

普通高中课程标准实验教科书

生物学
稳态与环境

必修三

主编 张新时

上海科技教育出版社

编写人员名单

本册主编 张可柱

编著者 (以姓氏笔画为序)

王玉志 孔维华 任庆省 张少妮

张治国 姜剑锋 樊庆义

目 录

第一单元 生物个体的稳态与调节

第一章 植物生命活动的调节	2
第一节 生长素的发现及其作用	3
第二节 植物体内的其他激素	8
课外阅读 燕麦试验法的创立者——温特	11
第二章 动物稳态维持及其意义	12
第一节 内环境与稳态	13
第二节 血糖调节	16
第三节 水盐调节	20
第四节 体温调节	23
课外阅读 心理状态的平衡和调节	26
第三章 动物稳态维持的生理基础	27
第一节 神经冲动的产生和传导	28
第二节 反射活动的基本原理	33
第三节 人脑的高级功能	38
第四节 体液调节在维持稳态中的作用	41
课外阅读 珍爱生命，远离烟草和毒品	44
第四章 人体免疫系统与稳态	45
第一节 人体免疫系统	46
第二节 细胞免疫与体液免疫	50
第三节 免疫失调与人类健康	55
课外阅读 人工主动免疫和被动免疫	60

目 录

第二单元 生物群体的稳态与调节

第一章 种群的稳态与调节	62
第一节 种群的特征	63
第二节 种群的数量变动	67
课外阅读 迁地保护——拯救白鳍豚种群的唯一选择	71
第二章 群落的稳态与调节	72
第一节 群落的基本特征与结构	73
第二节 群落的动态	77
课外阅读 “绿色沙漠”	80
第三章 生态系统的稳态与调节	82
第一节 生态系统的结构	83
第二节 生态系统的功能	87
第三节 生态系统的稳定性	94
课外阅读 “太空水上乐园”与人工生态系统	97
第四章 生态环境的保护	98
第一节 人类活动对环境的影响	99
第二节 环境保护与可持续发展	103
课外阅读 清洁生产与环境保护	106
中英文对照表	107

第一单元 生物个体的稳态与调节



生物个体的生长发育需在一个相对稳定的环境中进行，而环境时刻在发生着微妙的变化，生物个体通过生理、行为等调节与其所处的环境保持协调一致。掌握生物个体的稳态与调节的基本原理，能够帮助我们理解生命现象与环境的协调性。

第一章 植物生命活动的调节



课题研究

向日葵幼嫩的花盘为什么会跟着太阳转？这是因为植物体内有一种叫做生长素(auxin)的物质，由于其在植物向光面和背光面的浓度不一样，引起植物的不均匀生长，导致了植物的向性运动。向性运动是植物通过体内激素对外界环境的适应性调节，它对植物的生长发育具有重要意义。现在组成课题研究小组，研究植物生长素浓度对植物生长的影响。

▲研究计划

选择洋葱（或杨树枝条），浸泡于不同浓度的生长素溶液中，在相同的环境条件下进行实验栽培。每组实验至少重复3次。观察洋葱（或杨树枝条）所生根的长度或数量。设计实验记录表格，将实验观察结果记录在表格中。

▲总结交流

以生长素的浓度为横坐标，植物生长指标为纵坐标，绘制柱状图。分析实验结果，与其他小组交流，总结出生长素浓度对植物生长影响的基本规律。

第一节 生长素的发现及其作用

家庭养花时，为了使植物能得到充足的光照，我们将花盆放在窗台上，时间长了你就会发现，植物会朝着光照的方向生长（图1-1-1）。农民在播种时，不论种子在土壤中的位置怎样，幼苗的根总是向下生长，而茎却总是向上生长。这种植物体受到单一方向的外界刺激而引起的定向运动，称为向性运动。植物体之所以会表现出向性运动，这与其体内的一类特殊化学物质有关。



图1-1-1

靠近窗台的植物会向光的一侧倾斜生长

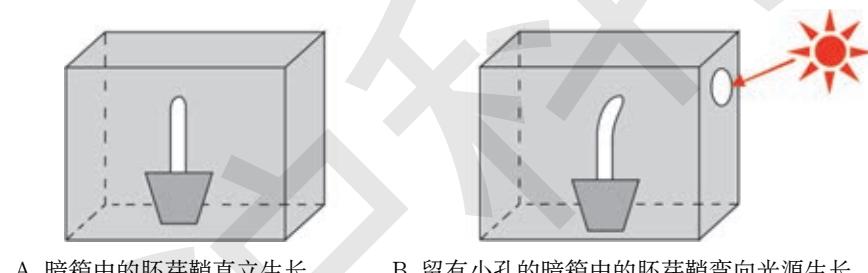
1 生长素的发现

科学家为了弄清引起植物向性运动的原因，先后进行了数十年的科学研究。

发现生长素

根据下列有关生长素发现的科学实验分析讨论：

[实验1] 1880年，达尔文(C. R. Darwin, 1809—1882)用金丝雀虉草（一种多年生单子叶草本植物）为材料对植物的向光生长进行了研究（图1-1-2）。

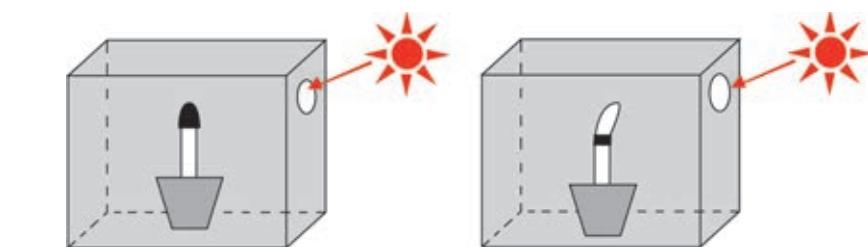


A.暗箱中的胚芽鞘直立生长 B.留有小孔的暗箱中的胚芽鞘弯向光源生长

图1-1-2

达尔文的实验示意图

[实验2] 科学家以燕麦胚芽鞘为实验材料，采用了遮光的方法继续研究植物的向光性问题（图1-1-3）。



A.锡箔罩住尖端，生长但不弯曲 B.锡箔罩住尖端下面一段，弯曲生长

图1-1-3

遮光实验示意图

[实验3] 1910年，丹麦生物学家詹森(P.B.Jensen)对植物的向光性进行研究(图1-1-4)。

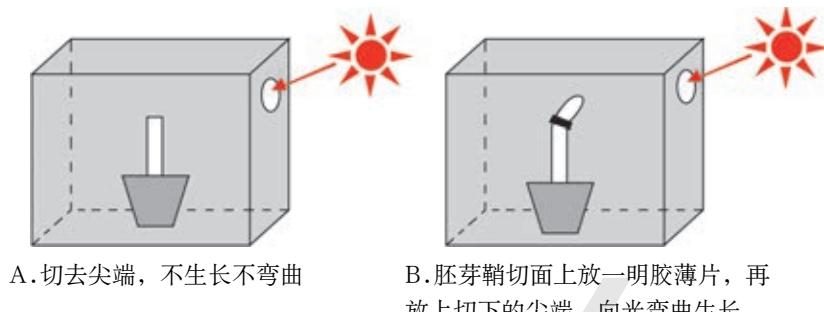


图1-1-4

詹森的实验示意图

[实验4] 1914年，匈牙利科学家拜耳(Paal)从另一个思路开展研究工作，进行了更为深入的实验研究(图1-1-5)。



图1-1-5

拜耳的实验示意图

[实验5] 1928年，荷兰生物学家温特(F.Went)提出了新的假设，重新设计了实验(图1-1-6)。

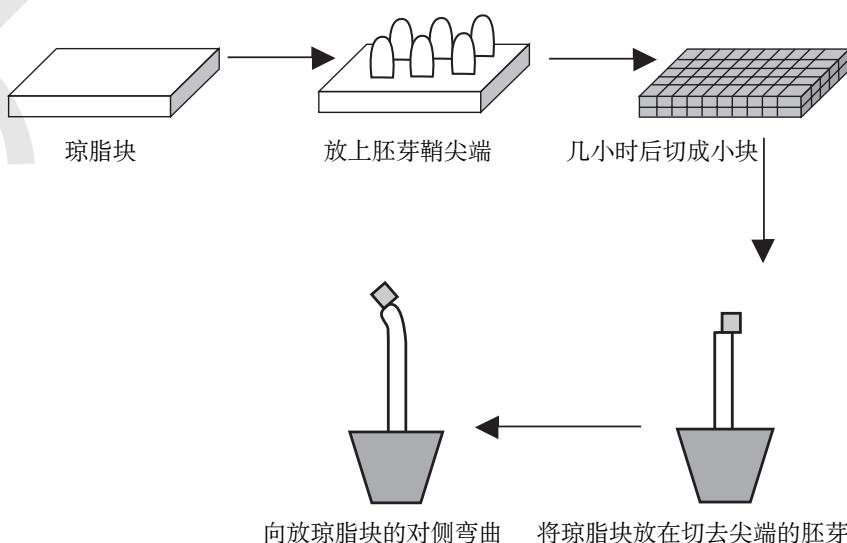


图1-1-6

温特的实验示意图

[实验6] 胚芽鞘尖端所产生的物质到底是什么？生物学家花费了大量的时间去研究，直到1934年荷兰科学家郭葛(F. Kögl)分离出了这种物质——吲哚乙酸(indole acetic acid, IAA)，并设计了下面的实验(图1-1-7)，才使这一研究有了一个完整的结果。

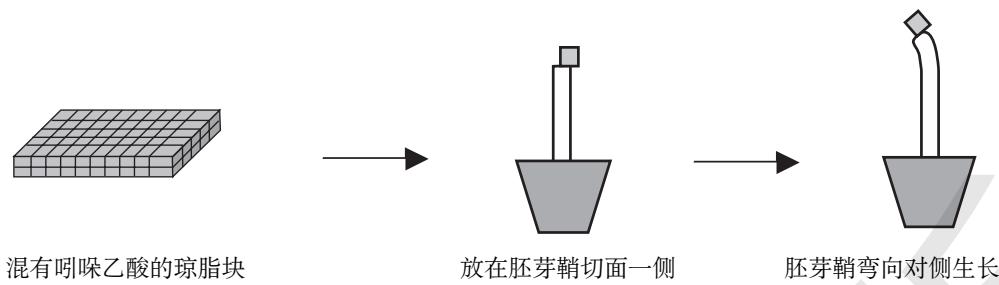


图1-1-7
郭葛的实验示意图

分析讨论

1. 科学家在每一个研究阶段提出的科学假设是什么？他们是如何设计对照实验的？每一个实验的结果说明了什么问题？对后来的研究有怎样的启发？
2. 从今天的认识角度分析，科学家设计的实验是否都是科学合理的？
3. 综合上述科学家的实验，是否可以说明植物的向光运动是由吲哚乙酸引起的？

吲哚乙酸具有促进植物生长的功能，因此被命名为生长素。从生长素的发现历程可以看出，感受光刺激的部位是胚芽鞘尖端；胚芽鞘尖端产生的生长素在运输过程中，单侧光使其在背光一侧比向光一侧分布得多，因此，背光一侧细胞生长得快，结果导致胚芽鞘尖端的下部朝向光源弯曲生长，使植物表现出向光性。

生长素的产生、分布与运输

植物体内生长素的含量很少。有人做过这样的比喻：每1 000 g植物组织中的生长素含量可以比作每22 t枯草中的一根细针！含量如此之少，原因在于生长素随时产生、随时被生长素氧化酶破坏。生长素主要是在植物的顶端分生组织中合成的，然后被运输到植株的各个部分，但大多集中在生长旺盛的部位。生长素在植物体内的运输是单方向的，只能从植物体形态学上端向形态学下端运输，而不能反过来从下端往上端运输，所以称为极性运输。

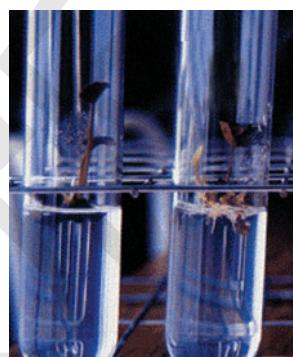
相关链接

2 生长素的生理作用及特点

在“课题研究”中，我们已经开始研究生长素的生理作用，一定浓度的生长素不仅能够促进植物生长（图1-1-8），而且可以促进扦插的枝条生根（图1-1-9）。对不容易生根的枝条，可以用萘乙酸（NAA，一种人工合成的生长素类似物）配成适当浓度的溶液，浸泡插枝的下端，可以促进其生根。生长素还能够促进果实发育，并防止落花落果。在农业生产上，利用一定浓度的生长素类似物溶液处理没有受粉的番茄雌蕊，就能获得无子番茄；用其喷洒棉株，可以达到保蕾保铃的效果。



对照组



对照组 实验组

图1-1-8
生长素促进植物生长

图1-1-9
生长素促进插枝生根

综合分析

“课题研究”中，我们还进行了生长素浓度对植物生理活动影响的研究，将你的实验结果与图1-1-10对比并分析此图，说明生长素对不同器官作用的差异。

- 同一浓度的生长素对植物体不同器官的生长都有促进作用吗？
- 说明生长素对植物生长作用的特点。

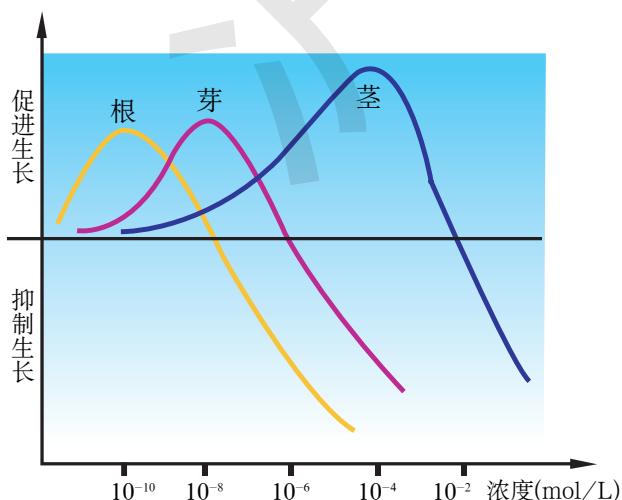


图1-1-10
同一株植物的不同器官对生长素浓度的反应

生长素对植物生长的作用具有两重性，这与其浓度有一定的关系。植物的不同器官对生长素的敏感程度不同。植物表现出的顶端优势——顶芽优先生长而侧芽生长受到抑制的现象，就是因为顶芽产生的生长素向下运输，大量地积累在侧芽部位，使这里的生长素浓度过高，从而使侧芽的生长受到抑制的缘故。园艺上常根据顶端优势的原理进行果树整枝修剪，形成一定形状的树冠。在棉花栽培中，也常根据顶端优势的原理进行摘心，来达到增产的目的。

巩固提高

- 1.植物生长素的主要生理作用是什么？
- 2.科学家做过如下的实验：把含有生长素的琼脂小块放在一段燕麦胚芽鞘形态学上端，把另一不含有生长素的琼脂小块作为接收块放在下端（图1-1-11）。另一个实验是把一段燕麦胚芽鞘倒转过来，把形态学下端朝上，做同样的实验。请分析，经过一段时间后，接受块A和接受块B的成分有何变化？如何证明？
- 3.为使行道树更好地遮荫，应采取怎样的修剪措施？依据的原理是什么？

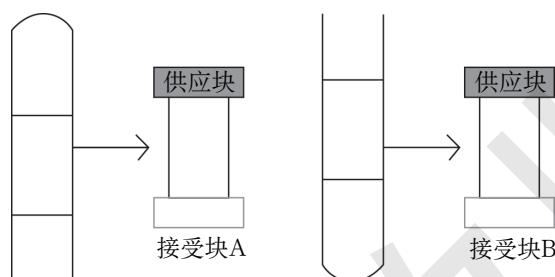


图1-1-11
植物生长素极性运输的实验

第二节 植物体内的其他激素

自然界中植物千姿百态、形态各异，但植物每个部分的生长却如此协调，这是植物体内多种激素共同调节的结果。这些在植物体内合成，从产生部位运输到作用部位，并且对植物体的生命活动产生显著调节作用的微量有机物，统称为植物激素(plant hormone)。

1

其他植物激素

植物激素有许多种，除了生长素以外，还有赤霉素(gibberellin, GA)、细胞分裂素(cytokinin)、脱落酸(abscisic acid, ABA)和乙烯(ethylene)等。



细胞分裂素类似物(6-BA)

对植物生命活动的调节

目的要求

了解细胞分裂素在植物生长发育过程中的生理作用。

材料器具

新鲜柳枝、天竺葵；质量浓度为20 mg/L和40 mg/L6-苄基腺嘌呤(6-BA)溶液、蒸馏水；有盖培养皿、广口瓶、尺子、量筒、镊子、钻孔器、滤纸、吸水纸等。

活动程序

1. 实验前采集柳枝(可用蚕豆茎叶或其他插花代替)。

2. 取两个广口瓶分别编号，在1号瓶内注入40 mL质量浓度为40 mg/L的6-BA溶液，在2号瓶内注入40 mL蒸馏水，然后向每个瓶内各插入6支同等大小的新鲜柳枝，在室内培养。

3. 取两副培养皿，分别编号，在两副培养皿中各放入两张滤纸。在1号培养皿中注入20 mL质量浓度为20 mg/L的6-BA溶液；在2号培养皿中注入蒸馏水20 mL。

4. 摘下一片幼嫩的天竺葵叶，用钻孔器钻下12个相同大小的圆形小片。测量出它们的直径，记录下来。将它们分成两组，6片平放在1号培养皿里，6片平放在2号培养皿里，使叶片浸入液体，盖上培养皿，放在光下培养。

5. 3 d以后观察两瓶中柳枝的生长状态和培养皿中叶片的颜色。

3 d后取出1号培养皿中的叶片，用吸水纸将表面水分吸去，测量并计算出6片小圆片直径的平均值；再用同样方法测量并计算出2号培养皿中6片小圆片直径的平均值。比较实验前后小圆片直径大小及颜色变化。

分析讨论

- 根据实验材料形态和颜色的变化，分析细胞分裂素的生理作用。
- 实验中对照组是如何设计的？如果没有对照组，你能得出怎样的结论？

高等植物的细胞分裂素存在于植物幼嫩的根尖、萌发的种子、正在发育的果实等生长旺盛的部位，主要生理作用是促进细胞分裂和组织分化，延缓衰老。常用于蔬菜和水果的保鲜。

赤霉素普遍存在于植物的幼芽、幼根、未成熟的种子等幼嫩组织和器官里，具有促进茎的伸长、引起植株快速生长、解除休眠和促进花粉萌发等生理功能。常被用来促进矮生性植物茎秆伸长，解除种子和其他部位的休眠，从而提早播种。

脱落酸存在于植物的叶、芽、果实、种子和块茎中，能抑制植物的细胞分裂和种子的萌发，促进花、果实和叶的脱落。

乙烯是植物体内产生的一种气体激素，它广泛地存在于植物的多种组织和器官中，特别是在成熟的果实中更多。乙烯能增强细胞膜的透性和酶的活性，加强果实细胞的呼吸作用，促进果实中有机物的转化，从而促进果实的成熟。如将水果放在密封的纸袋中，使水果产生的乙烯累积增多，水果就能较快地成熟。乙烯还能刺激叶子脱落、抑制茎的伸长。

2 植物激素的相互作用

在大多数情况下，各种植物激素不是各自单独发挥作用的，而是通过复杂的途径共同调节着植物的生命活动。生长素和细胞分裂素分别通过促进细胞伸长、细胞分裂，来协调植物的生长。生长素是从顶芽向下运输的，根部合成的细胞分裂素是从根部向上运输的。生长素能够抑制侧芽的发育，但是，距地面近的侧芽在生长素还没有到达时，首先受到细胞分裂素的作用而分裂发育起来。这时，即使生长素运输过来也很难发挥作用，可见生长素和细胞分裂素共同参与了顶端优势的形成（图1-1-12）。生长素还可以降低各种植物器官对乙烯的敏感度，减少脱落等。而赤霉素又能促进生长素的积累和运输。

随着对植物激素研究的深入，人们也在不断地用人工合成的方法，制成一些具

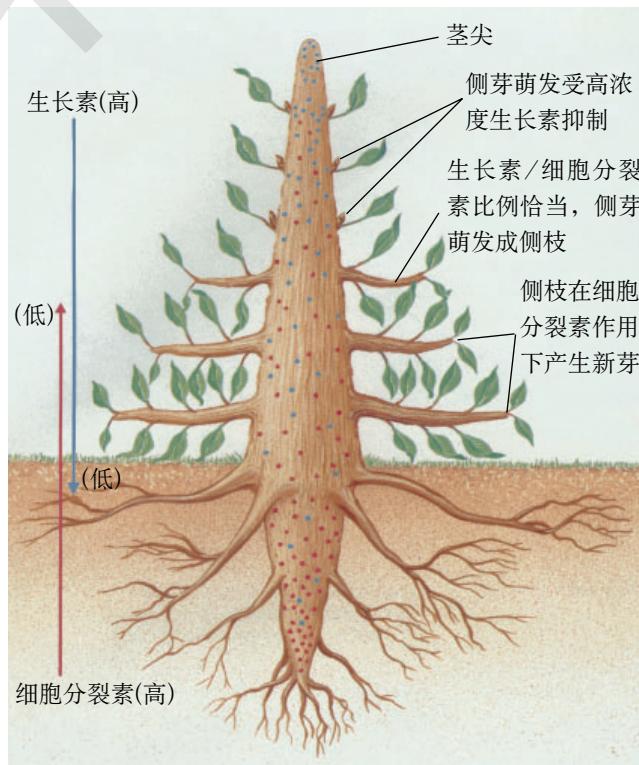


图1-1-12
植物的顶端优势

有植物激素活性的类似物。这些植物激素类似物，一般叫做植物生长调节剂（plant growth regulator）。现在，人工合成的生长素类似物有萘乙酸和2,4-二氯苯氧乙酸（2,4-D）等。人工合成的乙烯类似物有乙烯利。这些植物激素类似物已被广泛地应用于生产实践中。

相关链接

除草剂

某些人工合成的植物生长调节剂，在微量的情况下，具有刺激植物生长的作用。一旦用量稍高时，就会严重地破坏植物的生命活动，导致植物死亡。据此原理，有些植物生长调节剂可当做除草剂使用。常用的除草剂可分为两大类：一类是非选择性除草剂，能够把所有植物杀死；另一类是选择性除草剂。2,4-D是一种最早应用的选择性除草剂，它在质量浓度为10 mg/L的浓度下，可促进植物生长，具有生长素的生理作用，如果把浓度升高到质量浓度为500~1 000 mg/L，就可使一些双子叶植物叶片卷缩，茎部肿胀，叶片逐渐发黄，最后死亡。其原因是过量的2,4-D被植物吸收后，会使形成层的细胞分生能力加强，产生肿胀，破坏韧皮部的运输功能，使植物因有机物运输受阻而死亡。同时2,4-D还可破坏植物正常的碳、氮代谢，使植物的呼吸作用加强，却不能产生ATP，造成植物细胞的损伤并浪费大量能量。

巩固提高

1. 请问生长素和细胞分裂素是如何调节植物生长的？
2. 在果实发育中，生长素和乙烯的作用是如何协调的？

调查植物生长调节剂在花卉、蔬菜和水果生产上的应用情况。

—课外实践—



植物体自身对生命活动的调节，主要是通过其体内产生的激素来完成的。高等植物体内普遍存在着生长素、细胞分裂素、赤霉素、脱落酸和乙烯五大类激素，植物体内的不同组织在生长发育的不同时期产生特定的激素，因此，五大类激素在植物体内的分布是不均匀的。植物的个体发育受多种激素的调节，不同时期由不同的激素起主要的调节作用，多种激素相互协调，共同完成对植物

生命活动的调节，使植物体适应复杂多变的环境。



课外阅读

燕麦试验法的创立者——温特

温特，荷兰人，读大学时，在他父亲的实验室里做毕业论文。他进行了有关燕麦胚芽鞘向光性的实验。

1926年初的一天，温特发现自己的实验有了结果，于是飞快地跑到父亲的住处，推开卧室的门对父亲说：“快来看，我发现了生长素！”那时正是凌晨3点，听了这话，他的父亲并没有兴奋，而是翻了个身说：“明天再重复一遍！”温特听了感到很失望，但还是回去重做了一遍。不幸的是，虽然他确信自己的操作无误，也改进了实验室的温度、湿度条件，选择了新鲜的胚芽，但生长素好像失踪了一样。他查阅了大量的资料也没搞清是怎么回事。

温特并没有因此而灰心，他确信自己的发现是正确的。于是继续重复自己的实验，直到他发现细菌侵入了琼脂块。原来，他过去总是白天准备好琼脂块，放一夜，结果细菌就在夜里侵入了琼脂块。当用冰块给琼脂降温以后，他再一次看到了与前面一样的结果。这时他理解了父亲当初对他的冷淡，也使他更加体会到，做一名科学家应具有的品质：一丝不苟。

温特创立了燕麦试验法，定量测定生长素含量，推动了植物激素的研究。

第二章 动物稳态维持及其意义



课题研究

马拉松运动员在比赛中需要消耗大量的能量，能量的供应依赖于体内物质的氧化分解，运动员还要通过大量出汗来散失热量，以免体温过高。生物体是一个开放的系统，从单细胞个体到多细胞个体，都不断地与外界进行物质和能量的交换，同时却又能够保持内部的稳定状态，而这种机体内部的稳定是进行正常生命活动的必要条件。

▲研究计划

设计一个你认为最有说服力的实验，证明血液在维持机体内部稳定方面具有重要作用。写出详细的实验步骤，进行实验并记录实验结果。

▲总结交流

分析实验结果，与其他实验小组交流，总结出血液在维持机体内部稳定方面所具有的作用。

第一节 内环境与稳态

单细胞动物（图1-2-1）生活在水中，可以直接与外界环境进行物质和能量的交换。对于多细胞动物来说，除极少数的细胞外，绝大多数的细胞都不与外界环境直接接触，而是生活在体内的液体环境中，间接地与外界环境进行物质和能量的交换。

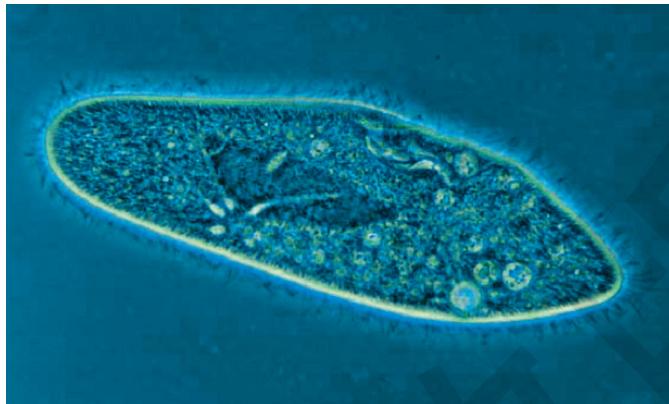


图1-2-1
草履虫显微放大图

1 细胞与内环境

人体内含有大量的液体，这些液体总称为体液(body fluid)，约占体重的60%。分布于细胞内的液体称为细胞内液，分布于细胞外的液体称为细胞外液。其中细胞外液构成了体内细胞赖以生存的液体环境，称为内环境。

细胞外液包括血浆、组织液、淋巴等。血浆在血管中不断循环流动，是内环境中最为活跃的部分，成为沟通各部分组织液、淋巴以及细胞内液的媒介。体内细胞在新陈代谢过程中只能与细胞外液直接进行物质和能量的交换。所以，机体的内环境是体内细胞与外界环境之间进行物质和能量交换的中间环节（图1-2-2）。

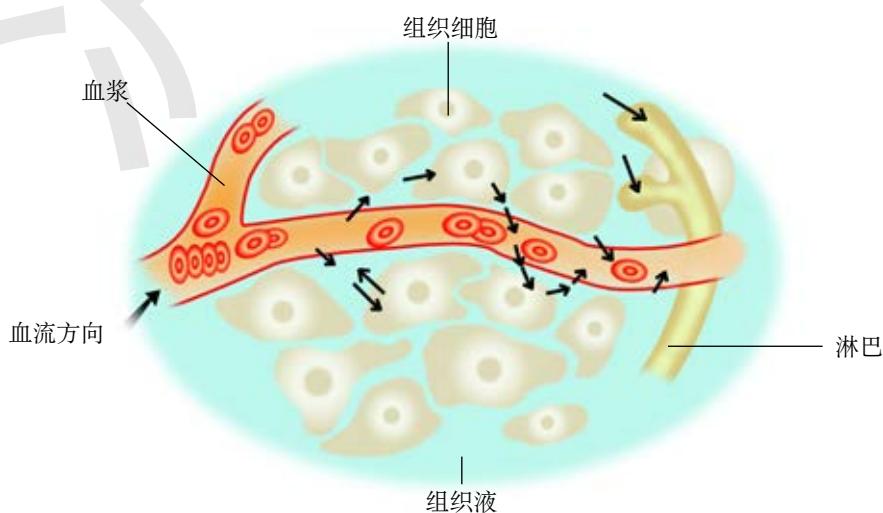


图1-2-2
细胞生活在内环境中，并与内环境进行物质交换

2

内环境的稳态

人和动物生存的外界环境经常会发生很大的变化。机体的各种代谢活动也会使细胞生存的内环境发生变化，但内环境却能维持相对的稳定。这种内环境理化性质维持相对稳定的状态称为稳态(homeostasis)。

相关链接

稳态概念的提出与发展

法国生理学家克劳·伯尔纳(Claude Bernard, 1813—1878)通过实验发现，肝脏能通过释放或储存葡萄糖来维持血糖含量的恒定。经过分析以及其他实验所提供的证据，1857年，他首次提出“内环境的稳定是机体自由和独立生存的首要条件”。

50年后，美国著名生理学家坎农(W.B.Cannon)对这一概念的产生、内涵作了有益的补充。他提出内环境的稳定不只是靠生物与环境的分隔产生的，而是依靠体内各种生理过程不断地调节来实现的。内环境并不是处于一种静止的、固定不变的状态，而是处于一种动态的平衡状态，并用“稳态”这一术语予以概括。



血浆渗透压和酸碱度对红细胞的影响

目的要求

了解血浆渗透压和酸碱度对红细胞的影响。

实验原理

血浆是红细胞生存的内环境。血浆中的一些理化性质（如渗透压、pH等）的变化，会直接影响红细胞的形态和结构。

材料器具

新鲜的血液；NaCl、HCl、NaOH；pH计、试管架、小试管、量筒、滴管、天平、容量瓶等。

活动程序

- 精确配制质量浓度为0.001 g/mL、0.002 g/mL……0.01 g/mL的NaCl溶液，分别装入10个小试管中，每管5 mL；
- 用生理盐水、HCl和NaOH配制成pH3、pH4……pH9的溶液，分别装入另外7个小试管中，每管5 mL；
- 每个试管中加入2滴血液，混匀后，放在试管架上静置；

4. 仔细观察每个试管中的红细胞所发生的变化。分别记录部分红细胞破裂和全部红细胞破裂时NaCl溶液的浓度和pH。

红细胞破裂的判断标准

完整的红细胞会分散于NaCl溶液中，略有沉降。试管上部为澄清的NaCl溶液，下部因含有红细胞而呈红色、不透明状。

部分红细胞破裂后，其所含的血红蛋白会溶解于NaCl溶液中，使试管上部的NaCl溶液略带红色、透明，下部因含有未破裂的红细胞而呈红色、不透明状。

红细胞全部破裂后，试管中的NaCl溶液略带红色、透明，在试管底部，可见到红细胞碎片形成的沉淀物。

相关链接

分析讨论

1. NaCl溶液的浓度和溶液的pH对红细胞有何影响？

2. 红细胞破裂的原因是什么？

正常人血液的pH在7.35~7.45之间的小范围内波动，如果超过正常范围，就会影响各种酶的活性，从而引起组织细胞的代谢及机体各种生理机能的紊乱。如果血液pH低于6.9或高于7.8就会危及生命。

除了血液pH以外，内环境的温度、血糖含量、水的含量、无机盐离子浓度等也要保持相对稳定。稳态对维持细胞的形态和保证细胞行使正常的功能具有重要的意义，是机体进行正常生命活动的必要条件。

巩固提高

1. 细胞内液、血浆、组织液和淋巴之间有何密切联系？
2. 如何理解血浆是内环境中最活跃的部分？
3. 哪些因素可以导致血浆pH发生变化？
4. 为什么稳态是一种相对稳定的状态？

第二节 血糖调节

“为了保证身体健康和学习效率，一定要按时吃早餐。”从小到大，我们无数次听到这样的忠告。饥饿时，血糖含量会暂时下降，你可能出现头晕、心慌、四肢无力等症状，这是因为葡萄糖是机体内大多数组织和器官的主要供能物质，特别是脑组织的活动几乎完全依赖于葡萄糖提供的能量。

1 血糖平衡

血糖的含量取决于血糖的来源和利用状态，人体内有各种途径可以使血糖含量增加或减少（图1-2-3）。在正常情况下，血糖的来源和利用总是保持着动态的平衡。

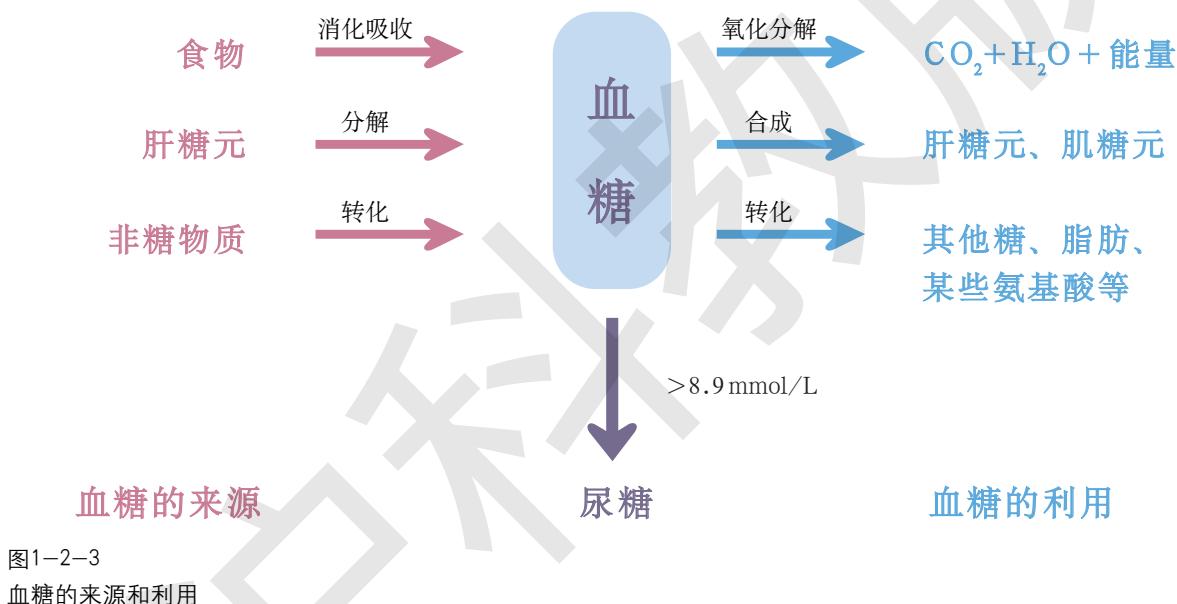


图1-2-3
血糖的来源和利用



目的要求

学会尿糖的检测方法，检查“尿样”中是否含有葡萄糖。

实验原理

葡萄糖试纸是一种酶试纸，由葡萄糖氧化酶、过氧化氢酶和某种无色的化合物固定于滤纸上制成。当尿液滴加到酶试纸上时，尿液中的葡萄糖在葡萄糖氧化酶的催化作用下生成葡萄糖酸和过氧化氢，过氧化氢在过氧化氢酶的催化作用下形成水和原子氧，原子氧可以将试纸上无色的化合物氧化成有色的化合物，使试纸呈现特定的颜色，再与标准比色卡相比对，即可知道尿样中葡萄糖的含量。

模拟尿糖的检测

材料器具

三份模拟“尿样”；水、葡萄糖溶液、葡萄糖试纸；滴瓶5个、记号笔、一次性医用手套等。

活动程序

- 将5个分别装有水、葡萄糖溶液、三份模拟“尿样”的滴瓶和5条葡萄糖试纸分别对应做好标记，并在记录本上设计好记录表格。
- 分别用滴管从5个滴瓶中吸取溶液，在对应的葡萄糖试纸上各滴加2滴。
- 观察试纸的颜色变化并与标准比色卡对比，判断出“尿糖”的含量。
- 将实验结果记在记录表中。

分析讨论

- 本实验中，水和葡萄糖溶液的作用是什么？
- 你们小组的检测结果与其他实验小组是否相同？分析产生差异的原因。

人体血糖的正常含量为 $3.9\sim6.1\text{ mmol/L}$ ，若超过 $7.8\sim8.8\text{ mmol/L}$ ，多余的葡萄糖无法被肾脏重吸收，就会以尿糖的形式随尿排出，形成糖尿。

② 血糖的体液调节

体液调节是指某些化学物质（激素、二氧化碳等）通过体液途径（血浆、淋巴、组织液）到达全身或局部的器官组织，从而引起这些器官组织产生相应的反应。其中，内分泌腺分泌的激素是体内最重要的体液调节物质。

体内血糖的产生和利用，受胰岛素(insulin)和胰高血糖素(glucagon)等激素的调节（图1-2-4）。胰岛素由胰岛B细胞分泌

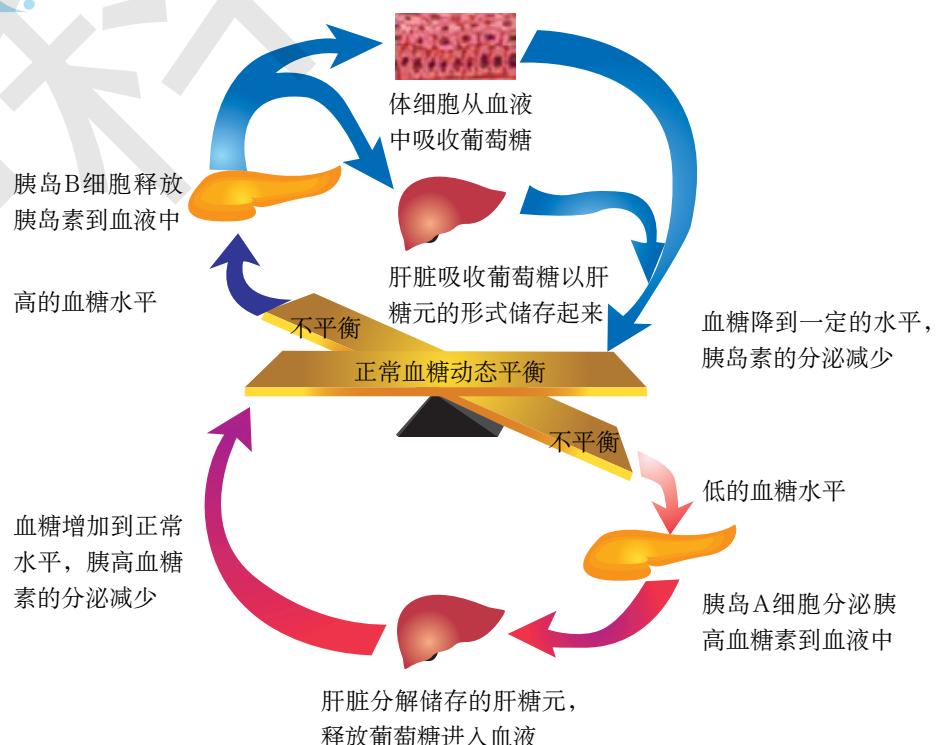


图1-2-4
血糖含量的体液调节

(图1-2-5)，它一方面能促进血糖合成糖元，加速血糖的氧化分解并促使血糖转变成脂肪等非糖物质；另一方面又能够抑制肝糖元的分解和非糖物质转化为葡萄糖。通过这两方面的作用，使血糖含量降低。胰高血糖素是由胰岛A细胞分泌的（图1-2-5），它主要用于肝脏，促进肝糖元分解成葡萄糖进入血液，促进脂肪酸和氨基酸等非糖物质转化为葡萄糖，最终使血糖含量升高。正常机体的血糖含量主要是在这两种激素的协调作用下维持在相对稳定的状态。

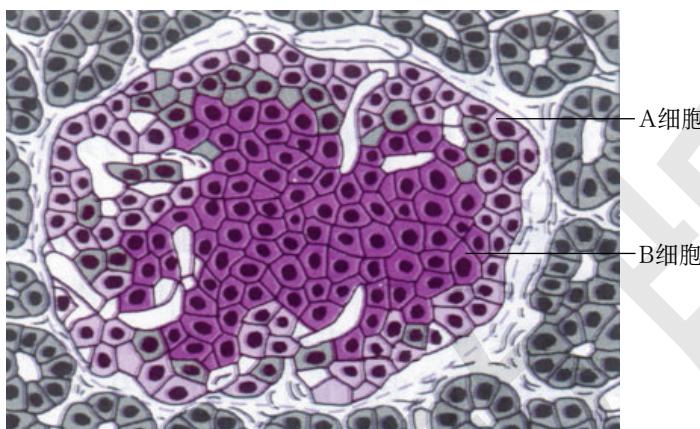


图1-2-5
胰岛的结构和内分泌细胞

另外，其他一些激素也可以影响血糖的含量，如肾上腺素（adrenaline）、肾上腺糖皮质激素（glucocorticoid）、甲状腺激素（thyroxine）、生长激素（growth hormone）等均具有提高血糖的功能。

③ 血糖的神经调节

人体血糖的调节以体液调节为主，同时又接受神经系统的调节。当血糖含量升高时，下丘脑的相关区域兴奋，通过副交感神经直接刺激胰岛B细胞释放胰岛素，并同时抑制胰岛A细胞分泌胰高血糖素，从而使血糖含量降低。当血糖含量降低时，下丘脑另一相关区域兴奋，通过交感神经作用于胰岛A细胞分泌胰高血糖素，并抑制胰岛B细胞分泌胰岛素，使血糖含量升高。另外，神经系统还通过控制甲状腺和肾上腺的分泌活动来调节血糖含量。

④ 血糖平衡的意义

餐后、应激状态或饥饿等暂时性的血糖升高或降低对人体一般没有损害。但是长期的血糖过高、过低都将对人体产生一定的影响，有些甚至是终身的、致命的。糖尿病人的胰岛素分泌不足，血糖含量过高，葡萄糖随尿液流失，同时带走过多的水份，造成多尿、口渴、多饮。患者由于对血糖的利用发生障碍，能量供应不足，总感觉饥饿而多食，同时脂肪及蛋白质分解加速，使机体消瘦，体重减轻。血糖含量过低时，病人则常感饥饿，出现恶心、无力、紧张、心悸、出冷汗等症状。当血糖进一步下降，病人可出现精神恍惚、嗜睡、抽搐，甚至昏迷。

正常人体中，血糖含量由于受到体液调节和神经调节的相互配合作用而维持在相对稳定的状态，血糖的平衡对于保证人体各种组织和器官的能量供应，保持人体的健康，有着非常重要的意义。

巩固提高

图1-2-6是口服100 g葡萄糖后6 h内正常人和糖尿病人血糖含量的变化曲线。试分析：

1. 哪一条是正常人血糖含量变化曲线？
2. 曲线2在ab段血糖含量升高的原因是什么？b点以后为什么又下降？
3. 在口服葡萄糖4 h后血糖含量曲线2趋于稳定的原因是什么？

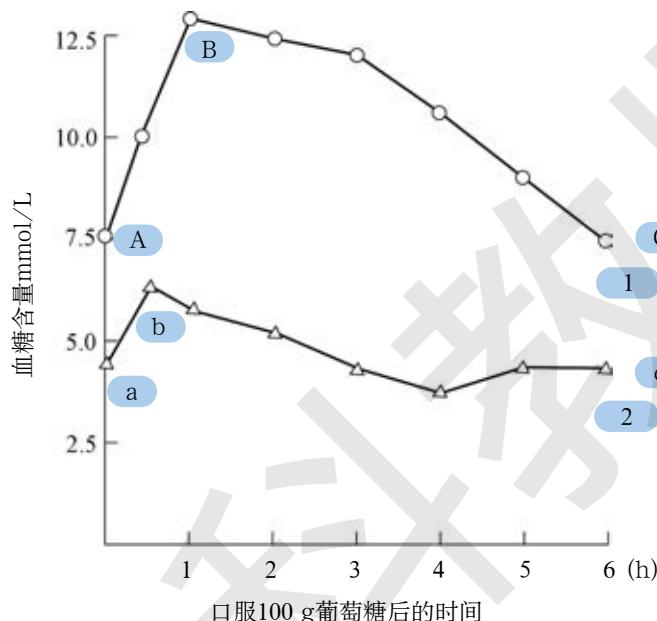


图1-2-6
正常人和糖尿病人的血糖含量变化曲线

走访糖尿病病人，了解糖尿病对人体造成的危害以及采取的治疗措施。

—课外实践—

第三节 水盐调节

一场世界杯足球预选赛正在激烈地进行，运动员们的脸颊和胳膊上滚动着汗珠，运动衫都被汗水浸湿了。在中场休息时，他们一边聆听教练的指导，一边喝着特制的运动饮料。人体每天通过饮食摄入足量的水分和无机盐。水和无机盐在新陈代谢过程中有着重要的作用，过多或过少都会影响生命活动的正常进行。

1 水盐进出量的平衡

人体内的水分会随时通过不同途径流失，健康人每日平均要排2 500 mL水。在排水的同时，也会排出一些无机盐，因此，必须通过一定的途径来保持水和无机盐代谢的平衡。



婴幼儿家庭补液

腹泻是婴幼儿最常见的消化道综合征，多发于夏秋季节，一般是由细菌或其他微生物感染引起的急性肠炎所致。腹泻会引起脱水，患儿出现口渴、烦躁、少尿等现象，严重时会导致昏迷。

家庭治疗腹泻的关键是预防和纠正脱水，及时补充体液。世界卫生组织提倡用口服补液盐(oral rehydration salt, ORS)所配制的饮料，在世界各地对不同病原和不同年龄的急性腹泻患儿推广应用，效果显著。ORS的配方为：葡萄糖20 g, NaCl 3.5 g, NaHCO₃ 2.5 g, KCl 1.5 g, 加水至1 000 mL。我国推广ORS的同时，发现米汤电解质溶液同样效果很好。米汤电解质溶液配方为：炒米粉50 g, NaCl 3.5 g, NaHCO₃ 2.5 g, KCl 1.5 g, 加水至1 000 mL。

补液时，应根据患儿脱水程度、体重等确定补液量。若病情较重，应去医院治疗，以免发生危险。

分析讨论

1. 急性肠炎为什么会引起脱水？
2. 腹泻失水的同时，还失去了什么？
3. 米汤电解质溶液与世界卫生组织推荐的ORS在成分上有什么不同？
4. 我们经常看到运动员在参加激烈的比赛时，喝一些饮料，你认为他们喝的饮料中应含有什么成分？请你为他们配制合适的运动饮料。

机体内的水分和无机盐的含量只有保持平衡，才能使组织细胞生存的内环境的渗透压保持相对稳定。若体内水和无机盐过多或过少，都会使渗透压发生变化而影响组织细胞的

正常生命活动。

在25 ℃、活动量不大以及中等饮食程度情况下，一个体重为70 kg的人每天摄入和排出水的量均约为2 500 mL（图1-2-7）。

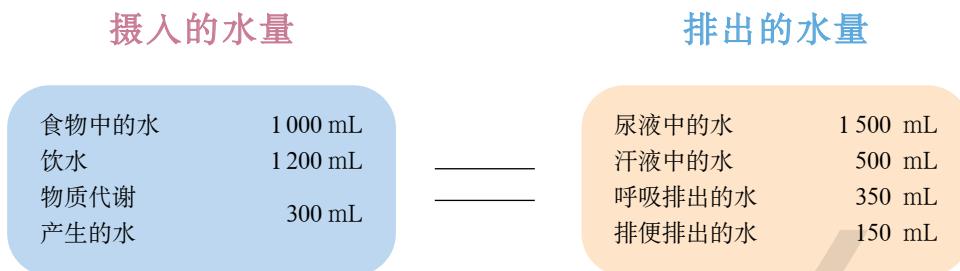


图1-2-7
人体进出水量的平衡

人体内的无机盐有多种，而且大多以离子状态存在，如 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 等。通常，人体摄入和排出的无机盐量保持平衡。无机盐主要从食物中摄取，如 Na^+ 主要以食盐的形式摄入，成年人每日摄入量约6~10 g；摄入 K^+ 的量约2~4 g。这些无机盐绝大部分被消化道吸收，未被吸收的则随粪便排出。内环境中过多的无机盐主要经肾脏和汗腺排出。肾脏对 Na^+ 的排出原则是多进多排，少进少排，不进不排；对 K^+ 的排出原则是多进多排，少进少排，不进也排。所以长期不能进食的病人，应注意适当补充钾盐。

2 水盐平衡的调节

肾脏是参与机体水盐调节的最重要的器官，它通过尿的生成机制排出代谢终产物、多余的水、无机盐等，并保留有用的物质，从而保持了内环境中水、无机盐、pH等的相对平衡。这种平衡依赖于神经和体液的调节。

水平衡调节的机理

科学研究表明，抗利尿激素(antidiuretic hormone, ADH)与体内水的排出有密切关系，而水的摄取与下丘脑外侧的饮水中枢密切相关。图1-2-8是人体水平衡的调节示意图，阅读图中的信息，分析人体水调节的机理。



分析讨论

- 当人饮水不足、体内失水过多（如大量出汗、严重呕吐、腹泻等）或吃的食品过咸时，机体如何调节水的排出量？当体内水过多时，又会怎样？
- 分析抗利尿激素的分泌与神经调节的关系。

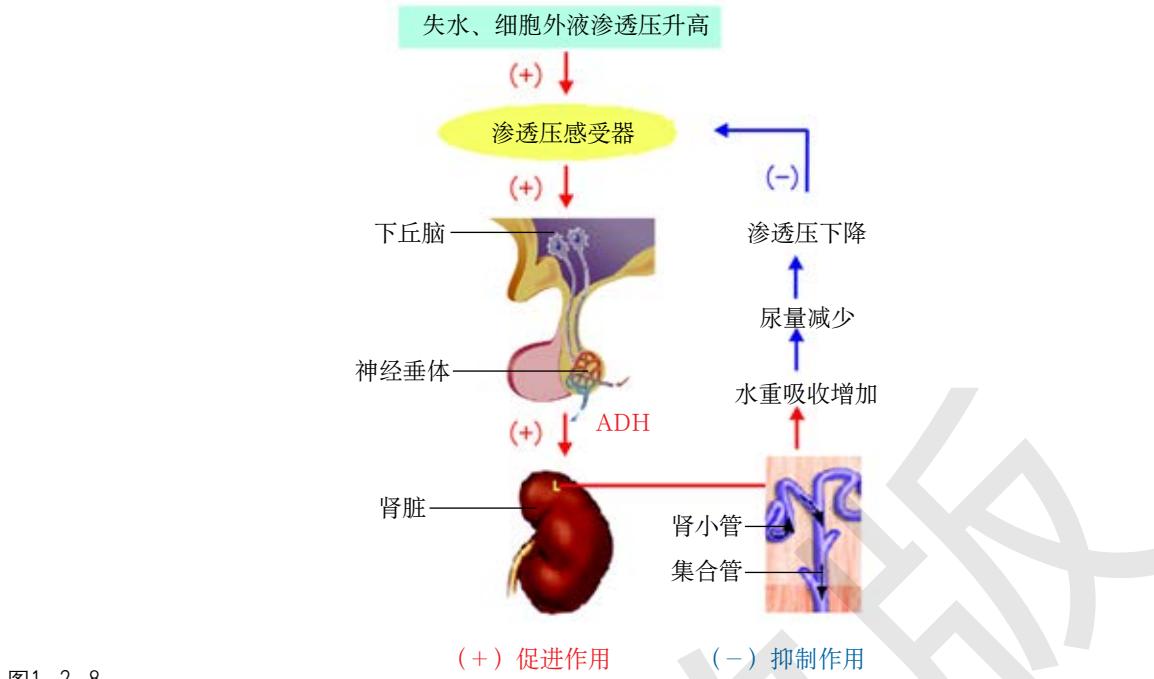


图1-2-8
人体水平衡的调节

人体内水平衡以及内环境渗透压的稳定也受神经系统的调节。细胞外液渗透压升高时，位于下丘脑的渗透压感受器受到刺激，神经冲动传至位于下丘脑外侧的饮水中枢，饮水中枢产生兴奋，传导到大脑皮层，引起口渴的感觉，使人主动饮水补充。

醛固酮(aldosterone)在无机盐的调节中具有重要作用。当血钾含量升高或血钠含量降低时，可直接刺激肾上腺，使醛固酮的分泌增多，促进肾小管和集合管对 Na^+ 和水的重吸收并促进 K^+ 的分泌，从而维持血钾和血钠含量的平衡。当血钾含量降低或血钠含量升高时，则醛固酮分泌减少，肾小管和集合管对 Na^+ 和水的重吸收以及 K^+ 的分泌减少，从而也维持了血钾和血钠含量的平衡。

③ 水盐平衡的意义

水和无机盐的平衡，维持了内环境中渗透压等理化性质的相对稳定，对于机体完成各种生命活动是必须的。人体在大量丢失 Na^+ 时，会使细胞外液渗透压下降，这种变化会导致血压下降、心率加快、四肢发冷等症状，甚至会出现昏迷。在这种情况下，应适当补充生理盐水。正常心肌的舒张、心肌兴奋性的维持均离不开 K^+ 。血钾大量流失时，心肌自动节律会出现异常，导致心律失常。人体每昼夜产生的代谢废物至少需要500 mL尿液来溶解排出，因此，人体每天必须摄入足量的水。如果尿量过少，就会引起中毒而损害健康。

巩固提高

1. 调查各种饮料的组成成分，分析这些成分在补充体液方面的作用。
2. 人有时劳动或运动后大量出汗，却并不感到口渴，请分析原因。

第四节 体温调节

冬天我们一般见不到青蛙、蛇等变温动物，因为天冷了它们要冬眠，它们的身体随着寒冬的到来而变得冰冷。冬眠是某些动物对寒冷环境的一种适应性调节行为。但是绝大多数恒温动物不进行冬眠，体温也不会因气温过低而下降，能在不同的环境温度下保持体温的恒定(图1-2-9)。



图1-2-9
冰雪中的北极熊

1 产热和散热的平衡

体温是指人体内部的温度。体温的恒定，是机体的产热和散热保持动态平衡的结果(图1-2-10)。由此受到启发，人们生产制造了一些电器产品，空调就是根据这一仿生学原理生产的。

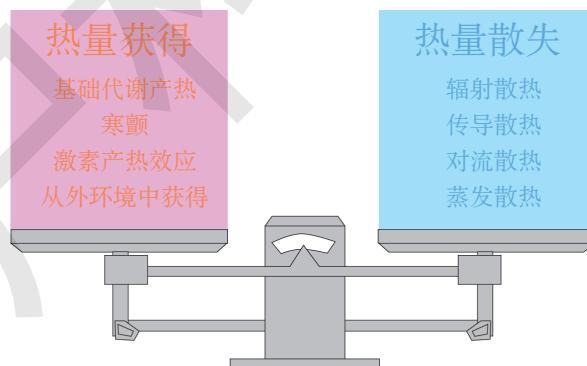


图1-2-10
产热和散热之间的动态平衡

家用空调的仿生学原理

家用空调、电冰箱、实验室使用的恒温箱等电器，其工作原理与人体体温调节的原理类似，当然人体体温调节的机制要比这些电器更为复杂和精细。通过对这些电器工作原理的了解，可以加深和巩固对体温调节知识的理解。



实验步骤

1. 根据物理学中学到的有关知识，或通过其他途径了解家用空调，特别是变频空调的工作原理。
2. 绘出空调器的工作原理图。
3. 将人体体温调节的过程和原理绘制成原理图。
4. 将两者的调节原理进行比较。

分析讨论

1. 人体体温调节的过程和原理与空调器的工作原理有哪些异同？
2. 根据已有的知识，讨论利用仿生学原理生产的仪器设备，能否达到生物体内的精度。
3. 列举其他仿生学研究的实例。

人体内的各种器官和组织在进行新陈代谢活动时可产生热量，主要的产热器官是内脏、骨骼肌和脑等。机体在安静时，主要由内脏器官产热，其中肝脏产热量最大。劳动或运动时，肌肉成为主要的产热组织，可达体内总产热量的90%。而在寒冷环境中，人体会产生一种特殊的反应——寒战，由骨骼肌快速节律性收缩来为机体提供热量。

人体散热的主要部位是皮肤，身体内部产生的热量由血液循环带到皮肤表面直接或间接散发到体外。直接散热就是通过皮肤血管的血流将热量带到体表，再通过辐射、对流或传导的方式将热量散发到外界环境。间接散热与汗液分泌有关，皮肤表面水分蒸发把热量带走。当人体处于高于体温的环境中时，出汗是唯一的散热方式。

② 体温的调节

机体产热与散热的动态平衡是在精确的调控机制下实现的。人的体表、体内遍布着各种类型的温度感受器，这些感受器能够感受到机体内、外环境温度的变化，然后发出信息作用于下丘脑体温调节中枢。体温调节中枢对得到的信息进行整合后，相应地引起骨骼肌、皮肤血管、汗腺及内分泌腺等器官活动的变化，改变了机体的产热和散热能力，从而使体温维持相对稳定的水平（图1—2—11）。

通过神经—体液的反馈调节，机体实现了产热和散热的动态平衡，从而维持了人体体温的恒定。但是，人体调节体温的能力是有限的，如果环境温度长时间地剧烈变化，或机体内调节过程发生了障碍，就可能出现中暑或体温过低等病症。

③ 体温恒定的意义

新陈代谢是生物体进行一切生命活动的基础，代谢中各种生化反应都离不开酶的催化作用。体温过高或过低，都会影响酶的活性，从而影响新陈代谢的正常进行，使各种细胞、

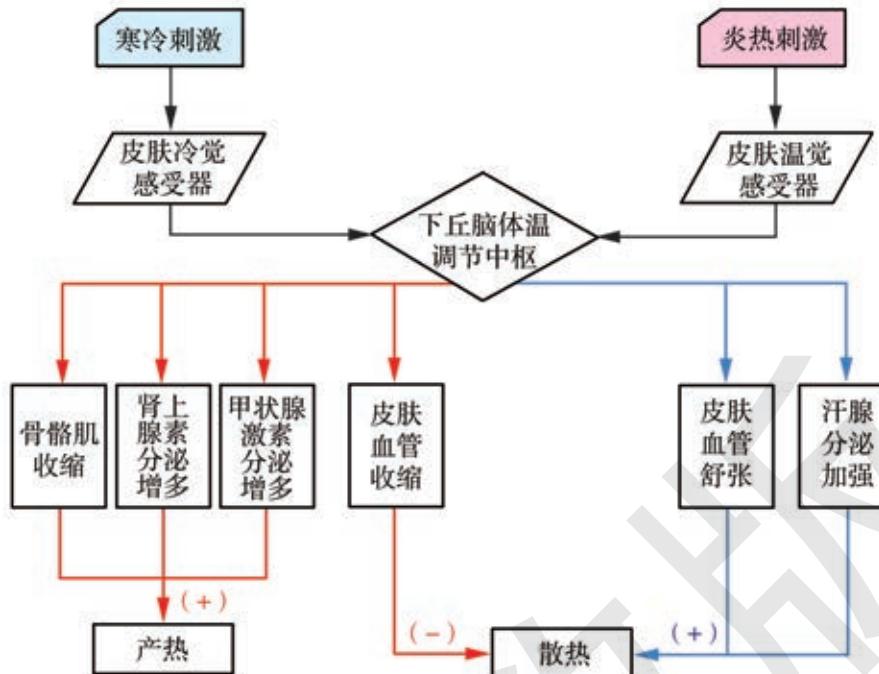


图1-2-11
体温调节的机制

组织和器官的功能发生紊乱，严重时甚至导致死亡。新生儿由于神经系统的发育及其调节功能很不完善，体温调节能力低，特别是早产婴儿，必须放在暖箱中护理一段时间才能正常生活。可见，体温的相对恒定是维持机体内环境稳定，保证新陈代谢等生命活动正常进行的必要条件。

巩固提高

1. 交流你在炎热和寒冷环境中的感受，想想你的身体都发生了什么变化，你采取了哪些措施来抵御炎热和寒冷？
2. 发烧是否就是机体产热量大于散热量？
3. 为什么人在寒冷的时候排尿比较多？

请校医介绍体温过高和过低对人体的危害，发烧时应采取哪些措施等知识。

—课外实践—

回顾总结

高等动物体内的细胞生活在由细胞外液组成的内环境中，通过内环境间接与外界环境进行物质和能量的交换。细胞的正常代谢活动需要内环境理化性质的相对稳定，而代谢活动又是造成内环境理化性质波动的因素。正常情况下，机体通过循环、消化、呼吸、泌尿和皮肤等器官系统的活动，使内环境中各种营养物质不断得到补充，代谢产生的废物及时得到清除。各器官、系统通过神经和体液的调节，共同维持了机体的血糖、水盐、体温等理化性质的相对稳定。



课外阅读

心理状态的平衡和调节

人不仅仅是一个单纯的生物有机体，同时也是一个有思想，有感情，拥有最高智慧，通过劳动创造着财富，过着社会生活的社会成员。人类的生活中，不仅有各种各样的生理活动，还有更为复杂的心理活动。人们心理状态的平衡和调节也影响着身体的健康。

人的心理状态变化往往会导致生理机能的紊乱。例如，愉快的情绪能促进胃液、唾液的分泌，有助于消化。而人处于抑郁、悲哀、焦虑、惊恐等消极状况时，消化腺活动受到抑制，食欲减退。长期的紧张不安和情绪起伏不定的心理状态，除了可引起躯体疾病，还会造成严重的心理疾病。

人的心理活动和心理状况也需要进行适当的调节，才能使之处于相对稳定的状态。而心理调节的主动权掌握在每个人自己手里。

拥有乐观的心情是心理健康的基础和重要标志。人的一生中，难免发生挫折或不幸，如果以乐观的心情和积极的态度去应对它，你就会用清醒的头脑抓住解决问题的契机，很快找出解决这些困难的方法和措施。而遇到困难就愁眉苦脸、消极懈怠，不但于事无补，而且还影响到身心健康。

热爱生活、热爱学习和工作会减轻心理压力。一个人对生活的意义有着正确认识，就会热爱生活，并对生活充满信心。热爱学习和工作的人具有强烈的上进心，通过学习和工作来实现自己的人生价值，就会体验到满足感与成功感。

一旦出现不快的情绪反应，也不要过于紧张和烦闷，要常同家人、朋友谈心，交流思想和感情，倾吐心中抑郁，对调整自己的心情有很大的帮助。必要时，可以向心理医生咨询，切不可长期压抑在心中。长期的压抑会影响神经系统的功能，进而引起生理的和心理的疾病，并且还要花很长时间才能恢复到正常的稳态中。

体育锻炼是缓解心理压力的最有效方法。身体健康的人，往往表现为精力充沛、心情开朗。而长期疾病缠身的人，容易引起忧郁的心情。另外，体育运动可使人释放压力，重振精神。长期的体育锻炼还可以磨练人的意志，使人树立战胜困难的决心。