



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



体育院校通用教材

运动生物科学基础

刘洵 谭思洁 主编

全国体育院校教材委员会 审定

YUNDONG
SHENGWU
KEXUEJICHU

人民体育出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

体育院校通用教材

运动生物学基础

刘洵 谭思洁 主编

全国体育院校教材委员会审定

人民体育出版社

图书在版编目(CIP)数据

运动生物科学基础 / 刘洵, 谭思洁主编. —北京: 人民体育出版社, 2008

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 体育院校通用教材
ISBN 978-7-5009-3405-9

I. 运… II. ①刘… ②谭… III. 运动生理-生理学-高等学校-教材 IV. G804.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 056886 号

*

人民体育出版社出版发行
三河兴达印务有限公司印刷
新华书店经销

*

787×960 16 开本 18.5 印张 336 千字
2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷
印数: 1—2,000 册

*

ISBN 978-7-5009-3405-9
定价: 33.00 元

社址: 北京市崇文区体育馆路 8 号 (天坛公园东门)

电话: 67151482 (发行部) 邮编: 100061

传真: 67151483 邮购: 67143708

(购买本社图书, 如遇有缺损页可与发行部联系)

前 言

《运动生物科学基础》是在入选了全国普通高等教育“十一五”国家级规划教材之后，按其要求，结合教学的实际需要，并参考国内外相关资料编写而成。

随着社会发展的需要，目前全国不少体育院校已开始招收非体育专业学生（如体育新闻专业、教育技术专业、体育英语专业等）。为了使他们在未来能够很好地胜任工作，除了专业课之外，向其传授与体育运动相关的生物科学知识亦非常重要。由于目前国内尚缺乏与之相关的通用教材，为此我们着手编写了这本《运动生物科学基础》，以满足教学之用。

本教材突出应用性和综合性，针对体育院校非体育专业的需要，重点介绍与运动有关的生理学、解剖学、保健学、营养学等基础知识，以求学以致用。通过学习，学生可以在有限的时间内了解较多的运动生物科学相关内容。同时，本教材所涉及的知识对指导大众健身、提高全民体质也有重要意义。这种将多学科知识有机地衔接并融合为一体的尝试是本教材的特色。

在编写这本教材的过程中，天津体育学院的领导和运动生物科学界的同仁给予了大力的支持和热情的鼓励，在此我们表示深深的谢意。同时也希望读者对书中的不足之处提出宝贵意见。

刘 洵 谭思洁

目 录

第一章 人体的构成	(1)
第一节 人体基本结构层次	(2)
第二节 解剖学定位术语	(27)
第二章 肌肉活动	(30)
第一节 肌纤维的结构	(31)
第二节 骨骼肌细胞的生物电现象	(34)
第三节 骨骼肌的收缩	(42)
第三章 氧运输体系	(53)
第一节 血液	(54)
第二节 心血管机能	(58)
第三节 心血管活动的调节	(76)
第四节 呼吸生理	(82)
第五节 呼吸运动的调节	(98)
第四章 运动能量代谢	(104)
第一节 物质代谢	(105)
第二节 能量代谢	(112)
第五章 运动与营养	(130)
第一节 营养概述	(131)
第二节 平衡膳食	(138)
第三节 运动与营养	(140)
第四节 营养调查与评价	(148)

第六章 体适能评价	(158)
第一节 体适能概述	(159)
第二节 体适能与健康	(162)
第三节 体适能与体质、健康的关系	(167)
第四节 影响健康体适能的因素	(169)
第五节 健康体适能评价	(173)
第六节 运动技能体适能评价	(206)
第七节 国民体质综合评价	(208)
第八节 功能性体适能评价	(209)
第九节 儿童体适能评价	(211)
第十节 幼儿体适能评价	(213)
第七章 运动健身处方	(219)
第一节 运动处方概述	(220)
第二节 运动处方制定的生理学基础	(223)
第三节 运动处方的基本内容	(228)
第四节 运动处方的基本结构	(240)
第五节 制定运动处方的基本程序	(242)
第六节 有氧运动处方	(244)
第七节 肌肉健美运动处方	(262)
第八节 实用运动处方示例	(274)
附 录	(279)

第一章

人体的构成

内容提要

本章主要介绍人体基本结构和解剖学定位的一些基本术语。人体基本结构层次依序为化学层次、细胞层次、组织层次、器官层次、系统层次及生物体层次。人体标准的解剖姿势为身体直立、两眼平视、手臂下垂、掌心向前、两足并立、脚尖向前，以此可区分人体各部位的相对位置。人体按解剖学方位可分为三个相互垂直的轴，即垂直轴、矢状轴和额状轴。依据上述三个轴，人体还可设立相互垂直的三个面，即矢状面、额状面和水平面。

第一节 人体基本结构层次

人体基本结构层次依序为化学层次、细胞层次、组织层次、器官层次、系统层次及生物体层次。人体由 20 多种元素构成,其中碳、氢、氧三元素占体重 96%,钙和磷占 3%,而其余 1%由微量元素构成。组成人体主要化合物的是水 60%、蛋白质 18%、脂类 15%、糖 1%、无机盐 6%。

一、细胞

细胞是构成人体的最基本单位,它由细胞膜、细胞质和细胞核构成。构成人体的细胞总数在百万亿以上。

二、组织

无数细胞结合起来就构成了人体的四种基本组织,即上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织。

(一) 上皮组织

上皮组织分布在体表、各内脏器官表面和管腔壁的内表面。主要类型有复层上皮、单层上皮、腺上皮,其细胞排列紧密,细胞间质少。上皮组织具有保护和分泌功能。

(二) 结缔组织

结缔组织分布广泛,主要类型有骨组织、血液、疏松结缔组织、致密结缔组织等。结缔组织的细胞间隙大,细胞间质多,有支持、连接、营养、保护等功能。

(三) 肌组织

肌组织包括平滑肌、骨骼肌和心肌。平滑肌细胞呈梯形,主要分布于胃、

肠、动脉等管壁处；骨骼肌细胞呈纤维状附着在骨骼上；心肌细胞呈圆柱状分布于心脏。平滑肌、骨骼肌和心肌能收缩和舒张，可引起相应的运动。

（四）神经组织

神经组织分布广泛，主要由神经细胞构成，其细胞呈纤维状。神经组织可以接受刺激，产生和传导兴奋。

三、器官

四种基本组织可以构成人体的各种器官，每种器官都有其特定的形状和功能。

（一）胃的位置和功能

1. 胃的位置

胃位于上腹部，界于食道和十二指肠之间，是消化道最宽大的部分。它的形状和位置随内容物的多寡和体位变化而改变。

2. 胃的功能

- （1）存放食物（液体食物在胃内停留时间较短，油脂性食物停留时间较长，混合性食物停留时间为 4~6 小时）。
- （2）胃蛋白酶可消化食物中的蛋白质。
- （3）制造内因子及吸收维生素 B₁₂。
- （4）胃酸可杀灭随食物进到胃里的细菌。

（二）肝的位置和功能

1. 肝的位置

肝脏是人体最大的内脏器官，成年人的肝脏重约 1500 克。肝脏位于腹腔右上部，横膈肌下面，右肋弓内侧。肝脏分为左右两叶，左叶小而薄，右叶大而

厚。肝脏每天能分泌胆汁 800~1000 毫升。

2. 肝脏的功能

- (1) 帮助人体对脂肪的消化。
- (2) 合成人体所需的物质。
- (3) 储存营养物质。
- (4) 解毒。

(三) 肾的位置和功能

1. 肾的位置

肾脏，俗称腰子，形如蚕豆，两个加在一块约有 250 克重，位于后腰两侧。

2. 肾的功能

肾脏的主要功能是泌尿，排泄体内一切能够溶于水的代谢废物。

(四) 心脏的位置和功能

1. 心脏的位置

心脏位于胸腔稍偏左侧，成人的心脏和自己的拳头大小差不多，约有 250 克。

2. 心脏的功能

心脏的功能是推动血液循环，为身体各组织输送氧气和养料，运走废物，保证生命活动顺利进行。从 2 周的胎儿形成心脏起，到出生、长大、衰老，直到生命的最后一息，我们的心脏要不停地工作一辈子。因此可以说，心脏乃生命之泵。

(五) 肺的位置和功能

1. 肺的位置

肺分左右两肺，分别位于左右两侧胸腔。右肺分上、中、下三叶，左肺只有

上下两叶。

2. 肺的功能

肺的功能是不断地吸入氧气并随时将体内新陈代谢产生的二氧化碳排出体外，以维持人体正常的生命活动。

四、系统

一个器官只能完成一定的功能，许多器官结合起来完成某一方面的全套功能，因此就构成了系统。人体共有 8 个系统，即消化系统、神经系统、呼吸系统、循环系统、运动系统、内分泌系统、泌尿系统和生殖系统。

(一) 消化系统

消化系统由消化管和消化腺两部分组成。

消化管是一条起自口腔延续为咽、食管、胃、小肠（十二指肠、空肠、回肠）、大肠（盲肠、结肠、直肠），终于肛门的较长的肌性管道（图 1）。

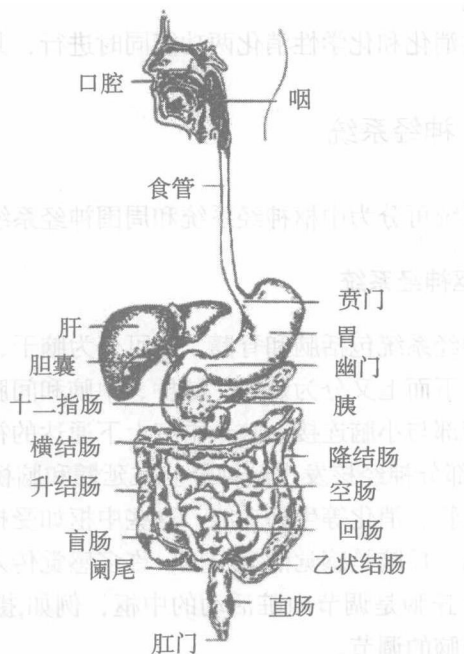


图 1 消化管结构示意图
(依胡声宇 运动解剖学 2000)

消化腺有小消化腺和大消化腺两种，它们均借导管将分泌物排入消化管内。小消化腺分布于消化管各段的管壁内，大消化腺有唾液腺（腮腺、下颌下腺、舌下腺）、肝和胰。

消化系统的基本功能是食物的消化、吸收和排泄。食物中的营养物质除维生素、水和无机盐可以被直接吸收利用外，蛋白质、脂肪和糖类等物质均不能被机体直接吸收利用，需在消化管内分解为结构简单的小分子物质，才能被吸收利用。食物在消化管内分解成结构简单、可被吸收的小分子物质的过程称为消化。这种小分子物质透过消化管黏膜上皮细胞进入血液和淋巴液的过程就是吸收。对于未被吸收的残渣部分，消化道则通过大肠以粪便形式排出体外。

消化过程包括机械性消化和化学性消化两种形式。

食物经过口腔的咀嚼，舌的搅拌、吞咽，胃肠肌肉的活动，将大块的食物变成碎小的，使消化液充分与食物混合，并推动食团或食糜下移，从口腔推移到肛门，这种消化过程称为机械性消化，或物理性消化。

化学性消化是指消化腺分泌的消化液对食物进行化学分解。由消化腺所分泌的这种消化液，将复杂的各种营养物质分解为肠壁可以吸收的简单化合物，如糖类分解为单糖，蛋白质分解为氨基酸，脂类分解为甘油及脂肪酸。然后这些分解后的营养物质被小肠（主要是空肠）吸收进入血液和淋巴液，这种消化过程称为化学性消化。

机械性消化和化学性消化两功能同时进行，共同完成消化过程。

（二）神经系统

神经系统可分为中枢神经系统和周围神经系统两大部分。

1. 中枢神经系统

中枢神经系统包括脑和脊髓。脑可分为脑干、小脑、大脑两半球三部分。

脑干自下而上又分为延髓、脑桥、中脑和间脑。延髓下接脊髓，间脑上接大脑，脑干背部与小脑连接。脑干中有上下通达的神经纤维和许多神经核（神经元集中处），部分神经核发出脑神经。在延髓和脑桥中有许多重要神经中枢，调节呼吸、心血管、消化等生理功能，这些中枢如受损伤则可危及生命。间脑包括丘脑和下丘脑。丘脑是感觉活动中枢，许多感觉传入冲动都先抵达丘脑再转送到大脑皮层。下丘脑是调节内脏活动的中枢，例如，摄食、饮水、体温、内分泌等活动都受下丘脑的调节。

小脑如栗子，位于脑干背侧、大脑后下方，有三对小脑脚与脑干连接。小脑与躯体运动的反射调节有密切关系。小脑病变时，可产生姿势平衡障碍，肢体肌张力增强或减退，运动过程中动作不协调。动作不协调表现为把握不住动作的方向，行走摇晃呈醉汉样步态，称为小脑性共济失调。

大脑由两个大脑半球组成，大脑半球表面为大脑皮质，是意识、思维、运动和感觉的最高中枢，对全身有精细的调节作用。患脑炎时，大脑皮质受到严重抑制或损害，除产生运动、感觉障碍外，主要症状为昏迷等意识障碍。

脑、脊髓内神经细胞体集中的地方称为灰质，神经纤维集中的地方称为白质。灰质内功能相同的神经细胞体集合到一起称为神经核。白质内又有各种不同功能的神经束。中枢神经系统各部位的神经联系极为广泛复杂。管理随意运动和精细动作的锥体系的锥体细胞位于大脑皮质运动区，其发出的纤维组成锥体束，经脑干下行，小部分止于脑干脑神经运动神经细胞，大部分在延脑下段交叉到对侧，再下行止于脊髓前角运动神经细胞。脑神经躯体运动纤维分布到头面部等骨骼肌，脊神经运动纤维则支配躯干四肢骨骼肌，如果锥体束在交叉前受损伤，可引起对侧肢体肌肉瘫痪；如果损伤部位在锥体交叉以下，则表现为患侧肢体瘫痪。锥体细胞和锥体束受损伤时表现为硬瘫，即瘫痪肢体张力增高，腱反射亢进，划跖试验阳性。脑、脊髓运动神经细胞体及神经纤维受损伤表现为软瘫，瘫痪肢体张力低，一切反射消失。躯体感觉纤维也交叉上行，右侧大脑皮质感觉区接受来自左侧躯体的感觉。锥体外系统是运动系统的一个组成部分，包括锥体系统以外的运动神经核和运动传导束，由基底神经节（新纹状体——尾状核、壳核，旧纹状体——苍白球、黑质）和丘脑底核、红核、网状结构等组成，其功能主要与调节肌紧张和肌群的协调性运动有关。锥体外系统损害，可出现肌张力的改变，表现为不自主多动，如帕金森氏综合症、舞蹈症、舞蹈样手足抽动症和扭转性痉挛等。

脑与脊髓由内向外包有软脑（脊）膜、蛛网膜和硬脑（脊）膜三层脑（脊）膜，硬脊膜与椎管壁间的间隙为硬脊膜外腔，腔内充满疏松组织、脂肪和静脉丛，临床上硬脊膜外腔麻醉即注入此腔。蛛网膜与软脑（脊）膜之间的腔隙，称为蛛网膜下腔，腔内充满脑脊液，腰椎穿刺即进入此腔。

2. 周围神经系统

周围神经系统是指脑和脊髓以外的所有神经结构，包括神经节、神经干、神经丛及神经终末装置。周围神经系统包括由脑发出的脑神经和由脊髓发出的脊神经，以及由脑和脊髓相连分布到内脏的内脏神经三部分。

(1) 脑神经：是指与脑直接联系的周围神经，共 12 对，自颅骨孔、颅骨管出颅，分三类，一是感觉性的，包括第 I、II、VIII 对；二是运动性的，包括第 III、IV、VI、XI、XII 对；三是混合性的，包括 V、VII、IX、X 对。脑神经主要支配头、面部器官和部分内脏器官的活动。

I：嗅神经始于鼻腔嗅区黏膜的嗅细胞，经颅前窝进入嗅球，将嗅觉冲动传入大脑。

II：视神经始于视网膜神经节细胞，于眶后穿过视神经孔，入颅腔，连于视交叉。视交叉接视束，入视觉中枢。视神经传导视觉冲动入间脑。

III：动眼神经自动眼神经核发出后，分为上小、下大的两支。上支行于上直肌和视神经之间，发支到上直肌，终支止于上睑提肌。下支发出三支支配内直肌、下直肌和下斜肌。动眼神经内还含有植物性神经纤维睫状短神经，主要集中在下支，支配瞳孔括约肌和睫状肌。动眼神经损伤可出现伤侧眼睑下垂，眼球不能向上、向内、向下运动，并处于外斜视位，同时瞳孔变大，对光反射消失，出现复视。

IV：滑车神经始于滑车神经核，经眶上裂入眶，止于上斜肌。受损伤时，产生内斜视和复视（眼球不能向外下方转动）。

V：三叉神经是混合神经，但以感觉纤维为主。三叉神经有两个根，即三叉神经运动根和三叉神经感觉根。三叉神经感觉根在颞骨岸部的三叉神经压迹处膨大成扁平的半月神经节，感觉细胞体均在神经节内，然后自神经节发出三个大支，分别叫眼神经、上颌神经和下颌神经。三叉神经运动根与下颌神经一起从卵圆孔出颅，并构成下颌神经的运动纤维，主要组成前干，支配咀嚼肌等。

VI：展神经主要含躯体运动纤维，始于展神经核，支配外直肌。展神经损伤，表现为眼球外展受限。

VII：面神经是混合神经，由运动根和感觉根组成，支配面部表情肌的运动和味觉。

VIII：位听神经由蜗神经和前庭神经组成，属躯体传入纤维，向大脑传入听觉和平衡觉冲动。

IX：舌咽神经是混合神经，控制腮腺的分泌，支配咽肌的运动。

X：迷走神经是混合神经，所含内脏传入、传出纤维最多，躯体传入、传出纤维很少。由于迷走神经分布范围广，分支多，其功能分别与吞咽、发音、呼吸、消化、心脏密切相关。

XI：副神经主要是躯体运动纤维，支配斜方肌和胸锁乳突肌。副神经损伤，可引起同侧肩下垂和斜颈。

XII: 舌下神经主要是躯体运动纤维, 起于舌下神经核, 支配全部舌肌和部分舌外肌。

(2) 脊神经: 共 31 对, 即颈 8 对、胸 12 对、腰 5 对、骶 5 对、尾 1 对, 经椎间孔出椎管。脊神经出椎间孔后即分为前后两支, 其中含有感觉和运动神经纤维。后支分布于背部皮肤肌肉。第 2~12 对胸神经前支按肋骨与胸椎的节段分布, 称为肋间神经 (其中第 12 胸神经前支称肋下神经)。下 6 对胸神经前支最后分布于腹前壁, 故胸膜炎时肋间神经受刺激可出现腹痛症状。其余脊神经的前支相互联系构成四个神经丛: 颈丛、臂丛 (主要分支有正中、桡、尺神经, 分布到上肢)、腰丛、骶丛。坐骨神经是腰骶丛分布到下肢去的最大分支。脊神经支配脑神经及其范围以外的身体各部。

(3) 内脏神经: 也称为植物性神经, 是支配内脏器官的平滑肌、心肌和腺体的神经。它包括交感神经和副交感神经两部分。

副交感神经起自脑干和脊髓骶部, 交感神经起自脊髓胸腰段。脑部的副交感纤维随动眼、迷走等脑神经一起发出。动眼神经内的副交感纤维支配缩瞳肌。迷走神经内含有大量的副交感神经纤维, 分布到颈、胸、腹重要脏器。交感和副交感神经往往先组成神经丛攀附脏器或血管而分布。

许多脏器具有交感神经与副交感神经双重支配, 两者的作用常为既拮抗又协调, 共同维持脏器的正常活动。神经系统是人体的重要调节机构, 它与内分泌系统、感觉器官一起, 完成对人体各系统、器官机能的调节和控制, 从而使人体成为完整的统一体并保持内外环境的平衡。神经系统的机能可以概括为适应、协调和思维。

(三) 呼吸系统

呼吸系统是执行机体和外界进行气体交换的器官的总称。呼吸系统由传送气体的呼吸道和进行气体交换的肺组成。呼吸道包括鼻腔、咽、喉、气管和各级支气管。临床上将喉以上的呼吸道称为上呼吸道, 包括鼻腔、咽、喉。鼻是呼吸系统的门户; 咽是呼吸系统和消化系统的共同通路; 喉是呼吸道上部最狭窄的部分, 不仅是呼吸通道, 也是一个发音器官。上呼吸道感染, 就是指鼻、咽、喉等部位的感染性炎症。喉以下的部位称为下呼吸道, 如气管和支气管等。呼吸道的壁内有骨或软骨支持, 以保证气流的畅通。

1. 鼻

鼻是气体进出的门户, 也是嗅觉器官, 它包括外鼻、鼻腔和开口于鼻腔的鼻

旁窦三部分。外鼻由骨和软骨作支架。鼻腔以骨和软骨为基础构成,由鼻中隔分为左、右两个。每一个鼻腔的外侧壁有上、中、下三个鼻甲突入鼻腔。各鼻甲的下方是相应的上、中、下三个鼻道。下鼻道的前方有鼻泪管的开口。鼻腔的前部叫鼻前庭,生有鼻毛,以阻挡外来的灰尘。鼻腔内面的黏膜叫鼻黏膜,它与口腔、鼻旁窦的黏膜相连。除鼻前庭外,鼻黏膜为假复层柱状纤毛上皮。在上鼻甲及其相对的鼻中隔部分的黏膜内有双极的嗅细胞,感受嗅觉,故称嗅部。鼻腔黏膜的上皮下有丰富的血管网,特别在下鼻甲和鼻中隔的前下方分布更为稠密。在下鼻甲和鼻中隔前下方受到撞击、干燥或炎症时,易发生出血,故此处被称为鼻腔的出血区。鼻旁窦是与鼻腔相通的骨内含气空腔。鼻旁窦依其所在骨的部位分别称蝶窦、筛窦、额窦和上颌窦。鼻旁窦与鼻腔相通,黏膜又相连,故鼻腔黏膜感染时,易波及到鼻旁窦,引起鼻窦炎。耳旁窦参与湿润和加温吸入的空气,并起发音共鸣的作用。

2. 咽

咽是前后略扁漏斗状肌性管道,长约12厘米,上起颅底,下放在第6与第7颈椎处通食管。它是空气从鼻腔导向喉腔的通路,也是食物从口腔导入食管的通路。

3. 喉

喉是上呼吸道的组成部分,又是发音器官,喉上方接咽,下与气管相连。喉由作为支架的软骨和连接软骨的韧带及肌肉共同构成。喉的软骨主要有甲状软骨、环状软骨、会厌软骨等。喉的内腔称喉腔,腔的中部有两对由黏膜形成的前后走向的皱襞。上面的一对皱襞叫室襞,又称假声带,下面的一对皱襞叫声襞,又称声带,两侧声带之间的纵行裂隙叫声门裂,为气体通道。喉肌的舒张或收缩可以扩大或缩小声门裂。喉腔黏膜下层结缔组织比较疏松,急性发炎时易引起水肿,造成呼吸困难,甚至窒息,可危及生命。

4. 气管

气管位于颈前正中,食管之前,上与喉的环状软骨相连,向下进入胸腔,在平胸骨角的高度分为左、右支气管。

5. 支气管

支气管经肺门进入左右肺。气管内衬有黏膜,其上皮为假复层柱状纤毛上

皮，夹有杯状细胞，纤毛细胞顶部的纤毛平时向咽部摆动，以清除尘埃和异物，使空气保持整洁，杯状细胞是具有分泌蛋白质特点的细胞。

6. 肺

肺主要由反复分支的支气管及其最小分支末端膨大形成的肺泡共同构成。肺泡是肺内最小的呼吸单位，是人体与外界不断进行气体交换的场所。气体进入肺泡内，在此与肺泡周围的毛细血管内的血液进行气体交换。吸入空气中的氧气，透过肺泡进入毛细血管，通过血液循环，输送到全身各个器官组织，供给各器官氧化过程的所需，各器官组织产生的代谢产物，如二氧化碳再经过血液循环运送到肺，然后经呼吸道呼出体外。

呼吸系统的机能主要是与外界进行气体交换，呼出二氧化碳，吸进新鲜氧气，完成气体的吐故纳新。

（四）循环系统

循环系统是封闭的管道系统，它包括心血管系统（血液循环）和淋巴管系统（淋巴循环）两部分。淋巴循环是血液循环的辅助部分。

1. 心血管系统（血液循环）

心血管系统包括心脏、动脉、毛细血管和静脉，它是一个完整的封闭循环管道，以心脏为中心通过血管与全身各器官、组织相连，血液在其中循环流动。心脏有四个腔室，即右心房、右心室、左心房和左心室。在心房和心室之间有房室瓣，右边是三尖瓣，左边是二尖瓣。在心室和大动脉之间有半月瓣，右心室和肺动脉之间是肺动脉瓣，左心室和主动脉之间是主动脉瓣。瓣膜的功能是保证血流在心脏内朝着一个方向流动，防止血液逆流。心脏不停地、有规律地收缩和舒张，不断地吸入和压出血液，保证血液朝一个方向不断地向前流动。

血管是运输血液的管道，包括动脉、静脉和毛细血管。动脉自心脏发出，经反复分支，血管口径逐步变小，数目逐渐增多，最后分布到全身各部组织内，成为毛细血管。毛细血管呈网状，血液与组织间的物质交换就在此进行。毛细血管逐渐汇合成为静脉，小静脉汇合成大静脉，最后返回心脏，完成血液循环。

血液循环根据其循环的部位和功能不同，分体循环（大循环）和肺循环（小循环）二部分（图2）。

（1）体循环（大循环）：体循环的血管包括从心脏发出的主动脉及其各级分