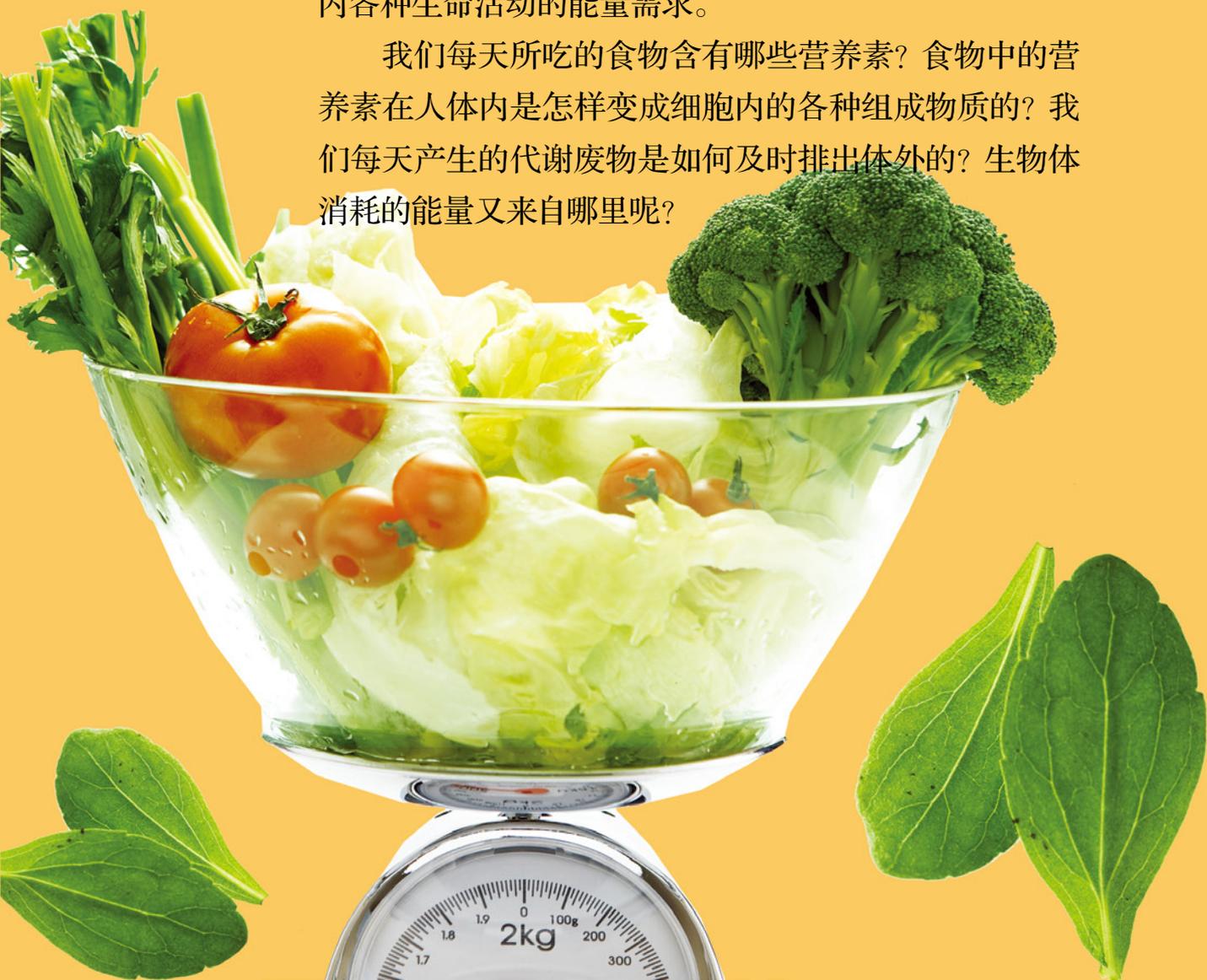


第4章

代谢与平衡

生物的生存离不开对营养物质的及时摄取，离不开对各种物质的不断合成和分解，并需要及时将产生的代谢废物排出体外，以维持体内物质的平衡。在各种物质转化的同时，往往伴随着能量的变化，从而满足体内各种生命活动的能量需求。

我们每天所吃的食物含有哪些营养素？食物中的营养素在人体内是怎样变成细胞内的各种组成物质的？我们每天产生的代谢废物是如何及时排出体外的？生物体消耗的能量又来自哪里呢？



第1节 食物与营养

人的生活离不开食物，食物能为我们跑步、学习、唱歌甚至睡眠等各项活动提供必需的能量。每天吃适量有营养的食物可以让我们的身体处于最佳状态。

食物与能量

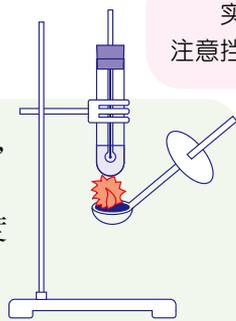
食物中的营养素主要有水、无机盐、糖类、蛋白质、脂肪、维生素和膳食纤维等七大类，其中的糖类、脂肪和蛋白质等有机物都能为人体提供能量。它们在人体内是通过氧化释放能量的，这个过程与物质在体外的燃烧有些相似，只是体内的氧化过程更缓慢、更复杂。

相同质量的糖类、脂肪和蛋白质所含的能量往往并不相同，那么，不同食物所含的能量是否也有差异呢？我们可以通过实验大致比较一下不同食物所含能量的多少。



活动

1. 用天平分别称取干燥的花生仁、大米、牛肉干各 1 克，并用小刀尽量切碎。
2. 在试管内加入 5 毫升水，在带孔的橡皮塞上插入温度计，再将试管口塞紧，注意温度计不能接触试管底部。
3. 将试管固定在铁架台上，如图 4-1 所示。
4. 测量最初水温并记录在表 4-1 中。



实验中
注意挡风。

图4-1 实验装置图

表 4-1 记录表

样品	水温 (°C)		水温变化 (°C)	比较释放出的热量
	燃烧前	燃烧后		
花生仁				
大米				
牛肉干				

5. 将花生仁放在燃烧匙上，然后在酒精灯上加热，直至花生仁开始燃烧，马上放于试管下方。如果花生仁的火焰熄灭了，就再次点燃，直至花生仁燃尽。
6. 观察并记录试管里水的最高温度，将结果记录在表 4-1 中。
7. 分别用大米和牛肉干重复以上步骤，将结果记录在表 4-1 中。



花生仁、大米、牛肉干分别富含脂肪、糖类和蛋白质。通过实验可知，富含脂肪的花生仁所含的能量最高。

1克糖类无论是在体外完全燃烧还是在体内完全氧化，都能释放出16.8千焦的能量。同等质量的蛋白质与糖类在体内完全氧化所释放的能量相同，而同等质量的脂肪在体内完全氧化释放的能量要比蛋白质和糖类高得多。由于每种食物所含营养素的种类和数量不同，它们所含的能量往往各不相同。

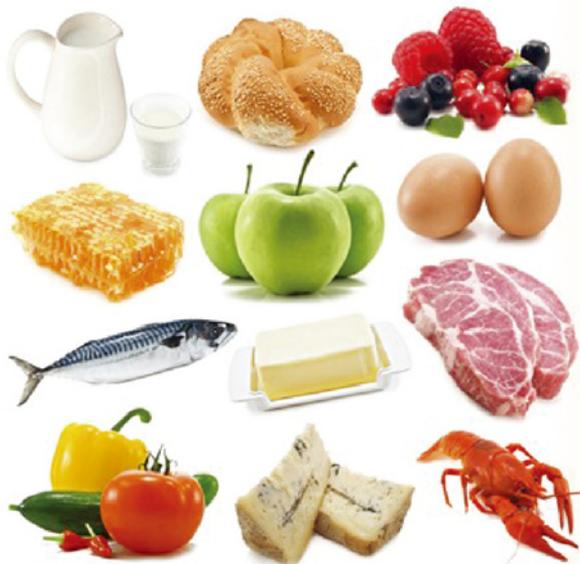


图4-2 各种食物



思考与讨论

举例说说我们日常所吃的食物中，哪些所含的能量较高？为什么？

人体每天需要摄入一定量的食物来满足机体对能量的需要，维持体温和神经、循环、呼吸等系统的基本生理活动。由于人的年龄、性别、体质和日常活动的激烈程度存在差异，每天所需要的能量也有差异。当人处于婴幼儿期和青春期等快速生长的时期时，机体需要更多的能量补充。一个成年人书写时，每千克体重每小时消耗的能量约为1.7千焦；打乒乓球时，每千克体重每小时消耗的能量约为18.4千焦。

营养素的作用

食物中的营养素除了能提供能量外，还能为我们提供生长发育和修复受损组织等生理活动所必需的物质。各种营养素具有不同的作用。

水虽然不能提供能量，但它是人体不可缺少的重要物质。水是构成细胞的主要成分，各种生物化学反应只有在水溶液中才能进行，并且体内的养分和废物都必须溶解在水中才能进行运输。



图4-3 合理饮水有益健康

食物中含有多种无机盐，其中包括钙、铁、碘、钠和磷等元素。它们不能提供能量，却是人体维持正常生理活动所必需的营养物质。例如，缺锌会导致儿童味蕾功能下降，造成食欲减弱；缺碘会引起人体甲状腺肿大、儿童智力低下等。



思考与讨论

食物中含有哪些重要的有机物？它们对人体分别有哪些重要作用呢？

糖类 (carbohydrate) 包括淀粉、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖等，在大米、小麦、马铃薯和玉米等食物 (如图 4-4) 中含量较多，是人体所需能量的主要来源。



图4-4 含糖类丰富的食物

蛋白质 (protein) 是细胞生长及组织修复的主要原料，占人体细胞干重的 50% 以上。蛋白质是构成人体细胞的基本物质，可以说没有蛋白质就没有生命。一般成年人每千克体重每天约需摄取蛋白质 1.2 克，处在长身体时期的青少年需求量更大。此外，蛋白质也能为人体的生命活动提供能量。在肉类、禽蛋、鱼、虾、乳制品和大豆等食物 (如图 4-5) 中，蛋白质的含量较高。



图4-5 含蛋白质丰富的食物

脂肪 (fat) 是生物体内贮藏能量的主要物质。只有当人体内的糖类氧化分解不足以提供人体所必需的能量时，才会分解脂肪提供能量。在植物油、动物油、核桃和花生等食物 (如图 4-6) 中，脂肪的含量较高。



图4-6 含脂肪丰富的食物

维生素 (vitamin) 的种类很多, 除维生素 D 外, 其他维生素人体内都不能合成, 必须从食物中获得。维生素不能提供能量, 但它参与人体内许多重要的生理活动, 对保持人的身体健康作用极大。

膳食纤维 (cellulose) 主要由纤维素组成, 是一类不能被人体消化吸收的物质, 主要来自植物性食物 (如图 4-7)。膳食纤维对人体有着重要的生理作用, 如刺激消化腺分泌消化液, 促进肠道的蠕动, 有利于及时排便等。此外, 适量摄取膳食纤维还可减少大肠癌的发病率, 有助于减少肠道对脂肪的吸收, 预防心血管疾病的发生。



图4-7 含纤维素丰富的食物



思考与讨论

秋天长得肥肥的熊经过冬眠后, 会消瘦很多, 你知道这是为什么吗?



阅读

维生素的发现

1630年, 一位荷兰医生首先发现了脚气病。按照他的解释, 当时“脚气”的意思是指绵羊, 因为患这种疾病的人, 易发生肢体的运动和反射功能障碍, 走路时的腿部动作与绵羊走路相似。19世纪末, 在日本海军中发现许多士兵患脚气病。经调查, 是因为长期食精白米所致, 后改食糙米, 脚气病就消失了。糙米中含有什么神奇的物质呢?

1906年, 荷兰医生艾克曼 (Christiaan Eijkman) 经长期的动物实验研究后提出, 米糠中含有一种可防治脚气病的因子。1929年, 艾克曼因此项发现荣获诺贝尔医学和生理学奖。

1912年, 波兰科学家冯克 (Kazimierz Funk) 从米糠中找到了这种

物质，他给这种物质起名叫“维他命 (vitamin)”，后来改称“维生素”。冯克综合了以往的试验结果，他认定自然食物中有四种物质可以防治夜盲症、脚气病、坏血病和佝偻病等，这四种物质即是后来命名的维生素 A、维生素 B₁、维生素 C 和维生素 D。

维生素的发现与深入研究，为现代营养学的形成奠定了基础。

平衡膳食

人的身体需要许多种营养素，各种营养素的需求量也不尽相同，营养过剩和不足都会影响身体健康。人体所需的各种营养素和能量，主要通过每天摄取食物得到供应和补充，可是各类食物中的营养素含量各异。因此，健康的饮食要求食物种类尽量多些、数量适当、营养物质之间的比例合理，并且与身体消耗的营养物质保持相对平衡，即所谓平衡膳食。那么，我们应该如何选择适当的食物呢？

2007 年，我国营养学会根据居民存在的营养问题制定了平衡膳食宝塔，这是适合我国人群的食物营养摄入指南。

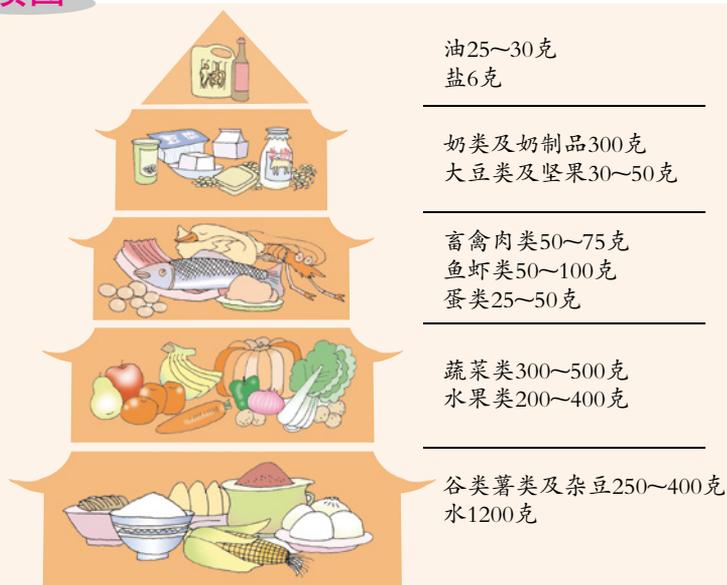


图4-8 中国居民每人每天的平衡膳食宝塔图

1. 我国居民的平衡膳食宝塔图（如图 4-8）可分几层？每层有哪些食物？
2. 结合日常饮食状况，说说你的饮食组成中应改进的方面有哪些？



平衡膳食宝塔直观反映了各类食物在膳食中的地位 and 大致比例。应用平衡膳食宝塔时，每人每天各类食物摄入量应根据个人的情况作适当调整，三餐食量分配要合理，一般以早、晚餐各占 30%，中餐占 40% 为宜。同时建议轻体力活动成年人每天至少饮水 1200 克（约 6~8 杯）。



活动

在下表中记录你最近 3 天的食谱：早餐、中餐、晚餐、零食。

表 4-2 记录表

日期	早餐	中餐	晚餐	零食

1. 你的食谱中主要含有什么营养素？这些营养素有什么作用？
2. 对照“平衡膳食宝塔”，谈谈这些营养素能满足你自身生长发育的需要吗？



阅读

肥胖

肥胖是指体内脂肪过多的一种状态。医院体检常用体重指数（即 BMI 值）来衡量一个人是否肥胖，BMI 值是指一个人的体重（单位：千克）与其身高（单位：米）² 次方的比值。在我国，一般认为一个人的 BMI < 18.5，属于偏瘦；18.5 ≤ BMI < 24，属于正常体重；24 ≤ BMI < 28，属于超重；BMI ≥ 28，属于肥胖。

那么，引起肥胖的主要原因有哪些呢？

- (1) 遗传。肥胖通常会在家族内遗传。
- (2) 缺乏体育运动。肥胖的人参加的体育运动普遍偏少，但通过饮食摄取的能量并未减少，从而导致肥胖。
- (3) 有害的饮食习惯。吃过多高脂肪、高热量的食物，将会导致肥胖。
- (4) 心理因素。有些人会无法控制地吃东西，并以此作为应对心理问题的方式，这将会导致肥胖。

据调查，近年来我国青少年的肥胖率增长较快，平均每 5 年就增长一倍。身体肥胖会明显增加患糖尿病、心脑血管疾病和某些癌症的风险。平衡膳食并积极地参加体育运动，是预防肥胖的主要方法。



1. 食物中的营养素主要有水、无机盐、糖类、蛋白质、脂肪、_____和 _____等七大类，其中的 _____、_____和 _____等有机物都能为人体提供能量。
2. 膳食纤维虽然不能被人体消化吸收，但也是人体必需的营养物质。你能说说适量摄取膳食纤维对人体有什么好处吗？
3. 根据平衡膳食宝塔，我们在日常饮食中应注意哪些方面的平衡？

第2节 食物的消化与吸收

食物进入人体后，大多数的营养素都要经历复杂的变化才能被人体吸收利用。这些变化都是怎样进行的呢？人体内都有哪些器官共同参与并完成这些复杂的功能呢？

消化系统的组成

人体要通过消化系统 (digestive system) 才能利用食物中的各种营养素。人体的消化系统由消化道和消化腺组成。消化道 (digestive tube) 是一条中通的管道，从上到下有口腔、咽、食管、胃、小肠、大肠和肛门，主要功能是进行食物的消化和吸收。消化腺 (digestive gland) 包括分布于消化道外的唾液腺、肝脏、胰腺和消化道壁上的胃腺和肠腺，其主要功能是分泌消化液，参与食物的消化。

牙 (teeth) 是人体口腔内取食和消化的重要器官，可咬切和磨碎食物。人的一生共有两组牙。幼儿时长出的一组牙称为乳牙，共有 20 颗。约 6 岁起，乳牙逐渐脱落，换上恒牙，共 32 颗，一般恒牙脱落就不会再长出来。如图 4-9 所示，从结构上看，牙本质组成了牙的主体结构，牙本质内部有一腔隙，内含牙髓，牙髓由小血管和神经组成。牙本质的外侧被牙釉质包绕，牙釉质是人体最坚硬的结构。

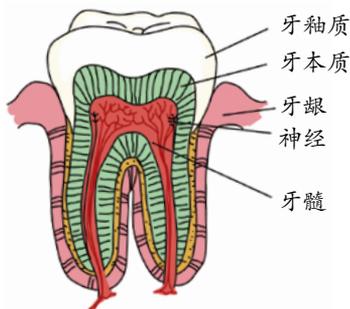


图4-9 牙的结构



龋齿俗称蛀牙，是青少年中发生率很高的牙病。牙的健康状况直接影响人的消化和吸收，我们要人人重视牙的保健，增强口腔健康观念和自我口腔保健意识。

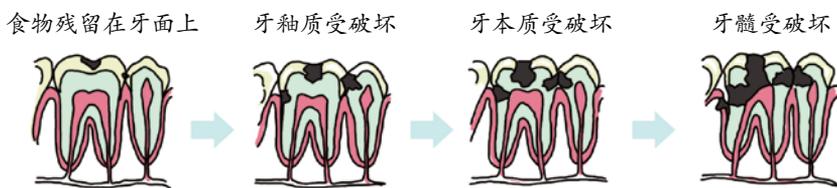


图4-10 龋齿的形成过程

微生物分解食物中的糖类，产生酸性物质，从而引起龋齿。



思考与讨论

龋齿有哪些危害？根据其成因，谈谈日常预防龋齿的方法。



阅读

科学的刷牙方法

我们每天都在刷牙，但是很多人并没有掌握科学的刷牙方法。不正确的刷牙方法不但起不到保健作用，反而还会损伤牙齿和牙龈，如有些人采用像拉锯一样地横着刷牙，这种刷牙方法有害无益，严重时会造成牙髓炎。

目前，最受推崇的科学刷牙方法是改良巴斯法。其步骤如下（如图4-11）：

- (1) 使牙刷保持水平。
- (2) 将刷毛置于牙齿和牙龈交界处，使刷毛与牙长轴呈45度，轻压刷毛进入牙龈沟。
- (3) 来回拉动牙刷，幅度不超过一个牙位。刷毛尖部几乎不动或是小幅度的转圈转动。颤动或转圈20下左右，

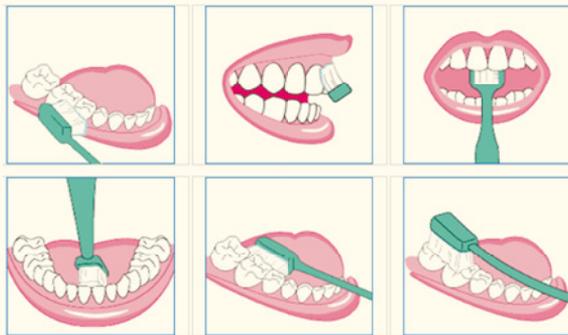


图4-11 正确的刷牙方法

以保证有足够的时间清除牙斑。动作一定要轻柔。

(4) 从牙龈向咬合面方向（刷下排牙时向上，刷上排牙时向下）滚动或弹动刷毛，将牙斑从牙龈线中清扫出来。

(5) 2~3颗牙为一组，刷完后定位到下一组。重复以上运作，直到牙面和牙龈线清洁干净。对于内侧牙齿，可改为竖直方向刷，并以同

样的方式颤动，完成后再从牙龈向咬合面滚动或弹动刷毛。

(6) 清洁咬合面。将刷毛面向下，采用前后或转圈的方法，一组一组地清洁。

(7) 用清水将口洗漱干净。

刷牙的注意事项：

- (1) 每次刷牙时间应控制在3分钟左右。太短太长都不合适。
- (2) 一天刷牙2~3次，尽可能在餐后。你可以选择每天固定的时间。
- (3) 至少3个月更换一次牙刷。

消化腺分泌的消化液都要通过相应的管道进入消化道，胃和小肠是重要的消化器官，它们具有怎样的结构特点与其功能相适应呢？



读图

1. 各种消化腺分泌的消化液流入的部位在哪里？请记录在表4-3中。
2. 胃是消化道中最膨大的部分，请描述胃壁的结构特点。你认为胃能完成哪些功能？
3. 小肠壁的最内层由大量小肠绒毛组成，小肠绒毛具有哪些结构特点？

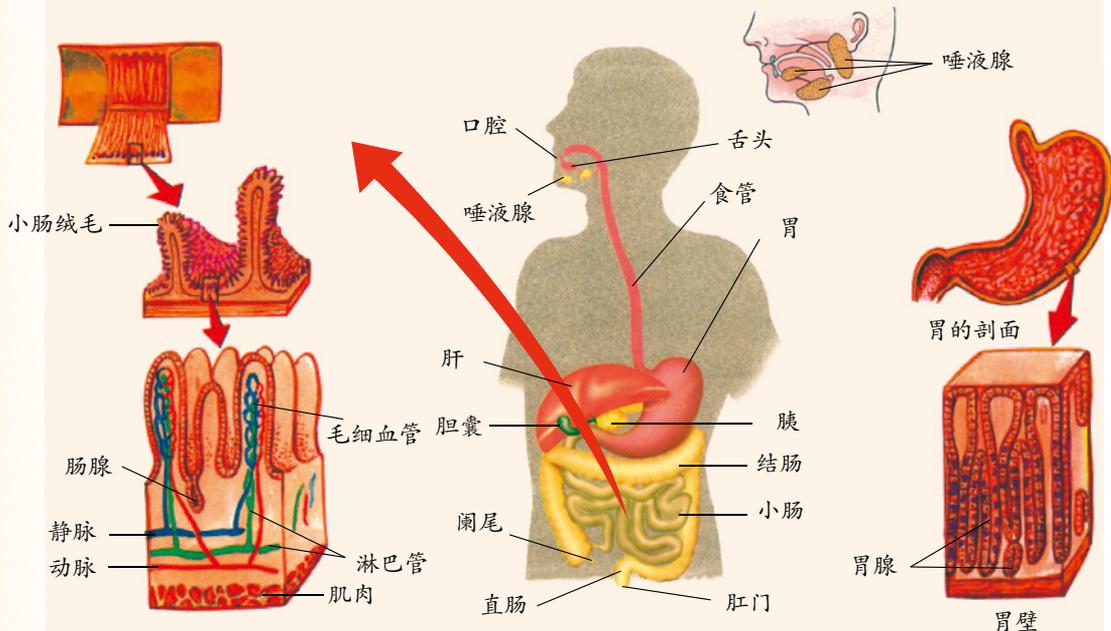


图4-12 人的消化系统

表 4-3 消化腺及相应消化液的流入部位

消化腺	唾液腺				
消化液的流入部位	口腔				



胃是消化道中最膨大的部分，位于上腹部。胃的内表面有许多皱襞，其中有许多胃腺，能够分泌胃液。胃液具有杀菌、消化和保护胃壁的作用。胃壁中有发达的平滑肌层，能够不断蠕动以促进食物与胃液的混合。

小肠盘曲在腹腔中，长约5~6米，是消化系统中最长的一段。小肠起始的一段是十二指肠，其长度约有十二个手指宽度那么长，因此被叫做十二指肠，它的内侧壁有胆总管和胰管的开口。小肠内表面有许多皱襞，皱襞上有许多微小的指状突起，叫做小肠绒毛。小肠绒毛的存在使得小肠内表面积增加了约600倍，可达到200米²，从而使小肠大幅度地增加了消化和吸收的面积。小肠绒毛只由一层上皮细胞构成，绒毛内分布着丰富的毛细血管和淋巴管，有利于营养物质的吸收和运输。小肠壁上还有丰富的肠腺，能分泌多种消化液。肠壁含有平滑肌层，能使小肠蠕动。

肝脏是人体最大的消化腺，分泌的胆汁流入胆囊浓缩和贮存。成年人每天分泌的胆汁约有1升。胰腺分泌胰液。进食后，胆汁和胰液经胆总管和胰管流入十二指肠帮助消化，如图4-13所示。

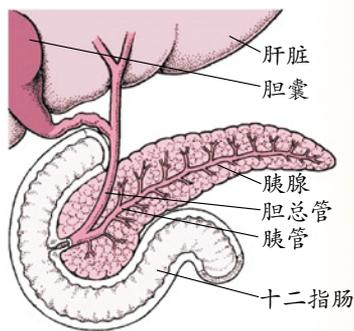


图4-13 肝脏、胆囊和胰腺

食物的消化与吸收

人体将食物中的大分子物质分解成能被身体利用的小分子物质的过程叫做消化 (digestion)。消化有两种类型，即物理消化和化学消化。在物理消化过程中，食物会逐渐被软化和细化，如食物在口腔中被牙切割、研磨成小碎块，胃肠的蠕动等；在化学消化过程中，食物中的大分子物质经各种消化液的作用被分解成能被机体利用的小分子物质，即营养物质。

当食物消化后，营养物质通过消化道管壁进入循环系统的过程叫做吸收 (absorption)。

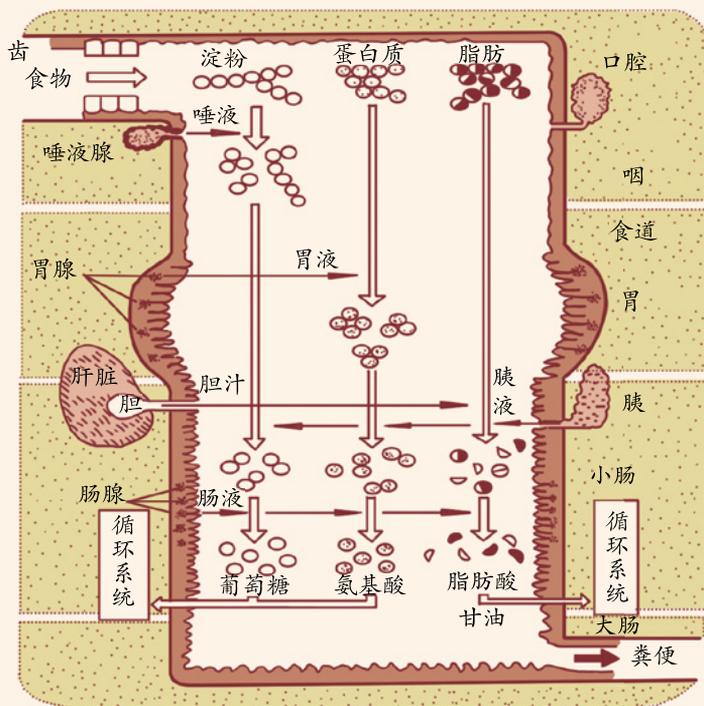
淀粉、蛋白质和脂肪是食物中常见的三大类大分子物质，它们在消化系统中是如何被消化和吸收的呢？



读图

1. 食物中的淀粉、蛋白质和脂肪消化后的最终产物是什么？它们被初步消化的场所分别是什么？
2. 胃壁中，与食物消化有关的消化腺及分泌的消化液有哪些？主要消化的营养物质是什么？

3. 除肠壁上肠腺分泌的消化液进入小肠外，还有哪些消化腺分泌的消化液流入小肠？这些消化液与哪些营养物质的消化有关？



食物中的水、无机盐和维生素无须消化就可被小肠直接吸收。

图4-14 营养物质的消化与吸收

食物在口腔内经牙的咀嚼、舌的搅拌，并与唾液腺分泌的唾液混合形成食团，可进行对淀粉的初步分解。食团经咽、食管的蠕动进入胃。平时吃饭要做到细嚼慢咽，可减轻胃、肠的消化负担。

当食物由食管进入胃，可在胃里进行暂时贮藏。胃壁可进行有节律地收缩，并使食物与胃液充分混合，形成食糜。胃腺分泌的胃液能初步消化蛋白质。胃对营养物质的吸收很少，只吸收少量水分和酒精。

食糜进入小肠后进行更充分的消化和吸收。小肠的长度长，用于消化和吸收的内表面积大，流入小肠的消化液种类多，淀粉、蛋白质和脂肪等大分子物质可在小肠内得到充分的消化，分别形成葡萄糖、氨基酸及甘油和脂肪酸等小分子营养物质。人体可吸收的大多数营养物质也是通过小肠壁被吸收的。小肠是食物消化和吸收的主要场所。

未被小肠消化和吸收的食物残渣最后进入大肠，人类的大肠没有重要的消化功能，主要是吸收少量的水分、无机盐和维生素，最后形成粪便经肛门排出体外。



人的消化系统主要具有三大功能:将食物中的大分子物质分解成能被机体利用的小分子化合物;将这些小分子化合物吸收到血液中;将消化后产生的食物残渣排出体外。

酶的催化作用

食物的化学消化离不开各种消化液的作用,那么消化液中真正起作用的物质是什么呢?科学家通过长期的研究发现这种物质就是酶(enzyme)。酶不仅是食物化学消化的“功臣”,生物体内的大多数化学反应都要依赖酶的作用。酶在参与化学反应前后,其化学性质不变,因此,酶被称为生物催化剂。

酶是由生物的体细胞合成的,大多数的酶是蛋白质。消化液中含有的酶叫做消化酶,消化酶的种类很多,一般根据其来源和所催化的物质进行命名,如唾液中含有能将淀粉分解成麦芽糖的酶,这种酶就叫做唾液淀粉酶。同理,胰液中存在的能分解淀粉、脂肪和蛋白质的消化酶分别称为胰淀粉酶、胰脂肪酶和胰蛋白酶。

酶不同于一般的化学催化剂,那么,酶的催化作用具有哪些特点呢?



活动

1. 收集唾液。用清水漱口,然后用舌尖抵住上颌或下颌齿根后,微低头,将试管口紧靠下嘴唇,让唾液流入试管中,收集2毫升左右,用蒸馏水按1:1的体积比,稀释唾液。

2. 制备淀粉溶液。称取可溶性淀粉1克,放入烧杯中,加入99毫升蒸馏水,搅拌,缓慢加热,溶解,制成1%淀粉溶液。

3. 将3支试管分别编为A、B、C。在3支试管中分别加入1%淀粉溶液2毫升,然后分别滴加1滴体积分数为0.4%的碘酒溶液,观察3支试管内溶液的颜色变化为_____。

4. 向A试管内加入2毫升唾液溶液,轻轻振荡;向B试管内加入2毫升蒸馏水,轻轻振荡;向C试管内先加入1毫升5%盐酸溶液,再加入2毫升唾液,轻轻振荡。

5. 同时将3支试管放入盛有37℃水的烧杯里,进行水浴,如图4-15所示。用酒精灯加热以保持温度在37℃左右。

6. 约经5~10分钟左右,取出试管,观察溶液颜色的变化。A试管_____ ; B试管_____ ; C试管_____。

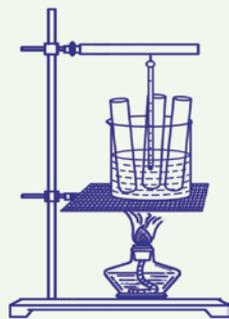


图4-15 水浴加热

人体中有很多种酶，不同的酶催化体内不同的化学反应。酶具有高效性，它可以使人体细胞内的各种反应迅速进行，保证各项生命活动的正常进行。酶又具有专一性，一种酶只能催化某一种或某一类化学反应。人体细胞中如果缺乏某种酶或酶不足时，就会发生代谢紊乱，并可能出现疾病。例如，白化病（如图 4-16）就是体内缺乏一种促使黑色素形成的酶引起的一种先天性疾病，表现为全身皮肤、眉毛、头发等都呈白色，眼睛怕光等症状。



图4-16 白化病人

酶的催化作用易受到温度、酸碱度等外界因素的影响，而且不同的酶所需的最适外界条件往往有所不同。



探究

影响酶催化作用的因素

酶是生物催化剂，能催化体内不同的化学反应。那么，酶的催化作用会受到哪些因素的影响呢？

1. 提出问题：

温度会影响酶的催化作用吗？

2. 建立假设：

每种酶的催化作用有其最适宜的温度，温度过高或过低都会影响其催化作用。

3. 设计实验方案：

本实验的原理是唾液淀粉酶能催化淀粉分解和碘液能使淀粉变蓝。为了达到实验目的，你认为实验方案中应至少设计 _____ 个组的温度变化值；各组要保证唾液淀粉酶和淀粉先达到相应的设计温度值后再进行 _____；各组的实验结果要通过观察 _____ 变化来进行。

4. 进行实验：

(1) 取 3 支洁净的试管，编为 1~3 号，分别加入 2 毫升 1% 淀粉溶液。另取 3 支洁净的试管，编为 4~6 号，分别加入 1 毫升新鲜的唾液淀粉酶溶液。

(2) 将 6 支试管的 1 号和 4 号，2 号和 5 号，3 号和 6 号编为 3 组，分别放入 10℃、37℃ 和 60℃ 左右的水中，水浴 5 分钟。

(3) 将各组试管中的唾液淀粉酶倒入同组的 1% 淀粉溶液中，充分摇匀后，再分别放回原温度的水中，水浴 5 分钟。

(4) 往 3 组试管中分别滴入 1 滴碘液，然后摇匀。

(5) 观察并记录 3 组试管中溶液颜色的变化情况。



5. 记录结果，得出结论：

观察 3 支试管的变化有什么不同？ _____

_____。

你能得出什么结论？ _____

_____。

6. 表达与交流：

(1) 针对本实验的结果，绘制一个坐标图，大致表示出酶的催化作用与温度之间的关系。

(2) 除了温度以外，你认为影响酶催化作用的因素还有什么？能否再设计一个实验方案加以研究？尝试与同学交流并完善你的设计方案。



练习

1. 人体的消化系统主要由哪两部分组成？其主要功能有哪些？请你设计一个表格，在表格中依次列出人体消化道的各个部分和各种消化腺，并写出这些结构的主要功能。
2. 为什么说小肠是人体重要的消化和吸收场所？请列举理由。
3. 当你饮食过度、肠胃消化不良时，医生为什么建议你服用多酶片？
4. 查阅资料，结合实验结果，写一篇短文，说明酶催化作用的条件。

第3节 体内物质的运输

人体消化和吸收得到的营养物质、呼吸得到的氧气及体内细胞的一些代谢产物，主要通过血液循环系统实现其在各器官组织间的运输，从而保证体内细胞的正常生命活动。

血 液

经消化系统吸收的营养物质是通过血液 (blood) 和淋巴的循环流向全身的。成年人的血液总量约为体重的 7%~8%。一个体重 50 千克的人, 他体内的血量约为 3.5~4.0 升。如果在装有新鲜血液的试管中加入抗凝剂, 并静置一段时间, 血液就会分成上下两层: 上层是透明、淡黄色的液体, 叫做血浆 (blood plasma); 下层则是呈暗红色的血细胞 (如图 4-17)。

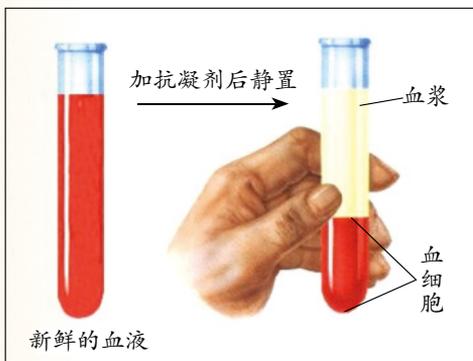


图4-17 血液的分层现象

血液就是由血浆和各种血细胞组成的。血浆是血细胞生活的液体环境, 主要具有运载血细胞、运输营养物质和代谢产物等的作用。新鲜的血液为什么是红色的呢?

活动

1. 实验室准备少量新鲜的猪血, 存放在试管或小烧杯中。
2. 用吸管吸 1 滴猪血滴在清洁的载玻片略偏右一侧。
3. 用另一块载玻片把血滴推成一层均匀的薄膜, 即制作成了一张血涂片 (如图 4-18), 将其放在显微镜下观察。
4. 你观察到了几种血细胞? 请在右边方框内画出红细胞和白细胞的结构简图。
5. 描述视野中各种血细胞数量的多少。

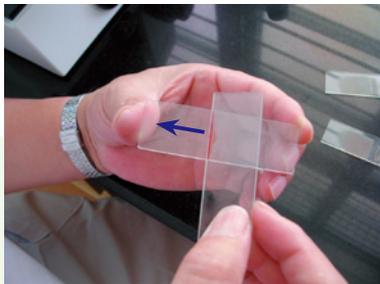


图4-18 血滴推成血薄膜

红细胞 (red cell) 是数量最多的血细胞, 呈两面凹的圆饼状, 成熟后没有细胞核, 如图 4-19 所示。红细胞里有一种红色含铁的蛋白质, 叫血红蛋白, 它使血液呈现红色。血红蛋白在氧浓度高的地方容易与氧结合, 在氧浓度低的地方又容易跟氧分离。所以, 血红蛋白能

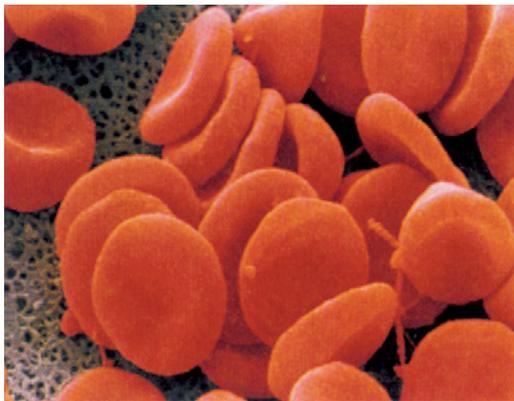


图4-19 红细胞

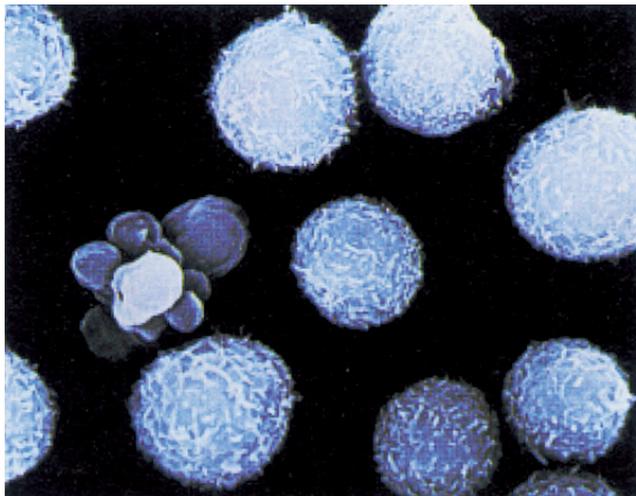


图4-20 人体血液中的白细胞

帮助红细胞运输氧，也能运输一部分二氧化碳。

白细胞 (white cell) 有细胞核，比红细胞大且数量少，如图 4-20 所示。人体内有多种白细胞，能抵抗病菌的侵入，如中性粒细胞和淋巴细胞能吞噬侵入人体内的病菌；淋巴细胞还与机体的抗传染功能有关。

假如我们的血不会凝结，那它就会从伤口处不停地流出来。

血细胞中的血小板 (platelet) 有加速血液凝固和防止伤口大量出血及阻止细菌入侵的作用，如图 4-21 所示。血小板是最小的血细胞，没有细胞核。

人体内的血细胞每时每刻都在经历着衰老、死亡和再生。如血液中的红细胞，每秒要更新 200 多万个，大约 60 天左右全身的红细胞会更换一半。人体内具有造血功能的红骨髓担负着血细胞的再生任务。

正常成年人在健康状况下，血液中的血细胞含量基本稳定。当人的年龄、生活条件等发生

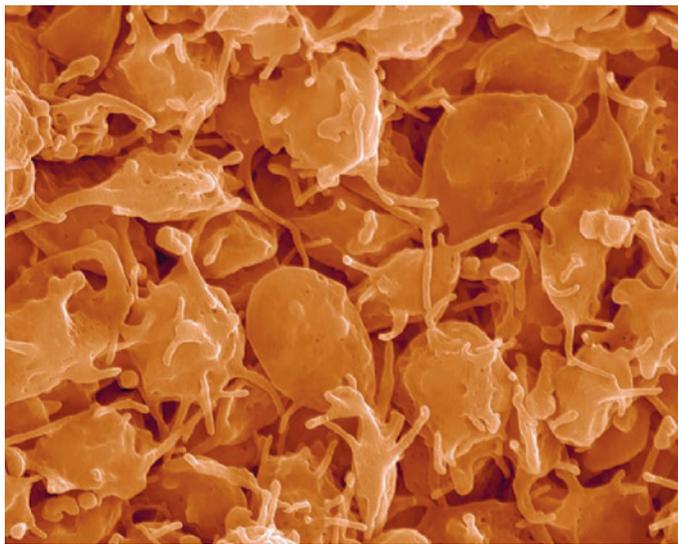


图4-21 血液凝固

改变或患病时，各种血细胞的含量会发生变化。如果病人身体某部位有炎症，那么，他的白细胞计数包括中性粒细胞计数就会超过正常值，而其他细胞的变化不大。如果病人患有贫血，那么，病人红细胞计数及血红蛋白的数值都会下降。医生常会参考病人血液常规检查情况进行诊断。



表 4-4 是某病人的一张血液常规检查的报告单。

表 4-4 血液常规检查报告单

No	项目	结果	正常范围 参考值	单位	No	项目	结果	正常范围 参考值	单位
1	白细胞 计数	11.8	3.5~10	$\times 10^9/升$	5	血小板 计数	210.0	100~300	$\times 10^9/升$
2	中性粒细 胞计数	85.0	50~70	%	6	淋巴细胞 计数	2.1	0.7~4	$\times 10^9/升$
3	红细胞 计数	3.0	3.5~5	$\times 10^{12}/升$	7	血型	AB 型		
4	血红蛋白	90	110~150	克 / 升					

阅读这张报告单，该病人的血液指标中有哪些不正常？你认为该病人可能患有哪些疾病？

血液具有输送氧气、二氧化碳、各种营养物质及代谢产物的功能，还能起到防御保护和调节体温等作用。

心脏和血管

把你的手放在自己胸部的中部偏左下方，你有什么感觉？心脏（heart）位于胸腔内，在两肺之间，外形像桃子，大小与本人的拳头相似。心脏主要由心肌构成，工作起来就像一台水泵，通过不停地搏动，推动血液在心脏和血管中沿着固定的方向不间断地流动。



- 心脏被心肌隔成左右不相通的两部分。左右两部分又被能够控制血液定向流动的、只能向一个方向开的 _____ 分别隔成上下两个腔。心房壁的厚度要比心室壁 _____。
- 整个心脏可分为四个腔，每个腔都分别与相应的血管相连。
 - 左心室与 _____（血管）相连。
 - 右心室与 _____（血管）相连。



(3) 左心房与 _____ (血管) 相连。

(4) 右心房与 _____ (血管) 相连。

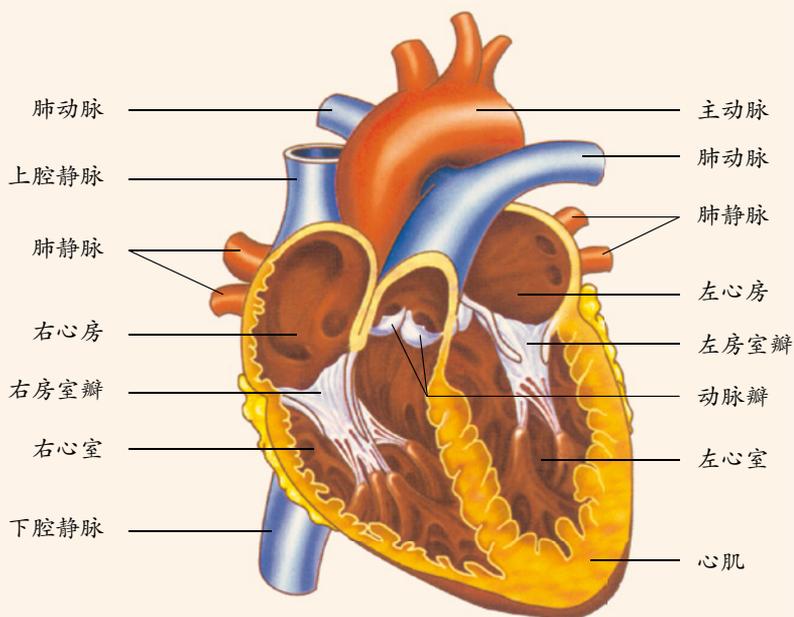


图4-22 心脏结构

当左、右心房收缩，左、右心室舒张时，会将心房的血液压入心室，而心房和心室间的瓣膜（房室瓣）会防止血液倒流回心房，如图4-23所示。当左、右心室收缩，左、右心房舒张时，左心室便会把血液压入主动脉输送到身体各部分，右心室则将血液压入肺动脉送往肺部，如图4-24所示。心室与动脉间的瓣膜（动脉瓣）会防止血液倒流回心室。

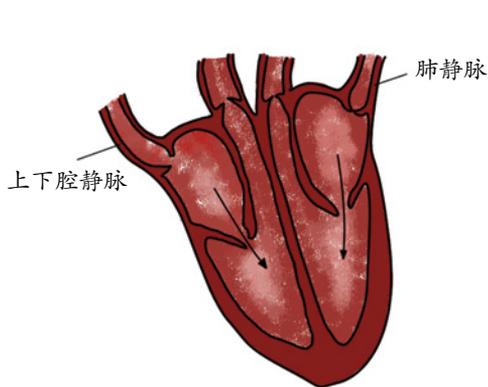


图4-23 心房收缩，血液流入左、右心室

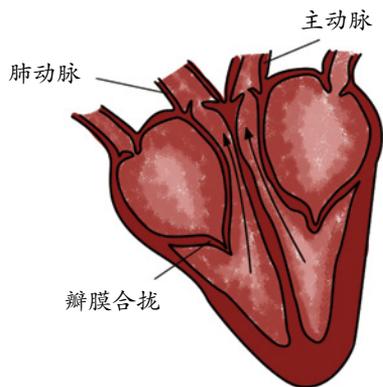


图4-24 心室收缩，血液离开心脏

心脏每收缩和舒张 1 次所需的时间是不同的。如图 4-25 所示，成年人心房收缩 1 次一般约需 0.1 秒，舒张 1 次约需 0.7 秒。在心房开始舒张的同时，心室开始收缩。心室收缩 1 次约需 0.3 秒，舒张 1 次约需 0.5 秒。心脏收缩后能得到充分时间的舒张，有利于血液流回心脏，也有利于心脏持久地工作。

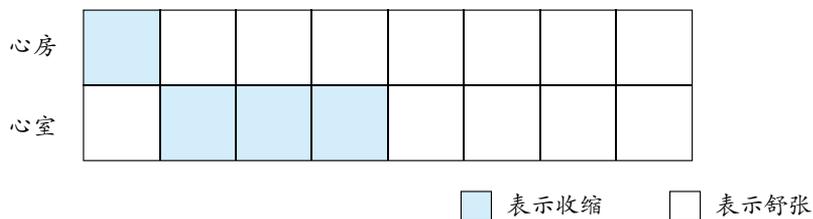


图4-25 心房、心室舒缩时间的关系（每一方格表示0.1秒）

人体的血管分为动脉、静脉和毛细血管 3 种，如图 4-26 所示。

动脉（artery）是从心脏运送血液到全身各器官的血管，它的管壁较厚，弹性大。静脉（vein）是从全身各器官运送血液回到心脏的血管，它的管壁较薄，弹性小，大静脉管腔内有静脉瓣，可防止血液倒流。毛细血管（capillary vessel）则是连接小动脉和小静脉的血管，它的管壁极薄，管径较细，一般只允许红细胞排成单行通过，如图 4-27 所示。

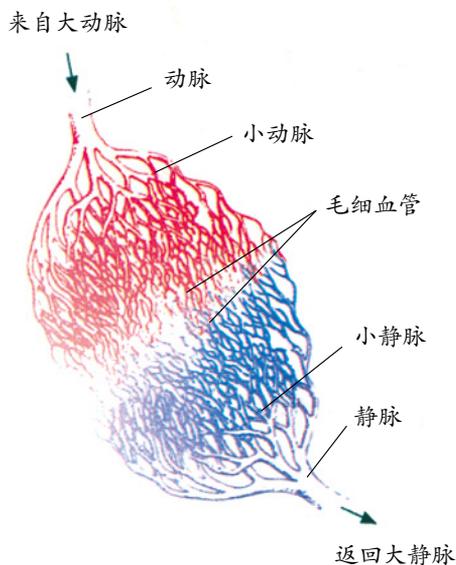


图4-26 动脉、静脉和毛细血管

当血液流经毛细血管时，便会与细胞进行物质交换。

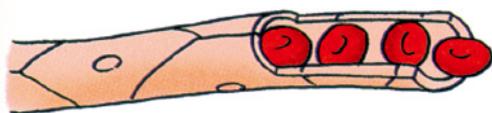


图4-27 红细胞在毛细血管内的流动

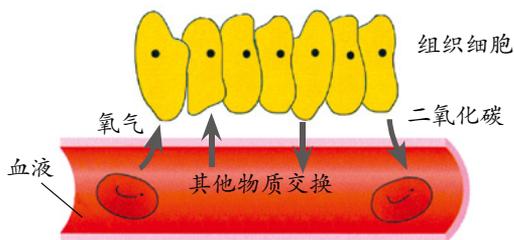


图4-28 血液与组织细胞间的物质交换



思考与讨论

针对心脏和三种血管，讨论与这些器官的功能相适应的结构特点主要有哪些，并以列表的形式加以比较。



活动

1. 观察小金鱼尾鳍内的血液流动。

(1) 用湿纱布包裹小金鱼的鱼头和鱼身，只露出鱼尾，放在培养皿上，用载玻片盖住鱼尾，如图 4-29 所示。

观察完后
迅速将小金鱼
放回水中。

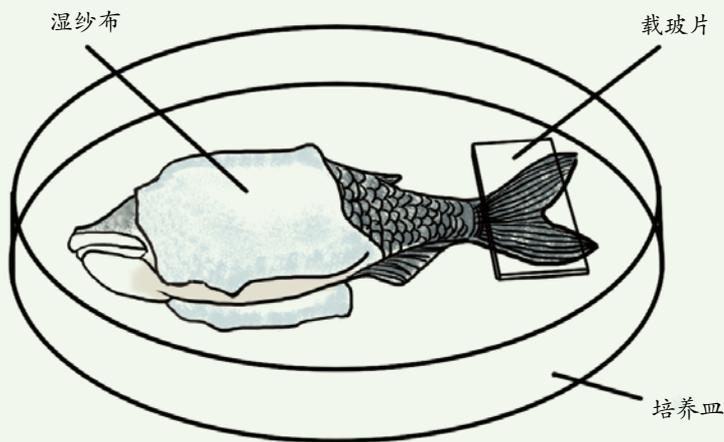


图4-29 观察小鱼尾鳍内的血液流动

(2) 用低倍显微镜观察鱼尾毛细血管内血液流动的情况。

(3) 你看到了哪些血管？你能区别动脉、静脉和毛细血管吗？

2. 感受静脉瓣的作用。

(1) 在你左手的手腕，找一条显现的静脉（我们俗称“青筋”）。

(2) 用右手中指紧压住这条静脉。

(3) 右手食指沿静脉用力向心脏方向推压一段距离，然后移开食指，中指仍紧压，别放松，观察静脉。此时的静脉状态说明了什么？你能解释这种现象吗？

(4) 移开中指，你再观察静脉，此时的静脉状态又说明了什么？



解剖牛的心脏

目标

1. 了解心脏的构造。
2. 学习用解剖的方法认识生物器官。

器材

牛的心脏(或方便得到的其他哺乳动物心脏),蜡盘,解剖刀,镊子,剪刀。

过程

1. 根据图 4-30 所示位置,辨认牛心的各个部分。
2. 比较主动脉和肺静脉,哪一条血管的管壁较厚?
3. 沿图上虚线把心脏剖开,然后用镊子将心脏内血块取出。
4. 比较左心室和右心室,哪一个心室的肌肉较厚?
5. 用剪刀把主动脉和肺动脉的管壁剪开,观察管壁内的瓣膜。请你试着将瓣膜的外形画出来。
6. 找到心房与心室之间的房室瓣,观察其瓣膜结构。

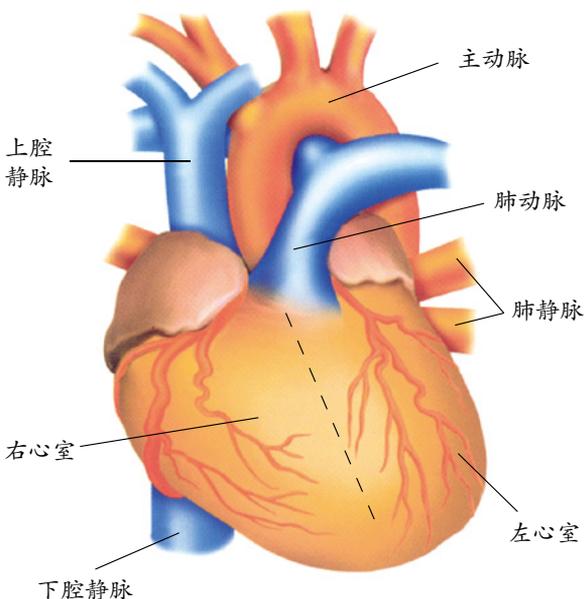


图4-30 心脏

讨论

1. 若向肺静脉里灌水,水最终会从哪里出来?如果换成肺动脉,又将如何?
2. 房室瓣和动脉瓣等瓣膜的主要作用是什么?

血液循环

血液在由心脏和全部血管组成的封闭管道中,按一定方向周而复始地流动,叫做血液循环(blood circulation)。血液在一次完整的循环过程中要流经心脏两次,可分为体循环和肺循环两部分。

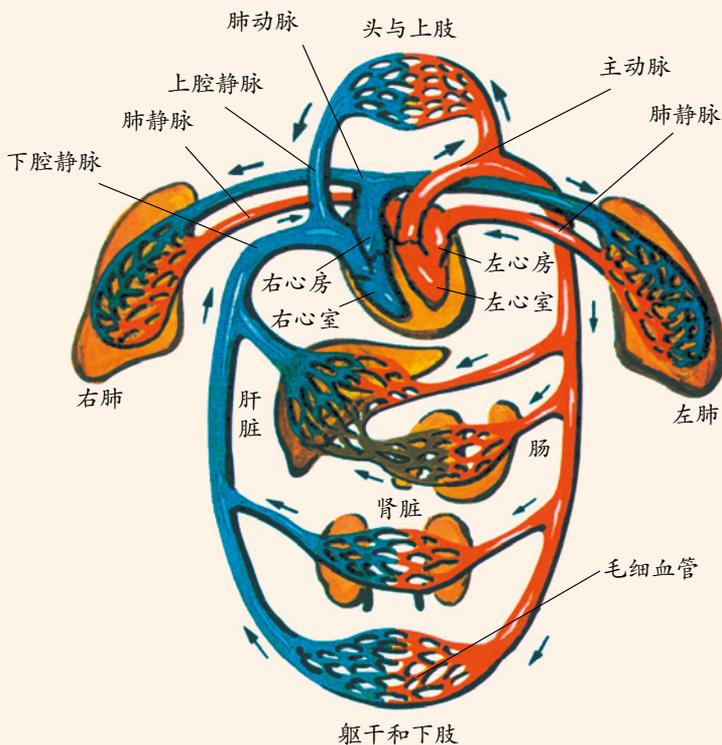


图4-31 血液循环模式图

1. 体循环的过程是：左心室→_____→右心房。
2. 肺循环的过程是：右心室→_____→左心房。

含氧量高的血呈鲜红色，称为动脉血；含氧量较低的血呈暗红色，称为静脉血。



思考与讨论

1. 流入左心室、左心房的血和流入右心室、右心房的血有什么区别？为什么会有这样的区别？
2. 假如血液离开肺后直接流向身体的其他部分，而不流回心脏，会有什么后果？

血液循环的主要功能是不断地将氧气、营养物质和激素等运送到全身各个组织器官，并将各个组织器官产生的二氧化碳和其他代谢废物运送到肾脏等排泄器官并排出体外，以保证机体各项生理活动的正常进行。



血液循环和心脏功能的发现

早在 2000 多年前，我国的医学名著《黄帝内经》中就有“诸血皆归于心”，“经脉流行不止，环周不休”等记载，说明我国古代人民对血液循环已有一定的认识。

公元 2 世纪，希腊著名医生盖仑 (Claudius Galen) 认为血液是像潮汐一样的在心脏和血管中一进一出地流动。左右两心室间的隔膜上有小孔，血液可互相流通。直到 17 世纪，英国伟大的生理学家和胚胎学家哈维 (William Harvey)，观察了约 40 种不同的动物，并做了许多离体心脏的研究后，提出血液在体内是单行线循环的；血液从心脏流入动脉，再经静脉流回心脏，这一循环活动的力量来自心脏。由于受当时科技发展水平的限制，哈维未能证明毛细血管的存在，但他预言了连通动静脉的血管的存在。1661 年，即哈维逝世后的第 4 年，意大利科学家马尔比基 (Marcello Malpighi) 在显微镜下观察到了毛细血管的存在。正是这些微小血管将动脉和静脉连接成一个“可循环的管道”，进一步证实了哈维循环理论的正确性。

心脏每分钟跳动的次数称为心率。一个健康成年人安静时的心率约为每分钟 75 次。心脏每次收缩都会产生很大的压力，这个压力会沿动脉向前推动血液，随着心脏节律性地收缩和舒张，动脉管壁出现相应的扩张和回缩，形成脉搏。同一个人的脉搏次数与其心率是相同的。中医在诊断疾病时常把手指按放在病人腕部的桡动脉处触摸脉搏，根据“脉相”来诊断疾病 (如图 4-32)。



图4-32 切脉

血液在血管内向前流动时对血管壁产生的压强叫血压 (blood pressure)，可用血压计测定。人的血压是在不断变化的，当心脏收缩时，动脉血压达到的最高值叫做收缩压。心脏舒张时，动脉血压下降到的最低值叫做舒张压。一般用分式表示人体的血压，如 $16 / 10.7$ 千帕，表示收缩压 16 千帕，舒张压 10.7 千帕。健康成年人的收缩压变动范围为 $12 \sim 18.7$ 千帕，舒张压为 $8 \sim 12$ 千帕。若一个人的收缩压经常超过 18 千帕 (140 mmHg) 或舒张压经常超过 12 千帕 (90 mmHg)，则可能是高血压。若一个人的收缩压经常低于 12 千帕，则认为是低血压。低血压和高血压对人体都是有害的。



表 4-5 7~18 岁学生的血压平均值 (千帕)

年龄	收缩压		舒张压	
	男生	女生	男生	女生
7~12	13.0~14.0	12.9~14.2	8.2~9.1	8.3~9.3
13~15	14.2~15.1	14.2~14.9	9.1~9.6	9.2~9.7
16~18	15.4~15.9	14.6~15.0	9.8~10.1	9.5~9.8



活动

1. 用一只手的食指和中指在另一只手手腕的内侧寻找你的脉搏，轻轻按住，这时中指指腹能感觉到脉搏的跳动。
2. 测量平静状态下的脉搏。让同学用手表限定 1 分钟时间，自己数一数脉搏跳动的次数，记录在表 4-6 中。
3. 一位同学计时，你在一个地方慢步走 1 分钟停下后，立即测 1 分钟的脉搏并记录。
4. 同步骤 3 操作，但改为跑 1 分钟停下后立即测量脉搏并记录。
5. 再分别在跑 1 分钟后休息 1 分钟、3 分钟后测量脉搏并记录。

表 4-6 记录表

状态	脉搏 (次 / 分钟)
平静	
走路	
跑步	
跑步后休息 1 分钟	
跑步后休息 3 分钟	

6. 将表格中的数据，转换为表示不同情况下脉搏次数的柱形图。
7. 要使获得的数据更加准确，应怎样做才能提高测量的精确度？
8. 分析所获得的数据，总结人体的运动与脉搏之间有什么关系？当运动停止后，脉搏又会发生什么变化？为什么会发生这样的变化？

血型与输血

人的血量必须保持相对稳定，才能保证机体生理活动的正常进行。当一个人大量失血时，就需要通过输血来补充血量。但输血前必须先要检查受血者和献血者的血型。如果他们血型不相符，红细胞可能会凝集在一起。因为在人的红细胞膜上存在着叫凝集原的蛋白质类物质，而血清中含有与

之相应的特异性蛋白质类物质，称为凝集素。当含有某种凝集原的红细胞和抗该凝集原的凝集素相遇，就会发生凝集反应，从而引起红细胞大量凝集，如 A 凝集原与抗 A 凝集素、B 凝集原与抗 B 凝集素。血型是由凝集原的种类决定的，常见的有 ABO 血型系统。

血清是指血液凝固后，在血浆中除去纤维蛋白原后分离出的淡黄色透明液体。

表 4-7 ABO 血型系统中的凝集原和凝集素

血型	红细胞上的凝集原	血清中的凝集素
A 型	A	抗 B
B 型	B	抗 A
AB 型	A 和 B	无
O 型	无	抗 A 和抗 B

当含有 A 凝集原的红细胞与含抗 A 凝集素的血清相遇时，就会发生凝集反应。这些红细胞凝集成团，导致血管堵塞。

输血时，原则上应输同型血。若无同型血，不得已要进行异型血输血时，必须先进行交叉配血试验。交叉配血试验主要考虑供血者的红细胞上凝集原是否会和受血者血清中的凝集素发生凝集作用。根据上述原则，O 型血可输给 A 型、B 型和 AB 型等不同血型的人。输血时还应做到少而慢。

我国实行无偿献血制度，提倡 18~55 周岁的健康公民自愿献血。健康成年人每次献血 200~400 毫升是不会影响健康的。作为一个健康公民，应当积极参加无偿献血，为挽救他人的生命奉献爱心。



思考与讨论

1. 你认为献血会影响健康吗？当你成年后，你愿不愿意参与无偿献血呢？
2. 通过走访当地血站或查阅资料，调查一下当地义务献血的情况，形成一个调查报告进行班内交流。



练习

1. 血液循环系统是由哪些器官组成的？其主要功能是什么？
2. 观察血涂片时，在显微镜视野中最容易看到的血细胞是 _____；比较难找到的血细胞是 _____；最小的血细胞是 _____。
3. 人只要活着，心脏就不断地跳动。因此有人说：在人的一生中，心脏是从不休息的。你认为这个说法对吗？为什么？



4. 在血液循环中，静脉血经过什么途径，以什么方式变成动脉血？动脉血又是怎样变成静脉血的？
5. “动脉血管里流的是动脉血，静脉血管里流的是静脉血”这句话对吗？
6. 小王的血型是 B 型。如果只考虑 ABO 血型系统，当他需要大量输血时，应给他输入的血型为（ ）。
A. A 型 B. B 型 C. O 型 D. AB 型

第4节 能量的获得

食物中的营养物质经消化吸收、空气中的氧气经呼吸，通过循环系统到达体细胞。这些物质最终要在体细胞内经历复杂的呼吸作用，才能实现为人体各项生命活动提供能量。

有氧呼吸

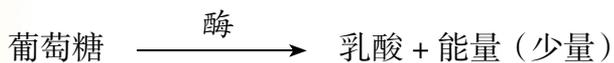
糖类、脂肪等物质在人体细胞内彻底氧化分解所释放出的能量，与在体外燃烧所释放的能量是大致相同的，只是体内细胞内的氧化过程进行得更缓慢。呼吸作用是指在细胞内氧化分解糖类、蛋白质和脂肪等有机物，并释放出能量的过程。在氧气的参与下，有机物的分解较为彻底，并释放出较多的能量，这种呼吸作用方式叫做有氧呼吸（aerobic respiration）。

在一般情况下，人体每天进行各种生理活动所需的能量大多来源于糖类，也有一部分来源于脂肪，极少数来源于蛋白质。这些有机物的氧化分解是主要通过细胞的有氧呼吸进行的，同时产生二氧化碳、水等产物。大多数生物均以有氧呼吸作为呼吸作用的主要方式。

无氧呼吸

当你全速奔跑几百米后，你的两条腿会有什么感觉？为什么会有这样的感觉？

人体在剧烈运动时，肌肉细胞急需大量能量的供应，这时，虽然呼吸运动和血液循环都大大增加了，但仍不能满足肌肉组织对氧的需求，以致肌肉处于暂时相对缺氧的状态，于是细胞就会进行无氧呼吸（anaerobic respiration）产生乳酸，并产生少量的能量。



无氧呼吸是机体对能量需求的一种暂时补充。不仅人的肌肉在暂时缺氧的情况下会进行无氧呼吸，释放出一些能量，其他生物也能进行无氧呼吸。如高等植物在被水淹的情况下，也可进行短时间的无氧呼吸，产生酒精和二氧化碳，并产生少量的能量。但酒精在植物细胞内的过多积累会对细胞产生毒害作用。



图4-33 运动后肌肉为什么会酸？



思考与讨论

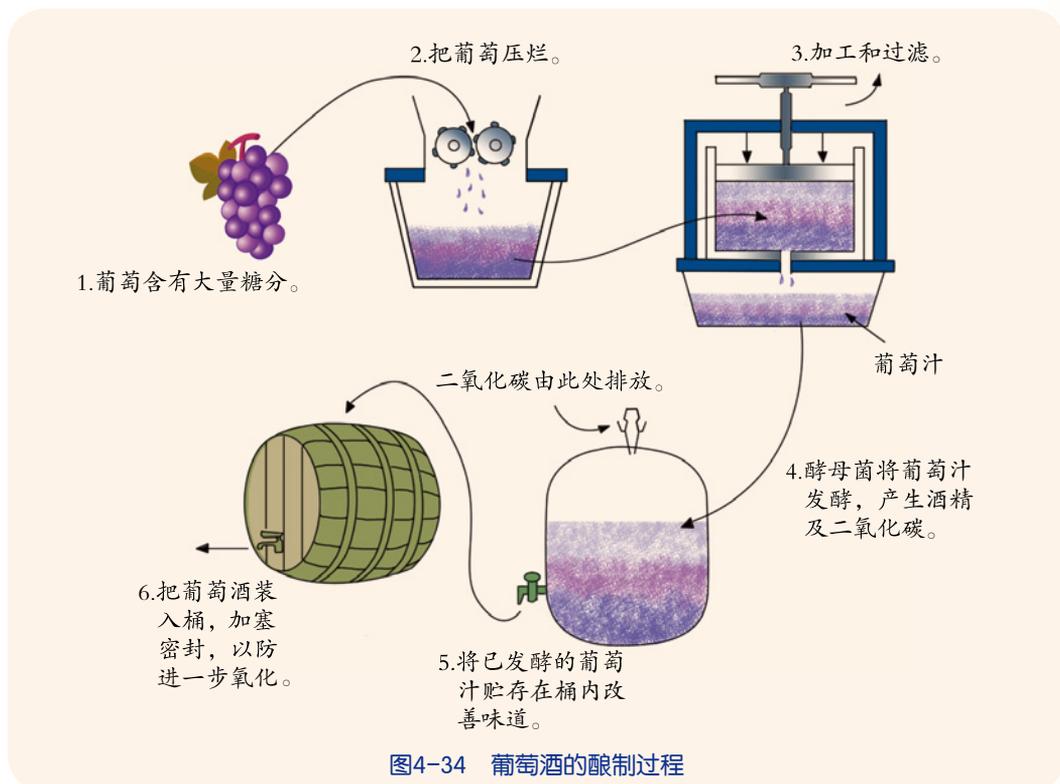
1. 水稻等植物长期淹水后，容易出现“烂根”现象，你能解释这一现象吗？
2. 大多数动、植物都将有氧呼吸作为呼吸作用的主要方式，为什么？

微生物也是通过呼吸作用来获取能量的。有些微生物能长期进行无氧呼吸，微生物的无氧呼吸被称为发酵，如人们可利用乳酸菌的发酵作用生产泡菜、酸奶等食品。有些微生物在有氧情况下进行有氧呼吸，在无氧情况下则能进行无氧呼吸，如酵母菌。人们利用酵母菌的这一特点，分别用于制作面包和酿酒等。



读图

1. 葡萄为什么会变成酒？酒桶为什么要密封？酿酒过程发生的主要变化是什么？
2. 你还知道哪些人类利用微生物发酵进行生产的例子？



多样的呼吸器官

动物要依靠食物和氧气维持生命。在不同环境中生活的动物，获取氧气的方式也不同。

低等无脊椎动物，如草履虫、变形虫等，大多数都没有专门的呼吸器官，它们只靠体表与外界环境进行气体交换。从较高等的无脊椎动物开始，已经出现了专门具有呼吸功能的器官，如对虾用鳃呼吸、蝗虫用气管呼吸等。

鱼类在水中是用鳃 (gill) 进行呼吸的。鱼的鳃位于咽的两侧，鳃盖关闭时，水从张开的口流入咽，接着口关闭，口腔收缩，压迫水流通过鳃并从立即张开的鳃盖后缘流出。虽

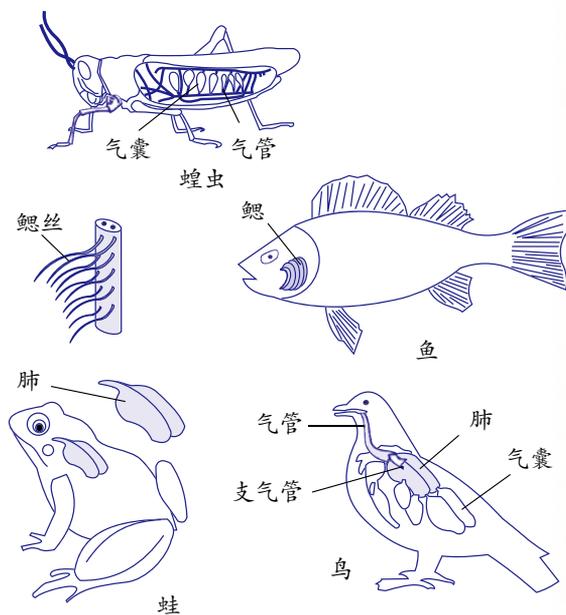


图4-35 各类动物的呼吸系统

然水中的氧气含量很低，但由于水流不断通过布满血管的鳃，鱼类还是能获得足够的氧气的。

陆生脊椎动物的体内已经有专门的呼吸器官——肺。两栖动物的肺较简单，如青蛙的肺仅是一层薄壁的囊，呼吸功能较差，还需要通过皮肤的辅助才能获得足够的氧气。爬行类、鸟类和哺乳类动物在适应陆地生活的同时，肺的结构里出现了肺泡，这在很大程度上增加了气体交换的面积。由于鸟的肺结构十分致密并与特殊的气囊相通，使得它可以为鸟类的飞行提供充足的氧气。



1. 有氧呼吸与无氧呼吸有哪些相同点和不同点？
2. 从事重体力劳动的人为什么食量要大一些？
3. 动物在长期的进化过程中形成了多种不同的呼吸方式和呼吸器官，如蝗虫的呼吸器官是 _____，鱼的呼吸器官是 _____，青蛙的呼吸器官是 _____，鸟类的肺与特殊的 _____ 相通。
4. 为什么蒸熟的馒头、烤制的面包里面有很多小孔？

第5节 体内物质的动态平衡

营养物质和氧气不断地通过循环系统运输到体细胞，而体细胞通过呼吸作用等不断地产生的二氧化碳和尿素等代谢废物，需要排出体外。人体是怎样通过相应调节来实现体内各种物质的动态平衡，从而为体细胞的正常生理活动提供保障的呢？

营养物质的利用

各种营养物质进入体内后，会通过各种途径而被利用。从食物中获得的营养物质除用来氧化供能外，还用来构成我们的身体。



吸收到体内的葡萄糖，一部分直接被组织细胞用以氧化供能，多余的部分会在肝脏或肌肉等组织细胞中合成糖元或在体内转变为脂肪，作为能源物质储备着。

糖元是由多个葡萄糖分子结合在一起形成的多糖化合物。



思考与讨论

葡萄糖作为人体细胞的重要能源物质，除来自食物的消化、吸收外，还可以来自哪里？

脂肪消化吸收后可被组织细胞利用，也可由血液运输到脂肪组织贮存起来。当需要时，贮存的脂肪也可进行分解，释放出能量供细胞利用。

蛋白质被消化吸收后，在各种组织细胞中又会重新合成人体所特有的蛋白质，或氧化分解供能，也可以合成糖类和脂肪。蛋白质分解后，会产生二氧化碳、水和含氮废物，如尿素等。

糖类、脂肪和蛋白质在人体组织细胞中不断地进行着合成与分解，新旧物质不断更替。与此同时，人体每天都需要大量的氧气来氧化分解各种营养物质，以产生足够的能量，维持生命活动。

获得的能量 = 消耗的能量 + 贮存的能量

当一个人的能量获得大于消耗时，能量就会被贮存起来，使体内有机物积累增加；反之，当能量获得小于消耗时，则会分解体内原有的有机物，使体内有机物贮存减少。



思考与讨论

如果一个人过度节食，会带来什么后果？

泌尿系统

在我们利用营养物质的氧化分解获得能量、合成身体新的组成物质的同时，会产生一些废物，这些废物通过一定途径排出体外的过程，称为排泄（excretion）。大部分废物是通过泌尿系统以尿的形式排出的，其他废物可通过皮肤、呼吸系统等排出体外。



泌尿系统（如图 4-36）由哪些器官组成？它们各有什么功能？

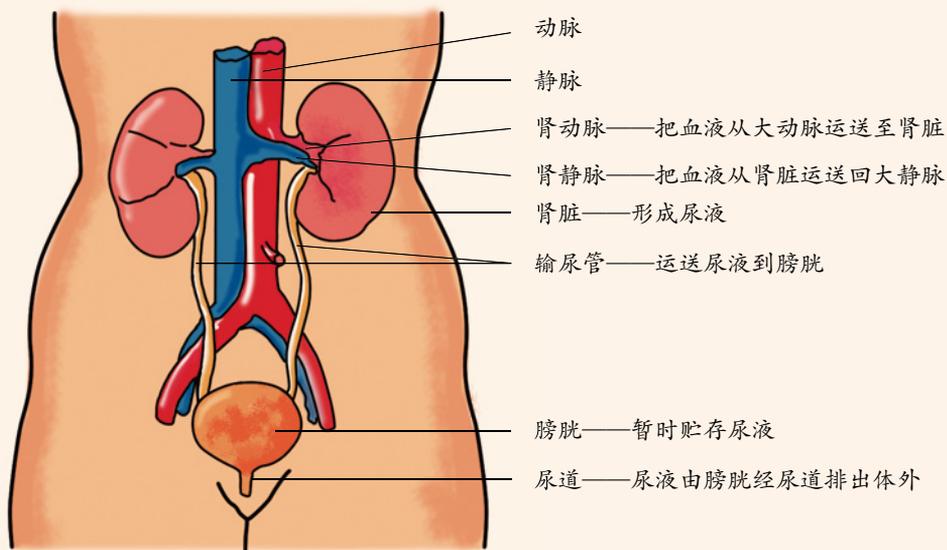


图4-36 泌尿系统

肾脏（kidney）是人体最主要的排泄器官，位于人腰后部脊柱两侧，左右各一个。每个肾脏由肾实质和肾盂组成，从纵切面可看出，肾实质由外到内分为皮质和髓质（如图 4-37）。肾脏的基本结构和功能单位是肾单位（如图 4-38），每个肾脏含有 100 多万个肾单位。

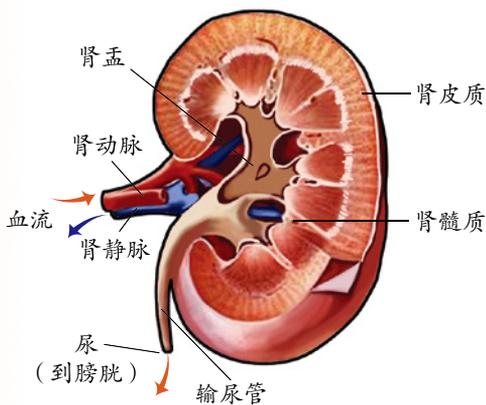


图4-37 肾的切面图

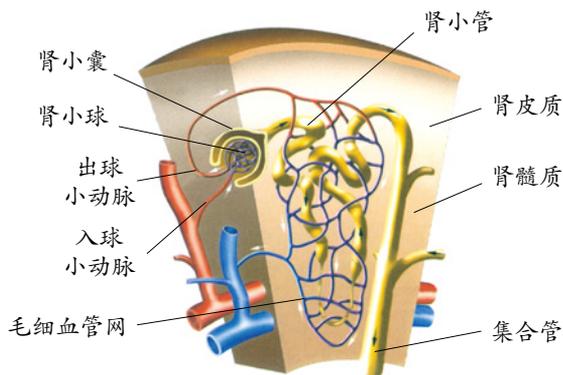


图4-38 肾单位



肾脏就像一部过滤机，当血液流经肾脏时，通过一个个微小的“过滤器”——肾单位进行工作。肾单位主要由肾小体和肾小管组成，其中肾小体是由肾小球和肾小囊组成，肾小球是由入球小动脉分支形成的毛细血管网组成的。血液流经肾小球时，除血细胞和大分子蛋白质外的其他物质均可通过滤过作用进入肾小囊形成原尿。原尿经过肾小管时，其中对人体有用的物质，如大部分水、部分无机盐、全部葡萄糖和氨基酸等，经肾小管的重吸收作用进入肾小管外的毛细血管重新回到血液中，而原尿中的其余成分如水、无机盐、尿素和尿酸等最终形成尿液。尿液先进入肾盂汇集，再经输尿管、膀胱和尿道排出体外，如图4-39所示。

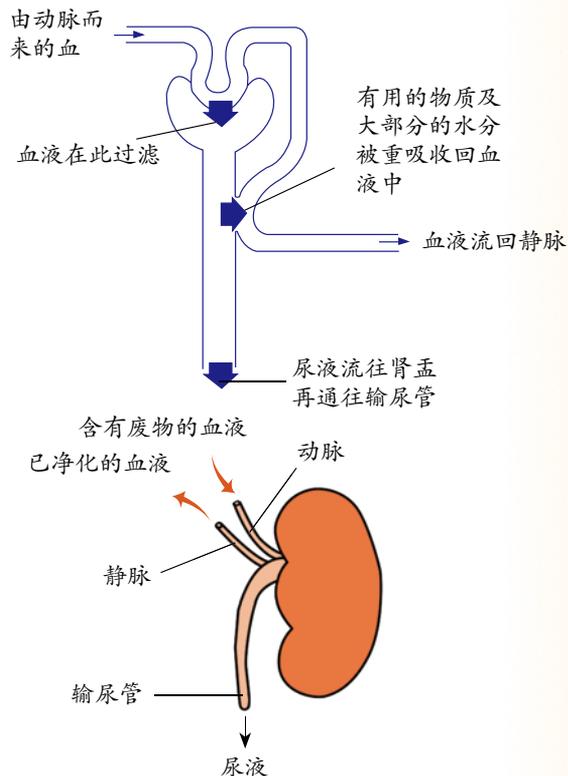


图4-39 肾的过滤过程

当人的肾功能发生某些障碍，不能及时将溶于水中的尿素等代谢废物排出时，人体就会中毒，甚至死亡。对于严重肾功能障碍者，现代医学大多采用人工肾和肾移植手段来维持生命。



科学·技术·
社会·环境

人工肾

当肾功能衰竭时，体内的代谢废物不能及时排出，人就会因中毒而死亡。人工肾是一种替代肾脏功能的机器，其主体结构是一个透析器。血液透析时，用插管将病人的血液引入透析器，经透析后，再将净化的血液送回病人的静脉中，达到帮助人体排出尿素等废物的目的，如图4-40所示。

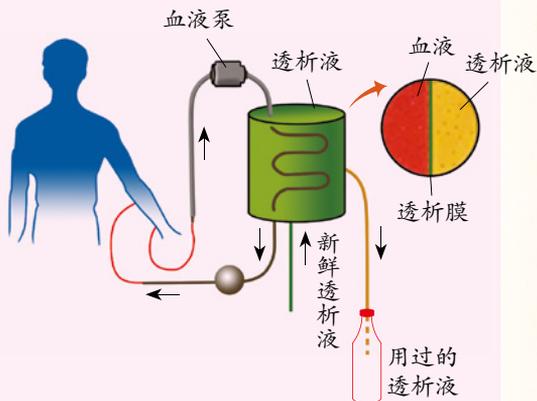


图4-40 人工肾透析过程

透析器的关键技术是透析膜。早在19世纪中叶,就有人设法用透析法除去血液中的尿素,因未找到合适的透析膜未获成功。1943年,库尔夫(Kolf)等人首次将转鼓型人工肾应用于临床并获得成功,开创了用人工肾治疗肾衰竭患者的历史。1966年,斯图尔德(Steward)成功研制出空心纤维人工肾,并获得临床应用成功。空心纤维型透析器是目前临床使用最多、效果最好的一类透析器。它具有高通量、高效、生物相容性好等优点,将是今后透析膜研究的主要方向。

人工肾是目前临床上应用广泛、疗效较显著的一种人工器官,就慢性肾炎和晚期尿毒症的治疗效果而言,其五年生存率已达70%~80%。未来的人工肾将逐渐走向微型化和便携化,其治疗范围将从医院逐步走进患者家庭。

水盐平衡

人体通过自身调节来实现生命活动的正常进行,其中水盐平衡是人体生命活动调节的重要方面,对于维持人体的健康有着重要的意义。

当体内水分过剩时,肾脏会产生很多的尿,将多余水分排出;相反,如果体内水分不足,肾脏就只产生少量的尿。肾就是这样来平衡体内的水分的。

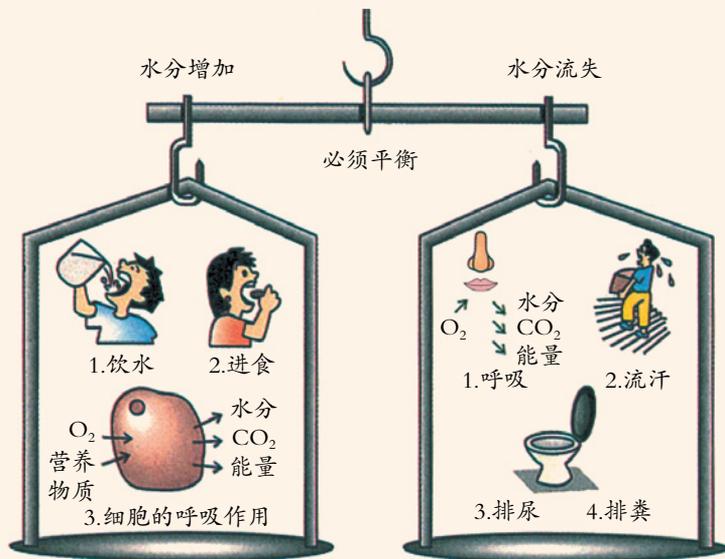


图4-41 体内水分平衡

1. 人体通过哪些途径获得水分? 食物中的水分到达体内细胞一般要经历哪些途径?

2. 人体内的水分可以通过哪些途径排出体外?



人体细胞周围的液体——细胞外液，含有一定量的无机盐，而且它们的含量必须保持相对稳定，细胞才能正常生活。如果我们喝很多水，又不增加盐分，肾脏会产生盐含量较低的尿。如果我们摄入的盐较多，又不多喝水，肾脏会产生盐含量较高的尿液，把多余的盐分排出。除了肾脏对水盐平衡起到的重要作用外，皮肤、呼吸系统也承担了部分功能。

肾脏虽然对体内的水和盐的浓度具有一定的调节能力，但这种调节能力是有一定限度的。人不能饮用海水，就是因为海水中含有较多的盐分，超出了肾脏的调节能力，结果人体会因为积累过多的盐而死亡。



思考与讨论

当人严重腹泻、剧烈呕吐时，常要通过输液治疗的主要原因是什么？

代谢的多样性

生物体内时时刻刻都在进行着物质和能量的转换，即进行着代谢。代谢是生物的主要特征之一。一旦代谢停止，生命也就结束了。代谢是生物生存的基本条件，是生命的基本特征。

生物的代谢活动包括同化作用和异化作用两个方面。同化作用是指生物体会不断地从外界吸收营养物质，合成新的自身组成物质，并贮存能量的过程。如绿色植物的光合作用、人体对食物的消化和吸收过程等都是同化作用。异化作用是指生物体不断地氧化分解自身组成物质，释放能量，并不断排出代谢废物的过程。如呼吸作用是生物异化作用的主要过程。



思考与讨论

1. 从体内自身组成物质的角度看，昨天的你和今天的你一样吗？
2. 在人的不同生长发育时期（幼年、成年和老年），同化作用和异化作用之间的相对强度变化有什么特点？

按同化作用的方式不同，可将生物的营养方式分为自养和异养。各种植物能通过光合作用，将无机物直接制造成有机物并贮存能量，这种营养方式叫自养。人和动物等需通过摄取现成的有机物来获得营养，不能直接把无机物合成有机物，这种营养方式叫异养。

进行自养生活的生物有植物和光合细菌等。进行异养生活的生物中，



1. 食物中主要有水、无机盐、糖类、蛋白质、脂肪、维生素和膳食纤维等七种营养素，它们对人体各有不同的作用。在日常饮食中，要注意平衡膳食。三大供能物质在体内氧化分解释放的能量各不相同。

2. 消化系统由消化道和消化腺组成。食物中的水、无机盐和维生素可以被人体直接吸收，蛋白质、脂肪和糖类必须经消化后才能被吸收。食物是在消化道中，在多种消化腺分泌的消化酶的作用下被消化的。酶是生物催化剂，在适宜的条件下，表现出高效性和专一性。小肠是食物消化和营养物质吸收的主要场所。牙是重要的消化器官，要注意保护好牙。

3. 人体内的营养物质运输主要是由血液循环系统完成的。血液、血管和心脏组成血液循环系统。血液循环有两条途径，即肺循环和体循环。正常情况下脉搏的次数与心跳的次数一致。心脏的跳动使血液对血管壁形成压强，称血压，可用血压计测定。人体血型（ABO血型）有4种，即A型、B型、AB型和O型。输血最好输同型血，异型输血一定要考虑双方的血型是否相配。

4. 人体将从外界摄取的营养物质供给体细胞，通过呼吸作用分解物质和释放能量，供生命活动的需要。呼吸作用可分有氧呼吸和无氧呼吸两种，一般以有氧呼吸为主。微生物的无氧呼吸称为发酵。

5. 代谢最终产物的排泄途径主要有呼吸系统、泌尿系统和皮肤等。肾脏、输尿管、膀胱和尿道组成的泌尿系统是最主要的排泄途径。肾脏是形成尿液的器官。

6. 代谢是生物的基本特征，包括生物体内各种物质和能量的转换过程，可分为同化作用和异化作用两大基本过程。不同生物按同化作用的方式，可分为自养和异养两种营养方式。

7. 本章知识结构图：

