的 ATP 进行补充，才能满足运动的需要。人体有三个基本的能量系统，在体内 ATP 消耗的同时，不断生成 ATP，以维持人体基本的生理需要和活动所需。

①磷酸原系统。磷酸原系统是由 ATP 和 CP 构成的能量系统，其供能时的能量来源于 ATP 和 CP 分子中的高能磷酸键断裂所释放的能量。肌肉中 CP 的储量约为 ATP 的 3~5 倍，

但其含量也是有限的。当人体在竭尽全力运动时，依靠磷酸原系统供能所能支持的时间为7.5s。因此，磷酸原系统供能的特点是：持续时间短，供能速度快，不需要氧气，不产生乳酸等。体育运动中短跑、冲刺、举重及投掷等爆发性的动作，全靠磷酸原系统供能。

②有氧氧化系统。有氧氧化系统是指糖、脂肪和蛋白质在供氧充分的情况下，在细胞内彻底氧化成二氧化碳和水，同时生成大量的ATP的能量系统。有氧氧化系统生成丰富的ATP，且不生成乳酸这类导致疲劳的副产品，它是长时间耐力运动中占支配地位的能量系统。如田径运动中的长跑、马拉松运动等主要靠有氧氧化系统供能。

③糖酵解系统。糖酵解系统是指糖原或葡萄糖在细胞质内无氧分解生成乳酸，再合成ATP的能量系统，它是机体在缺氧条件下的主要能量来源。当运动的持续时间在10s以上且强度很大时，磷酸原系统已不能满足运动所需要的能量，此时的能量供给主要依赖糖酵解系统。如田径运动中的400m、800m、1500m运动等主要靠无氧糖酵解系统供能。

2.1.2 体育锻炼对运动系统的影响

1. 对骨的影响

青少年骨骼中有机物含量多、骨骼弹性大而硬度小，可塑性强，随着年龄的逐渐增长，骨骼中无机盐含量逐渐增多，骨骼韧性减小而坚固性增强。因此，青少年时期的骨骼正处于生长发育的阶段，是实施体育教学和运动训练的关键时期。适宜的运动会使机体内血液循环加快，新陈代谢加强，使骨的强度和坚固性增加，骨密质增厚，管状骨增粗，促进骨的生长发育。另外，适宜的运动还对成骨细胞产生恰当的机械性应力，使骨小梁的排列更加整齐而有规律，骨形态结构的这种良好变化，使骨的抗压、抗弯、抗折断和抗扭转等机械性能得到提高。

2. 对关节的影响

青少年的关节结构与成人相比较，有不同的特点，关节面软骨比较厚，关节囊较薄，关节周围的肌肉细小，收缩力量较差，关节周围的韧带薄而松弛。这些特点，使得青少年的关节灵活性与柔韧性较好，关节运动幅度较大，但牢固性较差。体育锻炼可以增强关节周围的肌肉力量，使关节软骨和关节囊增厚，肌腱、韧带增粗，胶原纤维量增加，增强了关节的稳固性；同时，经常进行伸展性练习，可使关节囊、韧带的伸展性得到提高，关节的运动幅度增大，灵活性提高。

关节的稳固性和灵活性是相互矛盾的。因此，在体育锻炼中要正确处理两者的关系，在发展肌肉力量的同时，要加强伸展性动作的练习。只有这样，才能使关节既稳固又灵活。

3. 对骨骼肌的影响

青少年的骨骼肌与成人相比较，蛋白质、脂肪及无机盐类含量较少，而水分含量较多，肌肉收缩能力较差，经常参加体育锻炼可使青少年的肌肉体积显著增大，肌肉中的线粒体数量增多，体积增大，肌纤维中的肌质网增多，肌肉中肌糖原、肌球蛋白、肌动蛋白、肌红蛋白和水的含量增加，以适应肌肉收缩的需要，肌肉中的脂肪减少，使肌肉收缩时的黏滞阻力变小，肌肉的收缩效率得到提高。

体育锻炼还使肌肉中毛细血管数量增多及其分支吻合增多，有利于改善肌肉收缩时的血液

供给,运动还可使肌肉的结缔组织增厚,使肌肉的抗张强度提高,增强了肌肉的抗断能力。另外,系统的运动训练也使肌肉中运动终板数量明显增多,有利于提高肌肉的活动能力。

2.2 体育锻炼对呼吸系统的影响

2.2.1 呼吸系统的组成和功能

呼吸系统包括呼吸道和肺两大部分。呼吸道是输送气体的管道,分上呼吸道和下呼吸道两部分。上呼吸道由鼻、咽、喉组成;下呼吸道由气管及其分支的各级支气管组成。

肺位于胸腔内,左右各一。肺是实质性器官,由主支气管进入肺后经过多级分支形成支气管树及支气管树的末端(构成肺泡)。肺泡数量很多,成人约有3亿~4亿个,总面积约为70~100m²。肺泡壁由单层上皮细胞构成。肺泡上皮含两型细胞:一型为扁平细胞,很薄,便于气体弥散;另一型为分泌细胞,对肺泡损伤有修复作用。气体交换主要在肺泡中进行,胸腔的节律性扩大和缩小称为呼吸运动,它是通过呼吸肌的舒缩活动而实现的。人体在生命活动中不断地消耗能量,细胞在代谢时,不断地消耗氧并产生二氧化碳。氧的吸入,二氧化碳的排出,必须依靠呼吸系统来完成。

人体与外界环境之间通过呼吸系统进行气体交换以获取氧的过程称为呼吸。包括肺通气和肺换气。

1. 肺通气

肺通气是指肺与外界环境之间气体交换的过程。肺通气时的动力因素与阻力因素会影响肺通气的量。肺通气的阻力分为弹性阻力和非弹性阻力两种,弹性阻力来自于肺和胸廓,如果肺和胸廓在外力作用下容易扩张,就表示其顺应性大,弹性阻力小。呼吸系统的气道阻力和组织的黏滞性阻力构成了非弹性阻力。而呼吸肌的收缩与舒张可以引起胸廓节律性地扩大与缩小,引起肺内压与大气压之间出现压力差,推动气体进出肺,因此是肺通气的重要动力。

(1)肺容积。肺容积有4种类型:潮气量、补吸气量、补呼气量和余气量。潮气量是指在每一个呼吸周期中,吸入或呼出的气量;补吸气量是指在平静吸气末再继续尽力吸气,所能吸入的气量;补呼气量是指在平静呼气后再继续尽力呼气,所能呼出的气量;余气量是指在尽自己最大能力呼气后,仍存留在肺内的气量。

(2)肺容量。肺容量是指两种或两种以上肺容积中的联合气量。包括深吸气量、功能余气量、肺活量、时间肺活量和肺总容量。深吸气量是潮气量与补吸气量之和。与胸廓的形态和呼吸肌的发达程度有关,它是衡量最大通气潜力的重要指标;功能余气量是指平静呼气末仍存留在肺内未呼出的气量。其生理意义在于:缓冲呼吸时肺泡气中的氧分压和二氧化碳分压,防止气体压力变化过于剧烈,以保证气体在肺泡中能稳定和连续地进行交换;肺活量是指机体在最大吸气后,再尽力呼气,所能呼出的气量,它的大小反映呼吸系统一次通气的最大能力,在一定程度上可以作为肺通气功能的指标。呼吸肌的收缩力量、肺和胸廓的弹性等因素对肺活量的影响较大;时间肺活量是指在尽自己最大能力吸气之后,再以最快的速度呼气,在呼气过程中分别测量第1s、2s、3s末的呼气量,然后分别计算其所占肺活量的百分数,时间肺活量能更准确地反映肺通气功能的大小,肺的弹性及气道阻力对时间肺活量的影

响较大；肺总容量是肺活量与余气量之和，是肺所能容纳的最大气量。

2. 肺换气

肺泡与肺泡毛细血管血液之间的气体交换称肺换气。新鲜空气经呼吸道进入肺泡后，与肺泡毛细血管内的血液进行氧气和二氧化碳的交换。肺换气时，肺泡中的氧气扩散到肺泡毛细血管内的血液中，同时，肺泡毛细血管内的血液中的二氧化碳扩散到肺泡内；在体内，血液与组织（如骨骼肌）之间发生气体交换，毛细血管血液中的氧气扩散进入组织和细胞，以供组织利用，组织中的代谢产物二氧化碳扩散进入血液，通过呼吸活动排出体外，这一过程称为组织换气。

2.2.2 体育锻炼对呼吸系统的影响

运动时，随着运动强度的增加，组织代谢所需的氧气量及二氧化碳的产生量都大大增加，这需要加强呼吸过程，吸进更多的氧气，排出更多的二氧化碳。运动时呼吸功能的变化主要表现在肺通气功能和肺换气功能的改变。

1. 运动时肺通气功能的变化

青少年肺容积较小，肺通气量比成人低。运动时机体代谢增强，呼吸加深加快。这时，需要增加肺通气量来满足机体的需要，肺通气量的增加主要是通过增加潮气量和呼吸频率来实现。在运动强度较低时，肺通气量的增加主要依靠增加潮气量来实现，呼吸频率的增加并不明显；但当运动强度超过一定强度后，肺通气量的增加则主要是依靠增加呼吸频率来实现的。长期坚持锻炼的人，呼吸系统的骨性结构和呼吸肌都能得到良好的发展，呼吸肌的力量加强，吸气和呼气的能力提高。安静时呼吸深度加深，呼吸频率降低，肺通气量也相应增大；运动时呼吸深度的加深可使肺泡通气量和气体交换率提高，减少了呼吸肌的耗氧量，这对进行长时间的运动十分有利。另外，随着锻炼水平的提高，膈肌的力量逐渐增强，肺活量也随之增大。长期锻炼还可减缓肺活量随年龄增长而下降的速度。肺活量是青少年儿童生长发育和健康水平的重要指标。经常参加体育锻炼，可增强呼吸肌的力量，使胸廓扩大，有利于肺组织的生长发育和肺的扩张，使肺活量增加。经常参加体育锻炼的人，肺活量值高于一般人。

2. 运动时肺换气功能的变化

体育锻炼由于加强了呼吸力量，可使呼吸深度增加，以有效地增加肺的通气效率，因为在体育锻炼时如果过快地增加呼吸频率，会使气体往返于呼吸道，使真正进入肺内的气体量反而减少。适当地增加呼吸频率，从而使运动时的肺通气量大大增加。研究表明，一般人在运动时肺通气量能增加到 60L/min 左右，有体育锻炼习惯的人运动时肺通气量可达 100L/min 以上。

2.3 体育锻炼对心血管系统的影响

2.3.1 心血管系统的组成和功能

心血管系统由心脏和各类血管组成。血管包括动脉、静脉和毛细血管。在神经系统调节下，心脏有规律地收缩，推动血液不断地在血管内循环。

人体内的血管可分为动脉、静脉和毛细血管。不同类型的血管因其功能不同，其管壁结构也不同，大动脉的管壁厚而有弹性，含有丰富的弹性纤维，称为弹性血管，它可以保持血压的基本稳定。小动脉管壁富有平滑肌，平滑肌的收缩可以通过改变血管的口径改变血流阻力，又称阻力血管。静脉血管的口径大、易扩张，因此体内多数血液存在于静脉系统中，被称为容量血管。毛细血管口径小，管壁薄，数量大，是血液与组织液的交换场所，又被称为交换血管。

1. 血液循环

血液循环可分为相互连续的两部分，即体循环和肺循环。

(1)体循环。动脉血由左心室搏出，流经主动脉及各级分支到达全身的毛细血管(毛细血管是连于动脉与静脉之间的微细血管)，由于动脉血中的氧分压大于组织中的氧分压。因此，氧由血液向组织扩散；因为动脉血中的二氧化碳分压低于组织中的二氧化碳分压，二氧化碳由组织向血液扩散，使动脉性血变为静脉性血。静脉性血由毛细血管汇入各级静脉。静脉连接于毛细血管，由小静脉逐渐汇合成大静脉，把血液运回到右心房。血液就是这样从心脏射出，经动脉、毛细血管和静脉返回心脏，循环不止。

(2)肺循环。静脉性血由右心室搏出，流经肺动脉及各级分支，最后到达肺泡壁上的毛细血管网。静脉性血在毛细血管网中进行气体交换，肺泡气中的氧扩散到毛细血管中，毛细血管中的二氧化碳扩散到肺泡中。气体交换后，毛细血管中的静脉性血变成动脉性血，经肺静脉返回左心房。

2. 心率

心脏每收缩和舒张一次，称为一个心动周期。在心动周期的舒张期，血液由静脉回流入心脏，在心动周期的收缩期，心肌的主动收缩将血液由心脏射入动脉。心脏每分钟跳动的次数用心率来表示。健康成年人每分钟心跳在60~100次之间，平均约75次。成年人如果在安静时心率低于60次/min，即为心动过缓，高于100次/min，即为心动过速。心率有较大的个体差异，不同年龄、不同性别、不同生理状态下，心率有所不同。青少年的新陈代谢比较旺盛，但心脏结构与功能尚未发育完全，神经系统对心脏和血管的调节不够完善，因此心率较快，以后，随着年龄的增长，心率会逐渐减慢，青春期时接近成年人水平，成年女性心率略高于成年男性。体育活动、情绪激动和体温升高时，心率明显加快。

过快的心率，是生命过早终结的信号。科学家曾做过动物心跳与寿命之间关系的实验，认为8亿次心跳是动物生命的极限，心跳越快，寿命越短，心跳越慢，则寿命越长。例如：老鼠每分钟心跳900次，2年左右就会死亡；猫每分钟心跳240次，但寿命只有区区的几年；而海龟每分钟心跳不足10次，寿命却能达到500年。因此，研究生命科学的专家告诉我们：要进行适宜的体育运动，珍惜我们的每次心跳！

3. 每搏输出量

每搏输出量是指心脏在每次收缩时，由左心室射入主动脉的血量，心脏每搏动一次大约向血管射血70mL。因此，正常人安静时的每搏输出量为70mL。心脏每分钟由左心室射入主动脉的血液量为每分输出量，我们用心输出量来代表每分输出量，每搏输出量与心率的乘积就是心输出量，成人安静时心输出量为3~5L左右。

4. 血压

血液在血管内流动时对血管壁的侧压力就是血压。各类血管均有不同的血压。一般情况下，我们所说的血压多指动脉血压。动脉血压以肱动脉压为标准，分为收缩压和舒张压，成年人正常血压为：收缩压小于 17.3kPa，舒张压小于 11.3kPa。血压可随年龄、性别和体内生理状况的变化而有所变动。

2.3.2 体育锻炼对心血管系统的影响

体育锻炼时，肌肉活动会消耗大量的氧，同时产生更多的代谢产物和二氧化碳。为了满足肌肉运动时代谢的需要，就必须加快血液循环，使心脏的工作量增加。久而久之，会使心肌纤维增粗，心壁增厚，心腔扩大，心脏增大，使心脏具有更大的收缩力，从而使心脏的每搏输出量增加。

成年人安静时脉搏频率平均为 75 次/min，长期坚持体育锻炼可使安静时脉搏频率降低到每分钟 50~60 次，由于心脏本身的血液供应很特殊，心脏只有在舒张期时，血液才能经过冠状动脉流入心脏，而舒张期的时间是随心率的加快而明显缩短的。因此，脉搏频率的减少能使心脏在收缩后有较长的休息时间，以提高心脏下一次收缩时的工作效率，提高心脏的储备功能，使心脏在人体进行剧烈的运动时，能够承受大运动量的负荷。经常锻炼的人在脉搏频率达到每分钟 200 次以上时都不会有明显不适，而一般人在脉搏频率达到 180 次/min 时就会出现面色苍白、恶心等症状。另外，经过长期体育锻炼后，人体在一般活动时脉搏频率升高少，而紧张活动时脉率升高很多，活动结束后，脉搏频率能较快恢复到安静状态，使心脏的储备能力增强。

因为心输出量是每搏输出量与心率的乘积，所以，运动时心输出量的增加，主要是通过每搏输出量和心率的增加来实现。但心率的增加又会缩短心室每次舒张的时间，从而导致回心血流减少，搏出量随之减少。只有在心率最适宜时，心输出量才能最大，心率过快或过慢都会减少心输出量。因此，在进行身体锻炼时，应把心率的增加控制在最佳心率范围之内，使心脏功能得到良好的锻炼。经常参加体育锻炼的人无论是在安静还是运动状态下，每搏输出量均比一般正常人高。特别是在运动状态下，每搏输出量的增加就更为明显，能更好地满足运动时机体代谢的需要。

运动也会影响循环血量的多少。在安静状态下，人体中的大部分血液在心血管中流动，称为循环血量。还有一部分血液滞留在肝、肺、腹腔静脉以及下腔静脉等处，流动缓慢，称为储存血量。运动时，由于人体对能量的需求增加，储存血被动员，使循环血量增加。循环血量的增加，使机体在剧烈运动时生成的代谢产物能被很快地排出体外，并能提高肌肉中营养物质的供给速度。

坚持体育锻炼还能影响血管壁的结构，使动脉血管壁的中膜增厚，平滑肌细胞和弹性纤维增加，能够增加骨骼肌中的毛细血管数量及吻合支，长期的体育锻炼还可使冠状动脉口径增粗，重量增加，这些改变大大提高了器官的供血能力。体育锻炼还可以增加管壁的弹性，这对老年人来说是十分有益的，可以预防或缓解老年性高血压症状。

2.4 体育锻炼对神经系统的影响

2.4.1 神经系统的组成和功能

人体是一个复杂的有机体，各器官、系统之间的功能相互联系、相互协调、相互制约；同时，人体生活在经常变化的环境中，环境的变化随时影响着体内各器官系统的各种功能。这就需要对体内各器官系统的功能不断做出迅速而完善的调节，使机体适应内外环境的变化。实现这一调节功能的就是神经系统。

神经系统分为中枢神经系统和周围神经系统两部分。中枢神经系统包括脑和脊髓。周围神经系统是脑和脊髓以外的神经成分，其一端同脑和脊髓相连，另一端通过各种末梢结构与身体其他器官、系统相联系。神经元是神经系统结构与功能的基本单位，具有感受刺激、传导神经冲动的功能，神经元之间通过突触进行神经联系。神经系统活动的基本方式是反射，反射是指神经系统对内、外环境的刺激做出适宜反应的调节过程。反射活动的结构基础为反射弧，反射弧由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经与效应器 5 个结构部分组成。反射包括非条件反射和条件反射两类：①非条件反射是指人体与生俱来的简单反射，对人体及种族的生存具有重要意义；②条件反射是个体在后天学习中获得的，是复杂的高级反射活动，通过各级神经中枢进行多级整合才能够建立，它的建立使机体对环境条件的变化具有更强、更精确的适应性。

2.4.2 体育锻炼对神经系统的影响

人体的一切活动都是在神经系统的调节下进行的。体育锻炼可以改善和提高中枢神经系统的工作能力，改善神经系统的均衡性和灵活性，并能提高大脑的综合分析能力，增强机体的适应变化的能力和工作能力。体育锻炼通过提高神经传导速度，提高条件反射的速度和灵活性，缩短神经系统的反应时（一般人的反应时大于 0.4s，而经常锻炼的人的反应时为 0.32s 以下），从而提高动作的敏捷性；体育锻炼可使神经系统的兴奋和抑制更加平衡，增强了神经系统的协调能力，使机体可以承受更大的刺激和精神压力，提高机体的抗挫折能力；体育锻炼还可以改善神经系统的能量和氧气供应，消除因用脑过度而引起的疲劳；经常从事体育锻炼，还可以使神经系统的灵活性和兴奋性都得到改善，在外界环境变化时，对外界刺激的反应更准确、迅速，对体内各器官的活动调节更协调。

在许多体育运动项目中，人体是通过触觉、视觉、听觉、本体感觉与位置觉相结合，来感受肌肉张力的改变和环节运动的空间位置等变化，并将这些变化转化为神经冲动，传入神经中枢，通过效应器完成体育运动动作。例如，排球运动员就是通过手对球的感觉来完成运球、扣球与拦网等动作。因此体育锻炼还可以提高触觉、视听觉、本体感觉等器官的功能，可以增加视野的宽广度，提高眼周围肌肉的协调性；提高人体对空间、方位、高度和速度等的感应能力；提高皮肤对气候、温度、运动等方面的敏感度。

人的大脑大约有 150 亿个脑细胞。到了 20 岁以后，脑细胞每天以 10 万个的速度开始死亡，到了 60~70 岁时大约要减少 10% 的脑细胞。脑细胞的大量减少是思维能力、记忆

力减退的主要原因。经常活动手指，如写字、弹琴、织毛衣、用筷子吃饭等活动因涉及人体肩、背、臂、手指等 50 多条肌肉和 30 多个关节的活动，需要神经中枢的协调才能完成，因此能有效地阻止和延缓脑细胞的衰老进程。

2.5 体育锻炼对消化系统的影响

2.5.1 消化系统的组成和功能

消化系统包括消化管和消化腺两部分。消化管为中空性器官，包括口腔、咽、食管、胃、小肠和大肠等器官。消化腺包括突出到管壁外的大消化腺和消化管壁上的小消化腺，大消化腺包括肝、胰和唾液腺。消化系统的主要功能是：从外界摄取营养物质进行消化和吸收，以满足机体新陈代谢和其他活动的需要。

消化：是指一些大分子的有机物(如糖、蛋白质、脂肪)在胃肠道内的消化液的作用下，分解成小分子的物质的过程。消化是从口腔开始的，胃和小肠是食物消化的主要场所。人的大肠没有重要的消化活动，食物残渣进入大肠后，通过大肠的机械运动被排出体外。

吸收：矿物质、维生素和水通过消化道黏膜上皮细胞进入血液和淋巴液，一些大分子的有机物(如糖、蛋白质、脂肪)在胃肠道内的消化液的作用下，分解成小分子的物质，也通过消化道黏膜上皮细胞进入血液和淋巴液，这些过程就是吸收。食物在口腔和消化道内不被吸收；胃只能吸收酒精和水分；小肠是吸收的主要部位，蛋白质、脂肪和糖的大部分消化产物在十二指肠和空肠中被吸收；盐类物质和剩余的水分主要在大肠中被吸收。

2.5.2 体育锻炼对消化系统的影响

经常参加体育锻炼，使胃肠的血液循环得到改善，消化腺分泌的消化液增多，消化管道的蠕动加强，食物在消化系统的消化和吸收就会更加充分和彻底。营养物质(如蛋白质、钙、磷及维生素 D 等)的吸收率会明显提高，有利于增强体质。

因为剧烈运动时，为了保证肌肉工作的需要，机体内的血液会重新分布，大量循环血液流入肌肉，此时胃肠道的血流量明显减少，导致消化腺的分泌量也随之减少。另外，在运动时副交感神经的兴奋性降低。活动减弱，抑制了胃肠活动，使胃肠道的消化与吸收能力下降。因此，在剧烈运动后不宜马上进餐，否则会对消化系统产生不良的影响。而人体在饱餐后，胃肠被食物充满，需要大量血液进行消化吸收，肌肉中的血流量减少，这时也不宜马上进行运动。

思考题

- (1) 简述体育运动对运动系统的影响。
- (2) 简述体育运动对呼吸系统的影响。
- (3) 简述体育运动对心血管系统的影响。