



义务教育教科书

生物学

七年级
下册



人民教育出版社

义 务 教 育 教 科 书

生物学

七年级

下册

人民教育出版社 课程教材研究所 编著

人民教育出版社

· 北 京 ·

顾 问：朱作言
主 编：赵占良
副 主 编：曹保义
分册主编：王 颖

编写人员：（以姓氏笔画为序）

王重力 吴成军 张 怡
林祖荣 钟能政 徐国恒

责任编辑：王天祥
责任设计：史 越
责任校对：陈 喆
责任印制：

义务教育教科书 生物学 七年级 下册
人民教育出版社 课程教材研究所 编著

出 版 人民教育出版社
（北京市海淀区中关村南大街 17 号院 1 号楼 邮编：100081）
网 址 <http://www.pep.com.cn>

版权所有·未经许可请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究

目 录



第三单元 植物的生活	1
第一章 被子植物的一生	2
第一节 种子的萌发	2
第二节 植株的生长	8
第三节 开花和结果	16
第二章 植物体内的物质与能量变化	22
第一节 水的利用与散失	22
第二节 光合作用	29
第三节 呼吸作用	38
第四节 植物在自然界中的作用	44
综合实践项目 栽培一种植物, 探究所需的环境条件	51



第四单元 人体生理与健康 (一)	56
第一章 人的生殖和发育	58
第一节 人的生殖	58
第二节 青春期	64
第二章 人体的营养	70
第一节 食物中的营养物质	70
第二节 消化和吸收	78
第三节 合理营养与食品安全	85
第三章 人体的呼吸	92
第一节 呼吸道对空气的处理	92
第二节 发生在肺内的气体交换	98
第四章 人体内物质的运输	103
第一节 流动的组织——血液	103
第二节 血流的管道——血管	111
第三节 输送血液的泵——心脏	116
第五章 人体内废物的排出	124
综合实践项目 设计并制作人体结构模型	130
附录 常见食物成分表	135



一起去揭秘

- 种子是怎样萌发并长成幼苗的？
- 幼苗是如何长大的？
- 艳丽芬芳的花朵对植物自身有什么意义？
- 花是怎样变成果实的？
- 植物是怎样“养活”自己的？
- 植物在自然界中有什么作用？

第三单元

植物的生活

“离离原上草，一岁一枯荣。野火烧不尽，春风吹又生。”我国唐代诗人白居易这脍炙人口的诗句，对你理解植物的生命周期有什么启示？

俄国植物生理学家季米里亚泽夫（K. Timiryazev）曾这样形容植物的作用：“它是窃取天火的普罗米修斯，它所获取的光和热，不仅养育了地球上的其他生物，而且使巨大的涡轮机旋转，使诗人的笔挥舞。”你能理解这段话的意思吗？



一起去探究

- 探究种子萌发的环境条件。
- 探究根、茎、叶的结构及其功能。
- 探究种子和果实是如何形成的。
- 探究光合作用的场所、原料、产物和条件。



一起做项目

- 栽培一种植物，探究栽培植物所需的环境条件。在栽培过程中，要悉心照料它们，并做好观察和记录，看看它们在生长过程中会经历哪些变化。

第一章

被子植物的一生



国家作物种质库

被子植物的一生，要经历种子的萌发，植株的生长、繁殖、衰老和死亡的过程。

被子植物中有许多种类是作物，作物大多是通过种子繁殖的。在国家作物种质库里，储存着来自全国各地的作物种子。种子入库前，科学家会通过实验检测种子活力：随机取一部分种子，放在温度可控的培养设备中，提供种子萌发所需的适宜条件，观察种子的萌发情况。检测合格的种子才能入库保存。

第一节 种子的萌发

想一想

议一议

根据上述资料，结合右图思考以下问题。种质库中保存种子的环境条件是什么？在通过观察种子萌发情况来检测种子活力的实验中，需要给种子提供怎样的环境条件？

低温库实时温度、湿度数据

库区（温度、湿度设定值）	温度/℃	湿度/%
低温库A库（ $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $\leq 45\%$ ）	-17.8	32
低温库B库（ $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $\leq 45\%$ ）	-18.2	33
低温库C库（ $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $\leq 45\%$ ）	-18.0	33

通过本节学习，你将知道：

- 种子萌发的环境条件有哪些？
- 种子萌发的自身条件是什么？
- 种子是怎样萌发的？

种子萌发的环境条件

“一年之计在于春”，春天是很多作物的播种季节。为什么种子在春天播下去容易长出幼苗？请问长辈，当地一般播种哪些作物种子，播种前后都需要做哪些工作。

提出问题

种子在什么样的环境条件下才能萌发？

作出假设

结合下面的资料，作出假设。

天寒地冻不适于播种。在播种前往往要在地里浇一些水，使土壤潮湿。如果刚下过一场小雨，不用浇水就可以播种了。但是，土壤过于潮湿又容易使种子霉烂。播种前往往要松土，使土壤中有充足的空气。

假设：种子的萌发需要_____

制订计划

怎样通过实验检验你的假设呢？你可以参考下面这个探究方案制订自己的探究计划。

- ① 准备某种植物（如绿豆、大豆、番茄等）的种子40粒，4个培养皿（或其他适当的器皿），滤纸或餐巾纸，记号笔等。
- ② 给4个培养皿编号。在培养皿中放入几张裁剪合适的滤纸或餐巾纸。
- ③ 分别向4个培养皿中均匀地撒入10粒种子。
- ④ 1号皿不加水；缓慢地向2号皿和3号皿中倒入同样多的水，使每粒种子部分浸泡在水中；向4号皿中倒入较多的水，使每粒种子完全浸泡于水中。盖上4个培养皿的皿盖（下图）。



探究种子萌发的环境条件实验示意图

- ⑤ 将1、2、4号皿放在橱柜中，将3号皿放在冰箱冷藏室里。每天定时打开培养皿一次，并保持2、3、4号皿中的水量与实验开始时相同，观察并记录每个培养皿中种子的萌发情况。

温度过低不利于种子萌发。果真如此吗？为了检验这一假设，需要将种子置于低温条件下（如冰箱冷藏室中），看它们是不是真的不能萌发。这些种子所在的组称为实验组。如果这组种子没有萌发，是不是就一定说明上述假设成立呢？如果这组种子自身就不能萌发呢？如果是水的多少不合适呢？为了排除这些可能性，保证实验结果只是由温度这一个变量引起的，还需要将同样的种子再分出一组，放在适宜温度条件下（其他条件与实验组相同）作为对照来观察。如果这组种子能够正常萌发，说明种子自身和其他条件没有问题。这些作为对照的种子所在的组称为对照组。

完善计划

讨论以下问题，对计划中考虑不周之处进行修改。

- ① 应当选择什么样的种子进行实验？
- ② 你所在的小组想探究哪种环境条件对种子萌发的影响？如何控制这种环境条件？
- ③ 应该将种子分成几组？每组应当有多少粒种子？
- ④ 应当为对照组提供怎样的温度、水、空气等条件？
- ⑤ 对每个实验组的处理，除了所要研究的条件，其他环境条件是否应当与对照组相同？
- ⑥ 每隔多长时间观察一次？是否应当同时观察各组？

实施计划

按确定的探究计划进行实验，定期观察，认真记录种子的萌发情况。

分析结果，得出结论

几号皿中的种子萌发了？几号皿中的种子没有萌发？实验结果是否支持你作出的假设？你得出的结论是什么？

讨论

- ① 如果事先已经知道2号皿中的条件是最适合种子萌发的，本实验设置2号皿是否还有必要？为什么？

② 1号皿和3号皿各检验了一种条件对种子萌发的影响，这是一组对照实验吗？

③ 与同学交流这个探究实验的过程、结果和结论。你的结论和其他同学的一样吗？如果不一样，和同学一起分析原因。

④ 总结种子萌发的环境条件。在实施本单元的综合实践项目时，你将为种子萌发提供哪些适宜的条件呢？

适宜的温度、适量的水和充足的空气都是种子萌发所需要的环境条件。种子萌发是否需要光照呢？你还可以就这个问题设计实验进行探究。

种子萌发的自身条件

即使在条件适宜的环境中，种子也不一定都能萌发。一般情况下，干瘪的种子或被动物咬坏胚的种子都不能萌发。储存时间过长的种子，如果胚已死亡，也不能萌发。此外，一些种子成熟以后会有一段休眠期，有的短到几周，有的长至两三年，甚至更长。处于休眠期的种子（如刚收获的人参种子）是不能萌发的。

种子萌发的过程

种子萌发时，会吸水膨胀，种皮变软；子叶或胚乳中的营养物质逐渐转化并输送给胚根、胚芽、胚轴；胚根发育，突破种皮，形成根；胚轴伸长；胚芽发育成芽，芽进一步发育成茎和叶（图3-1、图3-2）。

图3-1 菜豆种子的萌发过程



图3-2 玉米种子（实为果实，农业上称种子）的萌发过程



试一试

根据实验结论，尝试在家中用绿豆或大豆发豆芽，然后用这些豆芽做一盘美味菜肴。



为什么有些种子会有休眠期？



项目链接

在实施综合实践项目时，可采用哪些形式记录种子萌发的过程？

练习与应用

一、概念检测

1. 豆芽是我国的传统食物，已有两千多年历史。《易牙遗意》记载：“将绿豆冷水浸两宿……预扫地洁净，以水洒湿，铺纸一层，置豆于纸上，以盆盖之。一日两次洒水，候芽长。”依据种子萌发有关原理，分析下列叙述是否正确。

(1) 用温水代替冷水，可以促进绿豆种子萌发。 ()

(2) 水洒地面后铺纸一层，可以为绿豆种子萌发提供适量的水。 ()

(3) “以盆盖之”提示我们绿豆种子的萌发是不需要光照的。 ()

(4) 将绿豆一直浸泡在水中，可以代替“一日两次洒水”。 ()

2. 种质库中适于保存大豆等作物种子的条件是 ()

①高温 ②低温 ③干燥 ④潮湿 ⑤空气流通 ⑥密封

A. ①④⑤ B. ①③⑥ C. ②③⑥ D. ②④⑤

二、拓展应用

1. 春播有许多注意事项。例如，在东北地区，玉米的播种时间比大豆的早；土壤需要通过耕和耙而变得松软。请你说说其中的科学道理。

2. 在随嫦娥四号着陆器登陆月球的生物科普试验载荷中，放有棉花、油菜、马铃薯、拟南芥4种植物的种子，以及种子萌发所需的物质，其中棉花种子实现了萌发。请你推测试验载荷中种子萌发所需的物质有哪些。如果将这些植物种子直接暴露于月球表面，它们还能萌发吗？为什么？

3. 有些种子的萌发除了需要适宜的温度、适量的水和充足的空气，还需要其他条件。下表是蚕豆、烟草和苋菜的种子在有光和无光条件下的发芽率。由结果可知，这三种种子的萌发与光照有怎样的关系？播种这些种子时，覆土的厚度可能有什么不同？

条件	蚕豆种子发芽率/%	烟草种子发芽率/%	苋菜种子发芽率/%
有光	97.1	98.5	1.8
无光	96.8	2.4	96.6

在农业生产中，播种前应当测定种子的发芽率。假如你从种子站买了一袋种子，应当怎样测定它们的发芽率呢？需要测定整袋种子吗？测定时，应当挑选那些饱满、个儿大的种子吗？应当给种子提供怎样的环境条件？怎样计算发芽率呢？

思考以上问题，和同学们讨论并确定实验方案。实际操作一下，仔细观察和记录，你会对“种子的萌发”有更深入的认识和理解。

“锄禾日当午，汗滴禾下土。谁知盘中餐，粒粒皆辛苦。”农业生产既需要辛劳的付出，也需要科学和技术。

在广阔的田野上，在种子站和植保站，在试验田和实验室，活跃着大批的农业技术员，他们从事着农、林、牧、渔业生产技术的推广和服务工作。“共和国勋章”和首届“国家最高科学技术奖”获得者、“杂交水稻之父”、中国工程院院士袁隆平，原本也是一位农业技术人员，他为我国培育了优良的杂交水稻品种。

农业技术员对作物播种、田间管理、病虫害防治等都要精通，他们既是科技兴农的带头人，也是农民致富的好帮手。

今天，我国的农业生产已从传统农业逐渐发展为现代农业，包括精准农业、智慧农业、数字农业等。下图中，农业技术员深入田间进行科技推广，农民正在操作植保无人机为麦田喷洒农药。做一名优秀的农业技术员，除了要掌握丰富的生物学知识、精通农业生产过程中的各个环节、有一种为“三农”（农业、农村、农民）服务的意识，还要有紧跟时代潮流、学习应用新技术、为建设农业强国作贡献的精神。



第二节 植株的生长

想一想

议一议

某科学家统计了一株生长良好的黑麦根的数量，发现约有1 382万条。如果把它们一条条连接起来，总长约623千米。这株黑麦约有143亿条根毛，根毛全长约为1万千米。计算表明，这株黑麦所有根的总表面积是茎和叶总表面积的130倍。你能说出这种现象对黑麦的生活有什么意义吗？



通过本节学习，你将知道：

- 幼根是怎样生长的？
- 叶芽是怎样发育成枝条的？
- 植株的生长需要哪些无机盐？

植株生长的过程很复杂，不同植物也有差别。这里主要探讨幼根和茎的生长发育。

幼根的生长

从根的顶端到生有根毛的一小段，叫作根尖。根尖是幼根生长最快的部位，对植株的生长非常重要。

实验·探究

观察根尖的结构

为什么根尖生长的速度很快？这与它的结构有怎样的关系呢？下面，让我们通过实验来看看根尖的结构。

实验目的

观察根尖，认识根尖各部分的结构特点。

材料用具

长出根毛的幼苗、根尖的永久切片、放大镜、显微镜、镊子等。

方法步骤

- ① 先用肉眼直接观察幼根，找到着生在幼根上的白色“绒毛”，这

就是根毛。通过放大镜仔细观察根毛，说明根毛的哪些特点与根的功能相适应。

② 通过显微镜观察根尖的永久切片，比较根尖不同部位细胞的特点。有条件的话，可以拍摄根尖永久切片的照片。

讨论

比较根尖不同部位的细胞，说说幼根的伸长主要由哪些部位的细胞起作用。

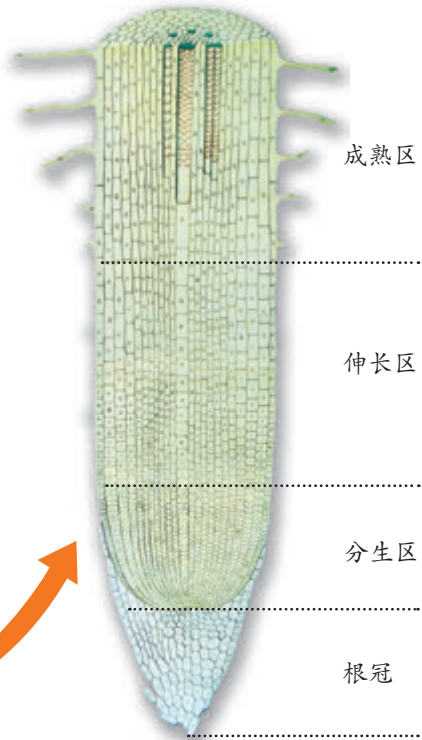


番茄的幼根

通过观察分析，你会发现，根冠在根尖的顶端，细胞比较大，排列不整齐，像一顶帽子似的套在分生区外面。根冠具有保护作用。分生区的细胞很小，排列紧密，能通过分裂产生新细胞，不断补充伸长区的细胞数量。伸长区下部细胞较小，越往上细胞越大，最后成为成熟区细胞的一部分。成熟区的表皮细胞一部分向外突出，形成根毛，是根吸收水和无机盐的主要部位（图3-3）。



生长在培养基上的拟南芥



根尖结构示意图

图3-3 根尖的位置及结构示意图

由此可见，幼根的生长一方面靠分生区细胞的分裂增加细胞的数量，另一方面主要靠伸长区细胞的伸长增加细胞的体积。



小资料

除了叶芽，芽还包括花芽和混合芽。能够发育为花的芽称为花芽；能够同时发育为枝条和花的芽称为混合芽。

枝条的发育

“碧玉妆成一树高，万条垂下绿丝绦。不知细叶谁裁出，二月春风似剪刀。”这是大家熟悉的歌咏春风绿柳的诗句。其实，万千枝条都是由芽发育成的，这样的芽称为叶芽。那么，叶芽是怎样发育成枝条的呢？这与它的结构有关（图3-4）。

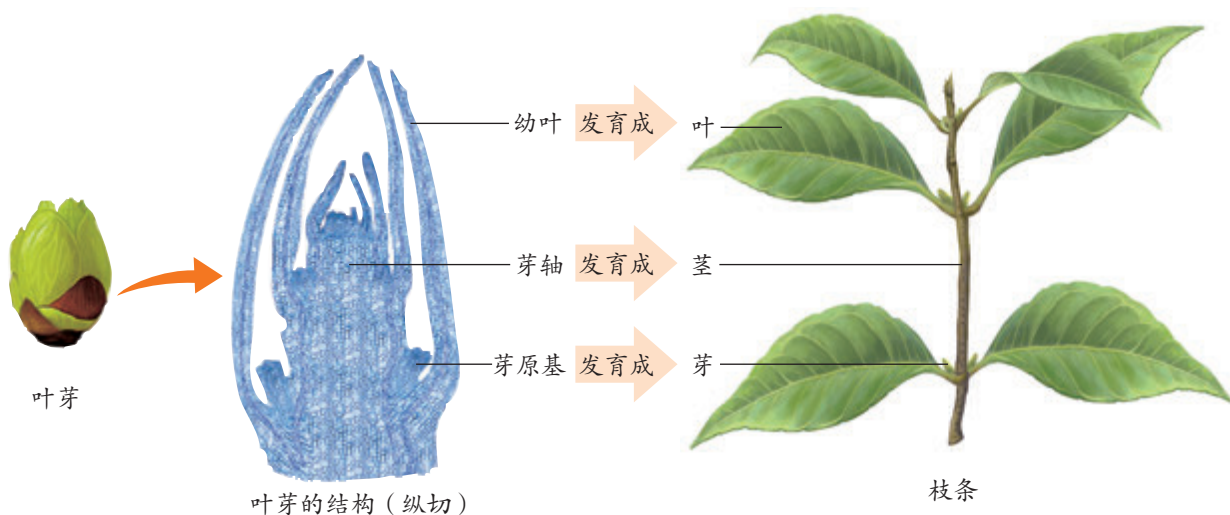


图3-4 叶芽的结构及其发育示意图

芽中有分生组织。叶芽在发育时，分生组织的细胞分裂和分化，形成新的枝条。枝条是由茎、叶和芽构成的，其上的芽还能发育成新的枝条。

茎是怎样加粗生长的呢？你肯定见过树干断面上的同心圆花纹，它就是年轮。年轮反映了茎加粗生长的过程。加粗生长是茎的形成层（分生组织）细胞不断分裂和分化的结果。

按照着生位置，植物的芽还可以分为顶芽和侧芽（图3-5）。顶芽是指着生在主干顶端或侧枝顶端的芽，侧芽是指着生在主干侧面或侧枝侧面的芽。

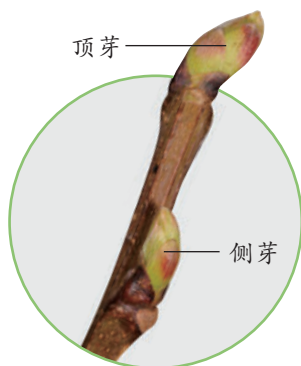


图3-5 栗的顶芽和侧芽

植株生长需要的营养物质

不论是细胞数量的增多，还是细胞体积的增大，都需要不断地补充营养物质——水、无机盐和有机物。根向下生长，从土壤中吸收水和无机盐；茎向上生长，并长出绿叶，绿叶通过光合作用制造有机物。下面探讨植株生长与无机盐的关系。

实验·探究

比较玉米幼苗在蒸馏水和土壤浸出液中的生长状况

土壤中含有多无机盐。浸泡土壤可得到含无机盐的土壤浸出液。如果将玉米幼苗分别在蒸馏水和土壤浸出液中培养，幼苗的生长状况会有哪些不同？

实验目的

探究土壤浸出液对玉米幼苗生长的影响。

材料用具

玉米幼苗、蒸馏水、土壤浸出液、试管、脱脂棉等。

方法步骤

① 将两组生长状况基本相同的玉米幼苗，分别放在盛有等量的蒸馏水（用淡蓝色示意）和土壤浸出液（用淡褐色示意）的试管中，在温度、光照等环境条件相同的情况下培养。



玉米幼苗在蒸馏水和土壤浸出液中培养的实验示意图

② 一段时间后，观察并比较甲、乙两组幼苗的生长状况。

讨论

① 两组幼苗的生长状况，包括株高，叶片颜色，根、茎、叶的生长状况等有什么不同？为什么会有这种不同？

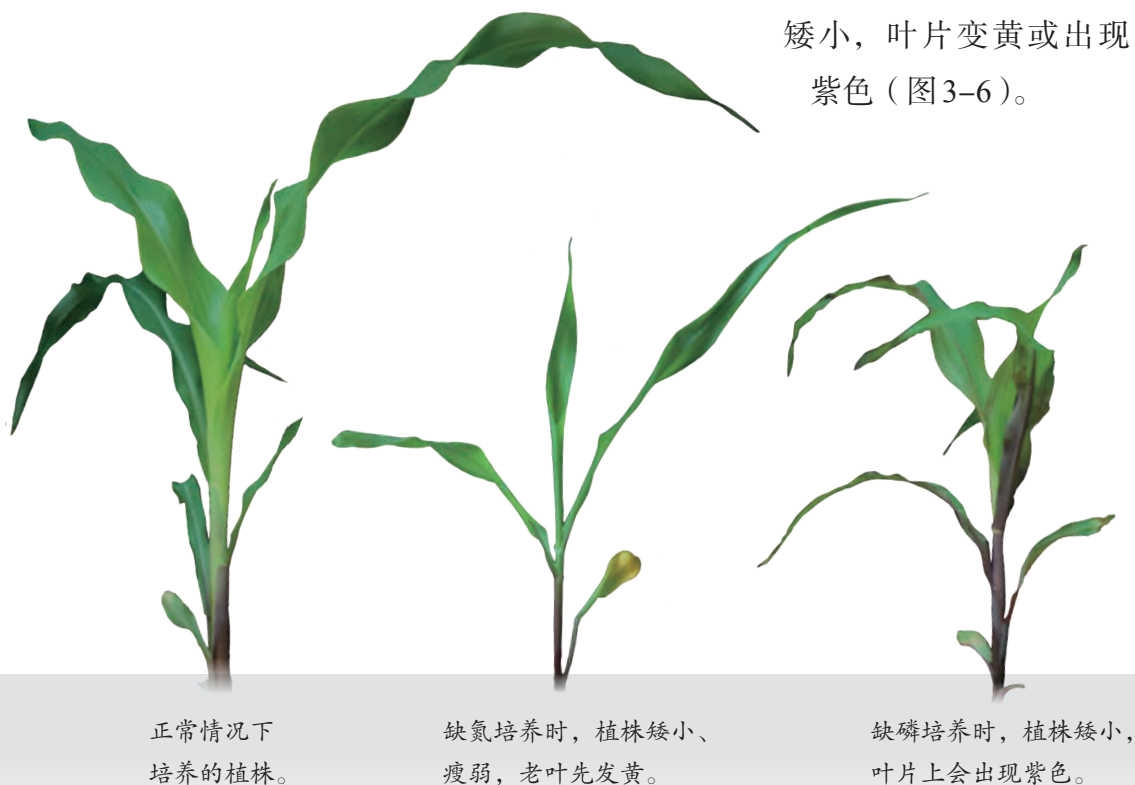
② 土壤浸出液与蒸馏水在成分上有什么区别？

③ 为什么土壤浸出液能够保证植株的正常生长？

实验表明，在土壤浸出液中培养的玉米幼苗要比在蒸馏水中培养的玉米幼苗生长得好，这是因为土壤浸出液中含有玉米生长所需的多种无机盐。植物生长需要量最多的是含氮的、含磷的和含钾的无机盐。种庄稼要施肥，养花种草也要施肥。肥料的作用主要是为植物的生长提供无机盐。如果缺少某种无机盐，植株就不能正常生长，会出现相应的症状。例如，与正常情况下培养的玉米植株相比，缺

氮或缺磷培养的玉米植株都比较矮小，叶片变黄或出现紫色（图3-6）。

图3-6 正常情况下培养和缺氮、缺磷培养的玉米植株



除了上述三类无机盐，植物还需要许多其他种类的无机盐。其中，有些无机盐的需要量极小，但它们在植物的生活中同样起着十分重要的作用。例如，缺少含硼的无机盐，油菜就会只开花而不结果实。

在生长的不同时期，植物对无机盐的需要量是不同的。例如，油菜在营养器官生长期，需要大量含氮的无机盐；在开花结果时期，则需要更多含磷的无机盐。

在农业生产上，施肥是必要的，但施肥过多，可能会造成烧苗。施用化肥过多，还会造成土壤板结。



项目链接

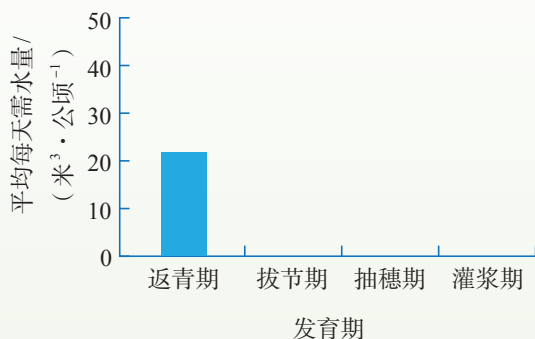
在实施栽培项目时，要考虑向土壤或营养液中添加必要的无机盐。

思维训练

分析并解释实验数据

对于实验获得的数据，需要进行分析，并作出解释。对某地小麦在不同发育期需水量的测量数据如下表所示。

发育期	天数	需水量/ ($\text{米}^3 \cdot \text{公顷}^{-1}$)
返青期	29	635
拔节期	23	876
抽穗期	20	956
灌浆期	31	1 192



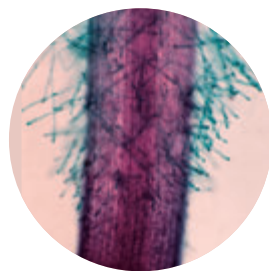
分析以下问题。

- ① 小麦的需水量与发育期的关系是怎样的？
- ② 计算表中各个发育期平均每天的需水量，并在上面的柱形图中表示出来。哪个发育期平均每天需水量最大？
- ③ 对小麦不同发育期平均每天需水量的变化原因作出推测。

练习与应用

一、概念检测

1. 右图所示为某种植物根尖的部分区域。判断下列叙述是否正确。



(染色, 放大25倍)

(1) 图中长有根毛的部位属于成熟区, 是根尖吸收水和无机盐的主要部位。 ()

(2) 幼根的生长主要表现为图中根毛数量繁多, 这是靠细胞分裂实现的。 ()

(3) 伸长区细胞比分生区细胞更大、更长, 这是细胞分化的结果。 ()

2. 下列有关植物芽的叙述, 错误的是 ()

A. 芽中有能够分裂、分化的细胞

B. 叶芽中的芽原基只能发育成新的芽轴

C. 芽按照着生位置可以分为顶芽和侧芽

D. 枝条上的叶是由叶芽中的幼叶发育成的, 茎是由芽轴发育成的

3. 叶芽通过分裂和分化发育成茎和叶, 主要是因为叶芽具有 ()

A. 分生组织 B. 保护组织 C. 薄壁组织 D. 输导组织

二、拓展应用

1. 准备移栽的茄子幼苗和黄瓜幼苗, 根部总是带有一个土团。这是为什么?

2. 你见过右图中给植物“打针输液”的情形吗? 这是果树栽培和树木移栽过程中常用的一种方法。请回答下面的问题。



(1) 输入植物的液体中可能含有哪些物质? 它们有什么作用?

(2) 输液用的针头应插入树木的哪种组织?

3. 农谚说:“有收无收在于水, 多收少收在于肥。”这种说法是否符合科学种田的道理? 为什么?

传统的种植业离不开土壤。这是因为土壤能给植物提供水和无机盐，还对植株起到固定作用。其实，只要给植物提供水和必需的无机盐，然后将植株固定，并注意通气，植物离开土壤也能成活。如果你家里养过水仙，相信你会同意这种观点。

在现代化农场，人们可以不用土壤，而是根据植物生活所需要的无机盐的种类和数量，按照一定的比例配制营养液来栽培植物，这种方法就是无土栽培。

无土栽培可以更合理地满足不同植物以及同一种植物在不同生长阶段对各类无机盐的需要，从而使植物生长得更好。无土栽培技术为花卉、蔬菜及其他作物生产的工厂化、自动化开辟了广阔的前景。

上面介绍的无土栽培技术称为“水培”，请你查阅资料，看看还有哪些无土栽培技术。

全球人口已超过80亿，无土栽培技术在应对全球人口持续增长的问题上有什么意义呢？

无土栽培工厂



第三节 开花和结果

想一想

议一议

我国是栽培水稻的起源地之一。在田间地头，你常常看见的可能是绿油油的禾苗，你注意过水稻的花（右图）是什么样的吗？它们没有艳丽的色彩和香味。与之相比，许多植物的花色彩艳丽，气味芬芳。花朵那美丽的色彩和四溢的芳香，对植物自身有什么意义呢？



通过本节学习，你将知道：

- ① 花的基本结构是怎样的？
- ② 什么是传粉？受精的基本过程是怎样的？
- ③ 果实和种子是如何形成的？

被子植物生长到一定时期就会开花。许多花在凋谢以后，在花着生的位置会出现果实。由此可见，开花和结果是一个连续的过程。

花的结构

花是怎样变成果实的呢？要弄清这个问题，首先要研究花的结构。

实验·探究

解剖和观察花的结构

实验目的

解剖一种或多种植物的花，观察并说出花的结构。

材料用具

桃花（杏花或其他类似的花）、镊子、刀片、放大镜等。

方法步骤

- ① 取一朵桃花，对照图3-7观察它的花托、花萼、花瓣、雄蕊和雌蕊。
- ② 用镊子从外向内依次摘下花萼、花瓣、雄蕊和雌蕊，仔细观察雄蕊和雌蕊的结构特点。
- ③ 用镊子夹开一个花药，在放大镜下观察花药里面的花粉。

- ④ 用刀片纵向剖开子房，在放大镜下观察子房里面的胚珠。

讨论

- ① 花的哪一部分将来发育成果实？
② 对于植物繁衍后代来说，花的哪些结构是最重要的？

通过观察可以看出，桃花是由花柄、花托、花萼、花瓣、雄蕊和雌蕊等组成的（图3-7）。花的主要结构是雄蕊和雌蕊，雄蕊的花药里面有花粉，雌蕊下部的子房里有胚珠。



项目链接

如果你栽培的植物已经开花，可以观察并解剖这些花。这些花与桃花有何异同？

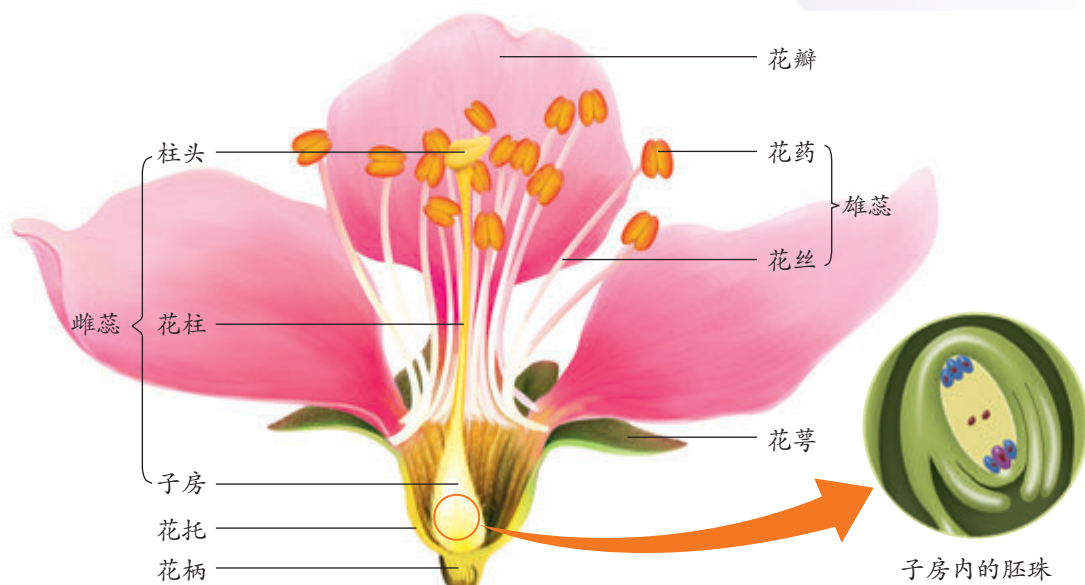


图3-7 桃花的基本结构示意图

传粉和受精

花药成熟后会自然裂开，散放出花粉。花粉从花药中散放而落到雌蕊柱头上的过程，叫作传粉。植物传粉的方式一般有两种类型：自花传粉和异花传粉。一朵花的花粉，从花药散放出以后，落到同一朵花的



在果树开花季节，如果遇到阴雨连绵的天气，果树常常会减产。这是为什么？

柱头上的传粉方式，叫作自花传粉。小麦、水稻、豌豆都能进行自花传粉。花粉依靠外力落到另一朵花的柱头上的传粉方式，叫作异花传粉。异花传粉需要有一定的媒介，这种媒介主要是风和昆虫。例如，玉米的花借助风力传粉（图3-8），鼠尾草的花依靠昆虫传粉（图3-9）。



图3-8 玉米花的传粉需要风作为媒介
玉米、杨树的花，一般都比较小，既没有艳丽的色彩，也没有香味。但是，它们的花粉多而轻盈，容易被风吹到很远的地方；它们的柱头常有分叉和黏液，容易接受花粉。



图3-9 鼠尾草花的传粉需要昆虫作为媒介
鼠尾草花、油菜花不仅靠颜色和气味吸引昆虫，子房的基部还生有蜜腺。昆虫在采食花蜜的同时，身体会沾上花粉。当它飞到同种植物的另一朵花上时，身上的花粉如果落在这朵花的柱头上，就完成了传粉。

花粉落到柱头上以后，在柱头上黏液的刺激下开始萌发，长出花粉管。花粉管穿过花柱，进入子房，

一直到达胚珠。花粉管中的精子随着花粉管的伸长而向下移动，最终进入胚珠内部。胚珠里面的卵细胞，与来自花粉管中的精子结合，形成受精卵的过程，称为受精（fertilization）（图3-10）。

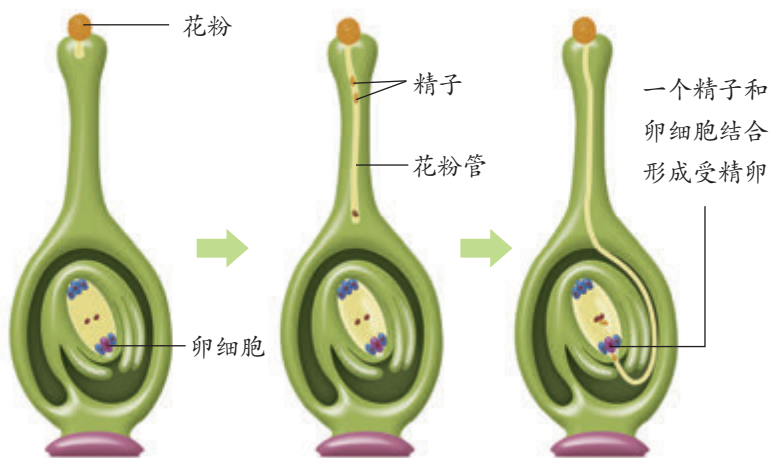


图3-10 受精过程示意图

果实和种子的形成

受精完成后，花瓣、雄蕊以及柱头和花柱都完成了“历史使命”，纷纷凋落。子房继续发育成为果实（图3-11），其中，子房壁发育成果皮，子房里面的胚珠发育成种子，胚珠里面的受精卵发育成胚。



试一试

收集一些常见的果实，试着解剖它们，说出其中的结构。

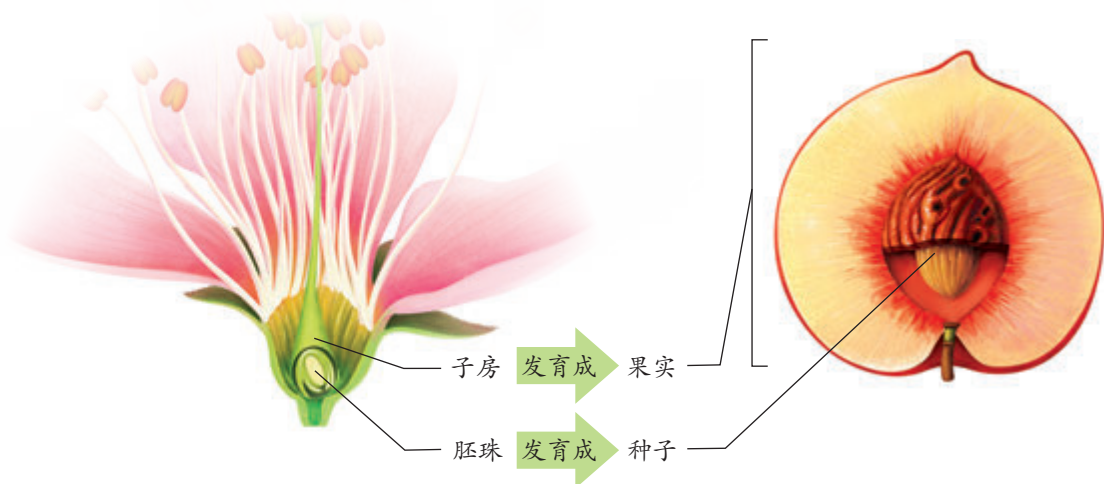


图3-11 从花到形成果实的过程示意图

从开花、传粉、受精，到形成果实和种子，被子植物要产生后代还真不容易呢！就拿传粉来说，很多花粉没能落到同种植物花的柱头上，同时又有很多柱头没有得到同种植物的花粉。玉米的果穗常有缺粒的，向日葵的籽粒常有空瘪的，这主要是由传粉不足引起的。为了弥补自然状态下传粉的不足，人们常常给植物进行人工授粉。人工授粉方法很多，其中一种是先采集花粉，然后将花粉涂抹在雌蕊的柱头上（图3-12）。请你在老师的指导下，尝试对玉米、向日葵或你栽培的植物进行人工授粉。



项目链接

比较自然传粉和人工授粉对果实或种子数量的影响。

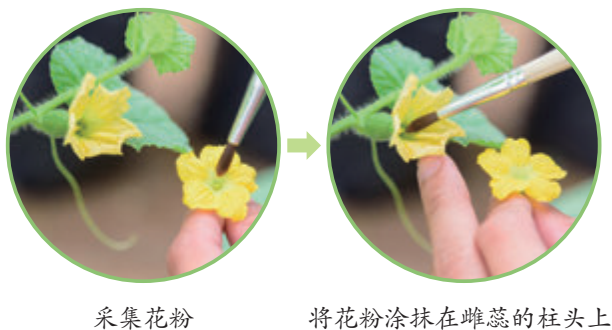


图3-12 对植物进行人工授粉

练习与应用

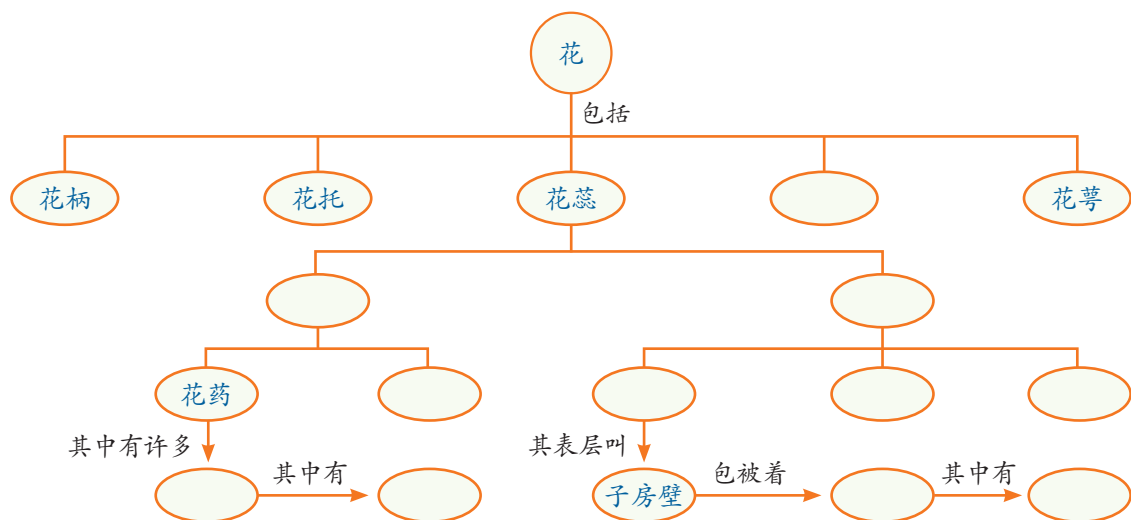
一、概念检测

1. 花是植物的重要器官，判断下列叙述是否正确。

(1) 雌蕊中的子房发育成果实，子房中的胚珠发育成种子。 ()

(2) 在花的结构中，雄蕊不如雌蕊重要，因为它和果实的形成无关。()

2. 下面是花的结构组成关系图，请填写相应的内容。



二、拓展应用

1. 黄瓜、南瓜、丝瓜等植物的花多半都不会结果。请仔细观察它们的花，或者观察相关的图片、标本，解释这种现象。

2. 作家许地山的《落花生》一文描述了他的父亲通过落花生（右图）的特点——地上开花、入地结荚，来教育子女的故事。请回答下面的问题。



(1) “入地结荚”是指落花生的什么器官在土壤中发育成熟？

(2) 尝试针对某一种环境条件设计实验，研究该条件对落花生“入地结荚”的影响。

(3) 尝试分析“入地结荚”的生物学意义。

你知道或认识园艺师吗？

当我们徜徉在公园中、绿地旁，芳草绿树、奇花异卉，令人心旷神怡。当我们漫步在街道上，两旁绿荫流动，花果飘香。当我们走进植物园，巨大的玻璃“天穹”下，五洲四海的植物汇聚在一起，争奇斗艳。此刻，我们就正在享受园艺师的劳动成果。园艺师是大地的美容师，他们根据生物学原理，用精湛的技艺栽培植物、改变植物，不断推出园艺植物新品种，为自然增添美，为人类创造美。

让牡丹在隆冬开放，让秋菊在夏日吐蕊，让百年老树桩缩微成小小的盆景，这些都是他们的拿手好戏。他们甚至找到了一种无害的病毒，利用它培育出了花色格外艳丽的郁金香；他们竟能不用种子繁殖植物，而是将小小的茎尖切成许多小片，再把每个小片培养成相同的植株；他们还可以使染病的老树枯木回春。

因此，他们既是园艺师，又是生物学的行家里手。我国是园艺大国，有小巧玲珑的江南园林，也有气魄宏伟的皇家园林，有些已列入联合国的世界遗产名录。我国的北京、昆明、沈阳和西安等地都举办过世界园艺博览会。我国的园艺师为世界园艺的发展作出了重要贡献。你喜欢这个职业吗？

园艺师精心设计打造的北京世界园艺博览会园区（部分）



第二章

植物体内的物质与能量变化



海尔蒙特的柳树生长实验示意图

17世纪初，比利时人海尔蒙特（J. Helmont）做了一个著名的实验。他将一棵柳树苗栽种在装有烘干土壤的盆中，仅在必要时往盆中浇水。5年后，柳树长大了。他再次称量柳树和盆中土壤（烘干）的质量，发现柳树的质量增加了70多千克，而土壤只减少了50多克，因此得出结论：水是参与构建植物体的主要物质。

第一节 水的利用与散失

想一想

议一议

海尔蒙特认为柳树质量的增加，只是吸收水造成的。那么，这棵柳树是不是只吸收了70多千克水呢？他并未研究这个问题。实际上，植物吸收的水，只有一小部分被自身利用。例如，有人计算出一株玉米从出苗到结实，从土壤中吸收的水超过200千克，其中成为玉米植株组成成分的水还不到2千克。其余那么多的水都到哪里去了？这些水对植物体自身有什么意义呢？

通过本节学习，你将知道：

- 植物体吸收的水在体内是怎样运输的？
- 什么是植物的蒸腾作用？它对植物体有哪些意义？

植物对水的吸收和运输

我们知道，植物主要通过根吸收水。根吸收水的主要部位是根尖成熟区。成熟区有大量的根毛，这使根尖具有巨大的吸收面积，因而具有强大的吸水能力。

根吸收的水是怎样运输到茎、叶、花等器官的呢？

剪取一段带叶的茎，放入滴有红墨水的水里，并在阳光下照射3~4小时。你会发现，叶脉红了，整个叶片都有些红了，而茎的表面并没有出现红色。水是通过什么途径运到叶片中的呢？你不妨把茎横向切断，看看能不能从横切面上发现什么。你还可以把茎纵向切开，看看能不能从纵切面上发现什么。

讨论

水在茎中的运输途径是怎样的？

通过上述实验可以发现，红色的部分看上去像一根根长长的管子，这就是茎内运输水的结构——导管，它属于输导组织。每根导管都是由许多长形、管状的死细胞构成的，这些死细胞没有细胞质和细胞核，上下细胞间的细胞壁已经消失，形成了中空的管道（图3-13）。根和叶脉内也有导管，这些导管相互连接，形成了运输水的管网。根吸收的水通过这个管网被送到植物体的各个部分。同时，溶解在水中的无机盐也“搭着便车”被运输到植物体的各个部分。

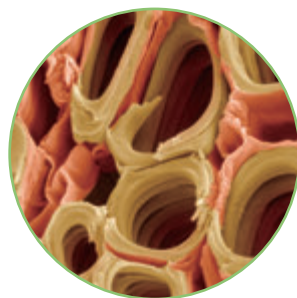


图3-13 鼠尾草茎中导管的扫描电镜照片（颜色经人工处理，放大50倍）

植物的蒸腾作用

在小学科学课上，你可能做过这样的实验：用塑料袋罩住正常生长的植物，一段时间后，塑料袋内出现了水珠（图3-14）。这说明有水从植物体内散失出来。像这样，水从活的植物体表面以水蒸气状态散失到大气中的过程，叫作蒸腾作用（transpiration）。蒸腾作用主要是通过叶片进行的。要想知道植物是怎样散失水的，需要深入了解叶片的结构。



图3-14 罩住植物的塑料袋内出现了大量水珠

你可能猜到了，叶片上有水或者气体进出的通道。在大自然中，多数植物的叶片为扁平状，这对植物自身有什么好处呢？

实验目的

- ① 练习徒手切片。
- ② 认识叶片的结构；观察叶片的表皮细胞、保卫细胞和气孔。

材料用具

新鲜叶片（如菠菜或蚕豆的叶片）、清水、显微镜、双面刀片（两片，并排在一起，一侧用胶布粘牢）、镊子、载玻片、盖玻片、叶片横切面的永久切片、培养皿、滴管、吸水纸、纱布、毛笔、小木板等。

方法步骤

一、练习徒手切片，制作叶片横切面的临时切片

- ① 将新鲜叶片平放在小木板上。
- ② 捏紧并排的双面刀片，按图②所示，迅速切割叶片。
- ③ 刀片的夹缝中存有切下的薄片。要多切几次（每切一次，刀片要蘸一下水），把切下的薄片放入水中。
- ④ 用毛笔蘸出最薄的一片，制成临时切片。



刀片锋利，
注意安全！



叶片横切面临时切片的制作步骤

二、观察叶片横切面的切片

- ① 用显微镜先观察叶片横切面的临时切片，再观察永久切片。
- ② 参照图3-15，在显微镜下分清叶的表皮、叶肉和叶脉。注意观察上、下表皮附近的叶肉细胞在形状、排列方式和叶绿体数目等方面有

什么不同。想一想：这种结构特点有什么意义？

三、观察叶片的下表皮

- ① 用镊子撕下一小块叶片（如蚕豆叶片）的下表皮，制成临时装片。
- ② 用显微镜进行观察，注意观察叶片下表皮的细胞形态，下表皮上有没有气孔。联系刚观察的叶片横切面的切片，并参照下图，说一说：上、下表皮的细胞有什么不同？这与它们的功能有什么联系？

四、画图

画出下表皮上一对保卫细胞及其周围的几个表皮细胞，这一对保卫细胞要详细画，周围的细胞画出轮廓即可。

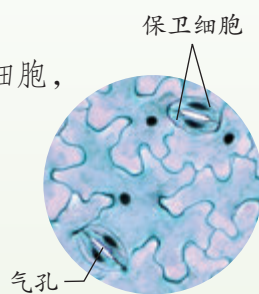
讨论

保卫细胞和它周围细胞的形态结构有什么不同？

保卫细胞的形态结构特点对蒸腾作用有什么意义？

进一步探究

不同植物的叶片结构都相同吗？处于不同生长时期的叶片，在结构上有差异吗？尝试提出更多你想探究的问题，并制订方案进行探究。



蚕豆叶下表皮显微照片
(染色，放大300倍)

通过实验探究，可以发现，叶片由表皮、叶肉和叶脉三部分组成（图3-15）。

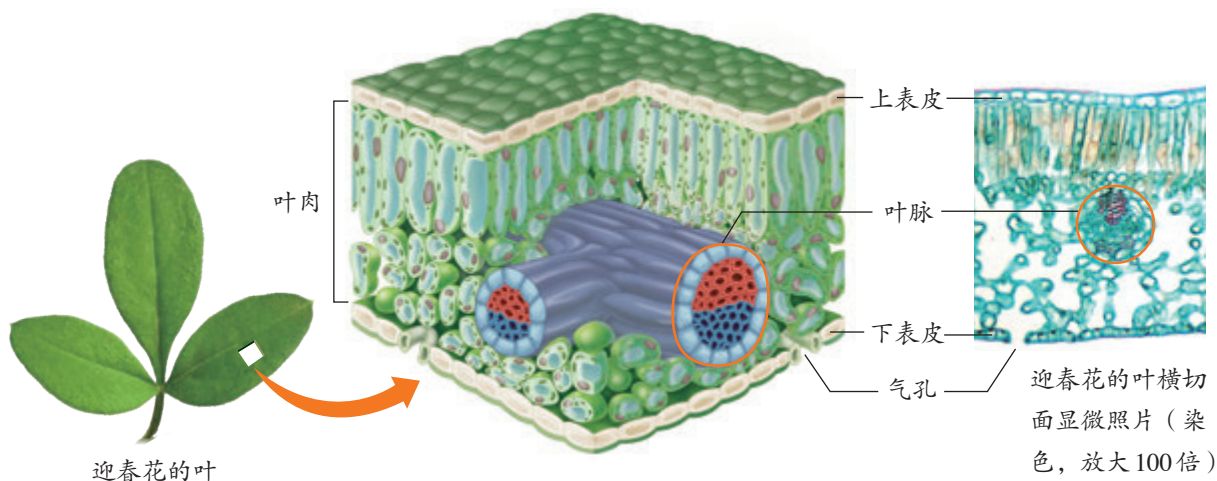


图3-15 叶片的结构示意图及横切面显微照片



试一试

将一片刚摘下的叶片浸没在盛有 70 °C 左右热水的烧杯中，观察叶片表面会不会产生气泡。如果有气泡，请比较叶片正面与背面气泡的数目，尝试对你观察到的现象进行解释。

叶片的上、下表面通常有一层排列紧密的细胞，分别称为上表皮和下表皮。在表皮上分布有气孔。气孔是植物蒸腾作用的“门户”，也是气体交换的“窗口”，它通常是由一对半月形的细胞——保卫细胞围成的小孔。奇妙的是，通过保卫细胞形状和大小的调节，气孔既能张开，又能闭合（图 3-16）。通常情况下，每当太阳升起的时候，气孔就慢慢张开，空气通过气孔进入叶片内部，为叶片制造有机物提供二氧化碳；当然，水也会通过气孔散失。当夜幕降临时，叶片的生产活动就停止了，大多数气孔缩小或闭合，蒸腾作用随之减弱。

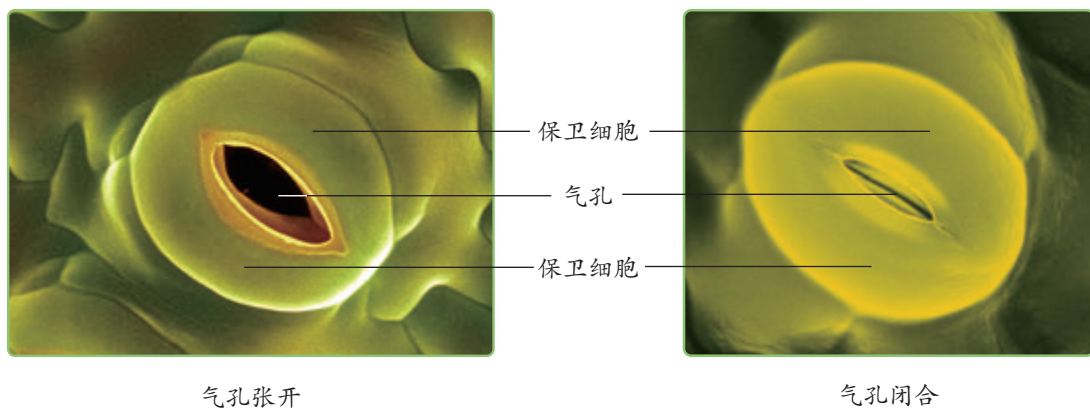


图 3-16 烟草叶片上气孔张开和闭合状态的扫描电镜照片（颜色经人工处理，放大 700 倍）

植物吸收的水，通过根、茎、叶中的导管运输到叶片，其中一部分被叶肉细胞用于光合作用等生命活动，其余绝大部分通过蒸腾作用散失到环境中（图 3-17）。植物通过蒸腾作用，一方面，可以拉动水和无机盐在体内运输，保证各组织器官对水和无机盐的需要；另一方面，在炎热的夏天，能降低叶片表面的温度，避免被过高的气温灼伤。

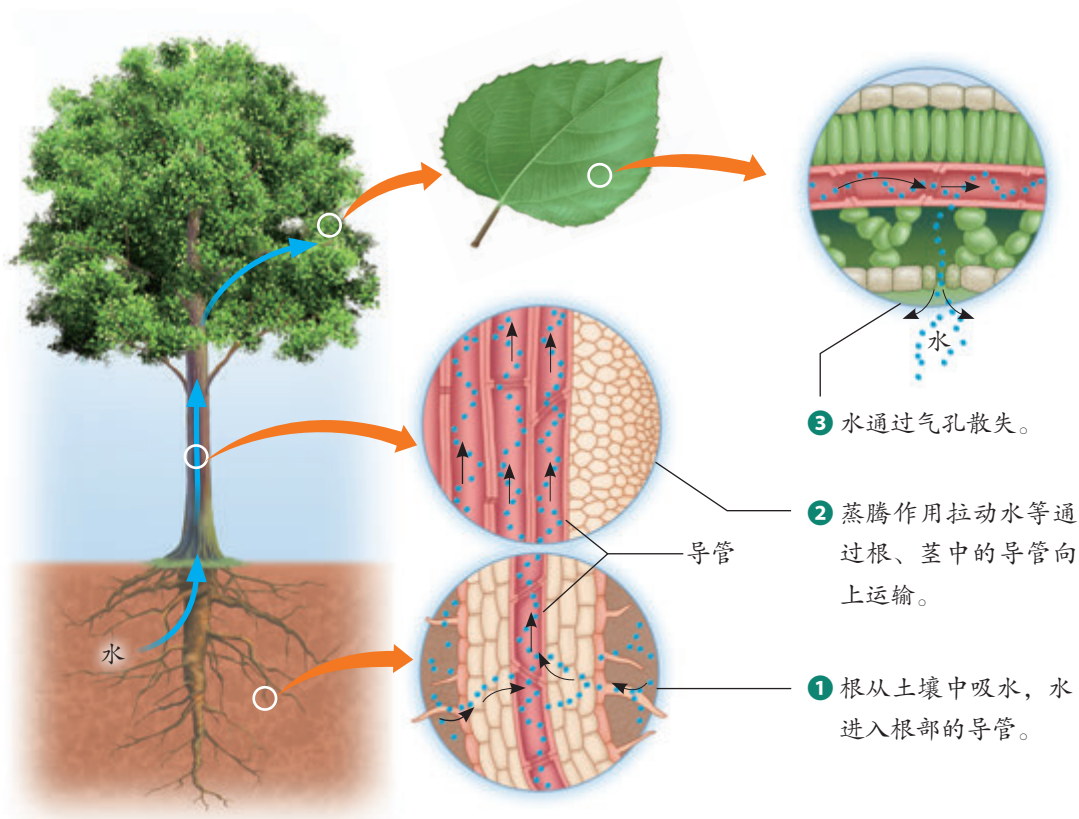


图3-17 水的吸收、运输和散失示意图

练习与应用

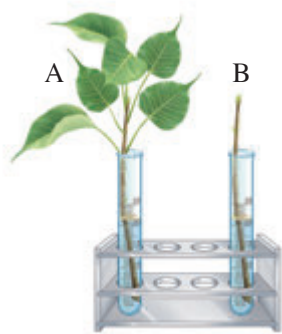
一、概念检测

植物体不断进行水的运输、利用和散失。判断下列叙述是否正确。

- (1) 茎中的导管是运输水的管道。 ()
- (2) 植物通过蒸腾作用大量散失水，这对植物来说是一种浪费。 ()

二、拓展应用

取同一植株大小相同的两根枝条，分别标记为A、B。保留枝条A的叶片，摘除枝条B的叶片，然后将它们分别插入两支大小相同且盛有等量清水的试管中（右图）。向试管中滴几滴油，让油铺满水面。将这两支试管放在相同的环境条件下24小时，观察试管中液面的变化。



- (1) 在试管中滴加油滴的作用是什么？
- (2) 两支试管中的液面会出现什么差异？这种差异是什么原因造成的？

作物的生长离不开水，农业生产中要及时灌溉。近些年，我国每年农业用水量占用水总量的60%左右。传统的灌溉，往往采取大水漫灌的方式，大量的水在灌溉过程中因渗漏或蒸发而损失。同时，生活用水、工业用水的需求量都在增加，这导致水资源日益紧缺。发展节水农业，在水资源利用上“精打细算”，是缓解我国水资源紧缺的重要途径，同时也能实现丰产增收。

从灌溉方式看，滴灌、喷灌、渗灌等灌溉技术可以节约大量水资源。滴灌、渗灌不仅节水，还能为作物根系创造良好的生活环境，提高作物产量。从种植结构看，可以根据当地水资源的情况调整作物的种类和空间布局。例如，在水资源缺乏的地区，要限制高耗水的蔬菜、水果等作物的种植面积。还可以通过科学研究选育抗旱节水的作物品种，如耐旱的小麦、可以在盐碱地生长的水稻等。另外，可以利用信息化手段对土壤进行实时监测，并利用采集到的数据，通过计算机分析和模拟得出最优化的区域用水量和生产配置，从而实现精准、实时的高效节水灌溉。



滴灌



喷灌

农业以土而立、以肥而兴、以水而旺。在你的家乡，水资源状况是怎样的？人们是怎样进行农田灌溉的？请你在课外做个调查，并对发展节水农业提出建议。

第二节 光合作用

想一想

议一议

植物在生命活动中吸收的水大部分会通过蒸腾作用散失。那么，在海尔蒙特的柳树生长实验中，柳树质量增加了70多千克，增加的主要是什么物质呢？



沐浴着阳光，植物能够利用简单的无机物合成复杂的有机物，不仅满足自身生命活动的需要，还养活了地球上几乎所有的生物。创造这一奇迹的奥秘，就隐藏在那漫山遍野、郁郁葱葱的绿叶之中。

绿叶在光下制造有机物

通过本节学习，你将知道：

- 光合作用的场所、原料、产物和条件分别是什么？
- 光合作用的实质是什么？
- 光合作用的原理在农业生产上有哪些应用？

实验·探究

探究绿叶在光下制造有机物

实验目的

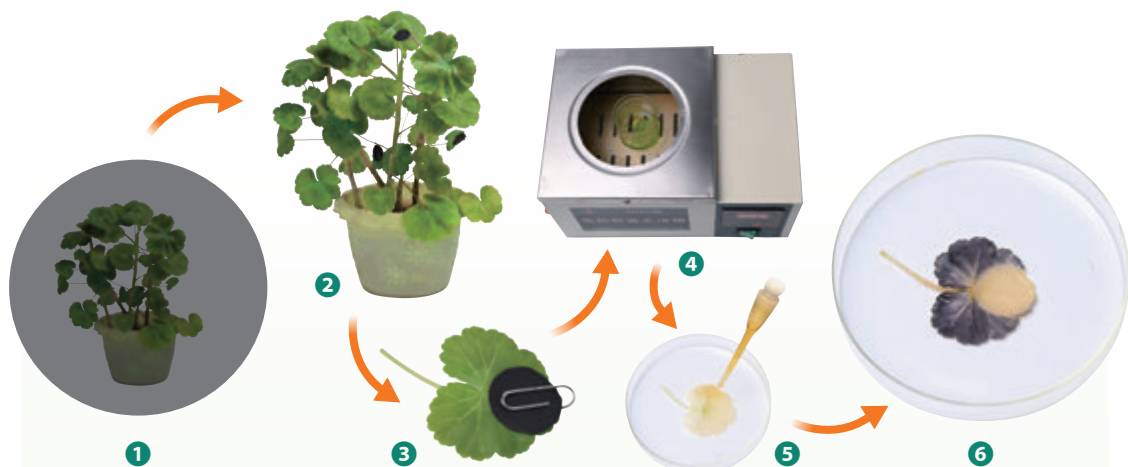
- ① 检验绿叶在光下制造的有机物是不是淀粉。
- ② 探究光是不是绿叶制造有机物不可缺少的条件。

材料用具

盆栽的天竺葵、酒精、碘液、清水、黑纸片、曲别针、小烧杯、培养皿、水浴锅、镊子等。

方法步骤

- ① 将盆栽的天竺葵在黑暗处放置一昼夜。
- ② 用黑纸片把叶片的一部分从上下两面遮盖起来，然后将盆栽植物移到阳光下照射。
- ③ 几小时后，摘下叶片，去掉遮光的黑纸片。
- ④ 将叶片放在盛有酒精的小烧杯中，再将小烧杯置于水浴锅中加热，



检验绿叶在光下制造有机物的实验过程

使叶片含有的叶绿素溶解在酒精中，叶片变成黄白色。

- ⑤ 用清水漂洗叶片，再将叶片放到培养皿里，向叶片滴加碘液。
- ⑥ 稍停片刻，用清水冲掉碘液，观察叶片颜色的变化。

讨论

- ① 为什么要将天竺葵提前在黑暗处放置一昼夜？
- ② 为什么要用黑纸片把叶片的一部分遮盖起来？
- ③ 比较叶片的见光部分与被黑纸片遮盖部分滴加

碘液后的实验结果，你们小组能得出什么结论？



酒精易燃，只能水浴加热，否则会发生危险！

进一步探究

如果将叶片变色的部分制作成叶片横切面的临时切片，并用显微镜观察，蓝色颗粒会出现在叶肉细胞的什么结构中？

试一试

利用上述实验方法，尝试在天竺葵叶片上制作自己的头像或其他图形的“剪影”。

在上面的实验中，叶片的见光部分遇到碘液变成了蓝色。遇碘变蓝是淀粉的特性，这说明叶片的见光部分产生了淀粉，进而说明，**淀粉是光合作用的产物**。

在实验中，叶片的见光部分产生了淀粉，被黑纸片遮盖的部分没有产生淀粉，这说明，**光是植物制造淀粉（有机物）不可缺少的条件**。

植物进行光合作用的主要部位是叶片，这是因为叶片的细胞中含有叶绿体，叶绿体中含有的叶绿素等色素能捕获太阳光。植物利用光能，在叶绿体中合成淀粉等有机物，并把光能转变为化学能，储存在有机物中。叶绿体既是生产有机物的“车间”，也是将光能转变为化学能的“能量转换器”。

光合作用吸收二氧化碳释放氧气

18世纪70年代，科学家普里斯特利(J. Priestley)做了一系列实验，实验过程大致如图3-18所示。



图3-18 普里斯特利的实验示意图

普里斯特利根据实验得出了结论：植物能更新因蜡烛燃烧或动物呼吸而变得“污浊”的空气。

后来的科学实验证明，蜡烛燃烧或动物呼吸都会消耗氧气、产生二氧化碳，而植物的光合作用能够消耗二氧化碳、释放氧气。

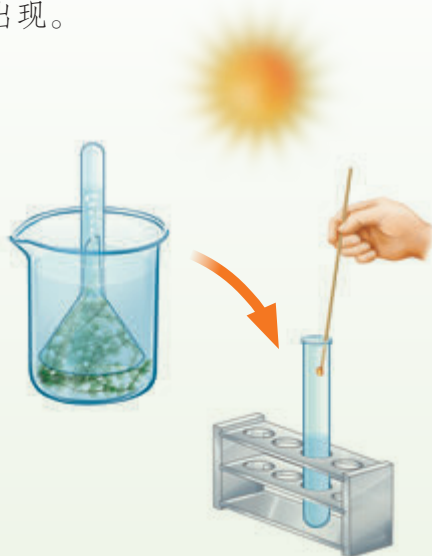
下面的实验能够让你更真切地看到光合作用产生了氧气。

观察·思考

金鱼藻在光下释放氧气

观察老师做的如下图所示的演示实验。请你注意观察实验装置里的金鱼藻，看它的叶片表面是否有气泡出现。

在气体充至试管容积的一半左右时，老师用拇指堵住试管口，将试管取出，然后迅速将快要熄灭的卫生香（或竹签）伸进试管口内，这时请你注意观察卫生香（或竹签）的燃烧情况。



金鱼藻在光下释放氧气的
实验过程示意图

讨论

- ① 实验结果说明了什么？
- ② 如果将这个实验装置放在黑暗处再做一遍，会出现相同的实验现象吗？

试一试

设计实验证明氧气是在叶绿体中产生的。

氧气具有助燃的作用。快要熄灭的卫生香（或竹签）遇到金鱼藻在光下释放的气体，立刻燃烧起来，说明这种气体是氧气。如果将这个实验装置放在黑暗中，就看不到这一现象，说明金鱼藻只有在光下才能产生氧气。由此可见，**氧气也是光合作用的产物**。

你已经知道光合作用的产物是有机物和氧气。那么，光合作用的原料是什么呢？前面已经提到，光合作用会消耗二氧化碳。二氧化碳是不是光合作用必需的原料呢？

设计实验，检验二氧化碳是光合作用必需的原料。探究结束后，写出探究报告。

提示

氢氧化钠溶液能够吸收二氧化碳。利用氢氧化钠溶液的这一特性，小组讨论并设计实验方案。为了保证实验中只有二氧化碳一个变量，你们该怎样设计对照实验？下面的实验装置供你们参考。



氢氧化钠溶液有腐蚀性，应避免直接接触。



实验装置示意图

分析结果，得出结论

观察并比较各组的实验结果，你们小组得出的结论是什么？

讨论

① 如果你们的实验结论与假设不一致，请仔细分析原因，然后在以下三种方案中作出选择：（1）按照原来的实验方案重做一遍，检验实验结果是否可以重复；（2）重新设计实验方案，并通过实验重新检验假设；（3）否定原来的假设，得出其他结论。

② 与同学交流实验方案，分析该方案是否严谨、合理。

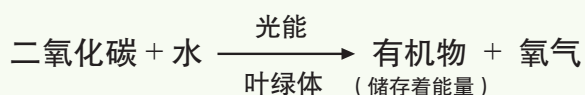
③ 与同学交流推理过程，共同分析这个推理过程是否符合逻辑。

在上述实验装置中，一个小烧杯中放的是氢氧化钠溶液，氢氧化钠溶液可以吸收容器里的二氧化碳，没有二氧化碳，叶片就不能制造出淀粉；另一个小烧杯中放的是清水，清水不能吸收容器里的二氧化碳，叶片吸收了二氧化碳，就制造出了淀粉。由此可见，二氧化碳是植物进行光合作用的原料。

根据海尔蒙特的柳树生长实验可以推测，水在柳树生长过程中参与制造了有机物。后来，科学家通过更加严谨的实验证明，水是光合作用的原料。

光合作用的实质

光合作用的过程可以用下列式子表示：



光合作用包括两方面的变化：一是物质转变，即二氧化碳和水等无机物合成为淀粉等有机物，并释放氧气；二是能量转化，即光能转化为储存在有机物中的化学能。光合作用（photosynthesis）实质上是植物通过叶绿体，利用光能，将二氧化碳和水合成为储存着能量的有机物（如淀粉），并且释放出氧气的过程（图3-19）。



图3-19 光合作用示意图

有机物的运输及其作用

叶片通过光合作用制造了大量的有机物，这些有机物都去哪里了呢？

如果在杨树、柳树、葡萄等植物的茎上剥去一圈树皮，一段时间后，这株植物依然在生长，但切口处的树皮明显增厚，甚至会形成瘤状物（图3-20）。这是为什么呢？原来，运输有机物的通道——筛管就分布在树皮中。环割树皮后，有机物向下运输的通道被切断，造成局部营养过剩，再加上损伤的刺激等因素，引发细胞无序分裂，进而形成瘤状物。

筛管是被子植物中运输有机物的管状结构，由一系列长筒形的细胞首尾连接而成（图3-21）。叶片光合作用制造的有机物，经叶脉、叶柄、茎等结构中的筛管运输到植物体各处，为细胞的生命活动提供能量，并参与构建植物细胞，进而构成各种组织、器官和整个植物体。

光合作用原理在农业生产上的应用

在农业生产上，为提高作物产量，需要采取多种措施保证作物有效地进行光合作用。例如，要想让作物茁壮生长，就必须让作物的叶片充分地接受光照。如果种植过密，作物就会因叶片互相遮挡等，影响自身的光合作用；如果种植过稀，作物就不能充分利用单位面积上的光照，会造成浪费。这两种情况都会影响作物的产量。因此，种植作物时，应合理密植。在我国某些地区的研究表明，通过优化种植密度可使玉米产量增加13%~20%。你还知道哪些可以提高作物产量的措施吗？



图3-20 葡萄茎环割后形成的瘤状物



图3-21 筛管的结构示意图



小资料

《吕氏春秋》提出，要“慎其种，勿使数，亦无使疏”，这体现了我国先民对合理密植的应用。

练习与应用

一、概念检测

1. 请用恰当的形式总结光合作用的场所、原料、产物和条件。
2. 将一株质量约0.2千克的柳树苗栽种在肥沃的土壤中，两年后连根挖出，脱水后称重达11千克。这株柳树增加的质量主要来源于 ()
A. 空气中的氧气
B. 土壤中的无机盐
C. 土壤中的无机盐和水
D. 空气中的二氧化碳和土壤中的水

二、拓展应用

1. 右图是某温室大棚中提高二氧化碳浓度的一种仪器，大棚中安装这种仪器的目的是什么？原理又是什么？



2. 将金鱼藻放在盛有质量分数为0.2%的碳酸氢钠溶液（可提供二氧化碳）的试管中，控制水温为25℃。将试管放在离白炽灯不同距离处，观察试管中每分钟产生的气泡个数。每个条件做三次重复实验，取平均值，数据如下表所示。

试管与灯的距离/厘米	每分钟产生的气泡个数
10	161
20	122
30	113
40	101

请回答以下问题。

(1) 金鱼藻和光源的距离远近与产生的气泡数之间有什么关系？从中可以得出什么结论？

(2) 如果将这支试管放在黑暗处，实验结果会是怎样的？

3. 光是植物进行光合作用必不可少的条件。光对植物的生活还有什么影响？你可以就“叶绿素的形成是否与光有关”这个问题进行探究。请写出你的实验方法、实验步骤及预期结果。

米饭、面条、面包……你都爱吃吗？它们的主要成分都是淀粉。淀粉还是重要的工业原料，在造纸业、纺织业、食品加工业等领域有着广泛应用。

淀粉主要由植物通过光合作用产生，其产量受多种因素制约。一方面，作物的种植通常需要数月，而且需要大量的土地、淡水、肥料等资源；另一方面，光合作用中光能的理论利用效率不超过2%，涉及植物体内很多复杂的反应。你还记得刚学过的光合作用吗？从原料到产物，看似简单，其实包含60多步的化学反应。

如何增加淀粉产量？

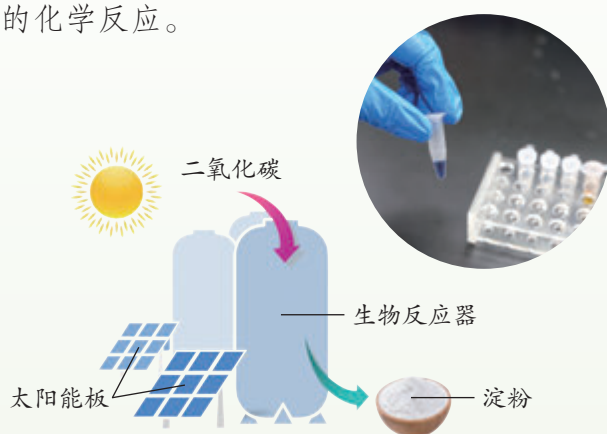
能否在不依赖植物的条件下高效地生产淀粉呢？

经过多年努力，我国科学家于2021年宣布，他们利用光能，以二氧化碳为原料，仅用11步就合成了淀粉。在理化性质上，这种人工合成的淀粉与从

作物中提取出来的淀粉是一样的。这项技术大大地提高了光能的利用效率，从光能到淀粉中的化学能，转化效率是玉米的3.5倍，淀粉合成速率是玉米的8.5倍。从产量上看，理论上1立方米的生物反应器的淀粉年产量，就相当于3300多平方米玉米田的淀粉年产量。

科学家表示，在解决了目前生产成本较高的问题后，这项技术有望投入工业化生产，在生产粮食的主要成分——淀粉的同时，还可以回收利用二氧化碳，减少碳排放；也能减少农药、化肥等对环境的负面影响，全面提高人类的粮食安全水平。

想象一下：这项技术还会对我们的生活产生哪些影响？



人工合成淀粉过程示意图及对合成的淀粉的检测

第三节 呼吸作用

想一想

议一议

有人认为，植物通过光合作用吸收二氧化碳，释放氧气，能够更新房间内的空气，于是在卧室里摆放多盆植物。你认为这种做法科学吗？为什么？



通过本节学习，你将知道：

- 呼吸作用的原料和产物是什么？
- 呼吸作用的实质是什么？
- 呼吸作用原理有哪些应用？

生命活动需要能量的供应。植物通过光合作用制造的有机物，除了用于构建植物体，还有另外一个重要作用——为植物的生命活动提供能量。

呼吸作用的过程

种子萌发，生命活动逐渐活跃起来，这就需要更多的能量供应。下面就以种子的萌发为例，探究植物通过呼吸作用分解有机物释放能量的过程。

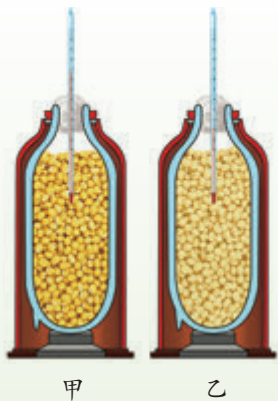
观察·思考

种子在萌发过程中的能量变化

在上课的前一天，老师向两个暖水瓶（或保温杯）中装入种子：甲瓶中装入萌发的种子，乙瓶中装入煮熟并晾凉的种子。尽量保证两个瓶中初始温度一致。然后，向瓶中各插入一支温度计。现在请你观察这两个装置内的温度有什么不同。

讨论

- 1 甲瓶与乙瓶中的温度差异说明了什么？
- 2 种子在萌发过程中发生了怎样的能量变化？



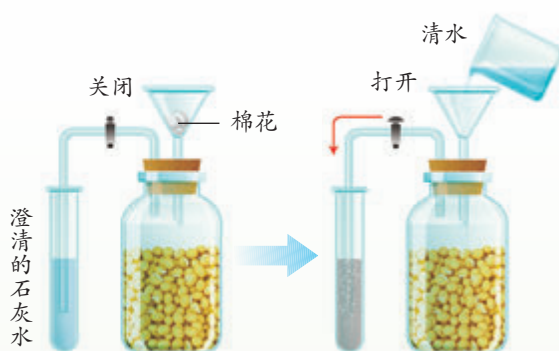
种子在萌发过程中，其中的有机物发生了变化，释放出能量，一部分能量用于种子萌发，还有一部分能量以热量的形式散失了。

种子在萌发过程中，有机物最终转变成了什么物质？在转变过程中还需要哪些物质的参与呢？

观察·思考

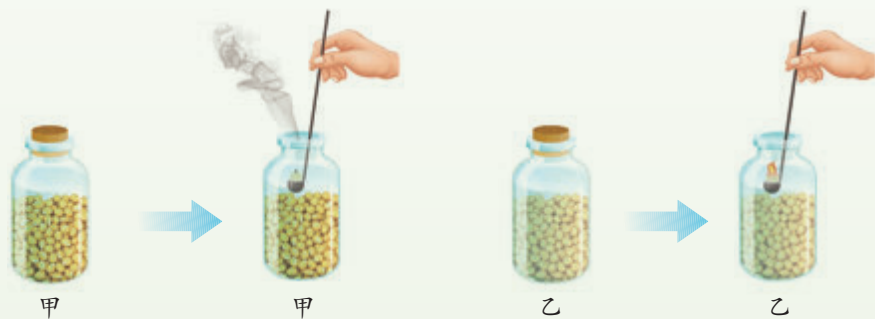
种子在萌发过程中的物质变化

演示实验1 瓶中装有萌发的种子。实验开始时阀门是关闭的（右图）。一段时间后，向瓶子里注入清水，打开阀门，使瓶内的气体进入试管。请你观察澄清的石灰水发生了什么变化。



演示实验1的实验装置示意图

演示实验2 甲瓶装有的萌发的种子，乙瓶装有的等量的煮熟的种子，把甲、乙两瓶同时放到温暖的地方。24小时以后，请你观察蜡烛在甲、乙两瓶中的燃烧情况（下图）。



演示实验2的实验装置示意图

讨论

- ① 在演示实验1中，种子在萌发过程中放出了什么气体？
- ② 在演示实验2中，为什么蜡烛在甲、乙两瓶中的燃烧情况不一样？

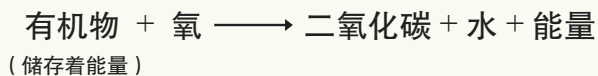
二氧化碳具有使澄清石灰水变浑浊的特性。演示实验1中澄清的石灰水变浑浊，说明种子在萌发过程中放出了二氧化碳。科学实验证明，二氧化碳来自种子中的有机物，有机物在彻底分解时不仅产生二氧化碳，还产生水。

将燃烧的蜡烛放进甲瓶里，火焰立刻熄灭了，这是因为甲瓶里缺少氧气。甲瓶里的氧气到哪里去了呢？原来，甲瓶里的氧气被萌发的种子吸收了。科学实验证明，有机物在彻底分解成二氧化碳和水时，需要氧的参与。

呼吸作用的实质

有机物的这种变化不仅发生在种子萌发过程中，而且发生在所有植物活细胞的内部。细胞利用氧，将有机物分解成二氧化碳和水，并且将储存在有机物中的能量释放出来，供生命活动利用，这个过程叫作呼吸作用（respiration）。呼吸作用主要是在线粒体内进行的。

呼吸作用的过程，可以用下列式子表示：



植物制造的有机物除了被自身利用，还直接或间接地进入其他生物体内，参与构建其他生物体，并为其他生物的生命活动提供能量。在这些生物体内，分解有机物、释放能量的方式是基本相似的，都是通过细胞的呼吸作用实现的。也就是说，呼吸作用是生物的共同特征，其实质是分解有机物，释放能量。任何



小资料

某些情况下，细胞中的有机物没有氧的参与也能分解，但是分解得不彻底，释放出的能量也比较少。

活细胞都在不停地进行呼吸作用，呼吸作用停止，就意味着生命的终结。

呼吸作用原理的应用

在植物体不同的生命时期或不同的细胞中，呼吸作用的强弱是有差别的。呼吸作用的强弱常常是生命活动强弱的标志，呼吸作用影响着植物体的生长发育，关系到作物的产量和品质。

农业生产上采取许多栽培措施来保证作物呼吸作用的正常进行。例如，农田适时松土，遇到涝害时及时排水，都是为了使植物的根得到充足的氧气，满足呼吸作用的需要。

相反，有的措施能降低呼吸作用的强度。例如，储藏粮食时，保持干燥和低温；储藏蔬菜、水果时，降低温度或氧气浓度。



幼嫩的叶比衰老的叶呼吸作用强，花比叶的呼吸作用强。为什么？



项目链接

怎样为你栽培的植物的根提供呼吸作用所需的氧气？

思维训练

推理

甲、乙两地种植同一种甜瓜，甲地甜瓜的含糖量比乙地的高。经调查，在甜瓜生长季节，甲、乙两地的光照条件和栽培措施基本相同，而气温差别较大，详见下表。

地点	白天平均气温/℃	夜间平均气温/℃
甲地	33	12
乙地	33	22

请根据以上资料分析：气温对呼吸作用的强弱有什么影响？请将推理过程按顺序写出来，与同学交流，想一想自己的推理过程有没有不严谨的地方。

练习与应用

一、概念检测

1. 列表比较光合作用和呼吸作用的区别与联系。

比较项目		光合作用	呼吸作用
区别	部位		
	条件		
	原料		
	产物		
	能量转化		
联系			

2. 在生产生活中，人们往往采取各种措施来促进或抑制植物的呼吸作用。

判断下列叙述是否正确。

- (1) 种子收获后及时晾干，可以抑制呼吸作用。 ()
- (2) 栽花时松土，能够促进根细胞的呼吸作用。 ()
- (3) 将蔬菜放入冰箱冷藏室，可抑制它们的呼吸作用。 ()

3. 叶绿体和线粒体都是植物细胞内的“能量转换器”，它们的作用有什么不同吗？它们之间又有怎样的联系？

二、拓展应用

1. 储藏番薯、白菜的窖通常留有通风孔。你能说出其中的道理吗？

2. 储粮过程中，既要防止粮食发芽、发霉，又要防止粮食被虫蛀。我国的大型粮库一般采用充入氮气或二氧化碳，同时保持低温的方法保障储粮安全。根据所学知识，解释上述储粮方法的生物学原理。

“不知天上宫阙，今夕是何年。”这是北宋诗人苏轼在1076年的中秋节写下的诗句，描绘了作者对月中宫殿的想象。如今，中国空间站正在距离地面大约400千米的太空中快速飞行，航天员在这座“天上宫阙”中工作和生活。为了探索空间植物栽培技术，也为航天员提供新鲜蔬菜，航天员与科学家一起尝试开展空间植物栽培实验。

无论在地面还是太空，植物的生长都依赖周围的环境。科学家设计了空间植物栽培装置，解决了保水、通气、缓释肥等难题，为植物在太空中生长提供了适宜的环境。航天员定时检测栽培基质的含水量，如果含水量低，就及时浇水。他们还用注射器向基质内注入空气，让植物的根更好地呼吸。经过不懈探索，在苏轼写下名篇近千年之后的中秋节，我国航天员在“天宫”首次品尝了在太空种植的蔬菜。



中国航天员展示在中国空间站种植的生菜

未来，我国还要开展长期的载人航天、深空探测等活动，掌握空间植物栽培技术将大有可为。在太空种菜，可在一定程度上满足航天员对食物、氧气和水等生命保障条件的需求；也能为航天员的生活增加乐趣、缓解压力；还可以开展微重力环境下的植物学研究，促进航天育种的发展。

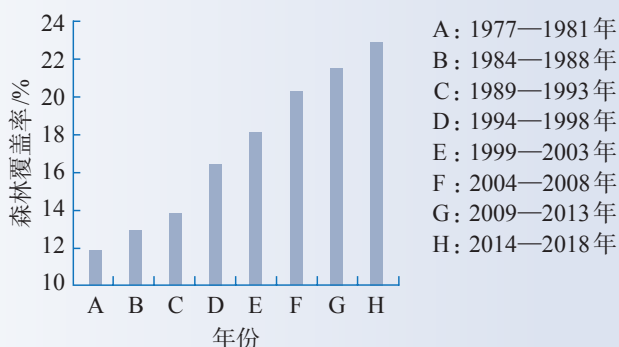
在太空栽培植物，需要为植物提供哪些条件？又会遇到哪些困难？请你查阅资料，尝试设计并制作一个空间植物栽培装置。

第四节 植物在自然界中的作用

想一想

议一议

森林覆盖率是指一个国家或地区森林面积占土地总面积的百分比。1977—2018年，我国森林覆盖率呈上升趋势，主要原因是进行了植树造林，并实行了生态保护。为什么要提高森林覆盖率呢？

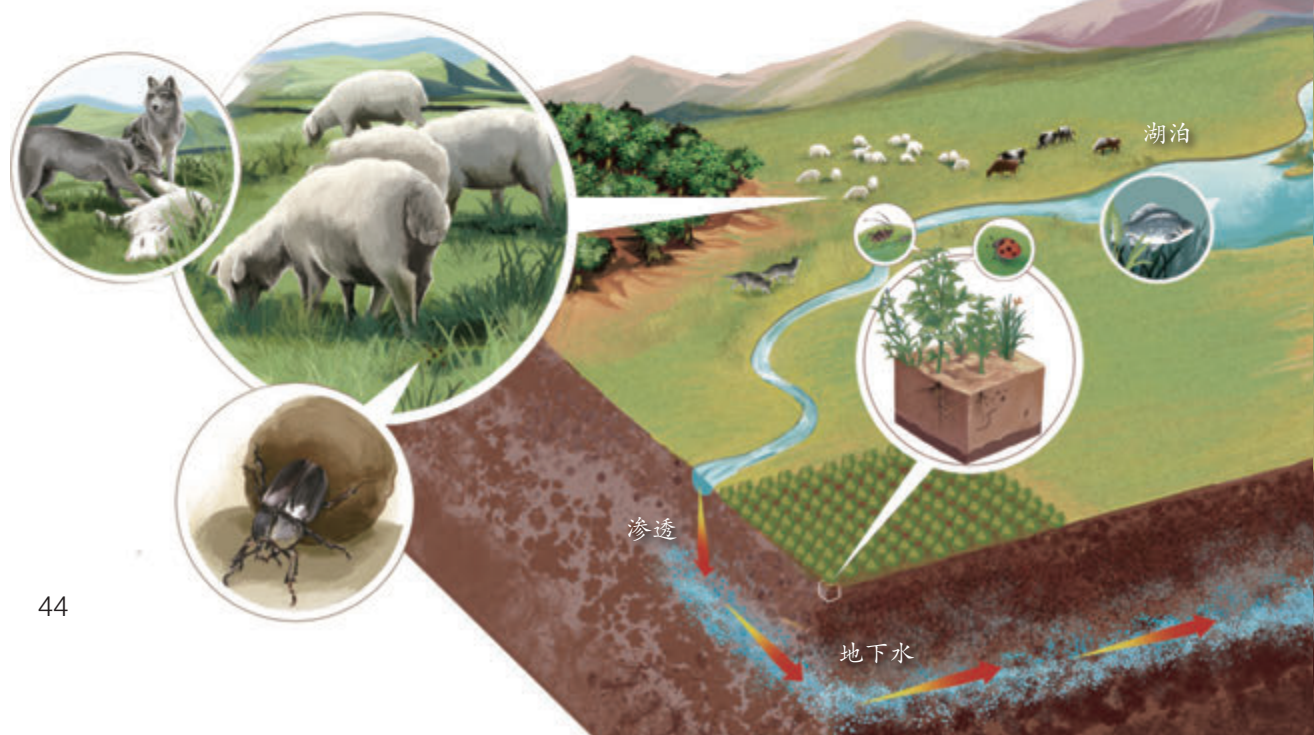


通过本节学习，你将知道：

- 植物制造的有机物有什么作用？
- 植物怎样参与生物圈的水循环？
- 植物是怎样维持生物圈中碳氧平衡的？
- 怎样从我做起，保护植被？

植物可以为其他生物提供有机物

植物通过光合作用制造的有机物，不仅满足了自身生命活动的需要，而且为其他生物提供了基本的食物来源。食草动物直接以植物为食，食肉动物间接以植物为食，杂食动物则兼而食之。可以说，植物既为其他生物提供了构建“身体”的材料，也为其他生物提供了生命活动所需的能量（图3-22）。



由此可见，植物制造的有机物，通过生物之间吃与被吃的复杂关系，以及被细菌、真菌分解利用等，养育了其他生物。

植物参与生物圈的水循环

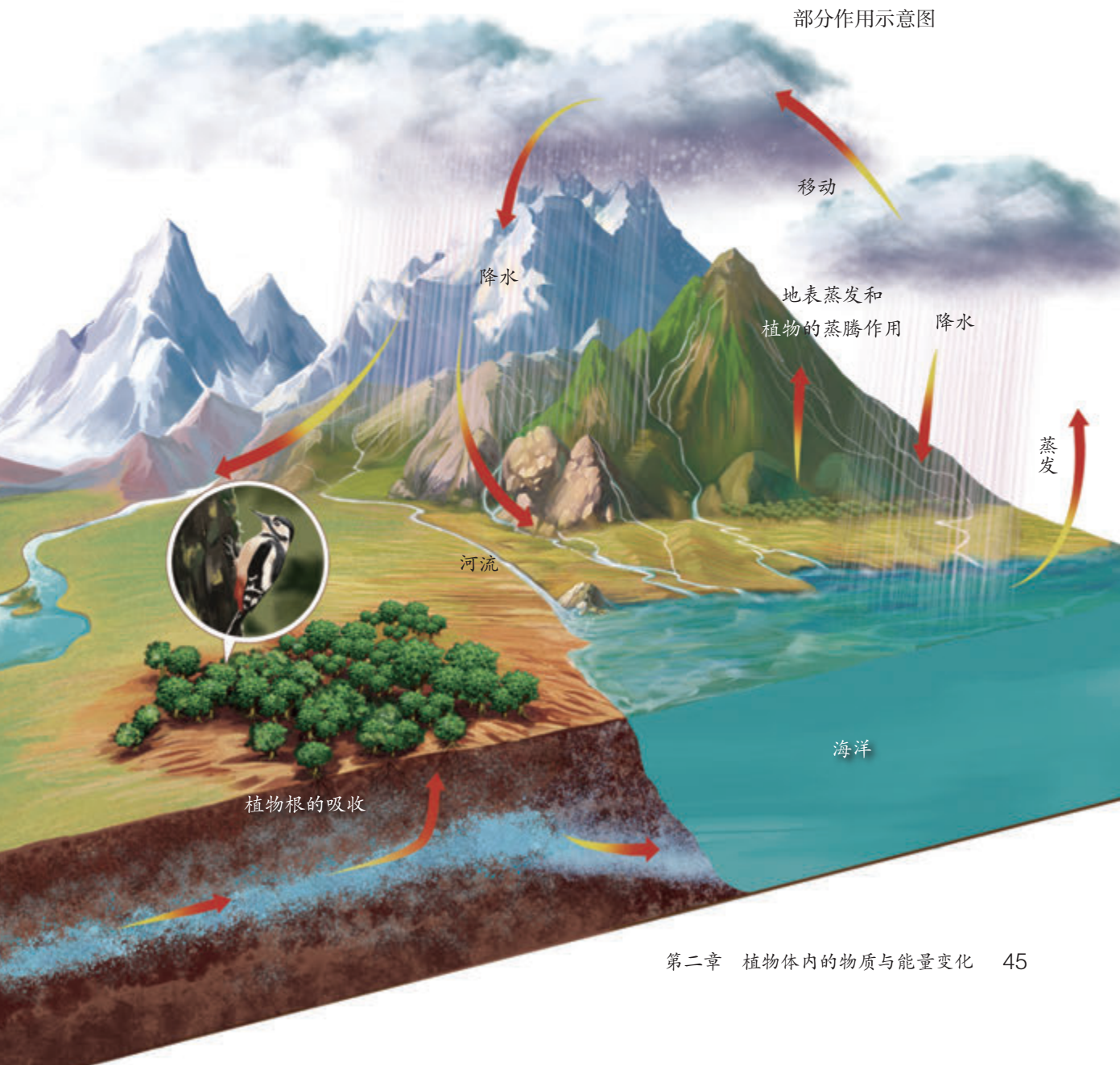
观察图3-22，并结合已学过的知识，描述地球上水循环的过程。请思考：植物在水循环中起什么作用？



小资料

地球上适合生物生存的地方只有表面的一薄层，这一薄层称为生物圈。生物圈的范围包括大气圈的底部、岩石圈的表面和整个水圈。

图3-22 植物在自然界中部分作用示意图





据科学家测算，某热带雨林的降水量是1 950毫米/年，蒸腾量是1 570毫米/年。蒸腾量占降水量的百分比是多少？这说明热带雨林对促进水循环具有什么意义？

植物的蒸腾作用能够提高大气湿度，增加降水。热带雨林降水频繁，其中不少雨水是由植物蒸腾作用散失的水蒸气冷凝而成的。植物的茎、叶承接雨水，能够大大减缓雨水对地面的冲刷；树林中的枯枝落叶就像一层厚厚的海绵，能够吸纳大量的雨水，也使得雨水更多地渗入地下，补充地下水。可以说，一片森林就是一座绿色的水库，我们应该好好保护森林。

植物参与维持生物圈的碳氧平衡

生物的呼吸作用不断消耗氧气，排出二氧化碳；自然界中的有机物在分解过程中也不断消耗氧气，产生二氧化碳；人类在生产生活中，消耗了大量的化石燃料，而化石燃料在燃烧过程中，也会消耗大量的氧气，产生大量的二氧化碳。植物通过光合作用，不断吸收大气中的二氧化碳，又将氧气释放到大气中，对维持生物圈中二氧化碳和氧气的相对平衡（简称碳氧平衡）起了重要作用。

从19世纪后半叶起，随着工厂、汽车、飞机、轮船等迅速增多，人类大量使用化石燃料，排入大气的二氧化碳量日益增加，已经出现超过生态系统自我调节能力的趋势。大气中二氧化碳浓度不断增加，导致全球变暖，进而引发一系列环境问题。例如，冰川加速融化（图3-23），干旱、洪涝灾害频发，全球许多地方都出现气候异常。因此，减少二氧化碳排放，早日实现碳中和，是人类面临的重要任务。



图3-23 浮冰与北极熊

① 人类在生产生活中，会向大气排放二氧化碳等导致全球变暖的气体，这些气体的总量称为碳排放量。植物可以通过光合作用吸收二氧化碳，人类也可以采用工程技术、生态措施等将二氧化碳封存起来，这些被吸收和封存的气体的总量称为碳吸收量。

② 根据预测，如果不对二氧化碳等气体的排放加以控制，地球气候将出现一系列灾难性变化。因此，世界各国达成了以碳中和为核心的国际合作协定。碳中和要实现的是使碳排放量与碳吸收量相一致。2020年，我国政府宣布：中国将采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。

③ 科学研究表明：树木每生长1立方米，平均吸收1.83吨二氧化碳，释放1.62吨氧气。据估算，全球有1.15万亿吨的碳储存在森林中。

④ 地处河北承德的塞罕坝地区曾林木葱茏，但由于大规模开围放垦、山火不断等，到中华人民共和国成立前，这里的原始森林几乎荡然无存。1962年，塞罕坝林场组建，开始人工造林。经过艰苦努力，塞罕坝林场将当地的森林覆盖率由建场初期的11.4%提高至2020年年底的82%，成为我国人工造林的典范。第九次全国森林资源清查（2014—2018年）结果显示，我国人工林面积达8 000万公顷，居世界第一位。

讨论

- ① 如果碳排放量持续增加，而碳吸收量保持不变，会导致什么后果？
- ② 植树造林对实现碳中和有什么作用？
- ③ 实现碳中和有什么意义？个人在实现碳中和过程中可以做些什么？

塞罕坝林场一隅

实现碳中和，需要从以下两方面付出巨大努力。一是实行节能减排、能源转型，如减少二氧化碳的排放量，大力发展太阳能、风能等新能源；二是植树造林，进行生态保护，通过植物吸收更多的二氧化碳，还可以通过工程技术手段捕获和封存大气中的二氧化碳。

作为生物圈中的一员，为了人类的明天更加美好，我们应在护绿、低碳上多作贡献。

从我做起，保护植被

绿色是大自然的底色，也是美丽中国的主基调。我国颁布施行了《中华人民共和国森林法》和《中华人民共和国草原法》，对森林和草原实行依法治理和科学化管理，使我国对植物资源的利用和保护走上了可持续发展的道路。为了保护好环境，处理好经济发展同人口、资源、环境的关系，我国政府明确提出退耕还林、还草、还湖，退牧还草，并专门制定了相应的国家政策，保证每项工作都能不折不扣地得到落实。

为了绿化荒山，绿化荒漠，建造防风治沙的“绿色长城”，我国还开展了广泛而持久的全民义务植树、种草活动，并将每年的3月12日定为“植树节”，号召大家积极参与植树造林、绿化荒山活动。只要大家都爱护植被，积极参加植树造林活动（图3-24），我们的祖国就会更加绿意盎然。

建设美丽中国，从我做起。让我们为自己的校园设计一个绿化方案吧！



项目链接

能不能利用你栽培的植物美化校园呢？



图3-24 植树造林（栽植红树树苗）

目的要求

尝试校园绿化设计，学习常见的花卉、林木、草皮等的相关知识，提高审美情趣，增强爱护植物和热爱学校的情感。

方法步骤

一、课前准备

- ① 每6~8人为一组，指定一人为组长，活动时以小组为单位。
- ② 仔细调查校园内植物的种类和分布情况，以及假山、水池、亭子等的分布。画一张草图，标明各自的位置。
- ③ 到图书馆查阅有关园林学和园艺学的书籍，或访问附近环境优美的学校、社区、公园，吸取其中设计的优点，请园艺师介绍经验。
- ④ 小组同学充分讨论，设计本组认为最理想的校园绿化、美化平面图。制成模型或视频，以利于课堂交流。设计时应注意以下问题。
 - (1) 应考虑学校的实际情况，尽量不要对校园环境布局做大的改动，最好不要选用名贵的花草树木。
 - (2) 对于绿化树种，在形态选择和空间安排上要注意高度、大小和色彩的搭配，做到疏密相间、协调自然。例如，教学楼临窗处不宜种植高大的乔木，避免影响室内的通风和采光。
 - (3) 应注意花草树木的生长周期，尽量使校园春有花、夏有荫、秋有果、冬有绿。
 - (4) 教学楼大厅及室内应注意盆花和观叶植物的配置。选择植物时，要根据不同植物的生活习性、室内环境特点以及师生活动的需要等因素综合考虑。

二、课内活动

- ① 在课堂上展示各小组设计的校园绿化、美化方案，并讨论哪个方案使校园最美丽，哪个方案最合理、最经济。
- ② 借鉴其他组设计的优点，选定一两个设计方案进行修改完善，并送交学校相关部门。也可以将设计方案放在合适的位置展览。

练习与应用

一、概念检测

1. 有人认为，二氧化碳是植物光合作用的原料，二氧化碳越多，植物能够利用的原料就越多，光合作用就越强，植物生长也就越好。因此，大气中二氧化碳浓度的提高对生物圈是有利的。请你分析上述说法是否准确并阐述理由。

2. “君不见黄河之水天上来，奔流到海不复回。”这是唐代诗人李白的著名诗句。试从生物圈水循环的角度，对这句诗进行分析。

二、拓展应用

1. 有人说：“包括人类在内的其他生物是‘攀附’着植物的茎蔓才站在这个星球上的。”请谈谈你对这句话的理解。

2. 要实现碳中和，一方面需要减少碳排放量，另一方面需要增加碳吸收量。请针对“在实现碳中和过程中，我们应当怎样做？”设计一张海报，并向家人和朋友进行宣传。

课外实践 参加当地的绿化活动

在老师或家长的带领下，参加当地的绿化活动。你可以根据当地实际情况，在以下活动中作出选择。

① 参加当地的“植树节”活动。

② 参加社区绿化活动。

③ 认领一棵树或一片草坪，精心管理和养护，如适时浇水、施肥、防治病虫害等。

将你参加绿化活动的经历和感受写成短文，在班上展示和交流。



绿化活动



背景资料

❶ 小祥跟妈妈去看望爷爷奶奶。奶奶说：“上次你们带来的那几盆花，前几天都死了。”妈妈说：“是不是忘记浇水了？”奶奶说：“没忘啊，每天都浇，有时我浇过了，你爸爸还要再浇一次。”妈妈说：“那就是浇水太多啦，根会因为缺氧而烂掉的。”你赞同小祥妈妈的推断吗？除了水，还有哪些环境因素会影响植物的生长和发育？

❷ 对栽培植物来说，土壤的作用主要是提供营养物质和固定植株。贫瘠的土壤、盐碱地等不适于栽种植物。此外，土壤中还有许多病菌、害虫及害虫产下的卵等，容易滋生病虫害。无土栽培可以有效应对上述情况。

无土栽培可以更好地控制栽培条件。例如，可以通过改变营养液的成分和浓度，来满足不同植物生长发育的需要。不过，营养液的配制及其他栽培条件的控制，可不是一件简单的事情，需要查阅资料，并通过实验来不断探索。

确定任务

本项目应当达成以下目标。

- ❶ 栽培一种被子植物，观察并记录它生长发育的全过程。
- ❷ 探究栽培这种植物所需的环境条件。

请围绕这两个目标，结合阅读背景资料得到的启发，选择本小组最感兴趣的一种植物和要探究的环境条件，确定具体任务，包括栽培植物的种类、栽培方式（有土或无土）、预期结果、探究哪种环境条件及其控制措施等。

制订方案

建议查阅相关资料，通过小组讨论制订详细的方案，包括如何获得种子，是否需要先育苗再移栽，在栽培过程中如何提供营养物质，是否需要人工授粉，如何防治病虫害，等等。



应预先确定观察和测量的指标，如株高、叶片数量及大小、茎的粗细、开花时间、花的数量、果实的数量和质量等；设计记录数据的表格。

实施方案

按照本小组制订的方案，分步骤实施。实施过程中要分工合作，注意观察，做好记录。如果发现植株生长发育不正常，要及时分析原因；根据结果及时修正、优化原先制订的栽培方案，并在合适的时候，再次实施优化后的方案。

展示交流

描述栽培植物的生长过程，向全班或其他小组展示栽培结果，听取其他小组和老师的评价。在交流时，可以讨论以下问题。

❶ 栽培同种植物、探究同种环境条件的小组得到的结论一样吗？如果不一样，原因可能是什么？

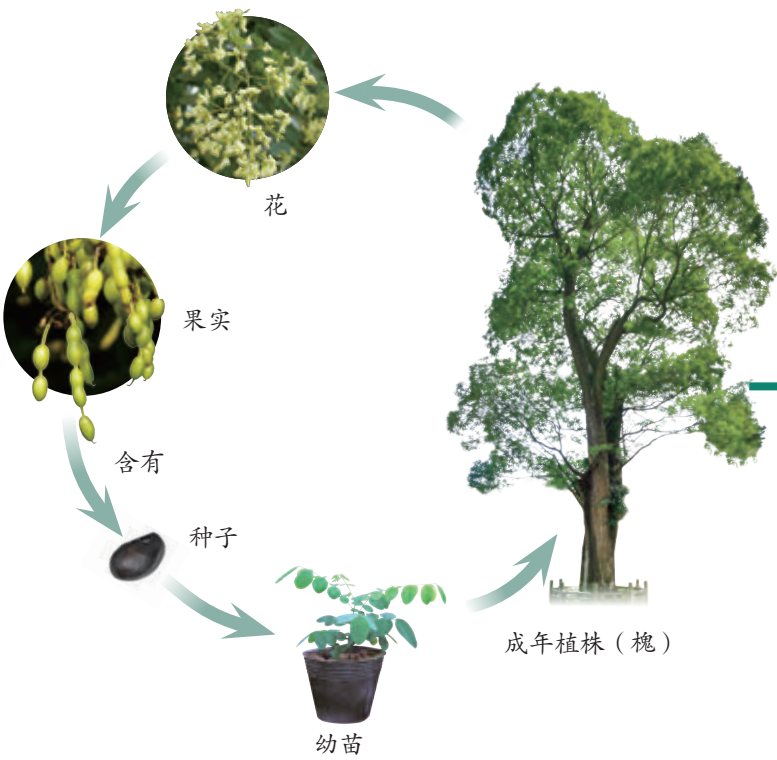
❷ 结合其他小组的结论，总结栽培一种植物所需的环境条件。

在评价时，可参考以下要点。植物的生长状况如何？是否开花和结果？遇到困难时，你们是怎样解决这些困难的？是否对本次实践活动中不满意的地方进行了优化，并计划重新实施？

概念梳理

被子植物的生命周期

植物体内的生理过程



• 蒸腾作用
植物吸收的水以_____状态散失到_____中的过程。植物通过对水的吸收、_____和_____参与生物圈的_____

• 光合作用
植物通过_____, 利用_____, 将_____和_____合成为储存着能量的_____, 并释放_____

• 呼吸作用
细胞利用_____, 将有机物分解成_____和_____, 并且将储存在有机物中的_____释放出来, 供生命活动利用

实践应用

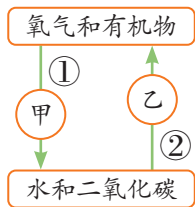
素养表现	自我评价
在日常生活中，能识别植物的根、茎、叶、花、果实和种子，能通过绘图、制作模型等方法说明各个器官的结构和功能特点。	
对生产生活（如农业生产、家庭养花等）中出现的一些植物生长发育现象，能运用光合作用、呼吸作用、蒸腾作用等方面的知识进行解释。	
在家里或校园内，亲手栽培一种植物，美化环境。能制订栽培方案，设计单一变量实验，探究影响植物生长的因素，合理控制栽培条件。	
积极参与设计绿化校园、社区的方案，在生活中做到爱绿护绿、低碳生活。	

复习与提高

一、选择题

1. 下图中的①、②分别代表某植物细胞内的两个生理活动，甲、乙分别为该细胞的某种结构。下列叙述错误的是 ()

- A. 植物的每个细胞都能进行①、②过程
- B. 甲是线粒体, ①过程能够分解有机物
- C. 乙是叶绿体, ②过程需要有光才能进行
- D. ①和②过程既有物质变化又有能量变化



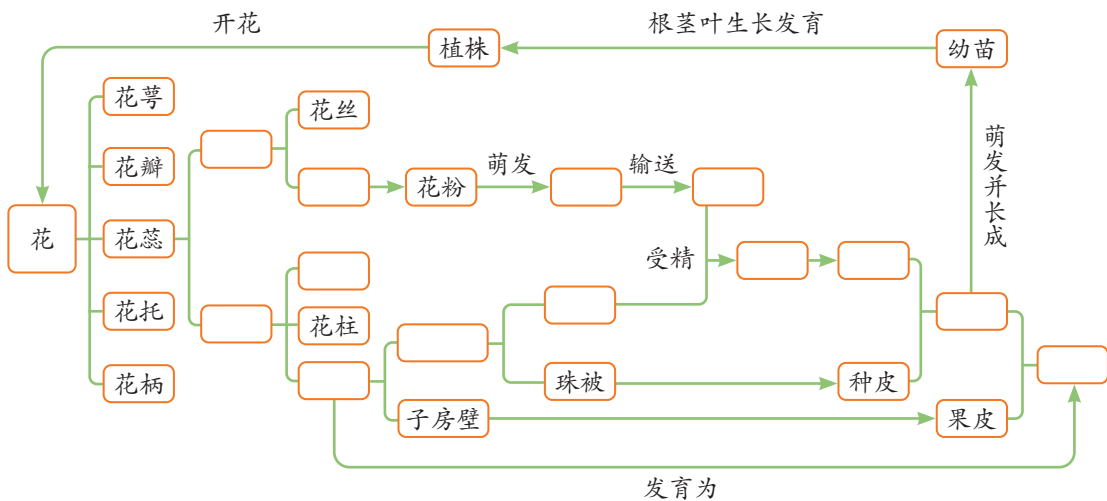
2. 移栽树木时通常要剪去部分枝叶，并带土移栽，移栽后有时还要遮阳防晒，在树干上“打针输液”。下列叙述错误的是 ()

- A. 带土移栽可以保护根
- B. “打针输液”可以提供无机盐
- C. 遮阳是为了降低光合作用速率
- D. 剪去部分枝叶是为了减弱蒸腾作用
3. 下列农业措施主要为了抑制呼吸作用的是

- A. 农田淹水后及时排涝
B. 种庄稼时进行合理密植
C. 提高温室中二氧化碳浓度
D. 向封闭粮仓充入氮气并保持低温

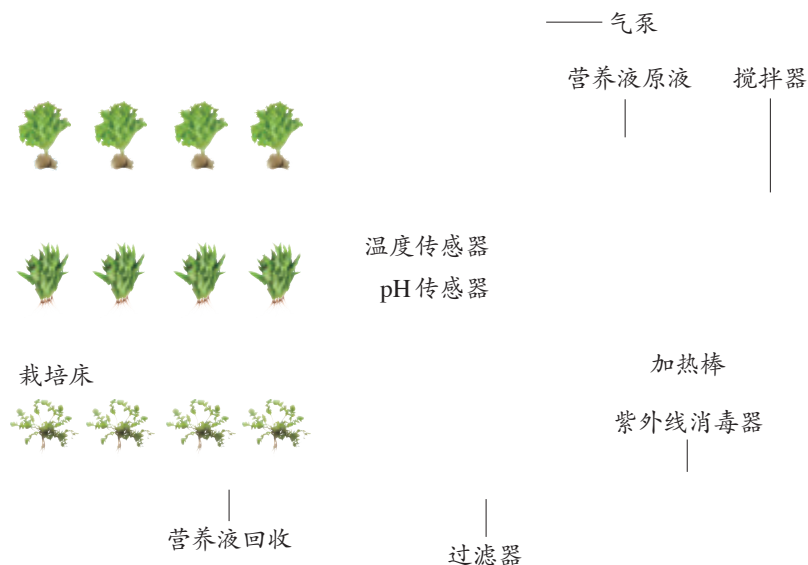
二、非选择题

1. “被子植物的一生”可用下图表示。请填写相应内容。



2. 成语“根深叶茂”“本固枝荣”常用来比喻事物的基础巩固了，其他部分才能发展。请应用相关知识解释这两个成语蕴含的生物学原理。

3. 植物工厂是一种室内植物生产设施，可对温度、湿度、光照、二氧化碳浓度、氧气浓度，以及营养液等条件进行精确控制。下图为植物工厂内部部分结构的示意图，请回答以下问题。



(1) 为保证作物正常生长，营养液应含有_____。

(2) 请你推测气泵的主要作用是泵入_____，供植物进行_____。

(3) 下列有关图中植物工厂的叙述，错误的是 ()

- A. 搅拌能增加营养液中的氧含量
- B. 可通过延长光照时间提高作物产量
- C. 紫外线消毒器可以杀死回收液中所有微生物
- D. 植物工厂实现了立体化种植，土地使用效率更高

(4) 关于植物工厂，你还有哪些问题？可以和同学讨论感兴趣的问题。如果有条件，不妨利用课余时间参观植物工厂。

4. 在一个玻璃瓶底部铺上一层潮湿的土壤，在土壤中种上一棵幼苗，然后将玻璃瓶密封，并放置在有阳光照射的窗台上，室温保持在 30℃ 左右。请你预测这株幼苗能够生存多长时间。如果你认为凭以上信息无法作出准确的预测，请你说明还需要哪些关于这株幼苗及其周围环境的信息。

第四单元

人体生理与健康（一）

曾记否？跋涉于青山绿水，宿营于溪畔林间，在大自然中锻炼，在篝火旁倾诉心曲——夏令营，多么美好的回忆！

你可曾想过，这一切美好的体验，有赖于健康的身体。我们靠什么感知青山绿水、鸟语花香？靠什么呼吸清新的空气？在溪畔林间奔跑跳跃时，所需的能量来自哪里？身体靠哪些结构和生理过程保障能量的供应与利用？

人体正常的结构和生理功能是健康的基础。了解人体的结构和生理，可以帮助你更好地认识自己、增进健康。

🔑 一起去揭秘

- 男孩和女孩有哪些不同？如何健康地度过青春期？
- 人体是如何从食物中获取营养物质的？怎样才算吃得健康？
- 为什么剧烈运动时呼吸和心跳都加快？怎样增强心肺功能？
- 尿是怎样形成的？怎样保持泌尿系统的卫生？

🔍 一起去探究

- 测定几种食物中的能量。
- 探究食物的消化过程。
- 模拟探究人体肺与外界的气体交换。
- 观察小鱼尾鳍内血液的流动。



一起做项目

- 选择适宜的材料，制作一个人体器官（或系统）的模型。要想让模型既科学又美观，应该怎样做呢？



第一章

人的生殖和发育



受精卵分裂

20世纪70年代，英国有一对夫妇结婚后一直未能生育。经检查，发现妻子的输卵管阻塞。后来，这对夫妇幸运地靠科技进步怀上了宝宝：科学家从这位妻子体内取出卵细胞，在实验室进行体外培养，然后让卵细胞和她丈夫的精子在体外受精，待受精卵形成早期胚胎后再植入妻子的子宫内，胚胎在母体内完成发育。1978年7月25日，这对夫妇的孩子——世界上第一例试管婴儿出生了。至今，世界上已有超过千万例试管婴儿诞生。

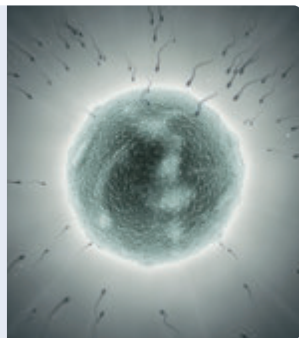
试管婴儿技术的发展，离不开对人的生殖和胚胎发育过程的研究。

第一节 人的生殖

想一想

议一议

正常情况下，在人的生殖过程中，许许多多的精子会竞相游向卵细胞，最终一个卵细胞只能与一个精子结合，形成受精卵。受精卵最终会在女性体内什么地方发育成胎儿？



通过本节学习，你将知道：

- 男性和女性生殖系统各有哪些主要结构？它们各有什么功能？
- 受精的过程是怎样的？
- 胚胎发育的大致过程是怎样的？

人类新个体的产生，要经历雌雄生殖细胞结合，在母体内完成胚胎发育，再由母体产出的过程。这一过程主要是靠生殖系统完成的。

生殖系统

男性的生殖系统和女性的不一样，这是男性与女性在身体结构上最大的区别。

男性生殖系统主要包括睾丸、附睾、输精管和阴茎等。睾丸是男性的主要生殖器官，它的功能是产生精子，分泌雄激素。附睾储存精子。精子从附睾通过输精管输送到尿道，通过尿道排出体外。

女性生殖系统主要包括卵巢、输卵管、子宫和阴道等。卵巢是女性的主要生殖器官，它的功能是产生卵细胞，分泌雌激素等。卵细胞从卵巢排出后，会沿着输卵管向子宫方向移动。子宫是胚胎发育的场所。



小资料

除了雌激素，卵巢还分泌孕激素。孕激素参与受精卵的着床并维持妊娠。



小资料

子宫内膜周期性变化是月经形成的原因（详见本章第二节），子宫内膜只有发育到一定程度，胚泡才能植入并形成胚胎。

生殖过程

睾丸产生的精子和卵巢产生的卵细胞，都是生殖细胞，它们分别含有男性和女性的遗传物质。含有精子的精液进入阴道后，精子游动进入子宫，进而进入输卵管内与卵细胞相遇。一个成熟的卵细胞只能接受一个精子，两者结合形成受精卵。

受精卵不断进行细胞分裂和分化，逐渐发育成胚泡。胚泡移动到子宫中，最终植入子宫内膜（图4-5）。

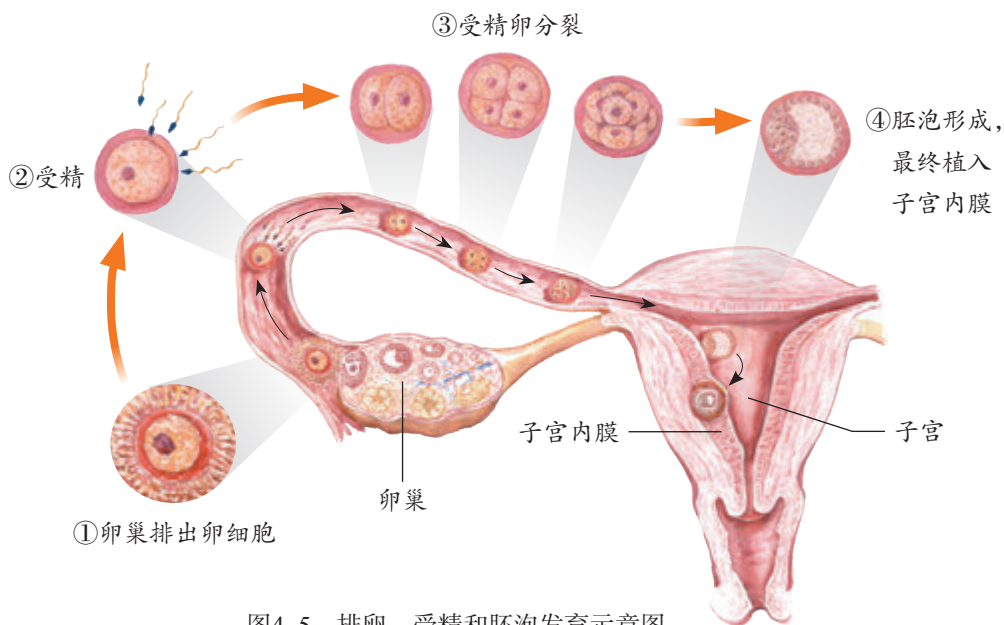


图4-5 排卵、受精和胚泡发育示意图

在子宫内膜上，胚泡中的细胞继续进行分裂和分化，逐渐发育成胚胎，在8周左右时发育成胎儿——已经呈现出人的形态（图4-6）。

胎儿生活在子宫内的液体——羊水中，通过胎盘、脐带从母体获得所需要的营养物质和氧；胎儿产生的二氧化碳及其他代谢废物，通过脐带、胎盘经母体排出（图4-7）。



图4-6 8周左右的人类胚胎

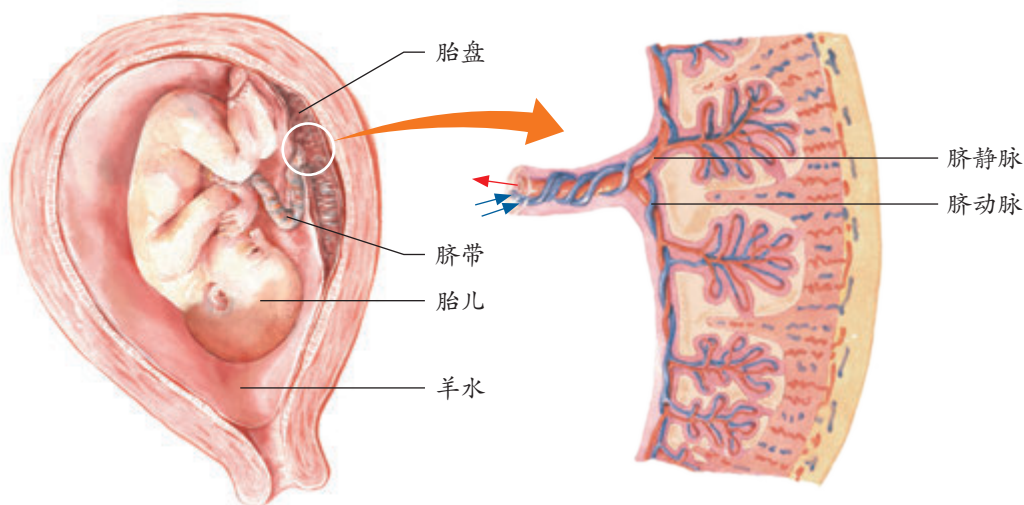


图4-7 子宫内的胎儿、脐带和胎盘关系的示意图

胎盘呈扁圆形，是胎儿和母体交换物质的器官。胎盘靠近胎儿的一面附有脐带，脐带与胎儿相连。胎盘靠近母体的一面与母体的子宫内膜相连。胎盘内有许多绒毛，绒毛内有毛细血管，这些毛细血管与脐带内的血管相通，绒毛与绒毛之间充满了母体的血液。胎儿和母体通过胎盘上的绒毛进行物质交换。

一般来说，从形成受精卵开始到第38周（266天）时，胎儿就发育成熟了。成熟的胎儿和胎盘从母体的子宫经阴道产出，这个过程叫作分娩（图4-8）。分娩意味着新生儿的诞生。



图4-8 分娩过程示意图

从图4-8看，分娩似乎并不复杂。但是对于母亲来说，分娩却常常伴随剧烈的阵痛。有时，医生会根据临床诊断结果，选择剖宫产等手术方式帮助孕妇完成分娩。母亲的生育不容易，父母把子女养育成人更不容易，这是我们每个人都应当铭记的。

分娩后，母亲的乳腺开始分泌乳汁。乳汁的成分包括多种营养物质和抵抗传染病的抗体（一种具有免疫功能的蛋白质）等。

练习与应用

一、概念检测

将下列生殖器官的名称与其功能用线连接起来。

- | | |
|----|--------------|
| 睾丸 | 胚胎发育的场所 |
| 附睾 | 产生精子，分泌雄激素 |
| 卵巢 | 储存和输送精子 |
| 子宫 | 产生卵细胞，分泌雌激素等 |

二、拓展应用

一位孕妇在怀孕期间体重增加了12.5千克。这位孕妇各部分增重的情况如下表所示。分析这个表中的数据，说说你对母亲怀孕有什么新的认识。

增重部分	胎儿	胎盘	羊水	子宫	乳腺	增多的血液	母体储藏的营养物质	其他物质
质量/千克	3.4	0.65	0.8	0.97	0.4	1.45	3.35	1.48

1962年初冬的一天，北京协和医院接诊了一位远道而来的产妇。这位产妇已经生过三个孩子，不幸的是，三个孩子出生后都全身发黄（医学上称为黄疸），很快就夭折了。为了得到一个健康的孩子，产妇和丈夫慕名而来，希望林巧稚大夫能够帮助他们。

当时，林巧稚是北京协和医院妇产科主任，从1929年博士毕业算起，她已在这里工作三十多年了。听了产妇的描述，她判断，此前的孩子是因母婴血型不合导致新生儿溶血病，进而引发严重贫血，以致不幸夭折的。

产妇即将临产，怎么办？林巧稚和团队反复磋商，决定使用脐静脉换血法进行医治。简单地说，就是为婴儿换血。这需要一边抽出新生儿体内含有抗体的血液，一边输入新鲜血液。这种操作当时在国内尚无先例，抽血与输血的速度、体积、次数怎样把握？林巧稚在查阅大量文献的基础上，邀请多位专家会诊，决定在产妇分娩后立即监测并施行手术。

婴儿出生两小时后，开始出现黄疸。一位大夫从婴儿的脐静脉中缓缓抽出血液，同时输入新鲜血液。林巧稚将听诊器在手心焐热，然后轻轻贴在婴儿胸前，一边听一边打手势，指挥大夫控制抽血和输血的速度。就这样，400毫升新鲜血液缓缓输入了婴儿体内，婴儿面色转好，安静地睡去。第二天黄疸复发，林巧稚他们再次进行换血手术。此后，婴儿的黄疸症状逐渐消失，婴儿彻底转危为安。

这只是林巧稚几十年里救助过的千千万万患者中的一个。从20岁投身医学，她就始终饱含深情，全心全意为患者服务。她跋山涉水，上门问诊；她推动中国妇女健康普查，降低了宫颈癌的发病率；等等。

1983年，在弥留之际，林巧稚还在梦中呼喊救助产妇。她的人生即将走到尽头，但心头挂念的不是自己，而是那些产妇。她虽然没有自己的孩子，却接生了5万多名婴儿，被誉为“万婴之母”。

林巧稚医生



第二节 青春期

想一想

议一议

在什么年龄容易长青春痘（医学上称为痤疮）？长了青春痘应该怎么处理？在这个年龄，身体上还有哪些变化呢？



通过本节学习，你将知道：

- 进入青春期后，身体和心理会出现哪些变化？
- 怎样健康地度过青春期？

你和你的同龄人都在步入一个重要的发育时期——青春期，这是一段生长发育发生重要变化的时期。你从自己和同学身上感受和观察到某些变化了吗？怎样才能健康地度过青春期呢？

青春期的身体变化

分析·讨论

青春期身体发生的变化

青春期时，男孩和女孩的身体迅速发育，体形区别明显，激素水平也有明显变化（图1～图3）。

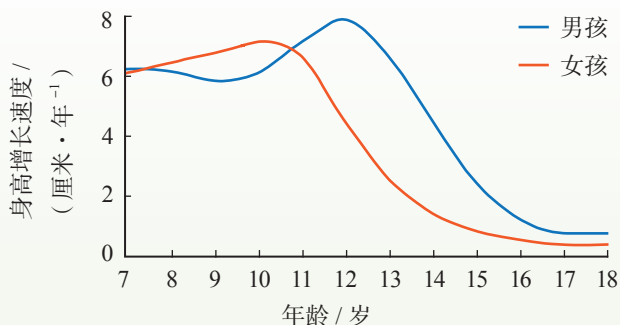


图1 我国某地男孩和女孩身高增长速度曲线

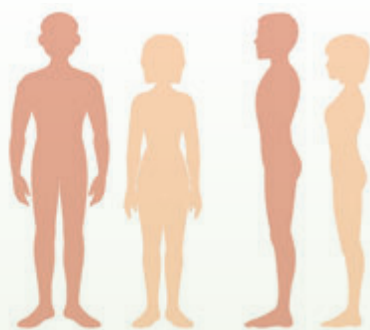


图2 男孩和女孩的体形

讨论

① 7～18岁男孩和女孩身高增长的特点是什么？在什么年龄身高开始突增？在什么年龄身高增长开始放缓？

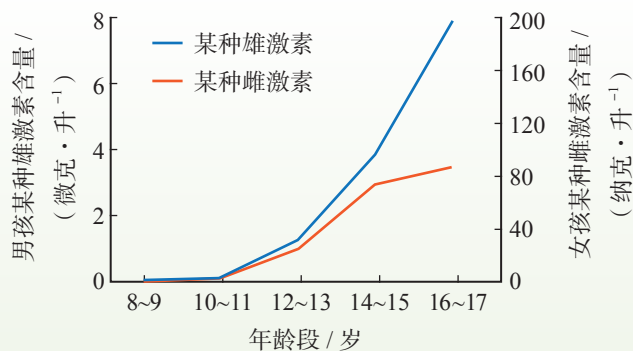


图3 我国某地男孩和女孩激素水平的变化

② 男孩和女孩的体形如上页图2所示。体形的差异与雄激素、雌激素的变化有关吗？你是怎样推测的？

③ 男孩和女孩在青春期的身体变化还有哪些？

身高突增和体重的迅速增长是青春期身体发育的显著特点。在这个时期，男孩和女孩生长迅速，骨和肌肉迅速增长。同时，神经系统以及心脏、肺等器官的功能也明显增强。青春期是人的一生中身体发育和智力发展的黄金时期。

生殖器官的发育是青春期的另一个显著特点。男孩体内，睾丸分泌的雄激素增多，雄激素又会促进睾丸等器官的发育，睾丸开始产生精子。同样，卵巢也会分泌更多的雌激素，雌激素又会促进卵巢发育和卵细胞的生长。

雄激素和雌激素还会分别促进男孩和女孩第二性征的出现。第二性征是指除生殖器官外男女性特有的外部特征。男性第二性征主要表现为胡须生长，喉结突出，声调低沉等；女性第二性征主要表现为乳房增大，骨盆增宽，声调增高等。

女孩进入青春期，乳房逐渐发育，应穿戴合适的胸罩保护胸部。



小资料

出现青春痘与青春期油脂分泌增多有关。预防或缓解青春痘，应养成良好的卫生习惯，做好面部清洁，保证充足睡眠，并保持心情愉快。



小资料

男孩和女孩的发育还受到多种激素的影响，如生长激素、甲状腺激素等。在八年级，你将学习有关内容。

青春期的生理变化及卫生

进入青春期，男孩会出现遗精（图4-9），女孩会来月经（图4-10）。其实，这都是正常的生理现象，男生、女生都应当了解。



图4-9 遗精及其原因



图4-10 月经来潮的原因

女性在月经期间，子宫内膜自然脱落，子宫口稍稍张开，如果不注意卫生，就可能造成生殖系统感染。另外，来月经时多数伴有轻微的疼痛或不适感，要避免剧烈活动。疼痛严重时，应当请医生诊治。月经期间要注意什么呢（图4-11）？



图4-11 月经期间的注意事项

青春期的心理变化及卫生

青春期的男孩和女孩, 心理上也发生着明显的变化, 生活中常常会有较多的心理矛盾。

观看图4-12中的两个场景, 想一想: 你有过类似的情况吗? 我们应该怎样做呢?



图4-12 青春期心理特点的一些表现



小资料

如果遇到让你感到焦虑的事情，也可以求助心理咨询师，他们会帮助你解决问题。

进入青春期后，青少年逐渐形成较强的独立意识，希望自己能像成年人一样处理问题，但此时心智还不够成熟，遇到事情应当及时和家长、老师沟通。

随着身体的发育，性意识也开始萌动，常表现为从最开始的与异性疏远，到逐渐愿意与异性接近，或对异性产生朦胧的依恋，这些都是正常的心理变化。同学们应当正确对待男女生之间的正常交往，与异性相处，要落落大方，相互尊重。

青春期正是学知识、长才干、树立远大理想、塑造美好心灵的关键时期。因此，应当集中精力，努力学习，积极参加各种集体活动，同学间相互帮助，与师长密切交流，健康地度过人生的金色年华。

练习与应用

一、概念检测

下表是青春期各项发育指标的出现顺序。这个表是科学家分析研究了许多青少年之后归纳出来的。对于每个男孩或女孩来说，与表中各项指标相比，可能存在一些差异。只要差异不大，都是正常的。请你对照此表，分析自己的发育情况。如果有疑问，可以请教家长、老师或医生。

年龄/岁	女孩	男孩
8~9	身高突增开始	
10~11	乳房发育开始，身高突增高峰，出现阴毛	身高突增开始，睾丸、阴茎开始增长
12	乳房继续增大	身高突增高峰，出现喉结
13	月经初潮，出现腋毛	出现阴毛，睾丸、阴茎继续增大
14	乳房显著增大	变声，出现腋毛
15	皮下脂肪增多，体态渐趋丰满	首次遗精，出现胡须
16	月经有规律	睾丸、阴茎已达成人大小
17~18	骨骺愈合，生长基本停止	体毛接近成人水平
≥19		骨骺愈合，生长基本停止

二、拓展应用

1. 请查阅资料，了解青春期的卫生保健还有哪些注意事项。
2. 如果你身边有同学因为月经而发生情绪变化，甚至影响体育锻炼或劳动时，你应当怎样对待她们？

与生物学有关的职业

心理咨询师

进入青春期，青少年的内心世界逐渐复杂，有的同学还会变得脆弱而敏感，遇到挫折时，会感到沮丧。这些都是正常的，也是暂时的。当情绪低落时，可以向家长、老师和好友倾诉，也可以通过参加集体活动、体育锻炼来缓解。如果不能及时疏解不良情绪，长期闷闷不乐，就有可能产生心理健康问题。这时，可以向心理咨询师寻求帮助。

心理咨询师的主要工作是帮助人们缓解情绪，解决心理健康问题。他们往往通过与咨询者交谈，运用各种量表、仪器和测试手段等，发现咨询者表面现象背后的心理问题，然后提供指导和帮助。心理咨询师除了要懂得心理学和医学知识，掌握各种心理咨询方法，还要有较强的观察能力、理解能力、判断能力、自我心理平衡能力、交往控制能力等。

心理咨询师已经成为现代社会中一个越来越重要的职业。现在很多学校都设有专门的心理咨询室或心理咨询中心，聘请专业的心理咨询师为学生服务。



某心理咨询中心沙盘室的沙盘
(沙盘游戏是心理咨询的一种方法)

第二章

人体的营养



航天员在中国空间站用餐

航天员长期在轨驻留需要足够的食物。什么样的食物适合带上太空呢？除了营养价值高，还得质量轻、体积小、无残渣或残渣易清理等。此外，还要考虑口感和航天员的心理需求。因此，科研人员为他们准备了多种多样的食物，除了主食，还有蔬菜和肉类。

为什么要准备多种多样的食物呢？
日常的健康饮食应该注意什么？

第一节 食物中的营养物质

想一想

议一议

右图是我国科研人员为航天员研制的两种太空食物，请你选择其中一种，查找这种食物的常规做法，并参考本书第135～136页的常见食物成分表，看看这种食物含有哪些营养物质。



通过本节学习，你将知道：

- ① 人体需要哪些营养物质？
- ② 不同营养物质各自的主要作用是什么？

航天员吃的食物与我们平时吃的食物中含有的营养物质是类似的，都含有糖类、脂质、蛋白质、水、无机盐和维生素等六类营养物质。那么，这些营养物质各有什么用途呢？

糖类、脂质、蛋白质的作用

通过前面的学习，我们知道，糖类、脂质和蛋白质都是组成细胞的主要有机物。除此之外，它们还有其他作用。

有的患者不能正常进食时，往往需要静脉注射葡萄糖溶液，这是因为葡萄糖能快速提供人体生命活动所需要的能量。葡萄糖、蔗糖、淀粉都属于糖类，**糖类是重要的能源物质**。图4-13展示了几种富含糖类的食物。

肥肉、大豆、花生等食物（图4-14）中含有较多的脂肪（脂质的一种）。人体内储存着一定量的脂肪，**脂肪是人体重要的备用能源物质**。你可能有这样的体会，如果生病后几天吃不下食物，身体就会明显消瘦。这是因为储存在体内的脂肪等物质消耗多而补充少。

儿童、青少年以及伤病员为什么需要多吃一些奶、蛋、鱼、肉等食物呢？因为这些食物中含有丰富的蛋白质（图4-15）。蛋白质是建造和修复身体的重要原料，人体的生长发育以及受损细胞的修复和更新，都离不开蛋白质。此外，蛋白质也能被分解，为人的生命活动提供能量。

在你常吃的食物中，还有哪些食物中糖类、脂肪、蛋白质的含量比较高？请分别写在右侧三幅图的下方。

食物中含有能量，相同质量的不同食物所含能量的多少却有差异。这个结论是仅靠推测得出的吗？能不能通过实验来测定呢？



图4-13 糖类含量较多的食物



图4-14 脂肪含量较多的食物



图4-15 蛋白质含量较多的食物

下面三位同学提出了自己想探究的问题，你还能提出其他问题吗？

我想知道花生种子
含有多少能量。

我想知道小麦粒、黄豆种子、
花生种子中是否确实含有能量。

我想知道花生种
子和核桃种子哪
个含能量多。



提出问题

小组讨论，确定你们小组探究的问题：_____

作出假设

假设：_____

制订计划

提示

- ① 可以通过测量食物燃烧释放热量的多少来测定食物中的能量。
- ② 选用的食物应该是容易燃烧的，如花生种子、核桃种子等。
- ③ 1克水（在本实验中可将1毫升水视作1克水）温度每升高 1°C ，需要吸收4.2焦的热量（焦是能量的单位）。

参考案例

参考下面的实验装置和实验步骤，根据想探究的问题，制订探究计划。

- ① 取一只50毫升的锥形瓶，注入30毫升水，再将它固定在铁架台上（右图）。
- ② 在锥形瓶里放入一支温度计（温度计的下端要浸入水中，但不要接触锥形瓶的瓶底）。



实验装置示意图

- ③ 安装好实验装置，并测量水温。
- ④ 称出一粒干燥花生种子的质量。
- ⑤ 将这粒花生种子点燃，并尽快放到锥形瓶底部。待这粒种子完全燃烧后，测量水温。

完善计划

- ① 制订出探究计划后，通过小组讨论，检查并完善自己的计划。
- ② 参考案例所示的实验装置可能导致热量散失较多，想一想：热量是怎样散失的？怎样做才能尽量减少燃烧过程中热量的散失？
- ③ 设计减少热量散失的装置。绘制设计图并思考：选用什么器具来制作？为什么？
- ④ 制作实验装置。

实施计划

按照修改后的探究计划进行实验，及时统计和分析数据。

分析结果，得出结论

将你们小组得到的数据填入下表。

种子名称	种子的质量/克	水量/毫升	燃烧前的水温/°C	燃烧后的水温/°C	测定出的热量/焦

计算方法：_____

得出的结论：_____

讨论

- ① 你们测定的数据与第135～136页的数据有差别吗？原因是什么？
- ② 你们测定的数据与其他小组的相同吗？如果不同，原因是什么？
- ③ 在测定热量时，每种食物只测定一次，结果可靠吗？应当怎样做？



.....

实验测定的数据往往存在误差，因此需要设置重复组，也就是说，同一个实验在相同的条件下要重复做几次。如果重复组的实验数据十分接近，则说明这个实验的结果排除了偶然因素的影响。实验结果应当取各重复组的平均值。



小资料

血红蛋白（含铁）

是红细胞的重要组成成分。铁摄入不足，会影响血红蛋白的合成，引起缺铁性贫血，导致出现乏力、头晕等症状。轻症患者可以通过改善营养得到缓解，严重者应及时治疗。

水和无机盐的作用

水是人体细胞的主要成分之一，占人体体重的60%~70%。人体的各项生命活动，离开水都无法进行。人体内的营养物质以及尿素等废物，都要借助水才能运输。

无机盐的作用多种多样。例如，含钙的无机盐是骨和牙的重要组成成分。表4-1简要介绍了人体缺乏某种无机盐时的表现。请你查阅有关资料，将富含这几种无机盐的食物名称填写在表中“食物来源”一栏。

表4-1 几种无机盐缺乏时的表现及其食物来源

无机盐的种类	缺乏时的表现	食物来源
含钙的无机盐	儿童缺钙易患佝偻病；中老年人特别是妇女缺钙，易患骨质疏松症	
含磷的无机盐	厌食、肌无力、骨痛等	
含铁的无机盐	缺铁性贫血	
含碘的无机盐	地方性甲状腺肿，儿童的智力和体格发育出现障碍	
含锌的无机盐	生长发育不良，味觉发生障碍	

维生素的作用

维生素种类很多，其中大多数是人体自身不能合成的，只能从食物中摄取。维生素不是人体细胞的主要成分，不能为人体提供能量，人体对它们的需求量也很小，但是它们能参与很多生理过程，其作用是其他营养物质不能代替的。人体一旦缺乏维生素，生长发育就会受到影响，甚至患病。表4-2简要介绍了人体缺乏某种维生素时的表现。请你查阅有关资料，将富含这几种维生素的食物名称填写在表中“食物来源”一栏。

表4-2 几种维生素缺乏时的表现及其食物来源

维生素的种类	缺乏时的表现	食物来源
维生素A	皮肤干燥、夜盲症、干眼症等	
维生素B ₁	神经炎、消化不良、食欲不振等	
叶酸（维生素B ₉ ）	巨幼红细胞贫血、胎儿神经管畸形等	
维生素C	维生素C缺乏症（又称坏血病）、抵抗力下降等	
维生素D	佝偻病、骨质疏松症等	

注：植物性食物不含维生素A，但绿叶蔬菜、水果和胡萝卜等食物中含有胡萝卜素，胡萝卜素在人体内可以转化成维生素A。

思维训练

根据已知信息，作出判断

根据“摄入足够的维生素C是维持身体健康不可缺少的条件”，判断下列叙述是否正确。

(1) 身体健康的人也可能缺乏维生素C。

(2) 缺乏维生素C，身体就不能维持健康。

(3) 摄入的维生素C越多，身体就越健康。

(4) 摄入足够的维生素C，身体就能保持健康。

练习与应用

一、概念检测

下表列出了A、B、C、D 4种食物（各100克）中除水和无机盐以外的主要成分及其含量。

食物	糖类/克	脂肪/克	蛋白质/克	维生素A/毫克	维生素C/毫克	维生素E/毫克
A	0	88.6	2.4	29	微量	0.24
B	8.1	27.2	54.2	—	微量	28.43
C	2.8	4.8	16.6	10 414	—	1.88
D	74.7	1.5	13	0	0	微量

注：表中的“—”代表未测定该成分。

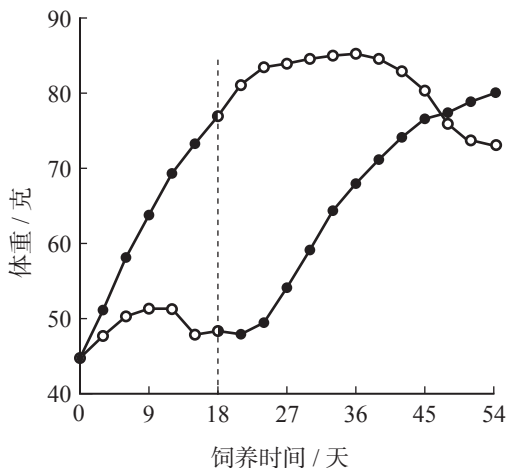
（1）根据上表可以知道，有助于防治夜盲症的食物是_____；能提供较多能量的食物是_____。

（2）食物B富含_____，有利于儿童、青少年的_____。

（3）如果长期将食物D作为主要食物，其他食物的摄入量很少，这样可能会对健康产生哪些影响？

二、拓展应用

某科学家做了两组实验：一组只用人工配制的食物（只含蛋白质、脂肪、糖类、无机盐）饲喂大鼠；另一组，在这种食物中添加少量牛奶，然后饲喂大鼠。给两组大鼠正常供水。一段时间后互换两组实验动物的食物。实验中持续测量大鼠体重，得到右图所示结果。据此推测：曲线上的黑点和白圈，哪一个代表人工配制的食物？哪一个代表加入了牛奶的食物？推测的理由是什么？



注：虚线代表更换食物的时间。

你只要细心观察就会发现，芹菜、柑橘、玉米、黄花菜等食物中含有许多细丝，这些细丝就是一种膳食纤维。膳食纤维是指除淀粉外的复杂糖类，包括纤维素、果胶等，它们是植物细胞细胞壁的主要成分。膳食纤维大量存在于蔬菜、水果、海藻和粮食（特别是粗粮）等食物中。



富含膳食纤维的食物

我们知道，牛、羊能够靠吃草生存，这是因为牛、羊的胃、肠中有大量专门消化纤维素的微生物。人无法直接消化纤维素，人的肠道里专门消化纤维素的微生物也很少，对人体来说，纤维素几乎是肠道里的匆匆过客，最终混在食物残渣里，随粪便一起排出体外。

那么，吃进去的纤维素是不是对人体没有益处呢？

不是的。纤维素等膳食纤维能结合大量的水，使肠道内的物质不至于太干燥；能够促进胃肠的蠕动和排空；还可能是某些肠道菌群的重要“食物”。多吃富含膳食纤维的食物，有利于降低人体内过高的血脂和血糖，从而有利于维护心脑血管的健康、预防糖尿病、维持正常体重等。因此，一些科学家把膳食纤维称作人体的“第七类营养素”。

第二节 消化和吸收

想一想

议一议

太好吃了！没怎么嚼就咽下去了。

这么快就吃完了？

这孩子！吃饭应该细嚼慢咽。

请看右图中一家三口的对话。母亲说的话有道理吗？为什么？



通过本节学习，你将知道：

- 消化系统是由哪些器官组成的？
- 食物的消化过程是怎样的？
- 小肠适于吸收营养物质的特点有哪些？

食物中的营养物质怎样才能进入人体细胞呢？水、无机盐、维生素等小分子物质能够直接通过细胞膜被细胞吸收，而淀粉、蛋白质和脂肪等分子较大的有机物，必须先分解成小分子的有机物，才能被细胞吸收。食物在消化道内分解成可以被细胞吸收的物质的过程叫作消化（digestion）。

食物的消化

食物的消化是靠消化系统来完成的。人体的消化系统是由消化道和消化腺组成的。消化道包括口腔、咽、食管、胃、小肠、大肠、肛门等器官，消化腺包括唾液腺、肝、胰等器官，以及分布在消化道壁内的小腺体。食物在消化道的不同部位分别发生怎样的变化？各种消化腺又有什么作用呢？让我们从食物消化的第一站——口腔开始探讨。



小资料

为维护口腔健康，应适当控制含糖饮料等食物的摄入，养成早晚刷牙、饭后漱口、定期清洁牙的习惯。

口腔里面有牙、舌和唾液腺导管的开口（图4-16）。吃东西的时候，牙将食物切断、磨碎；唾液腺大量分泌唾液，唾液通过导管流入口腔；舌一方面配合牙的咀嚼，另一方面通过搅拌将食物与唾液充分混合。在这个过程中，食物会发生什么变化呢？牙的咀嚼、舌的搅拌、唾液的分泌是不是都很重要呢？

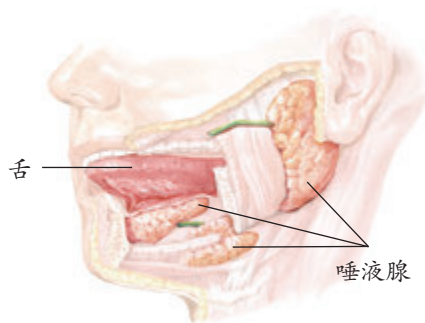


图4-16 舌和唾液腺示意图

实验·探究 口腔对馒头（或米饭）的消化作用

取一块馒头（或一些米饭）放到嘴里细细咀嚼，慢慢地你就能感觉到甜味。

提出问题

从物质变化的角度看，为什么细细咀嚼馒头（或米饭），会感觉到甜味？馒头（或米饭）变甜，是否与牙的咀嚼、舌的搅拌以及唾液都有关系呢？如果是这样，它们各自起什么作用？

作出假设

假设：_____

制订计划

提示

① 可以设计一组实验来探究。其中，有的只探究牙的咀嚼和舌的搅拌作用，有的只探究唾液的作用，有的则探究牙的咀嚼、舌的搅拌和唾液的共同作用。

② 淀粉是馒头（或米饭）的主要成分。淀粉没有甜味，但淀粉分解形成的麦芽糖有甜味。淀粉遇碘变蓝，麦芽糖遇碘不变蓝。

③ 牙的咀嚼、舌的搅拌、唾液与食物的混合都是在口腔里进行的。口腔的温度大约是 37°C 。

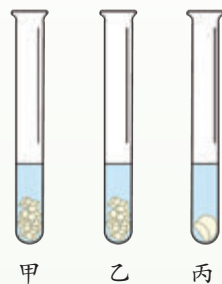
参考案例

可以参考下面的方案制订自己的探究计划。

① 取新鲜的馒头，切成大小相同的A、B、C3块。将A块和B块分别用刀细细地切碎（模拟牙的咀嚼）；C块不做处理。

② 用凉开水将口漱干净，再在口内含一块消毒棉絮。约1分钟后，用干净的镊子取出棉絮，将棉絮中的唾液挤压到小烧杯中。

③ 取3支洁净的试管，分别编号为甲、乙、丙。将A馒头碎屑放入甲试管中，注入2毫升唾液并充分搅拌；将B馒头碎屑放入乙试管中，注入2毫升清水并充分搅拌；将C馒头放入丙试管中，注入2毫升唾液，不搅拌（右图）。将3支试管一起放到37℃的温水中；5~10分钟后取出3支试管，各滴加2滴碘液，摇匀；观察并记录各试管中的颜色变化。



实验示意图

完善计划

小组讨论并完善计划。完善计划时，可进一步考虑以下问题。

- ① 用多大的馒头块做实验更合适？
- ② 怎样才能既方便又快速地获得大量的唾液？
- ③ 试管在37℃的温水中保持多长时间后再滴加碘液更合适？

实施计划

按照完善后的计划进行实验。

你们小组观察到的现象：_____

分析结果，得出结论

哪支试管内的淀粉发生了分解？

你们小组得出的结论：_____

讨论

- ① 口腔中的什么成分使淀粉发生了分解？
- ② 影响唾液对馒头（或米饭）消化作用的因素有哪些？
- ③ 牙、舌和唾液的作用有什么区别和联系？

上面的探究实验表明，馒头（或米饭）变甜与唾液的分泌，以及牙的咀嚼和舌的搅拌都有关系。唾液中含有的唾液淀粉酶，可以使淀粉分解为麦芽糖（图4-17），而麦芽糖有甜味；牙的咀嚼和舌的搅拌，可以帮助馒头与唾液混匀。

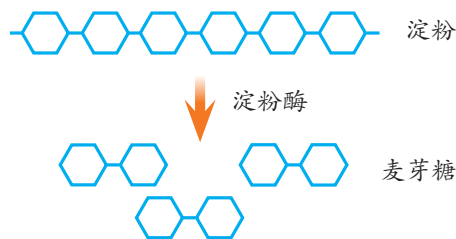


图4-17 淀粉分解成麦芽糖示意图

食物在口腔中停留时间很短，其中所含的淀粉只有一小部分被分解为麦芽糖，还未变成可被吸收的葡萄糖。

口腔中的食物通过吞咽，进入食管，再到胃里。胃腺分泌大量的胃液。胃不停地收缩和蠕动，使食物与胃液混合，变成糊状食糜，胃液中的胃蛋白酶对蛋白质进行初步分解。随着胃的蠕动，食糜下行，分批进入小肠。小肠中有胰和肠腺分泌的大量的消化液，其中有消化糖类、脂肪和蛋白质的酶。在多种消化酶的作用下，淀粉、脂肪和蛋白质分解为可以被细胞直接吸收的小分子有机物。例如，淀粉最终分解为葡萄糖，蛋白质最终分解为氨基酸。由此可见，食物的消化是在消化系统中逐渐完成的（图4-18）。

食物的消化过程包括两方面：一是将食物切断、磨碎，与消化液充分混合；二是食物中分子较大的有机物在消化酶的作用下，分解为能被细胞吸收的小分子有机物。



小资料

酶是活细胞产生的有催化作用的有机物。



小资料

在口腔中细菌的作用下，蔗糖可转化为酸性物质，这些物质吸附在牙表面，如不及时清除，最终会导致龋齿。少吃甜食、正确刷牙、定期检查牙等，可以有效预防龋齿。

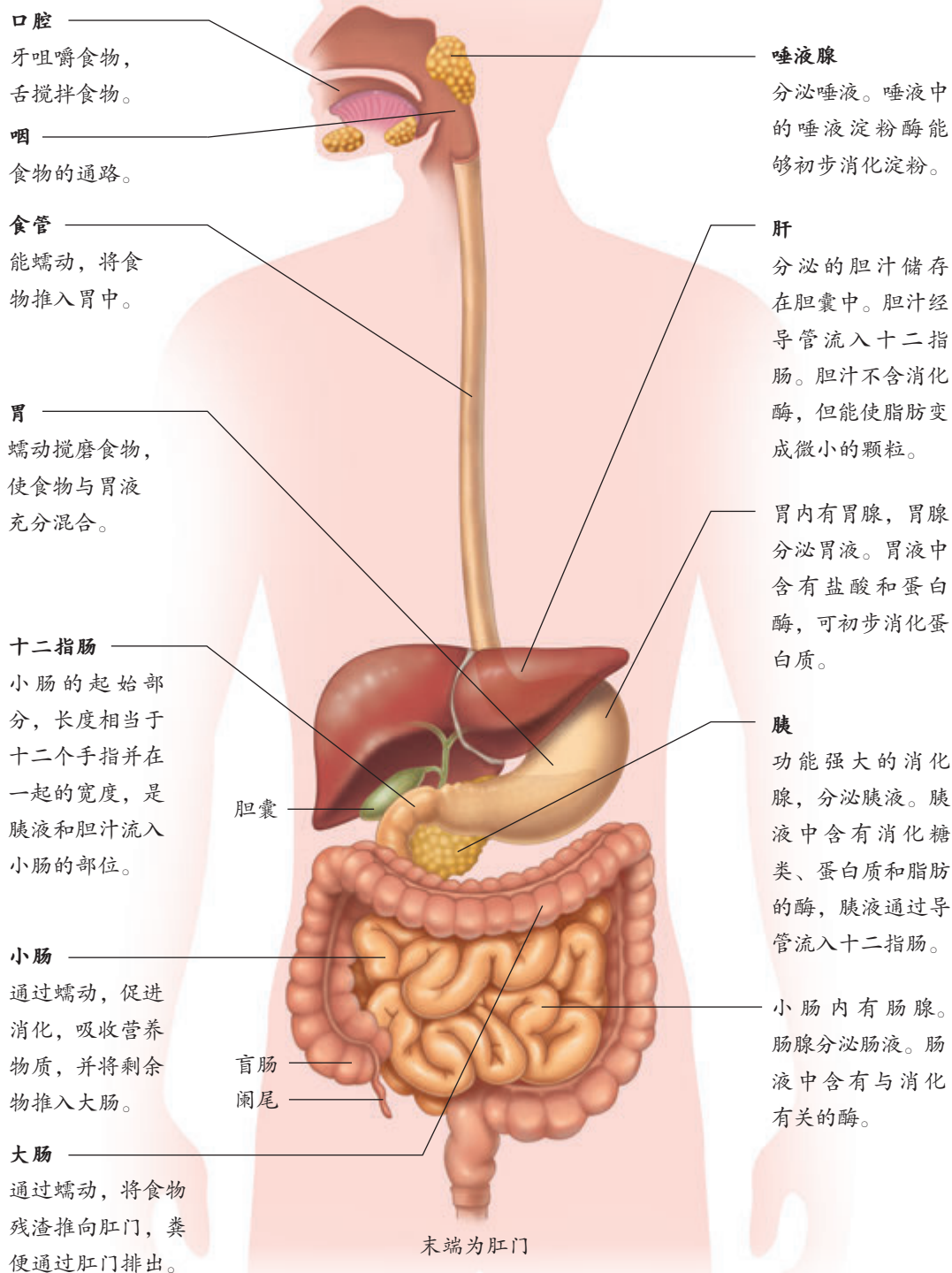


图4-18 消化系统的组成和功能示意图

营养物质的吸收

食物在小肠中完成消化后，随着小肠的蠕动继续下行，进入大肠。那么，食物消化后形成的葡萄糖、氨基酸等物质，究竟是在小肠中还是在大肠中被吸收的呢？

分析·讨论

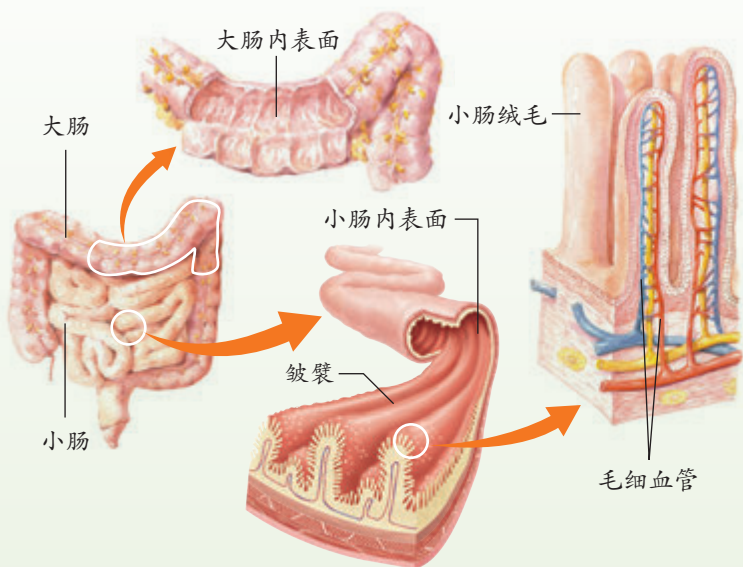
小肠和大肠的结构与功能

成人的小肠一般长5~6米，它的内表面有许多环形突起，称为皱襞。皱襞表面有许多绒毛状的突起——小肠绒毛。如果把一个成人小肠里所有的小肠绒毛都展开铺平，它的表面积接近半个篮球场的大小。

大肠的长度一般为1.5米，它的内表面也有环形皱襞，但是没有绒毛状的突起。

讨论

请你推测，吸收营养物质最多的是大肠还是小肠？为什么？



小肠和大肠结构示意图

小肠的长度和内表面结构特点，使它具有巨大的表面积来吸收营养物质。**小肠是人体吸收营养物质的主要器官。**葡萄糖、氨基酸以及大量的水和无机盐等物质，被构成小肠绒毛的一层上皮细胞吸收，然后转运到小肠绒毛内的毛细血管中，随着血液运往全身各处。



小资料

小肠吸收的营养物质大部分会经血液汇集到肝。肝可以将暂时不用的葡萄糖合成为糖原储存起来。肝还可以将一些有毒物质转化为无毒物质。

食物成分或其消化后的产物，通过消化道进入血液的过程就是吸收（absorption）。那些未被小肠消化和吸收的物质下行到大肠，其中一部分水、无机盐和维生素被大肠吸收，剩余的残渣形成粪便，通过肛门排出体外。

练习与应用

一、概念检测

1. 在食物的消化和营养物质的吸收过程中，消化系统的每个器官都有重要功能。判断下列叙述是否正确。

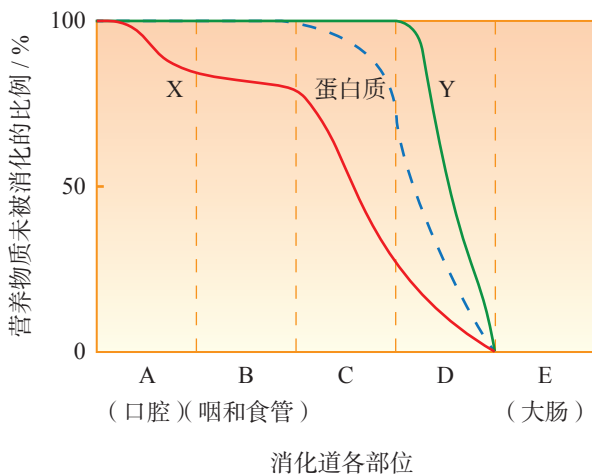
- (1) 消化是在胃和肠中进行的，与牙和舌的关系不大。 ()
- (2) 小肠既能消化食物，又是吸收营养物质的主要器官。 ()
- (3) 肝和胰都能分泌消化酶，胆囊能储存分解脂肪的胆汁。 ()

2. 右图中的曲线分别表示淀粉、脂肪和蛋白质在消化道各部位（依次用A、B、C、D、E表示），在消化液的作用下被消化的程度。回答下列问题。

(1) 淀粉、脂肪和蛋白质各在消化道的哪个部位开始被消化？

(2) 图中哪一条曲线表示脂肪的消化过程？

(3) D中含有哪些消化酶？



二、拓展应用

一位同学吃西瓜时，不小心将一粒西瓜子咽了下去。这粒西瓜子在他的体内会有什么样的经历呢？请你以“西瓜子历险记”为题，写一篇科普小文章。

第三节 合理营养与食品安全

想一想

议一议

方便面，即泡即食，确实方便。旅行中便于携带，救灾中便于运输，可以解燃眉之急。方便面能经常代替正餐吗？为什么？



经常以方便面一类的速食食品代替正餐，不能满足合理营养的要求。那么，合理营养有哪些要求呢？

合理营养

合理营养是指全面而平衡的营养。“全面”是指摄取的营养物质（六类营养物质和膳食纤维）的种类要齐全；“平衡”是指摄取的各种营养物质的量要合适（不多也不少，比例适当），与身体的需要保持平衡。

请你分析下面一组图片（图4-19），然后与同学们讨论图片中所示的做法是否正确，并说出科学道理。

通过本节学习，你将知道：

- ① 什么是合理营养？怎样做到合理营养？
- ② 日常生活中怎样关注食品安全？

古话今议

《黄帝内经》提出的“五谷为养，五果为助，五畜为益，五菜为充”，与合理膳食有什么关系？



图4-19 饮食与健康的关系



图4-19 饮食与健康的关系（续）

为了给居民提供科学的健康膳食信息，中国营养学会制订了《中国居民膳食指南（2022）》（以下简称《指南》），将食物分为五类，用“平衡膳食宝塔”

来表示它们之间的比例关系(图4-20),提倡大家每天均衡地吃这五类食物,以避免营养不良或营养过剩。

那么,怎样才能做到合理营养、健康成长呢?

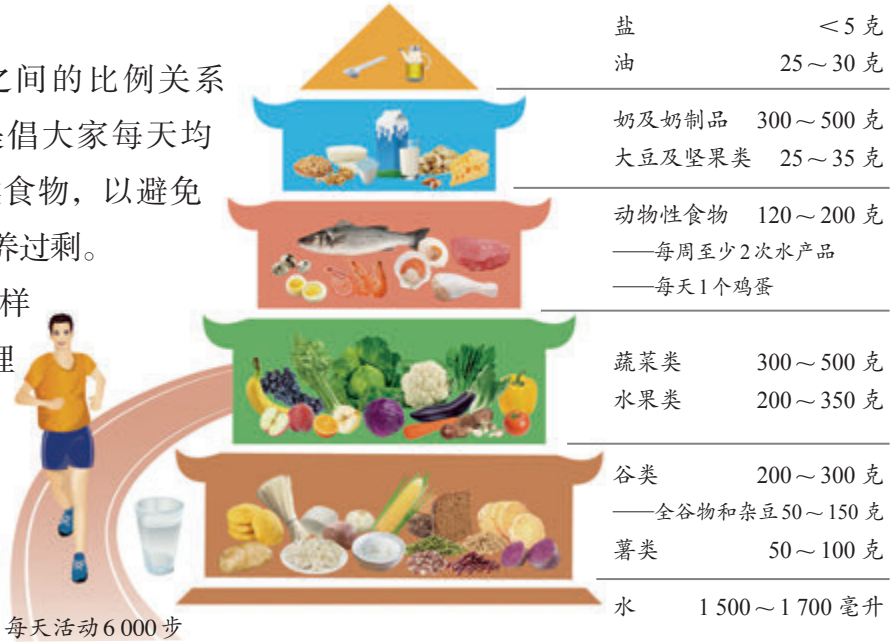


图4-20 中国居民平衡膳食宝塔(摘自《指南》,图中数据是每人每天各类食物摄入量的建议值)

分析·讨论 对照准则,检查饮食习惯和生活方式

为了促进全民健康、预防慢性疾病,《指南》提出了针对一般人群的八条准则:①食物多样,合理搭配;②吃动平衡,健康体重;③多吃蔬菜、水果、奶类、全谷、大豆;④适量吃鱼、禽、蛋、瘦肉;⑤少盐少油,控糖限酒;⑥规律进餐,足量饮水;⑦会烹会选,会看标签;⑧公筷分餐,杜绝浪费。

针对学龄儿童(指从6周岁到不满18周岁的未成年人),《指南》又增加了五条准则:①主动参与食物选择和制作,提高营养素养;②吃好早餐,合理选择零食,培养健康饮食行为;③天天喝奶,足量饮水,不喝含糖饮料,禁止饮酒;④多户外活动,少视屏(指减少看电子屏幕)时间,每天进行60分钟以上的中高强度身体活动;⑤定期监测体格发育,保持体重适宜增长。

讨论

你和家人的饮食习惯和生活方式是否符合上述准则?哪些做得比较好?哪些还需要改进?

食品安全

食品安全问题，关乎公众的生命安全和身体健康，我国以相应的法律、法规来规范和管理。食品安全应贯穿于生产、运输、加工、储存、烹饪等全过程。例如，购买预包装食品时，要注意包装上是否有食品生产许可证编号；要保持厨房和炊具干净；蔬菜、水果洗干净了再食用；等等。图4-21提到了一些食品安全相关情形，对此我们应当特别关注。



图4-21 涉及食品安全的几种情形

分析·讨论

有关食品安全的信息

课前收集几种食品的包装并带到教室。仔细阅读包装上的文字。

讨论

- ① 应当关注食品包装上的哪些内容？
- ② 怎样判断这些食品是否过了保质期？
- ③ 购买蔬菜、水果、鱼等非预包装食品时，应当注意哪些问题？

为保证食品安全，保障公众身体健康和生命安全，我国颁布了《中华人民共和国食品安全法》。该法规定，在我国境内从事食品生产经营者，应当依照法律、法规和食品安全标准从事生产经营活动；任何组织或者个人有权举报食品安全违法行为，依法向有关部门了解食品安全信息，对食品安全监督管理工作提出意见和建议。

为防止食品浪费，保障国家粮食安全，我国于2021年开始施行《中华人民共和国反食品浪费法》。一粥一饭，当思来之不易！在保证合理营养、食品安全的同时，我们应当节约每一粒粮食，践行绿色低碳的生活方式（图4-22）。



图4-22 “厉行节约，反对浪费”宣传画

练习与应用

一、概念检测

1. 基于对合理营养和食品安全的认识，判断下列叙述是否正确。
 - (1) 每种食物都含有六类营养物质。 ()
 - (2) 如果早餐吃得较少，可以通过多吃午餐来弥补。 ()
 - (3) 到快餐店进餐时，应注意店面是否卫生，有无卫生许可证。 ()
 - (4) 含有国家标准允许使用的苯甲酸钠、丙酸钠、山梨酸钾等防腐剂的食品是可以食用的。 ()
2. 从平衡膳食的角度看，下列午餐食谱中食物搭配最合理的是 ()
 - A. 面包、香肠、巧克力、牛奶
 - B. 馒头、红烧肉、煎鸡蛋、玉米
 - C. 炸鸡腿、炸薯条、奶油饼干、碳酸饮料
 - D. 米饭、酱牛肉、炒豆角、西红柿鸡蛋汤

二、拓展应用

1. 能用发霉的残羹剩饭或饲料喂养家禽家畜吗？为什么？

2. 有人说，有“虫眼”的蔬菜和水果农药残留少。请你对这种说法作出科学评价。

3. 乳糖酶可以分解牛奶中的乳糖。乳糖不耐受的人，由于体内乳糖酶缺乏或活性低下，在喝牛奶后，常出现腹胀、腹泻、排气等现象。有些酸奶中含有产生乳糖酶的细菌，喝酸奶可以缓解乳糖不耐受的症状。请查阅资料并回答下列问题。

(1) 人体能否吸收没有分解的乳糖？

(2) 为什么喝酸奶可以缓解症状？

(3) 如果发生乳糖不耐受，日常饮食应注意什么？

课外实践 制订合理的膳食计划

尝试运用有关合理营养、食品安全的知识，为家人制订一个营养合理、行之有效的膳食计划。

提示

① 膳食计划可以针对一周、一个月或任意一段时间，可以考虑当地常吃的食物的种类、营养成分、价格等。

② 制订计划后，可以与家人交流并修改完善这个计划。重点考虑以下问题。

计划是否包括了平衡膳食宝塔中的五类食物？食物的比例是否适当？是否考虑了平衡膳食准则、家人的健康状况和饮食习惯？是否考虑了节约粮食？

③ 与家人共同实施自己制订的膳食计划。如果发现计划有不合理之处，及时和家人讨论、修改计划。



在医院、食品厂、运动员训练基地和生产配餐的企业等单位，往往有营养师在辛勤地工作。



营养师是有医学和营养学知识的专业人才。他们的任务是根据不同人群的营养需要，负责为服务对象检测营养状况、设计食谱及鉴定食品卫生等。医院里的营养师既要懂得医学知识，又要了解患者的病情和营养需要。例如，针对肥胖症、冠心病以及糖尿病的患者，需要分别设计食谱，以满足他们对能量和各种营养物质的需要，并有利于疾病的治疗。对于那些患有营养需求上相互矛盾的疾病的患者（如同时患有结核病和糖尿病），他们会更加精心地计算和科学安排。运动队中的营养师，在为运动员进行膳食配制时，既要考虑运动员需要能量多的特点，又要考虑不同运动项目的特点及运动员个体的差异。你知道吗？我国运动员在奥林匹克运动会上摘金夺银，其中就有营养师的功劳。



营养师不仅要有丰富的医学和营养学知识，更要有对人的一片爱心。你想当一名技艺高超的营养师吗？

食物都有营养，
关键是如何搭配。



第三章

人体的呼吸



运动员在某高原训练基地训练

高原地区氧气含量低，运动员在高原训练一段时间后到海拔较低的地区比赛，成绩一般会有所提高。研究表明，在海拔约2 400米的训练基地开展一段时间的训练，就可以提高运动员的肺活量（人尽力吸气后再尽力呼气所能呼出的气体总量），改善运动表现。特别是世代居住在平原地区的运动员在

高原训练后，效果更为明显，肺活量可提高约20%。

测定肺活量能说明什么问题？从小学到初中，你的肺活量在增大吗？

第一节 呼吸道对空气的处理

想一想

议一议

在长跑时，体育老师总是建议我们用鼻子吸气、用嘴呼气，必要时可以用嘴辅助吸气，但不要张大嘴吸气和呼气。你知道其中的道理吗？



通过本节学习，你将知道：

- 呼吸系统是由哪些器官组成的？
- 呼吸道的作用是什么？

当你呱呱坠地，发出第一声啼哭就标志着你开始从空气中获取氧气，并排出体内的二氧化碳了。从此，你就离不开空气了，你的身体每时每刻都在通过呼吸系统与周围的空气进行气体交换。

呼吸系统的组成

呼吸系统具有适合与外界进行气体交换的结构。
观察图4-23，说一说呼吸系统是由哪些器官组成的。

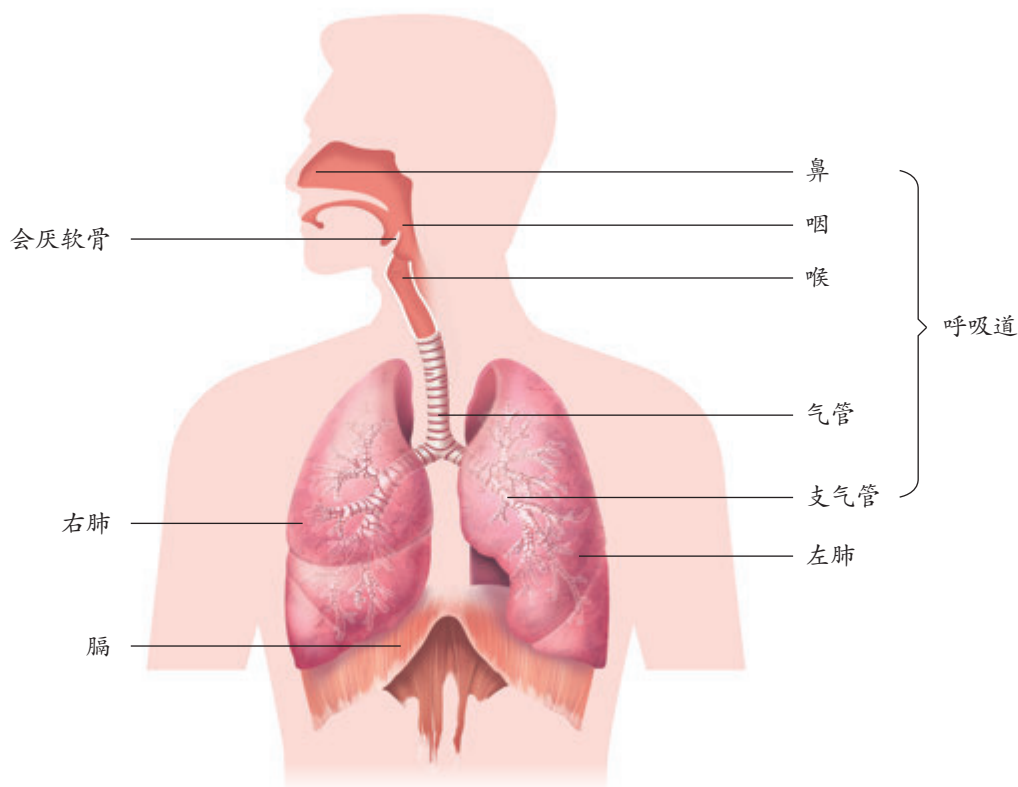


图4-23 呼吸系统的组成示意图

人体的呼吸系统是由呼吸道（respiratory tract）和肺（lung）组成的。呼吸道包括鼻、咽、喉、气管、支气管，是气体进出肺的通道。肺是由反复分支的支气管及这些支气管末端膨大形成的肺泡共同构成的。肺位于胸腔内，左、右各一个，左肺有两叶，右肺有三叶。

呼吸道的作用

作为气体进出肺的通道，呼吸道有什么作用呢？

分析下面的图片和文字资料，讨论呼吸道的结构和功能。

① 人体正常体温一般为 37°C 左右，但外界环境的温度变化不定。体温的相对恒定对于人体生命活动的正常进行是非常重要的。

② 鼻腔前部生有鼻毛。鼻腔内表面的黏膜可以分泌黏液，黏膜中分布着丰富的毛细血管。

③ 气管和支气管的结构如图1所示。呼吸道都有骨或软骨作为支架（图2）。

④ 气管壁上有腺细胞和生有纤毛的细胞（图3）。

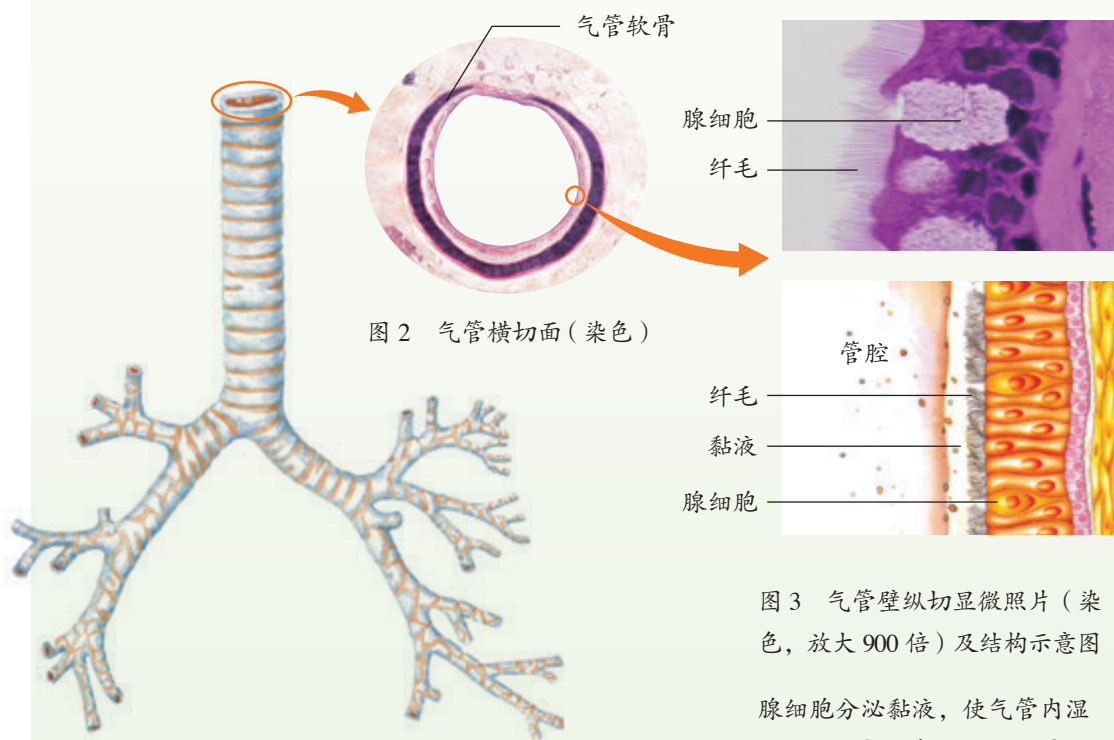


图2 气管横切面（染色）

图1 气管和支气管（部分）结构示意图

气管下端分成左、右支气管，分别通向左肺和右肺。支气管在肺叶中反复分支，成为各级支气管。

图3 气管壁纵切显微照片（染色，放大900倍）及结构示意图

腺细胞分泌黏液，使气管内湿润；黏液中含有能抵抗细菌和病毒的物质。

纤毛向咽喉方向不停地摆动，把外来的尘粒、细菌等和黏液一起送到咽部，形成痰，通过咳嗽等方式排出体外。

⑤ 呼吸系统疾病比较常见，包括由致病性微生物引起的感冒、肺炎等，由花粉或尘螨等引起的哮喘、过敏性鼻炎等。此外，长期在粉尘比较多的场所工作的人还容易患肺尘埃沉着病（简称尘肺），患者会出现胸闷、呼吸困难等症状。

⑥ 当发生沙尘暴时，人们往往需要戴口罩以减少尘土的吸入。在呼吸道传染病流行时，戴口罩可以有效降低感染风险。在一些存在有毒气体的环境中，则需要佩戴防毒面具。

讨论

- ① 呼吸道有什么结构能保证气流通畅？
- ② 呼吸道还有哪些作用？这些作用是如何实现的？
- ③ 痰是怎样形成的？为什么不要随地吐痰？
- ④ 有了呼吸道对空气的处理，人体就能完全避免空气中有害物质的危害吗？

呼吸道不仅能保证气体顺畅通过，还能对吸入的气体进行处理，使到达肺部的气体温暖、湿润、清洁。不过，呼吸道对气体的处理能力是有限的，因此，保持环境中的空气新鲜、清洁是非常重要的。

人吃进去的食物和吸入的空气都要经过咽。呼吸时，喉口开放，空气畅通无阻；吞咽时，会厌软骨像盖子一样盖住喉口，以免食物进入气管（图4-24）。



小资料

外界寒冷干燥的空气，经过呼吸道到达肺部时温度可升到约 37°C ，湿度也达到饱和。

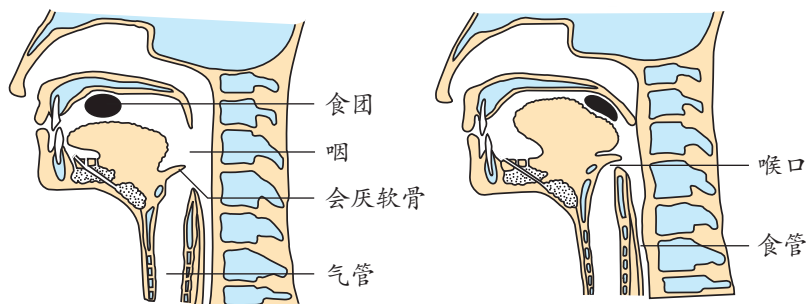


图4-24 会厌软骨与呼吸和吞咽的关系示意图



古话今议

“食不言，寝不语”

出自《论语》，是流传千年的古训。“食不言”有什么科学道理吗？

有的人边吃饭边说笑，吞咽时会厌软骨来不及盖住喉口，食物进入气管，会引起剧烈咳嗽，严重时会有生命危险。因此，吃饭时不要大声说笑（图4-25）。



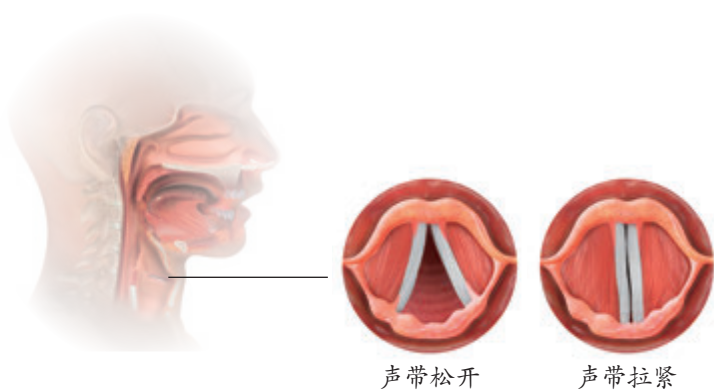
图4-25 吃饭时不要大声说笑



小资料

青少年在变声期，声带有显著的变化，如长度、宽度、厚度明显增加，易充血、肿胀等，很容易受伤。为了保护声带，应尽量避免大声喊叫，避免长时间大声说话，不吸烟、不喝酒。

动动嘴唇，张张口，我们就能说、能笑，这是嘴巴的功劳吗？事实上，声音是由喉部的声带发出的。呼吸时，两条声带是分开的，当两条声带拉紧，中间的空隙缩小时，从肺部呼出的气流振动了声带，就发出了声音。

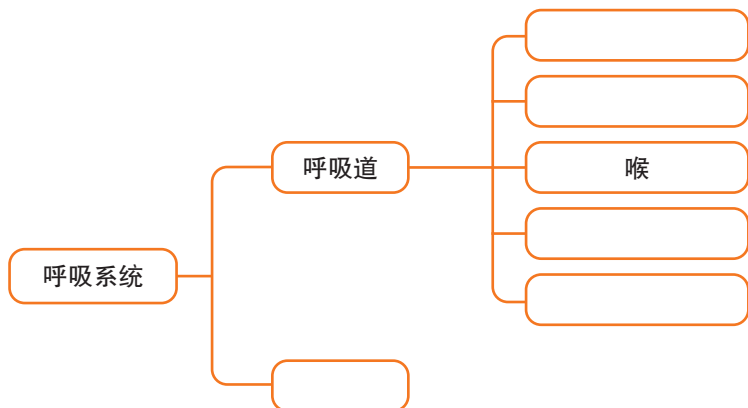


声带的位置及状态示意图

练习与应用

一、概念检测

1. 完成下面关于呼吸系统组成的图解。



2. 在进行人工呼吸前，为什么要先清除被救者口、鼻内的污物？

3. 如果前一天晚上因感冒而鼻塞，需要用嘴呼吸，那么，第二天醒来时会有什么样的感觉？为什么？

二、拓展应用

1. 由细菌、病毒引起的急性支气管炎、肺炎是怎样传播的？说一说这些致病的微生物从外界到达发病部位的“旅途”，以及它们在“旅途”中的“遭遇”。

2. 日常生活中，似乎总有一些“条条框框”约束着同学们的行为，如不要随地吐痰、吃饭时不要大声说笑、不要尖叫等。请运用本节课所学的知识，分析这样要求的原因。

3. 吃东西时，尤其在吃坚果、硬糖等食物时，如果嬉笑、打闹、啼哭，容易发生食物卡喉或进入呼吸道的情况，紧接着可能表现出突然呛咳、不能发声、呼吸急促、面部及唇部青紫，严重者甚至迅速出现意识丧失、呼吸或心跳停止等症状。“海姆利希（也称海姆立克）急救法”就是针对这类呼吸道异物窒息的快速急救方法。请你查找资料，解释这种急救方法利用了呼吸系统的哪些知识，并和家人一起学习该急救法针对不同人群的具体操作步骤。

第二节 发生在肺内的气体交换

想一想

议一议

仔细阅读下表中的数据，比较吸入和呼出的气体成分发生了什么变化。呼出的气体中，含量增加的成分是从哪里来的？含量减少的成分又到哪里去了？



气体的来源	不同气体的体积分数 / %			
	氮气	氧气	二氧化碳	其他气体（包括水汽）
吸入的气体	78	21	0.03	0.97
呼出的气体	78	16	4	2

通过本节学习，你将知道：

- 肺与外界的气体交换是怎样进行的？
- 肺泡与血液的气体交换是怎样进行的？

外界的空气经过呼吸道的处理进入肺，在肺里与血液进行气体交换。

肺与外界的气体交换

在你不知不觉中，你的肺在有节奏地呼气和吸气，一分钟大约呼吸16次。

用手按在胸部两侧，深深地吸气，你可以感觉到肋骨在向上向外运动，胸廓扩大；再深深地呼气，你可以感觉到肋骨在向下向内运动，胸廓缩小。肋骨间的肌肉收缩和舒张，是导致胸廓扩大和缩小的因素之一。

胸廓的扩大和缩小，还与膈的运动有关。膈位于胸腔的底部（即腹腔的顶部），是将胸腔和腹腔分隔开的结构，主要由肌肉组织构成。膈肌收缩时，膈顶部下降，使胸廓的上下径增大；膈肌舒张时，膈

顶部上升，胸廓的上下径缩小（图4-26）。

那么，胸廓的变化与呼吸有什么关系呢？其实，肺本身不具有自主收缩和舒张的能力，只能依靠胸廓的扩大和缩小而被动舒缩。我们可以通过下面的模拟实验来探讨。

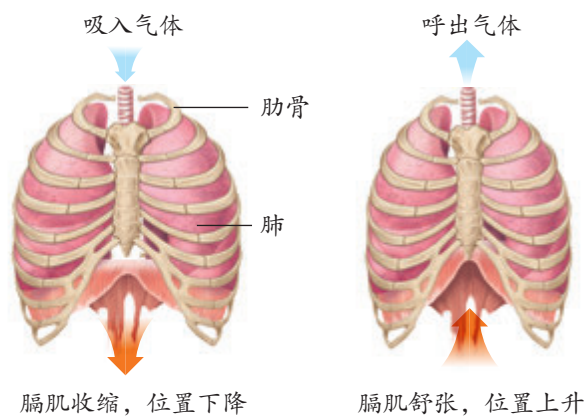


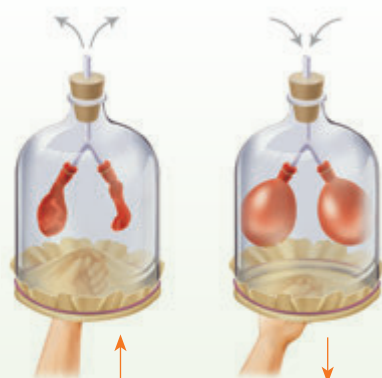
图4-26 膈肌运动示意图

观察·思考

模拟膈肌的收缩和舒张与呼吸的关系

右侧的装置，玻璃罩模拟胸廓，玻璃管模拟气管、支气管，气球模拟肺，橡皮膜模拟膈。玻璃罩内部空间可看作胸腔。

一只手拿着图示的模型，另一只手向上推橡皮膜，再放松橡皮膜，观察里面气球体积变化和橡皮膜位置变化的关系。



模拟实验示意图

讨论

气球在什么情况下胀大？在什么情况下回缩？

肺富有弹性，当肋骨间的肌肉和膈肌收缩使胸腔容积扩大时，肺便扩张，肺内的气体压力相应降低，于是外界气体就被吸入。当肋骨间的肌肉和膈肌舒张使胸腔容积缩小时，肺便回缩，肺内的气体压力相应增大，于是气体就被呼出。这就是肺与外界的气体交换。



小资料

在上述模拟实验中，向上推橡皮膜模拟膈肌舒张时膈顶部上升，放松橡皮膜模拟膈肌收缩时膈顶部下降。

肺泡与血液的气体交换

试一试

利用澄清石灰水或二氧化碳传感器设计一个简单的实验装置，验证人体呼出的气体中含有较多的二氧化碳。



氧最后在细胞中是如何被利用的？

通过本节的“想一想，议一议”活动，你已经了解了呼出的气体和吸入的空气有明显的不同：呼出的气体中，氧气的含量减少，二氧化碳的含量增加。这种变化是怎样发生的呢？

吸入的气体，顺着支气管在肺里的各级分支，到达支气管最细的分支末端形成的肺泡（图4-27）。肺泡外面包绕着丰富的毛细血管。肺泡壁和毛细血管壁都是由一层扁平上皮细胞构成的。肺泡中的氧气透过肺泡壁和毛细血管壁进入血液；同时血液中的二氧化碳也通过这些毛细血管壁和肺泡壁进入肺泡，然后随着呼气的过程排出体外。进入血液中的氧，通过血液循环输送到全身各处，最终进入组织细胞。

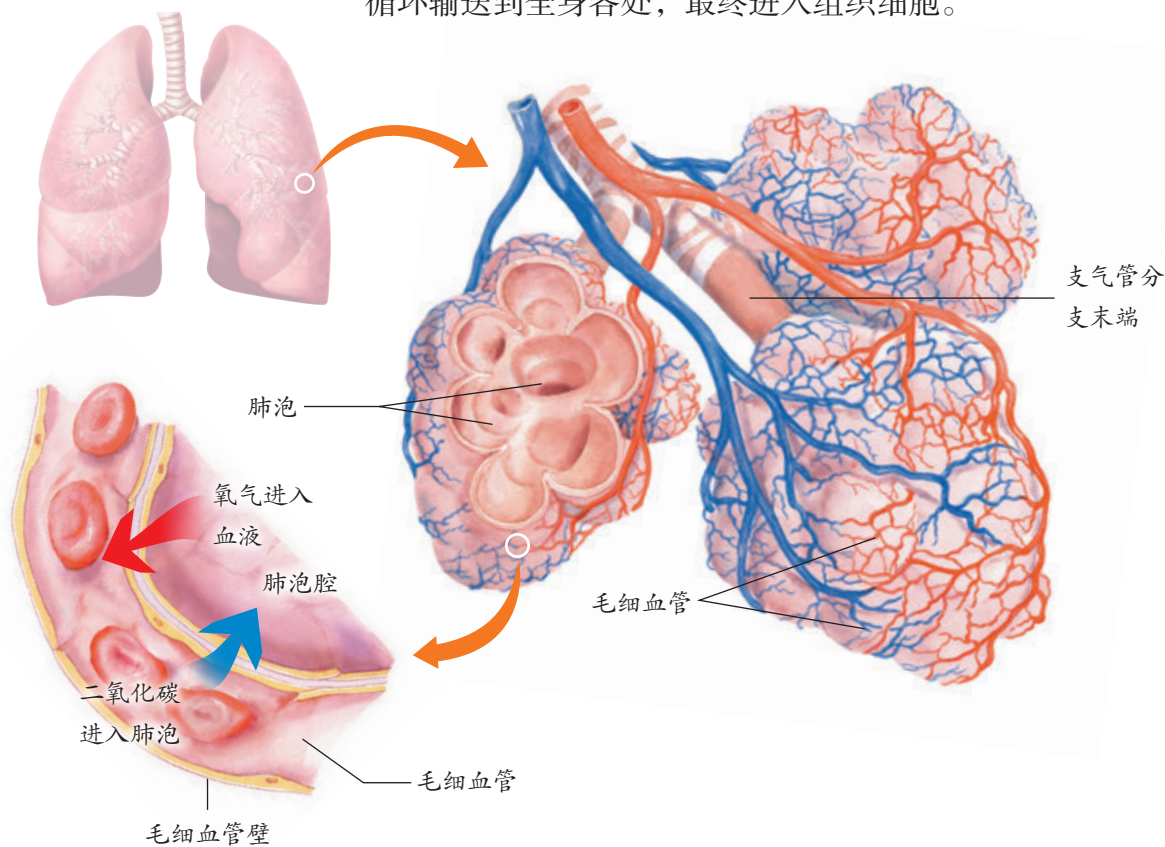
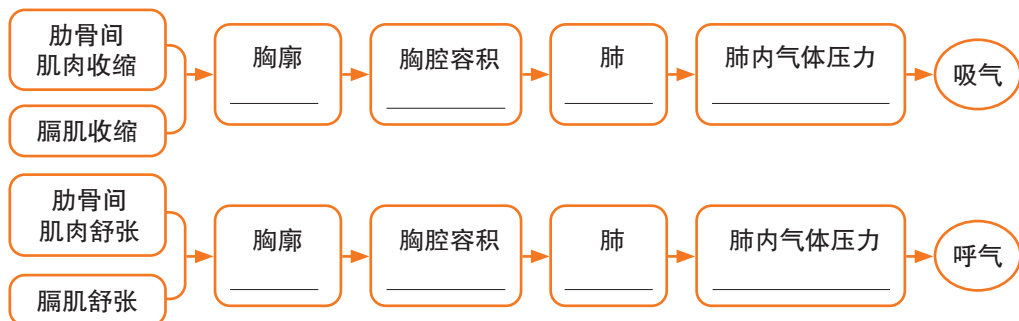


图4-27 肺泡与血液之间的气体交换示意图

练习与应用

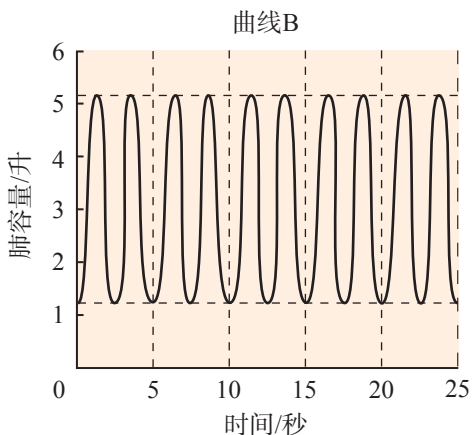
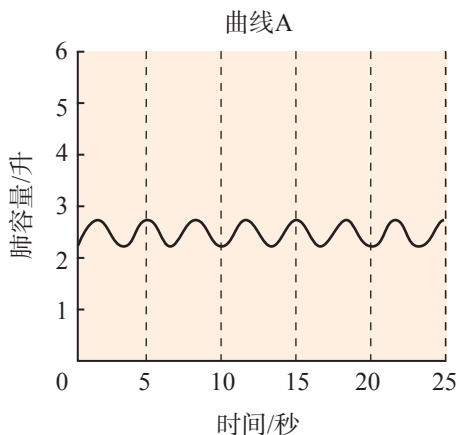
一、概念检测

请在下图横线上填写合适的动词，将吸气和呼气的过程补充完整。



二、拓展应用

1. 科学运动能提高人的肺活量、肺通气量（安静时每分钟肺吸入或呼出的气体总量）等，请分析原因。
2. 下面两幅曲线图表示一个人在两种状态下的呼吸情况。
 - (1) 这两幅图的曲线所反映的呼吸频率、呼吸深度有什么差别？
 - (2) 这两种状态可能各是什么状态？



课外实践

测定肺活量

测定肺活量需要有专门的仪器。如果身边没有仪器，我们也可以借助其他手段进行大致的测量。

提示

- ① 可供选择的用品：圆气球、软尺。
 - ② 如果用 C 代表圆气球的周长，则圆气球的体积约为 $1/6 \times C^3 / 3.14^2$ 。
 - ③ 如果周长以厘米为单位，则利用上述公式算出来的体积单位是毫升。
- 请根据以上提示，测定并算出自己的肺活量。

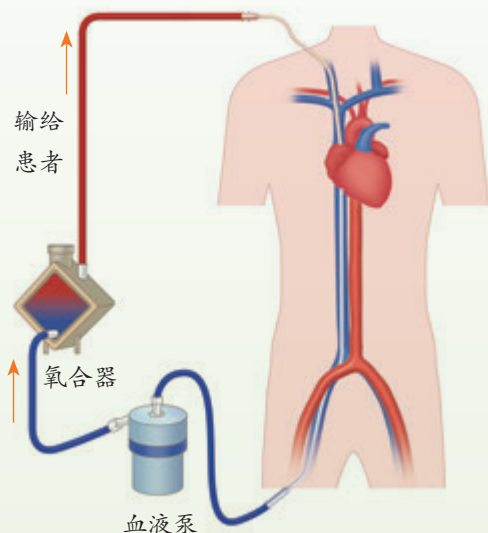
科学·技术·社会

体外膜氧合器是如何工作的？

你知道呼吸机吗？当人体出现呼吸障碍等情况时，可以用呼吸机缓解，但对一些呼吸衰竭的急危重症患者，呼吸机也“爱莫能助”时，就需要使用一种被称为体外膜氧合器的急救设备。

体外膜氧合器（extracorporeal membrane oxygenator, ECMO），俗称人工肺。面对需要抢救的呼吸衰竭患者，医生会根据ECMO的类型，将它的管路插入患者腿部、颈部或胸部的静脉和动脉中。打开开关，ECMO就可以将患者体内的血液泵入氧合器，氧合器可以向流经的血液中添加氧气并清除二氧化碳。在这个过程中，ECMO代替了肺的功能；然后，ECMO会将血液输送回患者体内，其作用与心脏相同。因此，ECMO可以暂时代替心脏和肺，为患者提供血液循环与呼吸支持。自1972年世界上首次使用ECMO治疗急性呼吸窘迫综合征取得成功，它已经创造了太多“起死回生”的奇迹。

通过对ECMO工作原理的了解，你对呼吸和循环的关系有什么新认识？



某种 ECMO 工作示意图

第四章

人体内物质的运输

人体通过消化系统吸收的营养物质，是怎样运送到各个器官、组织和细胞的呢？

17世纪，英国医生哈维(W. Harvey)开展了大量解剖学观察和实验研究。他根据心脏容纳的血液量和心率，计算出1小时由心脏流出的血液约为245千克，由此判断，血液在体内是循环流动的。哈维还通过手臂静脉压迫实验证明，血液是从静脉流回心脏的。此外，他还发现血液循环的动力来自心脏。后来，人们才逐渐弄清楚人体内的物质是怎样通过血液循环运输的。



哈维的手臂静脉压迫实验示意图（部分）

A₁、A₂：上臂肘部被绑住的位置；

B、C、D：静脉上的隆起。

第一节 流动的组织——血液

想一想

议一议

当我们体检或去医院看病时，常常需要抽血做血常规检查。为什么血常规检查可以作为判断是否健康、诊断疾病的重要依据呢？



为什么失血过多会导致死亡？对失血过多的患者，为什么要及时输血而不仅仅是输液？这些都与血液的组成成分和功能有关。

通过本节学习，你将知道：

- 血液由哪些成分组成？
- 组成血液的各种成分分别具有什么功能？

① 将一定量的人血放入装有抗凝剂（阻止血液凝固的试剂）的试管中，用离心机离心一段时间后，可以观察到血液有明显的分层现象（右图）。

② 下图是某人的血常规检验报告单。请重点阅读“中文名称”“结果”和“参考值”这三列。



××医院检验报告单

姓 名：×××		病历号：00*****99		样本编号：常 A433		采样时间：20××-××-×× 09:20			
性 别：女		病床号：		科 别：		标本种类：全血			
年 龄：35		诊 断：×××		送检医师：×××		备 注：			
序号	中文名称	结果	单位	参考值	序号	中文名称	结果	单位	参考值
1	白细胞	16.33 ↑	×10 ⁹ /L	3.5~9.5	6	中性粒细胞绝对值	12.11 ↑	×10 ⁹ /L	1.8~6.3
2	红细胞	4.3	×10 ¹² /L	3.8~5.1	7	嗜酸性粒细胞绝对值	0.19	×10 ⁹ /L	0.02~0.52
3	血红蛋白	133	g/L	115~150	8	嗜碱性粒细胞绝对值	0.07 ↑	×10 ⁹ /L	0~0.06
4	血小板	280	×10 ⁹ /L	125~350	9	单核细胞绝对值	0.75 ↑	×10 ⁹ /L	0.1~0.6
5	淋巴细胞绝对值	3.21 ↑	×10 ⁹ /L	1.1~3.2					

注：报告单进行了简化；其中，淋巴细胞、中性粒细胞、嗜酸性粒细胞、嗜碱性粒细胞、单核细胞属于白细胞。

讨论

- ① 上面试管中的血液分成了几层？为什么会出现这种分层现象？
- ② 综合上面的资料，你认为血液可能是由哪几个部分组成的？血常规检验报告单上所列的各种细胞分别位于哪一层？
- ③ 为什么把血液称为“流动的组织”？

在上面血液分层图中，可以看出血液有明显的分层现象。上层淡黄色半透明的液体是血浆，约占血液总量的55%；下层暗红色的部分是红细胞；两层的交界面还有很薄的一层白色成分，这是白细胞与血小板。血液就是由血浆和血细胞（包括红细胞、白细胞、血小板）组成的。

血浆

血浆是血液中的液体部分。血浆成分中约90%是水，其余是溶解在水中的各种物质，包括通过消化道吸收的营养物质、细胞排出的代谢废物。此外，血浆中还含有调节生命活动的激素、与凝血及抵御疾病相关的血浆蛋白（图4-28）。血浆的主要作用是运载血细胞，运输维持人体生命活动所需的物质和体内产生的废物。

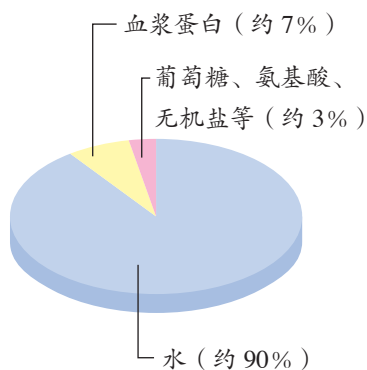


图4-28 血浆成分示意图

血细胞

在医院做检查时，有时医生会从你的手指上取一滴血，然后将血滴在载玻片上做成涂片，并放在显微镜下观察。在这张涂片上，医生看到了什么呢？

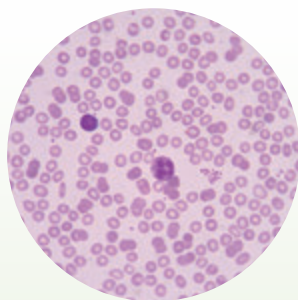
观察·思考

人血的永久涂片

将人血的永久涂片放在显微镜下观察，对照右图，识别不同的血细胞。

讨论

- ① 你观察到的人血永久涂片中有几种细胞？数量最多的是哪一种细胞？
- ② 你是怎样区分红细胞和白细胞的？



通过观察，可以发现血细胞中数量最多的是红细胞；白细胞数量比较少，体积通常比较大；血小板体积最小，一般不容易看到。

红细胞 在电子显微镜下可以看到，红细胞呈两面凹的圆饼状（图4-29）。这种形状扩大了红细胞的表面积，有利于红细胞与血浆进行物质交换。



小资料

正常成年男性血液中的红细胞数目为 $4.3 \times 10^{12} \sim 5.8 \times 10^{12}$ 个/升，女性的为 $3.8 \times 10^{12} \sim 5.1 \times 10^{12}$ 个/升。正常成人血液中的白细胞数目为 $3.5 \times 10^9 \sim 9.5 \times 10^9$ 个/升，血小板的数目为 $1.25 \times 10^{11} \sim 3.5 \times 10^{11}$ 个/升。

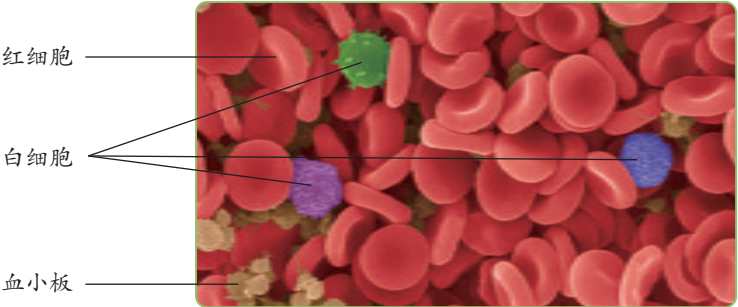


图4-29 三种血细胞的扫描电镜照片（颜色经人工处理，放大1 700倍）

成熟的红细胞没有细胞核，因此它的寿命不会很长，一般为120天左右。不过，你不必担心血液中红细胞的数量会因此减少，因为你的骨髓能不断地产生新的红细胞来补充。

红细胞呈红色，这是因为它富含血红蛋白。血红蛋白在氧含量高的地方容易与氧结合，在氧含量低的地方又容易与氧分离。血红蛋白的这一特性，使红细胞具有运输氧的功能。红细胞在肺部获取氧，然后随血液流动，在全身各处的毛细血管释放氧，供细胞利用。如果体内红细胞数小于（或血红蛋白含量小于）正常值，可以初步判断为贫血。想一想：贫血会对健康造成什么影响呢？

白细胞 在显微镜下可以看到，白细胞与红细胞明显不同，它们体积通常比较大，形状不规则。白细胞没有血红蛋白，但有细胞核。

白细胞是人体与病菌斗争的“卫士”。当病菌侵入人体时，白细胞能通过变形穿过毛细血管壁，集中到病菌入侵部位，将病菌包围、吞噬（图4-30）。如

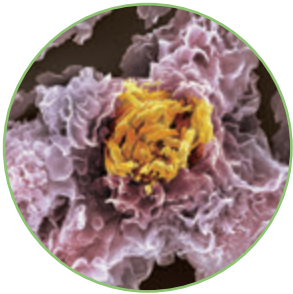


图4-30 白细胞正在吞噬细菌的扫描电镜照片（颜色经人工处理，黄色示细菌，放大2 000倍）

果体内白细胞数大于正常值，则表示很可能有致病菌的感染。

血小板 血小板是最小的血细胞，没有细胞核，形状不规则。

当人受伤流血时，如果伤得不严重，一会儿就止血了，这主要是血小板的功劳。原来，血小板会在伤口处聚集，释放和“招募”与血液凝固有关的物质，形成凝血块堵塞伤口而止血。如果血液中血小板过少，血液不易凝固，人就会失血过多，危及生命。

由此可见，血液不仅具有运输作用，还具有防御和保护作用。

输血与献血

成年人体内的血量大致相当于本人体重的7%~8%。体内血量的稳定，对于维持人体生命活动的正常进行具有重要意义。如果一个健康的成年人一次失血1 200~1 500毫升或更多，就有生命危险，需要及时输血。

输血前要鉴定血型。人类有多种类型的血型系统，最常见的为ABO血型系统，包括A型、B型、AB型和O型。如果输入异型血，有可能发生红细胞凝集和溶血反应，因此输血时要以输同型血为原则。

献血能够拯救某些患者的生命。从1998年起，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（图4-31）。



小资料

人类除具有ABO血型系统外，还有其他血型系统，如Rh血型系统。



图4-31 自愿无偿献血

对于健康成年人来说，一次献血不超过400毫升，血浆成分与血细胞可以在短时间内得到补充，进而恢复正常。可见，健康成年人每次献血200~400毫升是不会影响健康的。作为一名健康的公民，每个人都应当积极参加无偿献血活动，为挽救他人的生命奉献爱心。

练习与应用

一、概念检测

1. 填写下表，比较红细胞、白细胞、血小板的结构特点和主要功能。

比较项目	红细胞	白细胞	血小板
结构特点			
主要功能			

2. 某患者在做血常规检查时，发现白细胞数明显大于正常值，你认为可能的原因是什么？

二、拓展应用

1. 人在大量出汗或严重腹泻的情况下，血液中主要丢失了什么成分？通常采用什么方法来补充血液丢失的这些成分？

2. 暑假，小祥和父母去西藏旅游。飞抵拉萨后，他觉得有点胸闷、气短。父母告诉小祥，这是轻度高原反应。请回答以下问题。

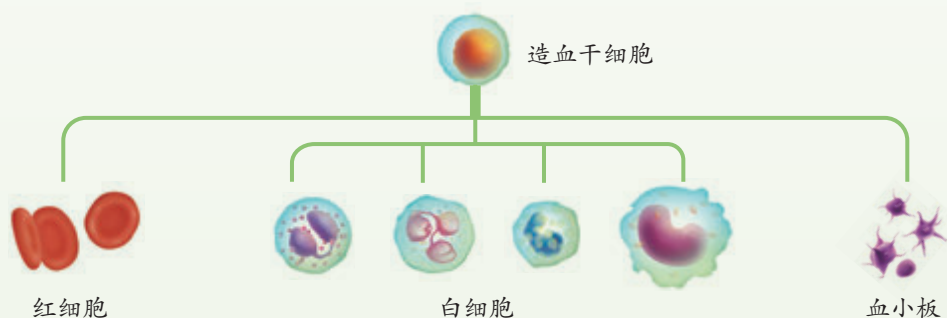
- (1) 初到拉萨，小祥为什么会出现胸闷、气短的现象？
- (2) 在拉萨几天后，他的轻度高原反应消失了，可能的原因是什么？
- (3) 从平原到高原，应该注意哪些事项？

白血病俗称血癌，是一种恶性肿瘤，表现为血细胞的数量、功能等异常，常伴有贫血、出血、易感染等症状。白血病类型多样，针对不同类型的白血病有不同的治疗方案。一般来说，治疗白血病除了利用化学药物杀死癌细胞（即化学药物治疗，简称化疗）、利用各种放射线杀死癌细胞（即放射治疗，简称放疗），还可以采用骨髓移植的方法。骨髓移植的本质是移植骨髓中的造血干细胞。

神奇的造血干细胞到底是什么样的细胞？

干细胞的“干”字，译自英文“stem”，是“树干”和“起源”的意思。在动物和人体内，干细胞有多种类型，它们能分化为各种各样的细胞，进而形成不同的组织和器官。人体许多疾病或意外伤害，都会造成组织或器官的损伤。如果保存和培养各种干细胞并用于治疗，那么，损伤的组织或器官就有修复的可能，患者就有了康复的希望。

造血干细胞主要存在于骨髓中。骨髓中的造血干细胞能分化为红细胞、白细胞和血小板。



造血干细胞分化示意图

干细胞的研究和应用是当前世界上最重要的研究领域之一。我国科学家在这一领域也作出了很大贡献。

读了以上内容，请你说一说：为什么骨髓移植能够治疗白血病？进一步查阅资料，了解什么情况下治疗白血病才需要进行骨髓移植。

1986年，某儿童医院收治了一个5岁的小女孩。经诊断，她患有急性早幼粒细胞白血病，而且已到晚期，医院开出了病危通知单。上海第二医科大学（现上海交通大学医学院）附属瑞金医院的血液病专家王振义教授偶然得知孩子的病情，主动找到孩子父母，试探地问：“我有一种新疗法，要不要试一试？”

王振义说的新疗法是指用药物做诱导剂对病变细胞进行诱导分化，使病变细胞“弃邪归正”的方法。此前，诱导分化治疗处于理论阶段，不少科研团队试图走诱导分化的治疗道路，结果都走进了“死胡同”。1979年开始，王振义将“诱导分化”确定为对白血病研究和治疗的主攻方向。为寻找有效药物，他带领学生在十分艰苦的条件下，奋战了好几年，测试了数不清的药物，终于在1986年找到了一种新药，体外实验证明这种药物可以使病变细胞变为正常细胞，但这种药物从未应用于临床治疗。

最终，孩子的父母同意试一试。令人惊喜的是，一个疗程后，孩子的病情缓解了；一个月后，病情完全缓解。随后，又有23例患者接受治疗，病情缓解率超过90%。1988年，王振义将这些成果整理成论文并发表，这篇论文成为这个领域具有极大影响力的论文之一。

锲而不舍，金石可镂。王振义心中有坚定执着的信念。在王振义的从医生涯中，很多白血病患者因为这一疗法而受益。因为开创性的贡献，王振义被誉为“癌症诱导分化之父”。1994年，他当选为中国工程院院士。他还先后获得2010年“国家最高科学技术奖”、2020年“未来科学大奖生命科学奖”等奖项。2011年，国际永久编号第43259号小行星被命名为“王振义星”。2024年，王振义被授予“共和国勋章”。

读了这个故事，你对科学研究的价值有什么新的认识？



王振义教授

第二节 血流的管道——血管

想一想

议一议

人体因创伤出血时，有时血液只是少量地渗出，有时是缓慢地流出暗红色的血液，最为严重的则是喷射出鲜红色的血液。为什么会有不同的出血情况呢？



不同的创伤，伤及的血管不同，出血状况也不同。这与不同血管中的血流状况有关。我们可以通过下面的实验，观察不同的血管及其中血流的情况。

通过本节学习，你将知道：

- ① 人体内的血管有哪几种类型？
- ② 不同的血管有什么特点与功能？

实验·探究

观察小鱼尾鳍内血管及血液的流动

实验目的

- ① 观察血液在血管内的流动。
- ② 尝试分辨血管的种类以及血液在不同血管内的流动情况。

材料用具

尾鳍色素少的活的小鱼、显微镜、培养皿、滴管、纱布、载玻片等。

方法步骤

- ① 用湿纱布将小鱼头部的鳃盖和躯干包裹起来，露出口和尾部。
- ② 将小鱼平放在培养皿中，使尾鳍平贴在培养皿上。

提示

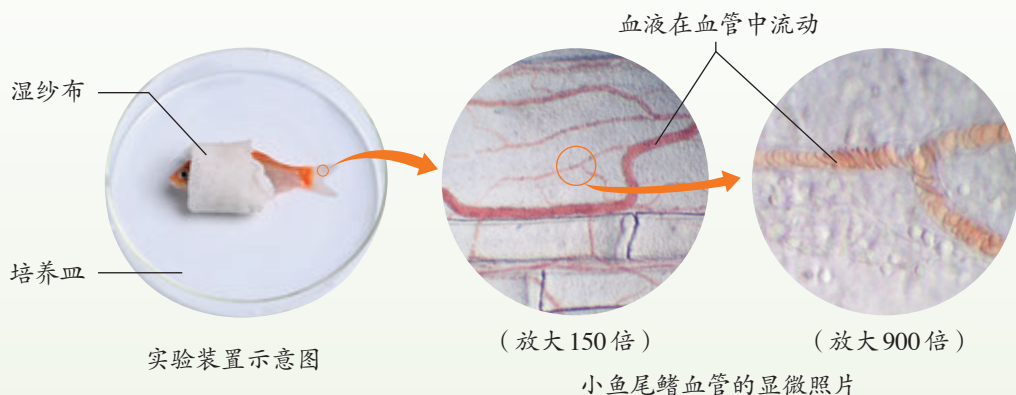
鱼在培养皿中会跳动，可以在鱼安静后，将载玻片盖在尾鳍上。

- ③ 将培养皿放在载物台上，用显微镜观察尾鳍血管内血液的流动情况。
- ④ 找到管径最小的血管，注意观察血液在这种血管中的流动情况。

⑤ 注意观察管径最小的血管是由什么血管分支而来的，它最终又汇入什么血管中。

提示

在观察过程中，应时常用滴管往纱布上滴水以保持湿润，尽量使小鱼少受伤害。实验结束后，将小鱼放回鱼缸。



讨论

- ① 你观察到了几种血管？这些血管中血流速度一样吗？
- ② 在你观察到的毛细血管中，红细胞是呈单行移动的吗？这说明毛细血管具有什么特点？

通过观察，我们可以看到三种不同的血管：动脉、静脉和毛细血管。

动脉

血管中的血液主要是在心脏的驱动下流动的。把血液从心脏送到身体各部分的血管叫作动脉（artery）。动脉的管壁较厚（图4-32），弹性大，管内血流速度快。如果动脉损伤出血，血液可能会喷射而出，需要尽快救治。动脉一般分布较深，多数看不到也摸不着，但也有些分布较浅。例如，颈部及腕部能够触摸到搏动的血管就是分布较浅的动脉，中医切脉诊断时触摸到的就是这些动脉的搏动。

与心脏相连的动脉较粗，远离心脏后动脉不断分支变细，管径也由大变小，最小的动脉再分支成毛细血管（图4-32）。

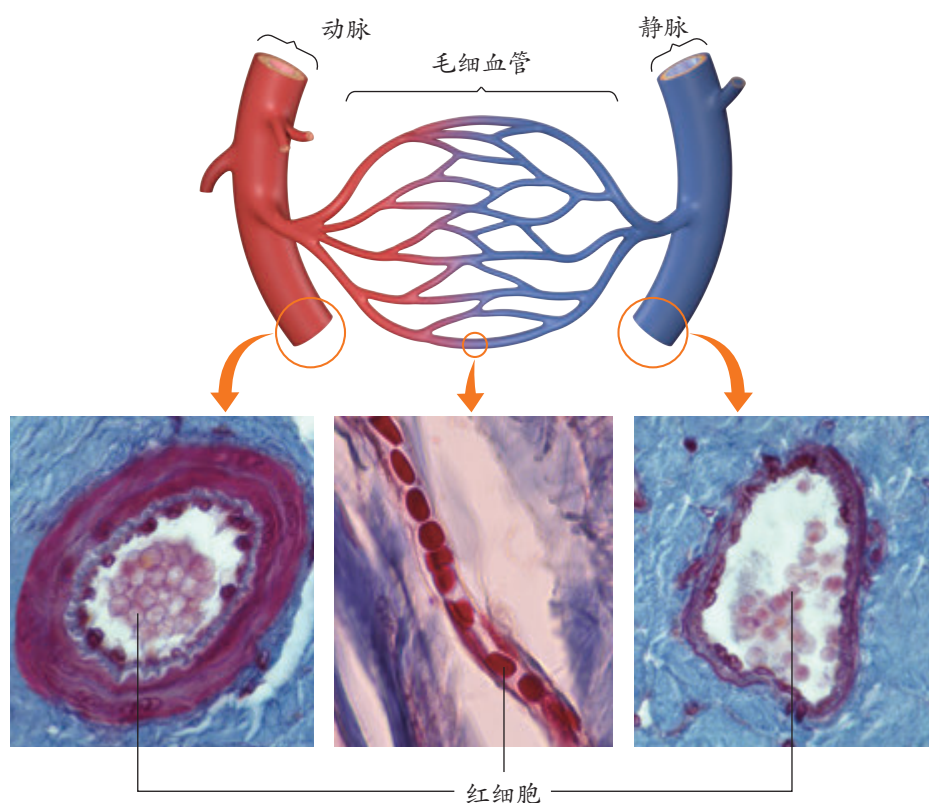


图4-32 动脉、静脉和毛细血管示意图及显微照片（染色，放大500倍）

毛细血管

连通最小的动脉与静脉之间的血管是毛细血管（capillary）。它数量最多，分布最广，遍布全身各处组织；它的内径很小，红细胞只能单行通过；管壁非常薄，只由一层扁平上皮细胞构成；管内的血流速度最慢。毛细血管的这些特点，便于血液与组织细胞充分地进行物质交换。血液中的营养物质与氧，可穿过毛细血管壁到达组织细胞，最后被细胞利用；组织细胞产生的二氧化碳与其他废物，可穿过毛细血管壁而进入血液被运走（图4-33）。



项目链接

如何准确地用模型反映出动脉、静脉和毛细血管之间的关系？

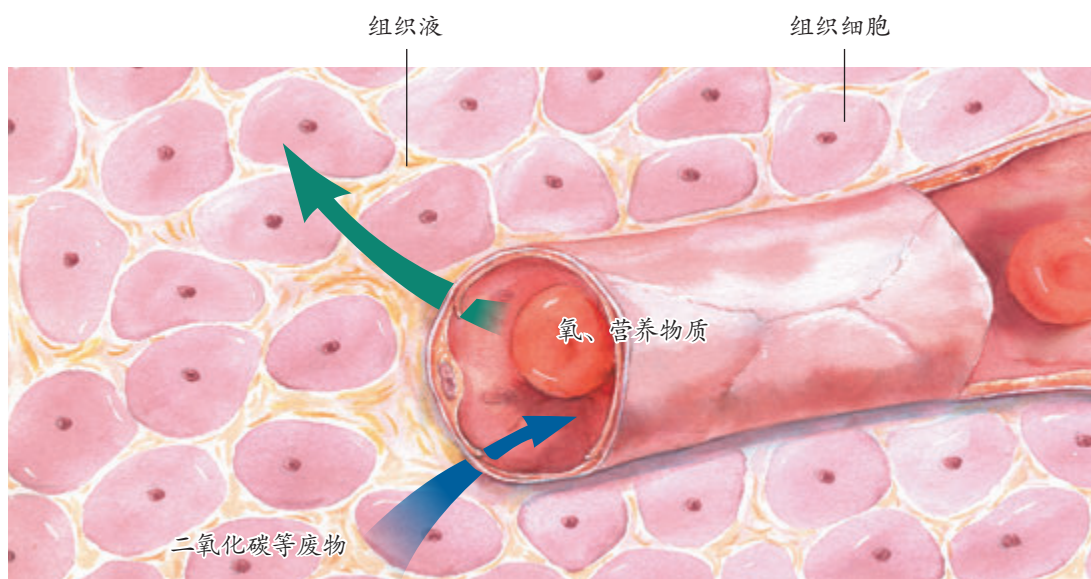


图4-33 血液与组织细胞之间的物质交换示意图

血液与组织细胞之间的物质交换需要通过组织液。组织液是组织细胞之间的液体。血液中的营养物质和氧先进入组织液，然后再从组织液进入细胞；细胞产生的代谢废物也会先进入组织液，再进入毛细血管。

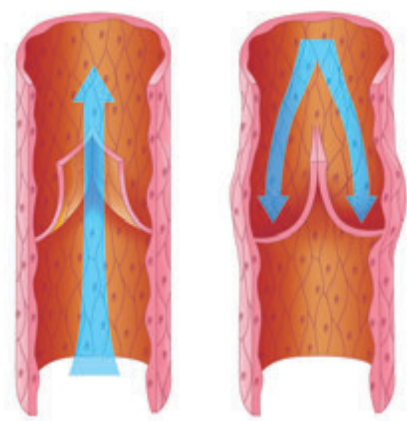


图4-34 静脉瓣活动示意图

静脉血管壁和静脉瓣由多层细胞组成，为简便起见，本图只画出了一层细胞。

静脉

静脉 (vein) 是将血液从身体各部分送回心脏的血管。血液流经毛细血管后，接着进入小的静脉，然后逐级汇集到较大的静脉，再回到心脏。静脉的管壁较薄，弹性较小，而且血液经过毛细血管汇入静脉时压力较低，因此管内的血流速度较慢。静脉有些分布较深，有些分布较浅，我们看到的手背上的“青筋”就是分布较浅的静脉。在四肢静脉的内表面，通常具有静脉瓣 (图4-34)。静脉瓣就像只能朝一个方向开的门，使血液

只能朝一个方向流动，以防止血液倒流。想一想：为什么静脉中有瓣膜而动脉中没有瓣膜呢？

如果静脉瓣膜老化失去功能，血流变慢，血液在静脉中滞留，静脉就会膨胀，这种情形称为静脉曲张。静脉曲张多出现于老年人的腿部。中青年人长期从事重体力劳动、长时间站立或久坐不动，也可能出现静脉曲张。

动脉、静脉与毛细血管三种结构、功能各具特点的血管，共同构成了人体内血液流通的管道。

练习与应用

一、概念检测

1. 血管包括动脉、静脉和毛细血管，判断下列叙述是否正确。
- (1) 动脉一定比静脉粗大。 ()
- (2) 最小的动脉与最小的静脉之间靠毛细血管连通。 ()
2. 填写下表，比较动脉、静脉和毛细血管的结构特点与功能。

血管	结构特点	功能
动脉		
静脉		
毛细血管		

二、拓展应用

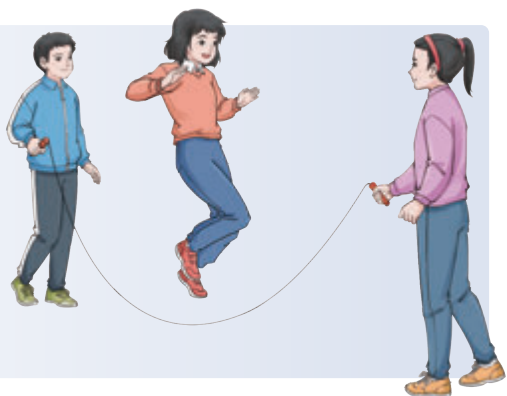
在输血或输液时，针刺入的是什么血管？穿刺前，为什么先要用胶皮管等将针刺入部位的上方（近心端）捆扎起来？请解释这样做的理由。

第三节 输送血液的泵——心脏

想一想

议一议

跳绳结束时，小丽感到心脏狂跳，呼吸也非常急促。剧烈运动时心跳加快，这有什么意义呢？为什么运动员比常人心跳更慢？



通过本节学习，你将知道：

- 心脏的结构和功能分别是怎样的？
- 血液是怎样在体内循环流动的？
- 血液循环有什么意义？

将你的手按住胸部的左侧，你能够感受到心脏的搏动。心脏位于胸腔的中央偏左下方，在两肺之间，大小与自己的拳头差不多。心脏的结构是怎样的呢？

心脏的结构和功能

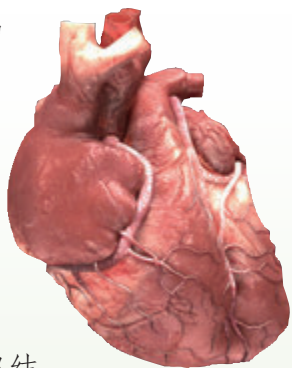
观察·思考

心脏的结构

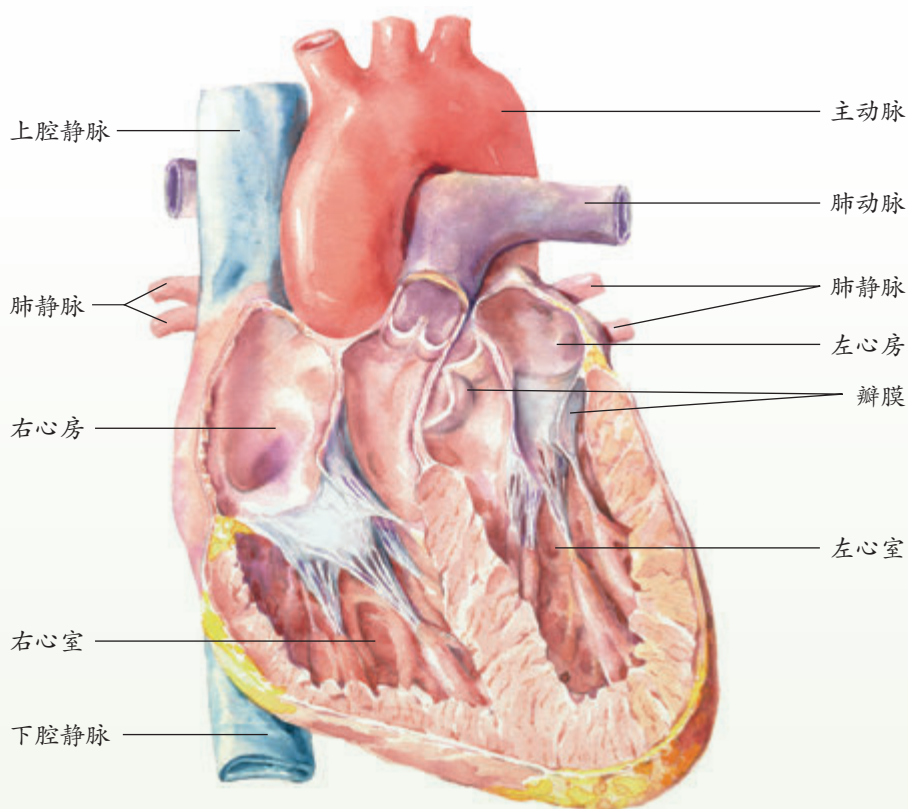
观察人的心脏模型。猪或羊心脏的结构与人的基本相同，因此也可以通过观察它们的心脏，来了解人心脏的结构。

① 将一个猪或羊的新鲜心脏放在解剖盘中，先观察心脏的外形，再用手捏心房壁与心室壁，比较它们的厚薄。

② 对照下页心脏解剖模式图，观察心脏的内部结构。观察心脏的四个腔，注意心房与心室之间是否相通，两个心房或两个心室之间是否相通。捏一捏心脏四个腔壁的厚薄，注意它们之间有没有区别。辨认与心脏各腔相连的血管，观察心房与心室之间、心脏各腔与血管之间有没有瓣膜。



人的心脏模型



心脏解剖模式图

讨论

- ❶ 心脏壁主要由什么组织构成？由此可以推断它具有什么功能？
- ❷ 从心脏壁的厚薄来看，心房与心室有什么不同？左心室与右心室又有什么不同？请试着解释为什么会有这些不同。
- ❸ 心脏四个腔之间的连通关系是怎样的？
- ❹ 心房与心室之间、心室与相连的动脉之间有什么特殊的结构？这些结构有什么作用？

心脏是一个主要由肌肉组织构成的中空的器官，内部有一道厚厚的肌肉壁将心脏分隔成左、右不相通的两个部分。每个部分各有两个腔，上面的空腔叫心房，下面的空腔叫心室。心脏的四个腔分别有血管与



小资料

适宜的体育运动能使人的心肌发达，心脏搏动更加有力。



小资料

心脏的右心房顶部有一个称为起搏点的结构，可使心脏有节律地搏动。有些心脏病患者的起搏点功能异常，这时就需要安装一个心脏起搏器，它会发出有节律的微弱电流，使心脏搏动。

它相连通，与左心室相连的是主动脉，与右心室相连的是肺动脉，与左心房相连的是肺静脉，与右心房相连的是上腔静脉和下腔静脉。心房与心室之间、心室与动脉之间都具有能开闭的瓣膜，这些瓣膜只能朝一个方向开，能够防止血液倒流。

心脏其实是由左、右两个“泵”同时协同工作的。一次心跳包括了心脏的收缩与舒张过程。当心房收缩时，心室舒张，血液从心房流出，穿过瓣膜进入心室（图4-35甲）。接着心室收缩，心房与心室间的瓣膜关闭，左心室的血液从主动脉泵出流向全身各处，右心室的血液从肺动脉泵出流向肺部（图4-35乙）。

然后心室与动脉之间的瓣膜关闭，心房和心室均舒张，肺部的血液经肺静脉流入左心房；全身各处的血液经上腔静脉、下腔静脉流入右心房（图4-35丙）。

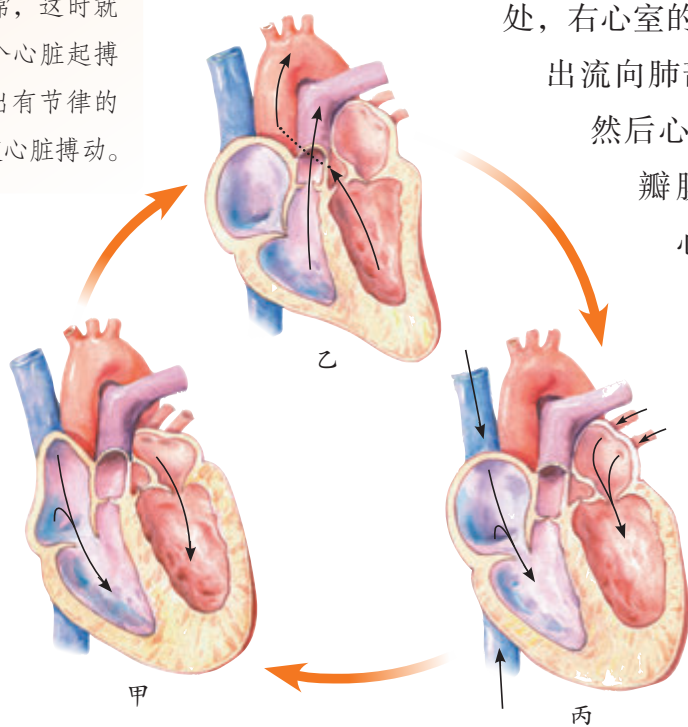


图4-35 心脏工作过程示意图



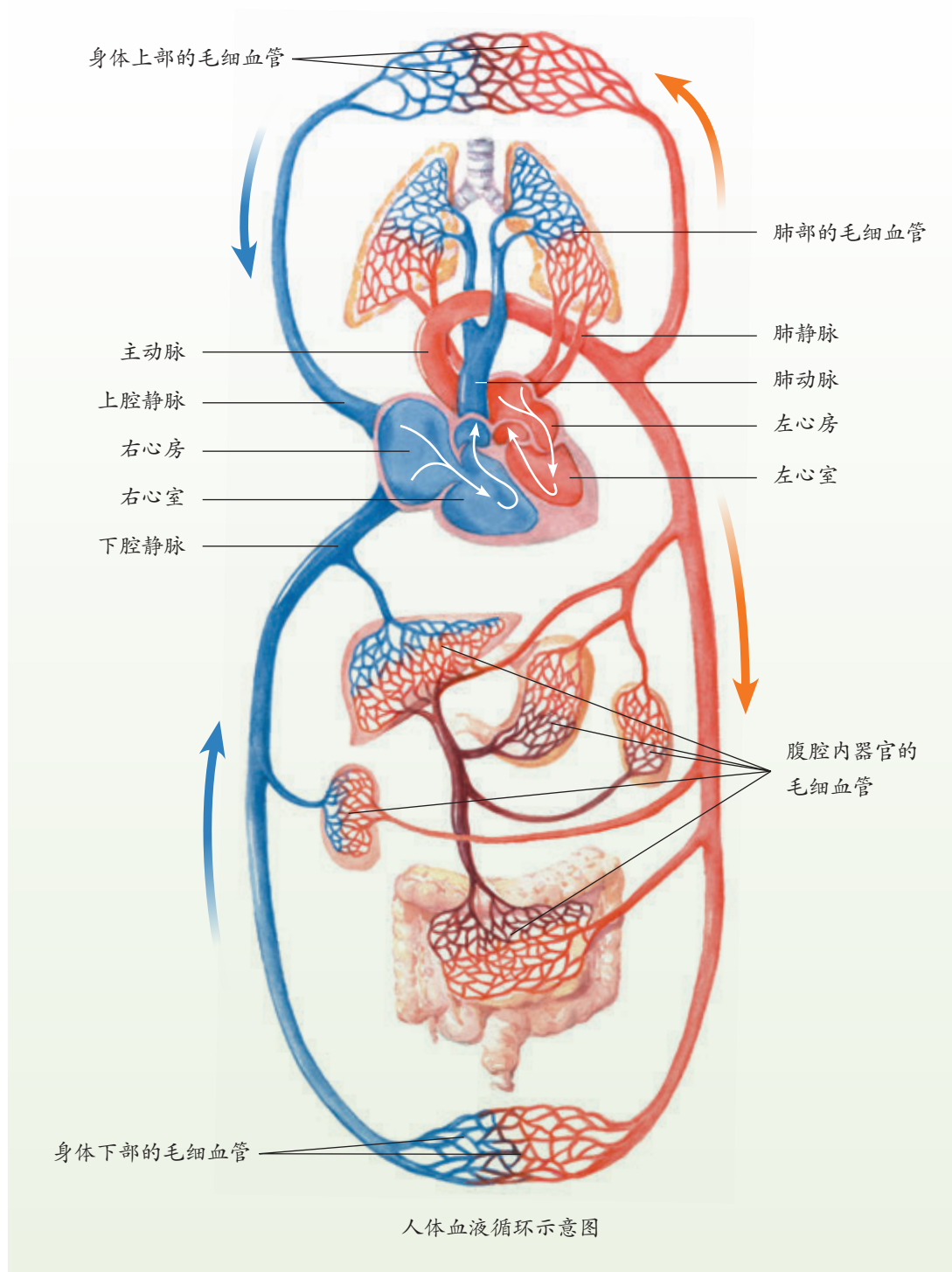
项目链接

如果制作血液循环模型，怎样准确地展示血液流经心脏四个腔的过程？

血液循环的途径

你已经知道，心脏收缩时，左、右心室的血液是同时流出心脏的。血液离开心脏后经过了哪些路径？发生了哪些变化？又是如何流回心脏的呢？

观察下图，回答后面的问题。



讨论

① 设想一个红细胞从左心室出发，经血液循环回到右心房时，它经历了哪些路径？当它再次从右心室出发，经血液循环重新回到左心房时，它又经历了哪些路径？

② 在上面的两条循环路径中，血液的成分分别发生了什么变化？这有什么意义？

体循环 血液由左心室进入主动脉，再经过全身的各级动脉、毛细血管网、各级静脉，最后汇集到上腔静脉和下腔静脉，流回右心房，这一循环途径称为体循环。在体循环中，当血液流经身体各部分组织细胞周围的毛细血管网时，不仅把运输来的营养物质供组织细胞利用，把细胞产生的二氧化碳等废物带走，而且红细胞中的血红蛋白把它所结合的氧释放出来，供细胞利用。这样，血液就由含氧丰富、颜色鲜红的动脉血，变成了含氧较少、颜色暗红的静脉血。

肺循环 血液从右心室进入肺动脉，经过肺部的毛细血管网，再由肺静脉流回左心房，这一循环途径称为肺循环。血液流经肺部的毛细血管网时，血液中的二氧化碳进入肺泡，肺泡中的氧进入血液，与红细胞中的血红蛋白结合。这样，血液就由含氧较少、颜色暗红的静脉血，变成了含氧丰富、颜色鲜红的动脉血。

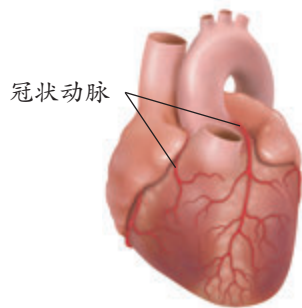
由此可知，体循环是血液从心脏左侧出发回到右侧，肺循环是血液从心脏右侧出发回到左侧，这样就形成了一个完整的血液循环途径。

冠脉循环 虽然心脏里充满了血液，但是心肌所需要的营养物质和氧却不能直接靠心腔中的血液供



有人说，动脉中流的是动脉血，静脉中流的是静脉血。这种说法对吗？为什么？

应，而是要通过冠脉循环。冠脉循环是指血液由主动脉基部的冠状动脉流向心肌内部的毛细血管网，再由静脉流回右心房的循环。冠脉循环是给心脏自身输送氧和营养物质并运走废物的。如果冠状动脉发生病变（如动脉硬化、管腔变窄等）致使心肌缺血，就会引起冠心病；如果冠状动脉发生阻塞，就会危及生命。



冠状动脉示意图

练习与应用

一、概念检测

1. 某同学患了急性扁桃体炎，医生通过输液为他治疗。下列叙述正确的是 ()

- A. 输液时针头应插入动脉
- B. 药物随血液运输，只到达扁桃体
- C. 药物要经过左心室才能到达扁桃体
- D. 药物无须经过肺即可直接到达扁桃体

2. 将水从一条肺静脉灌入结构完整的猪心脏（用线扎住其他肺静脉），将观察到 ()

- A. 水从主动脉流出
- B. 水从肺动脉流出
- C. 水从上腔静脉流出
- D. 水从下腔静脉流出

3. 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？

二、拓展应用

某些先天性心脏病患者的左、右心室间有个孔；某些风湿性心脏病患者则是因感染而导致心房与心室之间的瓣膜受损，心室收缩时，瓣膜关闭不严。这两种心脏病会对血液循环产生怎样的影响？

血压是指血液对血管壁的侧压力，身体不同部位血管的血压并不相同。一般情况下，用血压计测量的是上臂肱动脉处的动脉血压。

心脏收缩时，动脉血压所达到的最高数值叫作收缩压；心脏舒张时，动脉血压下降到的最低数值叫作舒张压。医生常用“收缩压/舒张压”的形式来表示血压。维持正常的血压对身体健康非常重要，血压过高或过低都会危害人体健康，你可以通过查阅有关医学诊断标准，或者咨询医务人员了解人的血压正常值。

血压计的种类很多，常见的有水银血压计与电子血压计，电子血压计又分腕式电子血压计与臂式电子血压计。电子血压计因操作简单得到了广泛应用。

下面是某种臂式电子血压计的使用步骤。

① 将袖带的空气管与电子血压计的气泵连接，并将袖带绑在被测者上臂，袖带中心与心脏保持在同一高度，袖带下缘距肘窝2~3厘米，空气管靠近上臂中央，袖带和上臂之间可以插进1~2根手指即可。

② 打开血压计的开关，血压计自动完成充放气过程后，就会显示出血压值。测量过程中应保持背部挺直、身体放松，不要说话和随意移动。

学会测量血压的方法，你就可以在家里或者去街道、社区尝试为他人测量血压。如果他们的血压值超出了正常范围，应提醒他们及时去医院就诊。



你知道什么是心血管病吗？

心血管病是心脏病和血管病合在一起的简称，其中以心脏病最为常见。心血管病对人的健康危害极大，轻则使人丧失或部分丧失劳动能力，重则危及生命。统计表明，心血管病已成为我国城乡居民的主要死因之一。常见的心血管病有冠心病、高血压、先天性心脏病等。

很多医院都有专门诊治心血管病的医生。当心血管病患者到医院看病时，医生会对患者做各种检查，根据检查结果作出诊断，然后确定治疗方案。有些患者必须进行手术治疗。心脏对于生命极其重要，其结构又精细复杂，因此手术难度很大。几十年来，心血管外科手术技术发展非常迅速，现在已经可以植入心脏起搏器、动脉支架等。在植入式左心室辅助系统（俗称“人工心脏”）的研制方面，我国走在世界前列。2022年，我国自主研制出了质量仅为90克的“人工心脏”，它被誉为“中国心”，并已经成功地移植到患者体内。

你喜欢心血管病医生这个职业吗？有关人体的知识是医学的重要基础，只要你努力学习，争取到医学院校深造，将来就有可能成为一名造福千万患者及其家庭的心血管病医生。



医生正在为患者植入“中国心”

第五章

人体内废物的排出



现代血液透析机

你知道人工肾吗？对肾衰竭患者，人工肾可以模拟肾的功能，滤过人的血液，进行血液透析。血液透析技术最早可追溯至1914年，科学家用纤维素过滤器与玻璃管相连制成一种装置，这个装置可以滤过兔血中的一些物质。1924年，科学家利用改进的装置尝试治疗患者，但并未治愈。直到1943年，科学家又设计出转鼓式人工肾，这种人工肾使用醋酸纤维材料，并显著增大了透析膜的面积。应用这种装置，他们成功地挽救了一名肾衰竭患者的生命。从此血液透析技术开始广泛应用，透析机也不断升级换代。

读了这个故事，你对科学技术的发展有哪些体会呢？

想一想

议一议

水对人体非常重要，而排尿时却会排出很多水。那么，人体为什么还要排尿呢？你做过尿常规检查吗？这项检查主要反映人体什么系统的健康状况？



通过本节学习，你将知道：

- 人体产生的废物有哪些排出体外的途径？
- 泌尿系统由哪些结构组成？
- 尿是如何形成和排出的？

人体的生命活动会产生许多废物，如二氧化碳、尿素等。这些废物必须及时通过各种途径排出体外。人体将尿素、二氧化碳，以及多余的水和无机盐等排出体外的过程叫作排泄（excretion）。

人体产生的尿素等废物，以及多余的水和无机盐，主要是通过泌尿系统排出的。

泌尿系统的组成

观察·思考

组成泌尿系统的器官

观察图4-36或泌尿系统的模型、挂图，猪或羊的肾。

讨论

- ① 泌尿系统是由哪些器官组成的？
- ② 观察猪（羊）的肾的形状、颜色。对照图4-37中肾的结构示意图，观察肾各部分结构有什么特点。
- ③ 注意观察肾动脉和肾静脉及其位置，根据你所学过的知识，推测血液是怎样进出肾的。

泌尿系统由肾、输尿管、膀胱和尿道组成（图4-36）。肾生成尿液，输尿管输送尿液至膀胱，膀胱是储存尿液的器官，尿液经尿道排出体外。

尿的形成和排出

肾（kidney）是形成尿液的器官（图4-37）。每个肾包括超过100万个结构功能单位，即肾单位。每个肾单位由肾小球、肾小囊和肾小管等部分组成。肾小球是血管球，由入球小动脉分出的许多毛细血管相互缠绕而成，这些毛细血管汇集成出球小动脉。肾小囊套在肾小球的外面，下接肾小管。肾小管细长而曲折，周围缠绕着大量的毛细血管。

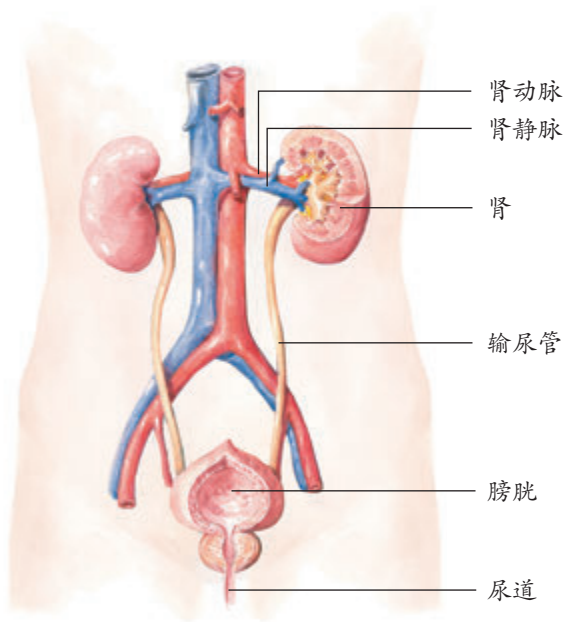


图4-36 泌尿系统的组成示意图

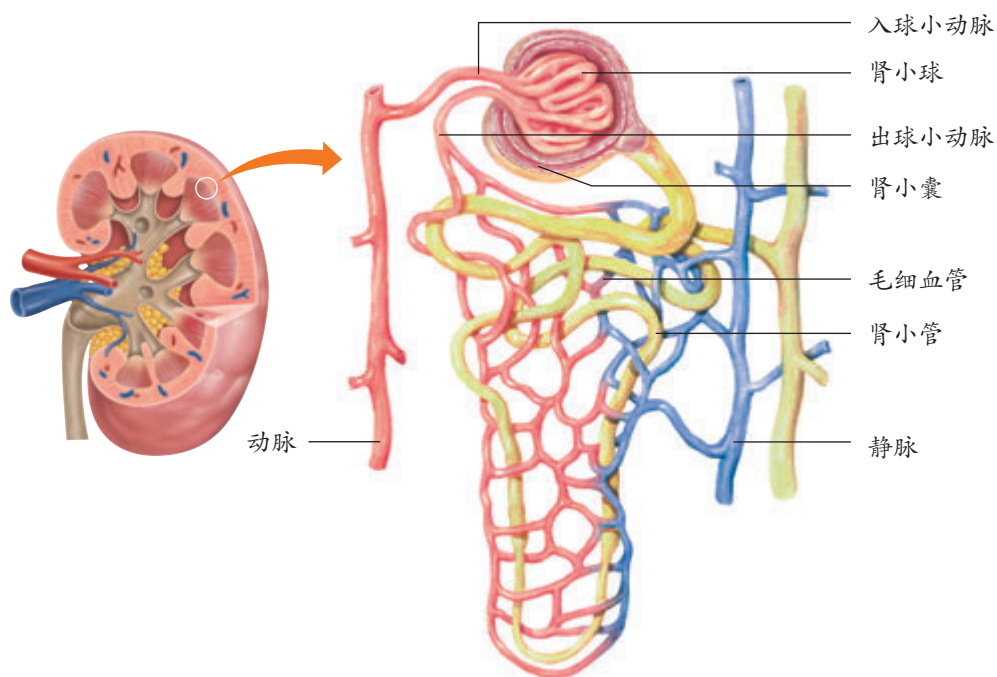


图4-37 肾与肾单位结构示意图

血液流经一个肾单位会发生哪些变化？

分析·讨论

血浆、肾小囊中的液体和尿液成分的比较

下表为某健康人肾动脉中的血浆、肾小囊中的液体和尿液主要成分的含量。请分析这些数据。

比较项目	水/(克·100毫升 ⁻¹)	蛋白质/(克·100毫升 ⁻¹)	葡萄糖/(克·100毫升 ⁻¹)	无机盐/(克·100毫升 ⁻¹)	尿素/(克·100毫升 ⁻¹)
肾动脉中的血浆	90	8	0.1	0.72	0.03
肾小囊中的液体	98	0.03	0.1	0.72	0.03
尿液	96	0	0	1.1	1.8

讨论

① 尿液和血浆的成分有什么不同？你认为排尿主要排出哪些物质？

② 血浆和肾小囊中液体成分的差异,说明肾小球和肾小囊内壁的作用有什么特点?

③ 在肾小囊中出现葡萄糖而在尿液中并没有,这说明肾小管有什么作用?

通过以上分析可以知道,尿的形成主要与肾单位有关。肾单位中的肾小球和紧贴着它的肾小囊内壁起滤过作用。当血液流经肾小球时,除血细胞和大分子的蛋白质外,血浆中的一部分水、无机盐、葡萄糖和尿素等物质,都可以经过肾小球滤过到肾小囊中(图4-38)。肾小囊中的液体称为原尿。人体每天形成的原尿大约有180升。

当原尿流经肾小管时,全部葡萄糖、大部分水和部分无机盐等被肾小管重新吸收。这些被重新吸收的物质进入包绕在肾小管外面的毛细血管中,送回到血液里,而剩下的水和无机盐、尿素等就形成了尿液。人体每天排出尿液约1.5升,比原尿少了许多。

肾中形成的尿液,经输尿管流入膀胱暂时储存。当膀胱内的尿液储存到一定量时,人就会产生尿意。排尿时,尿液经尿道排出体外。

人体排尿,不仅起到排出废物的作用,而且对调节体内水和无机盐的平衡,维持组织细胞的正常生理功能,也有重要作用。

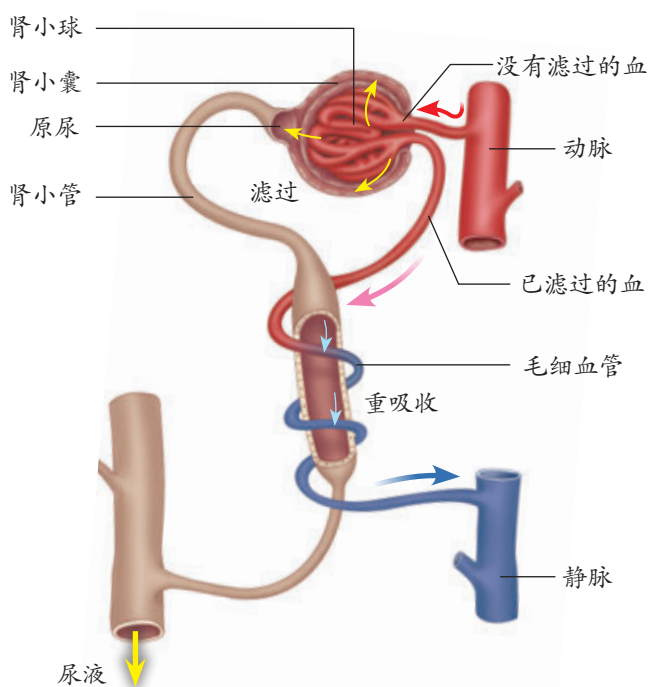


图4-38 尿的形成过程示意图



小资料

如果尿液中溶解的某些物质在肾内部形成沉淀,就有可能形成肾结石。

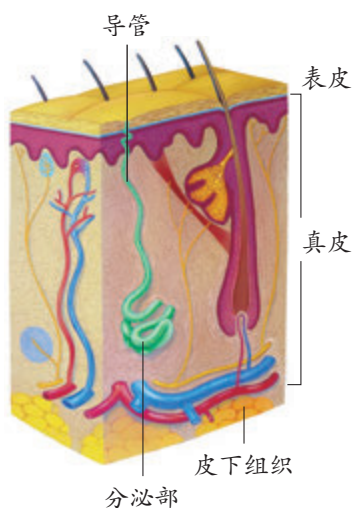


图4-39 汗腺结构示意图

其他排泄途径

人体细胞在生命活动中不断产生各种废物，其中二氧化碳由呼吸系统排出体外；产生的尿素等废物主要由泌尿系统形成尿液排出体外，还有一部分尿素由皮肤通过汗腺排出体外。

汗腺分布于人的全身皮肤，在腋窝、掌心、足底等处分布较多。汗腺分为分泌部和导管（图4-39），分泌部位于真皮或皮下组织内，产生的汗液经导管排到皮肤的表面。汗液的主要成分是水，还有少量的尿素和无机盐等物质。

练习与应用

一、概念检测

下列有关泌尿系统的叙述，正确的是（ ）

- A. 原尿和尿液中的无机盐含量相同
- B. 膀胱是形成尿的主要器官，肾单位是储存尿的器官
- C. 进入肾小球的血管为小动脉，出肾小球的血管为小静脉
- D. 肾小球和肾小囊内壁具有滤过作用，肾小管具有重吸收作用

二、拓展应用

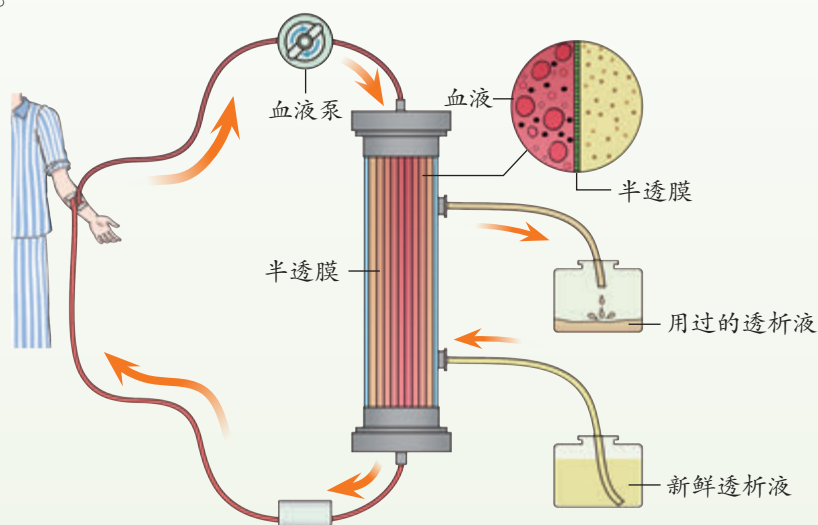
某人在环境和饮食相同的条件下，测定完全休息和运动两种状态下，通过不同途径散失的水量，结果如下表所示。

状态	通过汗液散失/毫升	通过尿液散失/毫升	通过呼气散失/毫升
休息（某一天）	100	1 800	300
运动（另一天）	2 000	500	600

- （1）这两天的失水量有什么不同？这提示我们运动时应该怎样做？
- （2）运动时汗液显著增多有什么意义？尿液为什么减少了呢？
- （3）运动时通过呼气散失的水量为什么增加了？

肾是人体非常重要的器官，当肾因功能衰竭而无法正常工作时，体内的废物就不能排出，人就会因中毒而死亡。肾衰竭患者可以进行血液透析。患者通常每周进行2~3次血液透析，以便及时排出体内的废物。

比血液透析更好的办法是肾移植，即将健康者的肾移植到丧失肾功能的患者体内。人体有两个肾，通常一个肾正常运转就可以维持人体的正常代谢。当患者的两个肾都丧失功能时，肾移植就是最佳的治疗方案。1954年，医学家默里（J. Murray）成功地完成了世界上第一例肾移植手术，这也是第一例成功的器官移植手术。肾移植前必须做好相应的配型工作，要找到合适的肾源，并成功移植到患者的体内，才能挽救患者的生命。



血液透析示意图

现在，除肾移植外，心脏、肝等器官的移植也取得了一定的进展。许多患者通过他人捐献的器官获得了新生。

肾移植及其他器官移植所需要的器官往往来源不足。为了救治更多的患者，不少人立下遗嘱，自愿在去世后捐献有用的器官。捐献器官是一种无私的奉献，也是用行动传递爱心和希望。



背景资料

在医院常可看到人体结构模型。患者可以通过这些模型获得有关生理和疾病的知识，医护人员经常使用人体器官模型来研究手术路径，训练护理技能。

制作人体结构模型要符合以下原理：不同的结构具有不同的功能，结构是与功能相适应的。制作的结构模型应能够形象、直观地展示其功能。

确定任务

下面列出了供选择的项目任务，请你和小组同学讨论确定本小组的任务，设计并制作人体某器官或系统的模型。

- ① 制作小肠或小肠内表面结构模型。
- ② 制作模拟膈肌运动与呼吸关系的模型。
- ③ 制作血液循环模型。
- ④ 制作动脉、静脉与毛细血管关系的模型。
- ⑤ 制作心脏模型。
- ⑥ 制作泌尿系统模型或血液流经肾单位模型。
- ⑦ 采用3D（三维）打印技术制作已学过的人体器官模型。

制订方案

优先选择环保、易得的材料进行制作。例如，可以使用折叠的纸张、废旧布料等模拟小肠内表面上的皱襞、绒毛；使用饮料瓶、气球、吸管等制作模拟膈肌运动与呼吸关系的模型；使用不同颜色的LED（发光二极管）灯珠，设计并连接电路，以展示血液循环过程；使用不同孔径的乳胶管制作血管网；使用橡皮泥制作心脏模型；使用透明的输液管等制作血液循环模型；等等。



安全提示：
使用剪刀和美工刀等工具时，务必注意安全。

实施方案

以小组为单位，分工合作，实施所制订的方案。对于初步制作的模型，检验它的结构能否有效地演示功能。若发现不足之处，通过小组讨论进一步优化设计方案。

展示交流

展示小组制作的人体结构模型，向同学介绍这个模型所展示的结构和对应的功能，给模型写一份说明书。尝试参考以下要点进行相互评价。有条件的话，可在老师的协助下，举办一次展览。

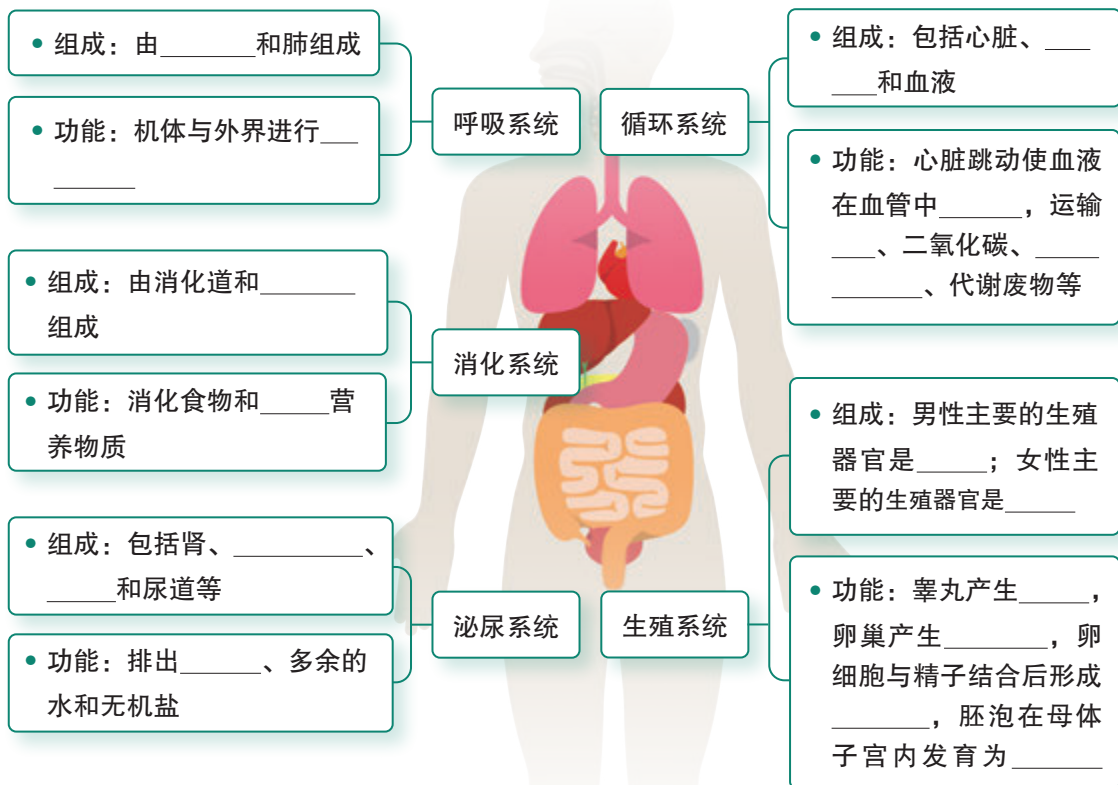
评价维度	评价要点
材料选择	材料能否表现相应人体组织的结构和功能，材料是否环保、易得。
方案设计	方案中的人体结构是否完整，人体结构模型中各部分的比例是否适当，是否绘制了设计图。
项目实施	是否完整地实施了方案，是否根据检验情况对模型进行了优化。
项目成果	模型是否制作成功，模型能否展示相应的结构和功能，说明书是否清晰、准确和简明，模型的美观性如何。



学生制作的几种人体结构模型

单元小结

概念梳理



实践应用

素养表现	自我评价
能正确对待青春期生理和心理的变化, 做好青春期的卫生保健。	
在日常生活中, 能运用食物的营养成分等知识, 做到合理膳食。	
做血常规、尿常规检查后, 能根据检查结果初步判断身体的健康状况。	
在课余时间, 能积极锻炼身体, 增强心肺功能。	
在周围人有需要时, 能通过展示人体某器官 (如小肠、心脏、肾) 的模型或图片, 说明它的结构和功能, 对相关健康问题作出初步解释。	

复习与提高

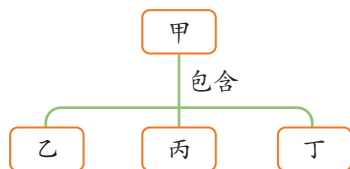
一、选择题

1. 青春期是人生中最美好的时期，也是重要的发展阶段。下列关于青春期身体变化的叙述，错误的是 ()

- A. 大脑功能逐步健全 B. 生殖器官完全发育成熟
C. 心脏收缩和舒张的能力提高 D. 男孩和女孩出现第二性征

2. 若选项中的内容对应于下图中的甲、乙、丙、丁，则对应关系有误的是 ()

- A. 消化腺、唾液腺、胰、肝
B. 呼吸道、气管、支气管、肺
C. 血管、动脉、静脉、毛细血管
D. 血细胞、红细胞、白细胞、血小板



3. 大量食用红肉火龙果后，人的尿液通常呈现红色。这是因为红肉火龙果含有的甜菜红素难以被人体分解，最终随尿液排出。下列关于甜菜红素的叙述，错误的是 ()

- A. 由毛细血管进入血液 B. 经过了心脏的四个腔
C. 原尿中含有甜菜红素 D. 不会经过肺部毛细血管

二、非选择题

1. 请根据本单元所学知识，解释下列几种现象。

(1) 医生告诉我们，不要经常抠鼻孔。医生这样说有哪些科学道理？

(2) 某同学不小心摔了一跤，腿上的磕碰处为什么会出现红色的斑块？

(3) 某人做尿常规检查，发现尿液中蛋白质含量升高，还出现了红细胞。

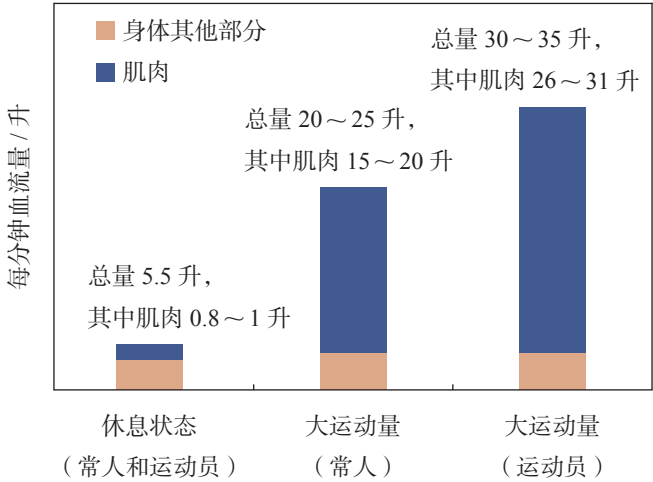
出现这种情况的原因可能是什么？

2. 几百年前的欧洲，长期在海上航行的水手经常遭受坏血病的折磨，患者常常牙龈出血，严重的会出现皮肤淤血和渗血，甚至死亡。奇怪的是，船上的鼠却活得很好！人们一直查不出病因。但只要船只靠岸，水手上岸生活一段时间，这种疾病就不治而愈了。后来，随船医生试着让水手吃一些新鲜的柑橘，奇迹出现了——患坏血病的水手很快就痊愈了。请回答下列问题。

- (1) 为什么水手吃新鲜的柑橘就能治疗坏血病呢？
- (2) 同样在船上长期生活，为什么鼠活得很好呢？
- (3) 你是怎样理解“吃得健康”的？

3. 人在运动时，身体会发生一些显著的变化，如心率升高、血流量增加等。

右图显示了常人、运动员分别在休息状态和大运动量状态下的每分钟血流量。请回答下列问题。



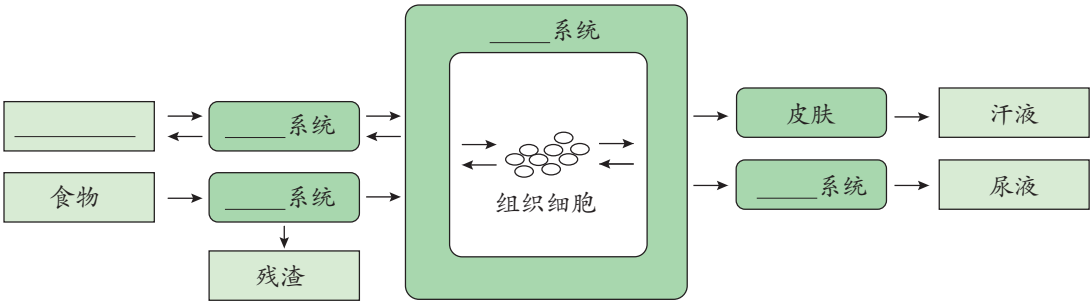
(1) 大运动量时，血流量发生了什么变化？为什么会有这样的变化？

(2) 与休息状态相比，大运动量时，输送至肌肉和身体其他部分的血流量发生了哪些变化？

请对这种变化作出解释。还有哪些器官或组织会参与血流量的调整？

(3) 为什么运动员和常人在血流量的表现上会有差异？

4. 康康学习本单元后，认为人体的消化、呼吸、循环、泌尿等系统之间都有联系。他尝试绘图表示上述系统的关系及各自承担的功能。在绘制过程中，他遇到了一些困难，请你帮助他完成下面这幅图，体会并尝试总结人体的整体性，并以循环系统与其他系统的联系为例，说明各系统间的联系。



附录 常见食物成分表

食物类别	食物名称	食部/%	水分/克	能量/千焦	蛋白质/克	脂肪/克	糖类/克	总维生素A/微克RAE	胡萝卜素/微克	维生素B ₁ /毫克	维生素B ₂ /毫克	维生素C/毫克	总维生素E/毫克	钙/毫克	磷/毫克	铁/毫克	锌/毫克	硒/微克
谷类	稻米*	100	13.3	1453	7.9	0.9	77.2	0	0	0.15	0.04	0	0.43	8	112	1.1	1.54	2.83
	小麦粉(标准粉)	100	9.9	1531	15.7	2.5	70.9	0	0	0.46	0.05	0	0.32	31	167	0.6	0.2	7.42
	玉米面(黄)	100	11.2	1483	8.5	1.5	78.4	3	40	0.07	0.04	0	0.98	22	196	0.4	0.08	2.68
豆类	豆腐*	100	83.8	351	6.6	5.3	3.4	—	—	0.06	0.02	Tr	5.79	78	82	1.2	0.57	1.5
	黄豆	100	9.2	1704	33.1	15.9	37.3	3	40	0.11	0.22	—	—	123	418	35.8	4.61	2.03
	绿豆(干)	100	12.3	1376	21.6	0.8	62	11	130	0.25	0.11	—	10.95	81	337	6.5	2.18	4.28
薯类及蔬菜类	马铃薯[土豆、洋芋]	94	78.6	343	2.6	0.2	17.8	1	6	0.1	0.02	14	0.34	7	46	0.4	0.3	0.47
	胡萝卜(黄)	97	87.4	191	1.4	0.2	10.2	344	4010	0.04	0.04	16	—	32	16	0.5	0.14	2.8
	菠菜(鲜)[赤根菜]	89	91.2	116	2.6	0.3	4.5	243	2920	0.04	0.11	32	1.74	66	47	2.9	0.85	0.97
	大白菜(青白口)	83	95.1	70	1.4	0.1	3	7	80	0.03	0.04	28	0.36	35	28	0.6	0.61	0.39
	韭菜	90	92	102	2.4	0.4	4.5	133	1596	0.04	0.05	2	0.57	44	45	0.7	0.25	1.33
	芹菜(茎)	67	93.1	93	1.2	0.2	4.5	28	340	0.02	0.06	8	1.32	80	38	1.2	0.24	0.57
	冬瓜	80	96.9	43	0.3	0.2	2.4	Tr	Tr	Tr	Tr	16	0.04	12	11	0.1	0.1	0.02
	黄瓜(鲜)[胡瓜]	92	95.8	65	0.8	0.2	2.9	8	90	0.02	0.03	9	0.49	24	24	0.5	0.18	1.7
	番茄[西红柿]	97	95.2	62	0.9	0.2	3.3	31	375	0.02	0.01	14	0.42	4	24	0.2	0.12	Tr
	辣椒(青、尖)	91	93.4	91	0.8	0.3	5.2	8	98	0.02	0.02	59	0.38	11	20	0.3	0.21	0.02
水果类	茄子	93	93.4	97	1.1	0.2	4.9	4	50	0.02	0.04	5	1.13	24	23	0.5	0.23	0.48
	梨*	82	85.9	211	0.3	0.1	13.1	2	20	0.03	0.03	5	0.46	7	14	0.4	0.1	0.29
	苹果*	85	86.1	227	0.4	0.2	13.7	4	50	0.02	0.02	3	0.43	4	7	0.3	0.04	0.1
	葡萄*	86	88.5	185	0.4	0.3	10.3	3	40	0.03	0.02	4	0.86	9	13	0.4	0.16	0.11
	桃*	89	88.9	212	0.6	0.1	10.1	2	20	0.01	0.02	10	0.71	6	11	0.3	0.14	0.47
	香蕉[甘蕉]	59	75.8	389	1.4	0.2	22	5	60	0.02	0.04	8	0.24	7	28	0.4	0.18	0.87

食物类别	食物名称	食部/ %	水分/ 克	能量/ 千焦	蛋白质/ 克	脂肪/ 克	糖类/ 克	总维生素A/ 微克RAE	胡萝卜素/ 微克	维生素B ₁ / 毫克	维生素B ₂ / 毫克	维生素C/ 毫克	总维生素E/ 毫克	钙/ 毫克	铁/ 毫克	磷/ 毫克	钾/ 毫克	硒/ 微克
干果类	花生仁（生）	100	6.9	2 400	24.8	44.3	21.7	3	30	0.72	0.13	2	18.09	39	2.1	324	2.1	3.94
	核桃（鲜）	43	49.8	1 406	12.8	29.9	6.1	—	—	0.07	0.14	10	41.17	—	—	—	—	—
肉类及鱼类	牛肉*	100	69.8	669	20	8.7	0.5	3	0	0.04	0.11	Tr	0.68	5	1.8	182	4.7	3.15
	羊肉*	100	72.5	581	18.5	6.5	1.6	8	0	0.07	0.16	Tr	0.48	16	3.9	161	3.52	5.95
	猪肉*	91	54.9	1 370	15.1	30.1	0	15	0	0.3	0.13	Tr	0.67	6	1.3	121	1.78	7.9
	猪肝	100	72.6	531	19.2	4.7	1.8	6 502	0	0.22	2.02	20	Tr	6	243	23.2	3.68	26.12
	鸡*	63	70.5	608	20.3	6.7	0.9	92	0	0.06	0.07	Tr	1.34	13	1.66	1.8	1.46	11.92
	带鱼	76	73.3	535	17.7	4.9	3.1	29	0	0.02	0.06	Tr	0.82	28	1.91	1.2	0.7	36.57
	鲫鱼	54	75.4	455	17.1	2.7	3.8	17	0	0.04	0.09	Tr	0.68	79	1.93	1.3	1.94	14.31
菌藻类	鲤鱼	54	76.7	459	17.6	4.1	0.5	25	0	0.03	0.09	Tr	1.27	50	204	1	2.08	15.38
	蘑菇（鲜磨）	99	92.4	100	2.7	0.1	4.1	1	10	0.08	0.35	2.0	0.56	6	94	1.2	0.92	0.55
乳类	海带（鲜）[江白菜]	100	94.4	55	1.2	0.1	2.1	—	—	0.02	0.15	Tr	1.85	46	22	0.9	0.16	9.54
	纯牛奶（全脂）*	100	87.6	271	3.3	3.6	4.9	54	0	0.03	0.12	Tr	0.13	107	90	0.3	0.28	1.34
蛋类	全脂奶粉*	100	2.6	2 020	19.9	22.3	50.5	380	—	0.13	1.9	23.6	0.48	928	513	4.6	3.93	12.09
	鸡蛋（红皮）	87	77.1	596	12.2	10.5	0	—	—	0.05	0.11	Tr	0.84	44	182	1	0.38	13.83
油脂类	鸡蛋（白皮）	87	75.8	574	12.7	9	1.5	310	—	0.09	0.31	Tr	1.23	48	176	2	1	16.55
	豆油	100	0.1	3 761	Tr	99.9	0	—	—	Tr	Tr	—	93.08	13	7	2	1.09	—
油脂类	花生油	100	0.1	3 761	Tr	99.9	0	—	—	Tr	Tr	—	42.06	12	15	2.9	0.48	—

说明：1. 本表摘自中国疾病预防控制中心营养与健康所编著、北京大学医学出版社出版的《中国食物成分表：标准版 第一册》（2018年7月第6版，2021年4月第4次印刷）和《中国食物成分表：标准版 第二册》（2019年8月第6版，2021年4月第4次印刷）。

2. “食部”是指分析人员对于从市场上采集来的食物样品，按照居民通常的加工、烹调 and 饮食习惯，去掉其中不可食用的部分后，剩余的可食用部分。表中“食部”的数值表示每100克食物中，可以食用的部分占该食物的比例。

3. “*”表示本条数据为该食物的代表值，即对不同产区的同种食物的多条数据在去除异常数据后求中位数而来；“（）”表示对食物的说明；“[]”为该食物的别名；“—”为未测定；“Tr”为痕量，不等于零；“0”为不在此成分。

4. 维生素A含量单位中的RAE是Retinol Activity Equivalent的缩写，即视黄醇活性当量。

后 记

本套教科书（七～八年级）由人民教育出版社课程教材研究所生物课程教材研究开发中心依据教育部《义务教育生物学课程标准（2022年版）》编写。

本套教科书集中反映了基础教育课程改革的最新成果，总结了上一版《义务教育教科书 生物学》的编写经验，凝聚了教育专家、学科专家、教材编写人员、教研人员及一线教师的集体智慧。本套教科书统稿人为赵占良、曹保义、谭永平，由谭永平协助主编主持编写工作。本套教科书封面设计由中央美术学院设计团队完成，人民教育出版社设计部制作。本册教科书的版式设计由北京气和宇宙艺术设计有限公司完成，内文插图由北京汉图文化传媒有限公司、北京文鲁文化传媒有限公司、韩秋生等绘制。我们感谢上一版《义务教育教科书 生物学》的主编朱正威和编写人员李红、庄荣婉等，感谢所有对教科书的编写、审读、试教、出版等提供过帮助与支持的同仁和社会各界朋友。

本册教科书出版之前，我们通过多种渠道与教科书选用作品（包括照片、画作）的作者进行了联系，得到了他们的大力支持。为本册教科书提供图片素材的有新华社、中国载人航天工程办公室、中国科学院天津工业生物技术研究所、中国农业科学院作物科学研究所、中国农业科学院郑州果树研究所、中国营养学会、北京协和医院、北京大学第三医院生殖医学中心、北京市第一〇一中学、视觉中国、IC photo、陈炳华、张朝平、崔全山、刘朝辉、潘建斌、张晓英、贾霁、王东芳、朱京等，对此，我们表示衷心的感谢！

我们真诚地希望广大教师、学生及家长在使用本册教科书过程中提出宝贵的意见和建议。我们将本着精益求精的态度，集思广益，不断修订，努力使教科书日趋完善。

联系方式

电 话：010-58758356，58758866

电子邮箱：jcfk@pep.com.cn

中小学教材意见反馈平台：jcyjfk.pep.com.cn

人民教育出版社 课程教材研究所



义务教育教科书

生物学

七年级

下册

YIWU JIAOYU JIAOKESHU

SHENGWUXUE

封面植物：紫斑牡丹



绿色印刷产品

ISBN 978-7-107-38264-2



9 787107 382642 >