

经全国中小学教材审定委员会2004年初审通过  
普通高中课程标准实验教科书



# 生物3

稳态与环境  
必修

汪忠 主编

主 编	汪 忠			
分册主编	汪 忠	陈 龙	胡国环	
编写人员	汪 忠	陈 龙	胡国环	
	李可祥	李朝晖	张鸿亮	
	李 伟	高 勃	杨家新	



同学们,当你们畅游知识海洋时,可曾想到过,生物科学与人类社会的关系比其他科学更为密切;当你们漫步科学丛林时,可曾感知到,生物科学就在你我的身边……

回顾生物科学近百年来的发展史,许多重大的事件,如孟德尔遗传规律的发现、基因学说的创立、DNA 分子双螺旋结构的确定、人类基因组计划的完成……仿佛还在昨天;许多伟大的科学家,如孟德尔、摩尔根、沃森……仿佛就在眼前。在如今这瞬息万变的时代,生物科学在迅猛发展,基因工程、生物克隆、生物芯片等成果的取得,引起了全世界的广泛关注。与此同时,我们还应该知道,千百年来,在这些伟大成果的背后,有许许多多默默无闻的工作者和无数平凡的事情,所有这些都是生物科学发展进程中不可或缺的充满生命活力的组成部分!

20 世纪后期,生物科学在物理学和化学等学科发展的基础上取得了长足的进展,已经深入到分子水平探究生命活动的本质。一般来说,新生的交叉学科在很大程度上是未来科学的先驱,而生物科学的研究领域正是产生这些新生学科科学启蒙思想的沃土。难怪许多科学家早就预言,21 世纪生物科学将是自然科学中最为活跃的学科之一。

当今,人类生存环境恶化的倾向对以造福人类为理想目标的科学提出了严峻的挑战,对科学的期待日益迫切。生物科学在迎接挑战中,不断地丰富着自己。随着数学、技术科学、物理学、化学等学科的不断渗透交融,21 世纪的生物科学必将取得更加重大的突破,呈现出更加欣欣向荣的景象。生活在这样一个激动人心的生物科学时代,我们怎能不兴奋呢!

千鸟竞翔、万马奔腾,是生命的一种壮美;DNA 分子的双螺旋,是生命的一种结构美……同学们,生物科学中蕴含着各种形态的美,让我们在追求美的同时,也用美去感染你我身边的每一个人!

编者  
2014 年 6 月

## 第一章

## 生物科学和我们

生物科学和我们 .....	2
人类面临的问题之一:生物多样性丧失 .....	2
像科学家一样研究:科学探究 .....	4

## 第二章

## 生物个体的稳态

第一节 人体内环境的稳态 .....	8
内环境的稳态 .....	8
体温调节 .....	11
水和无机盐的调节 .....	13
血糖调节 .....	15
免疫调节对人体稳态的维持 .....	19
免疫失调引起的疾病 .....	21
第二节 人体生命活动的调节 .....	27
人体生命活动的神经调节 .....	27
人脑的高级功能 .....	32
人体的体液调节 .....	33
神经调节与体液调节的关系 .....	36
第三节 动物生命活动的调节 .....	40
昆虫的激素调节(选学) .....	40
动物激素在生产中的应用 .....	41
第四节 植物生命活动的调节 .....	45
植物生长素的发现 .....	45
生长素的特性与生理作用 .....	48
其他植物激素及其应用 .....	50



## 第三章

## 生物群落的演替

第一节 生物群落的基本单位——种群 .....	60
种群的特征 .....	60
种群数量的变化 .....	65
第二节 生物群落的构成 .....	71
生物群落 .....	71
生物群落中的种间关系 .....	73
群落结构 .....	75
第三节 生物群落的演替 .....	81
群落演替的类型 .....	81
群落演替的影响因素 .....	84



## 第四章

## 生态系统的稳态

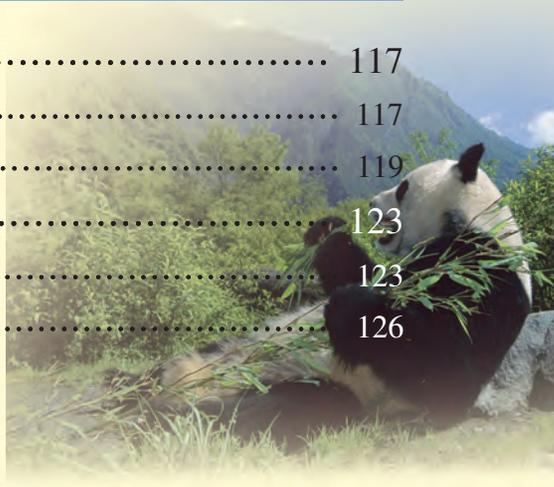
第一节 生态系统和生物圈 .....	91
环境对生物非常重要 .....	91
生物与环境构成生态系统 .....	92
食物链和食物网 .....	94
生物圈是最大的生态系统 .....	96
第二节 生态系统的稳态 .....	100
生态系统中的能量流动 .....	100
生态系统中的物质循环 .....	102
生态系统中的信息传递 .....	108
生态系统稳态的维持 .....	110



## 第五章

## 人与环境

第一节 人类影响环境 .....	117
人口增长 .....	117
人类对生态环境的影响 .....	119
第二节 创造人与自然的和谐 .....	123
保护生物多样性 .....	123
人类可持续发展 .....	126





# 第一章

生物科学家无畏战 SARS

## 生物科学和我们

由病毒引起的疾病如病毒性感冒、病毒性肝炎等严重地危害着我们的健康。2002年冬至2003年春期间，一种由病毒引起的疾病——SARS肆虐全球。据统计，仅我国因SARS而死亡的人数就达800多。科学家在科学探究中拉开了抗御SARS的序幕。

科学探究不仅是科学家进行科学研究的基本方式，也是我们学习生物科学的重要方式呢。



# 生物科学和我们

## 学习目标

- 说出物种濒危和绝灭的主要原因
- 尝试像科学家一样研究

2001年8月,全球许多科学家会聚美国夏威夷,参加每年一次的“生物保护组织大会”。在会议开幕式上,生物保护组织的主席警告说,物种绝灭的速度在过去的100年比人类尚未出现时增加了大约1000倍,各种迹象表明21世纪物种绝灭的速度还会增加10倍……这种情况可能正在发生!

## 人类面临的问题之一:生物多样性丧失

一些生态学家确认许多物种已经绝灭。他们担心,又一次的物种大规模绝灭时期即将到来。

## 积极思维

### 8种动物的绝灭说明了什么?

#### 事实:

科学家经过充分调查证实,在1941~1988年期间下列8种动物已经绝灭(表1-1)。

表 1-1 8种动物的绝灭资料

物 种	最后一次看到的时间和地点	绝灭的可能原因
齐亚色斯蓝蝴蝶	1941年,旧金山半岛	陆地变化
托拜厄斯石蛾	20世纪50年代,德国莱茵河	工业与城市污染
深水白鲑	1952年,休伦湖和密歇根	过度捕捞
加勒比海僧海豹	20世纪50年代,加勒比海	过度捕猎
多布森狐蝠	20世纪70年代,菲律宾宿务岛	森林破坏、过度捕猎
关岛阔嘴鹛	1983年,关岛	外来褐色树蛇的吞食
考爱吸蜜鸟	1987年,夏威夷考爱岛	疾病、老鼠捕食
鲔鱼	1988年,墨西哥	缺少食物

#### 分析:

这些物种的绝灭说明了什么?为什么要保护濒危动物?如何保护?

物种特化、功能基因的丧失往往是物种绝灭的内在原因。例如,大熊猫在进化过程中特化为主要以箭竹为食,一旦环境发生变化引起其栖息地内箭竹的大面积死亡,大熊猫就可能出

现生存危机;现存野生朱鹮(图 1-1)数量极少,通过长期人工饲养和近亲繁殖,导致朱鹮某些适应野外生存的功能基因逐渐丧失,可能加快其绝灭的进程。

乱捕滥伐是物种濒危和绝灭的直接原因之一。例如,蟒蛇(图 1-2)肉味鲜美,又具有一定的药用价值,便招来捕杀之祸,于是广东、广西、云南等地的野生蟒蛇数量急剧减少。目前,蟒蛇已经被列为国家一级保护动物。许多具有药用价值的植物正被加速地采伐。红豆杉科植物、柳科植物可分别用于提取抗癌药物、阿司匹林,有调查表明 75% 的红豆杉科植物和 12% 的柳科植物受到滥伐的危险。

栖息地的破坏和丧失是导致物种濒危和绝灭的重要原因。人类滥伐森林、围湖围海造田、过度放牧等,都可能直接造成野生生物栖息地的破坏和丧失。例如,我国特有的灵长类滇金丝猴(图 1-3)数量的减少就和栖息地的破坏有关,现已为国家一级保护动物。



图 1-1 朱鹮



图 1-2 蟒蛇



图 1-3 滇金丝猴

此外,外来物种的入侵、环境污染和自然灾害也是物种濒危和绝灭的重要原因。

我们要努力营造全社会保护生物多样性的氛围,不仅要對生物多样性保护观念淡漠的人晓之以理,对触犯相关法律的人绳之以法,还要依靠生物科学与技术来保护生物多样性。

## 像科学家一样研究:科学探究

科学研究要收集证据,收集证据的过程是开展科学探究的重要环节之一。了解科学家的科学探究过程,像科学家一样进行科学探究,也是我们学习生物科学的基本目标之一。虽然生物科学中各分支学科研究的步骤和顺序可能不尽相同,但是基本模式大同小异。

### 提出问题

科学研究是从提出一个科学探究的问题开始的。科学探究的问题是指能够通过收集证据而回答的问题。例如,在人类发现病毒的征途中,科学家发现,如果烟草花叶病是由某种细菌释放的毒素引起的,那么经过一代又一代的接种,毒素的致病作用应该越来越小。可是,实验结果并不是这样。这一定是有一种比细菌还要小的生物,它们可以通过过滤器的细孔。科学家实际上就是提出了一个科学探究的问题:世界上是不是存在一类比细菌还小的生物呢?科学家的上述问题是从客观的观察和思考中提出来的。

### 作出假设

假设是对实验结果的预测,也是建立在观察和以往的知识、经验基础上的。例如,科学家当初认为,烟草花叶病可能是由细菌引起的,于是把患病烟草的叶片磨碎,放在显微镜下反复观察,希望找到致病元凶。“该病可能是由细菌引起的”就是一种假设。

### 设计实验

设计实验的目的是验证假设。设计实验需要学习前人的知识和经验,掌握实验的基本技能和技术,但更重要的是要有创新。在发现病毒的探究中,科学家把患病烟草的叶片磨碎,放在显微镜下反复观察,就是一种常规的研究方法。科学家正是采用多种研究方法,发现了许多导致植物、动物和人患病的病原菌。

在多次实验未获成功之后,科学家开始考虑“一定要换一种研究方法”。他们采用一种非常精密的过滤器(滤孔直径比细菌还要小)过滤患病烟草叶片的浆液。这就是创新,而创新正是科学探究成功的基石。

实验设计的重要内容是控制变量。变量是指实验中可以变化的因子。在一个设计周密的实验中,一般都要设置对照实验。在对照实验中,实验组与对照组相比,除了实验变量外,其他因子都始终保持不变。

### 实施实验

实施实验是科学探究的重要环节之一。按照实验步骤进行实验,并细致、客观地收集实验中观察到的现象和测量到的数据。重复实验可以确保数据的可靠性。

**事实：**

整理并阅读有关科学家研究病毒的历程，归纳他们在研究中是怎样提出问题、作出假设、设计实验和设置对照实验的。

**分析：**

科学家在研究病毒的过程中有什么创新之处？



**得出结论**

结论就是对实验研究所作的总结。在作出结论时，应充分评判证据是否支持假说。在得出最终的结论前，通常需要重复实验多次。例如，科学家在创新设计方案并收集到充分的证据后，确定烟草花叶病的病原体不是没有生命的毒素，而是一种全新的、比细菌还要小的生物。又如，在充分调查后经过数据处理，可以得出一个群体中 MN 血型的基因型频率和基因频率(表 1-2)，也可能得出世界人口增长形势在 2050 年前依然十分严峻的结论(图 1-4)。

表 1-2 一个群体中 MN 血型的基因型频率和基因频率

基因型	L <sup>M</sup> L <sup>M</sup>	L <sup>M</sup> L <sup>N</sup>	L <sup>N</sup> L <sup>N</sup>	总 数
个体数	30	60	10	100
基因型频率	0.3	0.6	0.1	1
基因数 { L <sup>M</sup> L <sup>N</sup>	30×2=60	60×1=60	0	120 80 } 200
	0	60×1=60	10×2=20	
基因频率 { L <sup>M</sup> L <sup>N</sup>	0.6			1
	0.4			



**分析证据**

客观地分析实验中得到的证据，研究其中蕴含的规律或趋势，思考它们说明什么问题，能否支持假设。有时需要进一步收集证据。

在科学探究中为了方便分析，常常分类整理相关数据，如绘制成表格、曲线图等，这样能够清晰地呈现相关变化，易于得出相关结论，方便科学交流和传播。

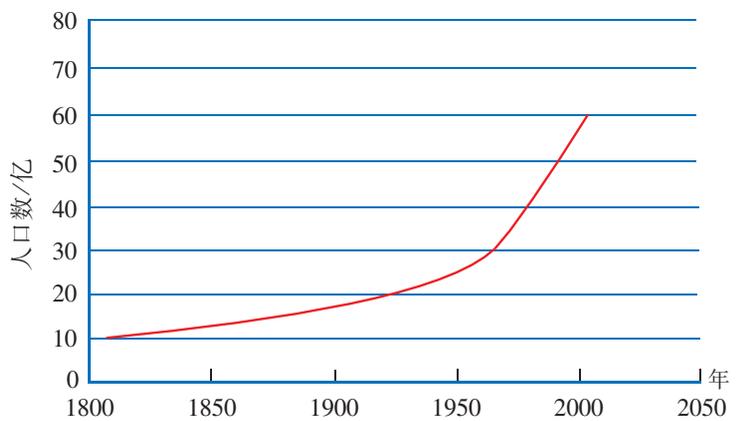


图 1-4 世界人口增长曲线图

科学研究永无止境，在发现病毒后 40 多年，科学家才通过电子显微镜及相关的制片技术，揭示出病毒的结构面目，而认识和利用病毒的研究还远没有完结。

1. 在了解齐亚色斯蓝蝴蝶、托拜厄斯石蛾、深水白鲑、加勒比海僧海豹、多布森蝙蝠、关岛阔嘴鹑、考爱吸蜜鸟、鲟鱼这8种动物绝灭的可能原因后,你能说出我国某种濒危动物的濒危原因并提出若干保护这种动物的建议吗?

2. 概述科学探究的基本过程。尝试举例说明解决生活中的某一问题其实就是一个科学探究的过程。

3. 有人认为,保护植物、动物不能以牺牲人类自身的利益为代价。你认为这种观点有道理吗?

### 抗病毒时代的到来

拓展视野

迄今为止,人类对许多病毒性传染病仍没有针对性的特效药,病毒性感冒每年都在许多地区大流行就是一个典型的例证。然而,伴随病毒基因组学的悄然兴起,抗病毒时代已经到来。

研制抗病毒药物的基本思路有:阻止病毒进入细胞并复制,遏制病毒的扩散和传播等。而这些思路的实施都需要对病毒基因组有更多的了解。病毒基因组学能破译病毒的遗传本质。掌握了病毒的遗传本质,科学家就能了解病毒是如何引起疾病的,为抗病毒药物的研制提供科学依据。

已被破译基因组的病毒举例

病毒名称	致病名称	完成测序时间
脊髓灰质炎病毒	小儿麻痹症	1981年
甲型流感病毒	流感	1981年
乙肝病毒	乙型肝炎	1984年
艾滋病病毒	艾滋病	1985年
登革热病毒	I型登革热	1987年
甲肝病毒	甲型肝炎	1987年
丙肝病毒	丙型肝炎	1990年
天花病毒	天花	1992年
埃博拉病毒	埃博拉出血热	1993年



# 第二章

## 生物个体的稳态



无论是冰天雪地的南极还是水深火热的深海热泉口，都生活着许多生物，它们适应各自的环境，并且机体保持特有的稳定状态；不管环境温度如何变化，正常人的体温总是 $37^{\circ}\text{C}$ 左右；在面对多种病原体时，人体具有一定的免疫能力。这些都说明生物对环境具有较强的适应性。

对生物体稳态的研究已成为当前生命科学研究的热点之一。你一定想知道人体稳态的维持与哪些生理结构和生理功能有关吧！

- 人体内环境的稳态
- 人体生命活动的调节
- 动物生命活动的调节
- 植物生命活动的调节

## 第一节 人体内环境的稳态

### 学习目标

- 说明人体内环境稳态的生理意义
- 举例说出人体稳态调节的生理过程
- 概述免疫系统在维持稳态中的作用
- 关注艾滋病的流行和预防

天热时,出汗多,排出的尿液就少;天冷时,出汗少,排出的尿液相对就多,这是人体吸水和失水相对平衡的表现。无论春夏秋冬气温如何变化,正常人的体温通常都维持在 $37^{\circ}\text{C}$ 左右,这是人体产热和散热过程不断协调表现出的相对平衡。这些平衡一旦被打破,人就可能患病。那么,机体究竟是怎样保持相对平衡的呢?

### 内环境的稳态

### 关键词

稳态 免疫 过敏反应

在有机物丰富的水沟中,我们会发现像草履虫这样的单细胞生物。它们虽然只由一个细胞构成,但能独立地完成所有的生命活动。采集含有草履虫的池塘水后带回实验室,在显微镜下观察,我们会发现,用细针触碰草履虫的前端,它会向后快速游动,触碰后端,它会向前加快游动。草履虫不仅会对环境中的各种刺激产生反应,还能通过细胞膜直接与外界环境进行物质交换,如直接吸收水中的氧,或把细胞的代谢废物直接排入水中(图 2-1)。

和草履虫等单细胞生物不同,组成人体的绝大多数细胞不能直接和外界环境相互接触,因此无法直接和外界环境发生物质交换。维持这些细胞生命活动的是细胞外的液体,这些液体称为细胞外液。相对于人体赖以生活的外界环境,细胞外液是人体内细胞直接生活的环境,又称为内环境(internal environment)。例如,血浆是血细胞直接生活的内环境,血细胞从血浆中获得生命活动所需的氧和养料,将代谢废物排入血浆。当血液由动脉流经毛细血管时,血浆中的氧和养料会透过毛细血管壁进入组织液(细胞间隙液),浸浴在组织液中的各种细胞会与组织液进行物质交换,即组织液为细胞提供氧和养料,细胞产生的代谢废物排入组织液。在血液循环中,血浆中的大部分物质通过毛细血管壁

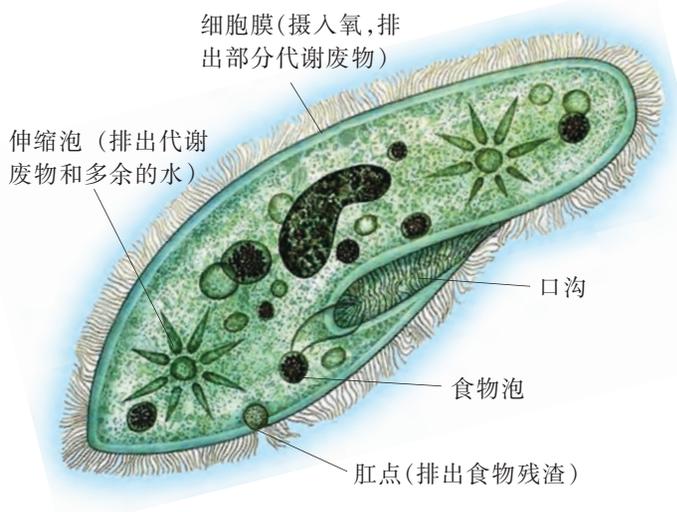


图 2-1 草履虫生活在水中

进入组织液,组织液中的大部分物质也通过毛细血管壁进入血浆,少部分物质进入毛细淋巴管成为淋巴液(也称为淋巴)。毛细血管内的血浆经各级静脉流回心脏。毛细淋巴管内的淋巴通过淋巴循环由左右锁骨下静脉融入血浆,参与人体的血液循环(图 2-2)。

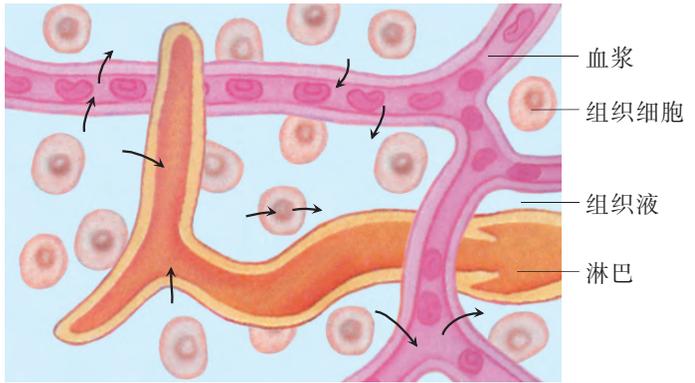


图 2-2 血浆、组织液和淋巴之间的物质交换示意图

人体的细胞外液和细胞内液统称为体液(图 2-3)。细胞外液包括组织液、淋巴、血浆等。对于多数组织细胞,组织液是它们的内环境;对于生活在淋巴中的淋巴细胞、吞噬细胞等,淋巴是它们的内环境;对于生活在血浆中的红细胞、白细胞等,血浆是它们的内环境。

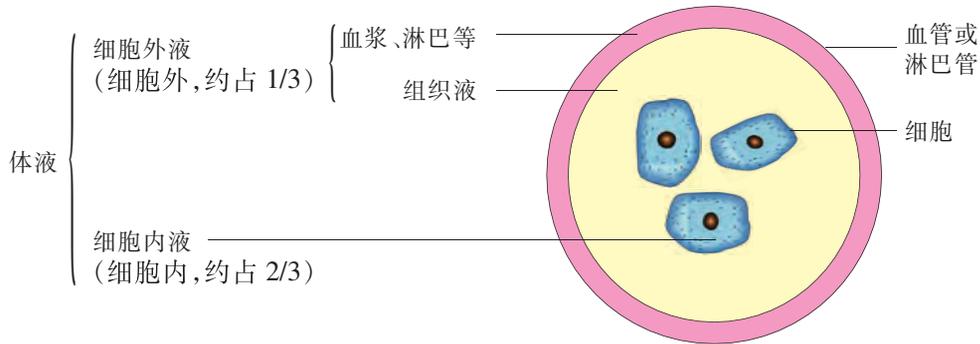


图 2-3 体液的组成与关系示意图

人体内环境的成分主要是水,也含有许多离子和化合物。研究表明,血浆中大约 90% 为水,7%~9% 为蛋白质,1% 为无机盐,还含有各种营养物质(如葡萄糖)、各种代谢废物和激素等。血浆中含有许多蛋白质,组织液和淋巴中含有较少的蛋白质;对于其他各种成分及其含量,组织液、淋巴与血浆非常相近。

人体内环境的相对稳定与细胞外液的渗透压、酸碱度和温度有关。在细胞外液渗透压过大或过小、酸碱度过酸或过碱、温度过高或过低的情况下,细胞都难以维持正常的生活。

简单地说,溶液渗透压是指溶液中溶质微粒对水的吸引力。溶液渗透压的大小取决于单位体积溶液中溶质微粒的数目。溶液中的溶质微粒越多,溶液浓度越高,溶液渗透压越高;反之,溶液中的溶质微粒越少,溶液浓度越低,溶液渗透压越低。细胞外液渗透压的大小与细胞外液所含的无机盐和蛋白质等物质的含量有关,其中渗透压的 90% 以上来源于  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$ 。在体温为  $37\text{ }^\circ\text{C}$  时,人的血浆渗透压约为  $770\text{ kPa}$ ,相当于细胞内液渗透压。

正常人的血浆 pH 为 7.35~7.45。血浆 pH 的相对稳定与其中含有一定量的  $\text{HCO}_3^-$  和  $\text{HPO}_4^{2-}$  等有关,这些离子被称为缓冲物质,它们构成缓冲体系,维持细胞外液酸碱度的相对稳定。

内环境和外界环境的物质交换，需要人体内各种器官、系统的参与。在正常情况下，人体通过调节作用协调各器官、系统的活动，使得内环境的温度、渗透压、酸碱度及各种化学成分保持相对稳定的状态，称为稳态(homeostasis)。细胞生命活动的正常进行都依赖于内环境的稳态。例如，细胞中发生的许多复杂的生物化学反应是由多种酶催化完成的，而酶催化作用的正常进行需要适宜的温度、酸碱度等条件。稳态既是人体对多变的外界环境的适应，也是机体进行正常生命活动的必要条件。

人体维持内环境的稳态有赖于反馈调节。在机体中，当反馈信息与原输入信息起相同的调节作用时，输出信息会进一步增强，这类调节属于正反馈调节；当反馈信息与原输入信息起相反的调节作用时，输出信息会减弱，这类调节属于负反馈调节。例如，当血压由于某种因素的影响偏离了正常的范围时，人体就会通过负反馈调节使机体的血压恢复到正常状态(图 2-4)。

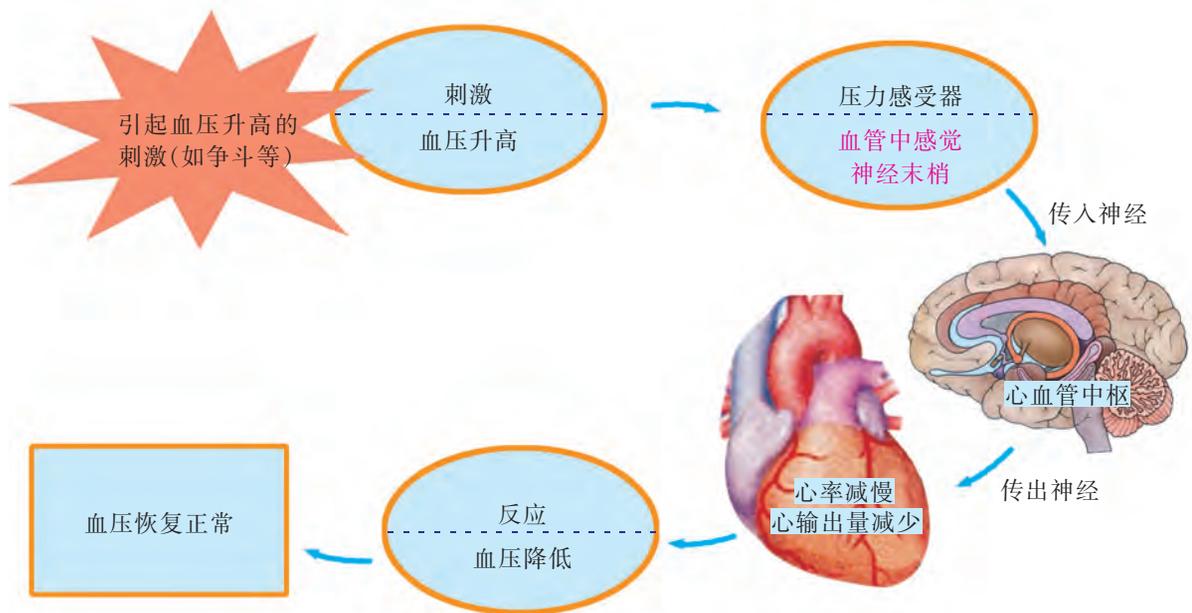


图 2-4 维持血压稳态的负反馈调节过程

## 历史长河

### 人类对稳态的认识

法国生理学家贝尔纳(C. Bernard)于 1857 年提出,动物机体生存于不断变化的外环境和比较稳定的内环境中,内环境的稳定是机体自由和独立生存的首要条件。这是贝尔纳对生命现象的高度概括。

20 世纪初,美国医生亨德森(L.J. Henderson)在酸碱平衡的研究中发现了血液的缓冲作用,这从体液平衡的角度为内环境的稳定提供了科学依据。亨德森把贝尔纳关于内环境的思想和自己的实验结合起来,认为生命系统是由相互作用的因子组成的,具有调节自身各种活动过程的能力。

1926 年,坎农(W.B. Cannon)提出,内环境不是处于固定不变的状态,而是呈现一种动态的稳定。内环境的变化会触发机体内复杂的调节机制,通过调控,各种器官系统协调活动,从而消除或减少这种变化。他将这种通过机体的调控所形成的稳定状态称为稳态或自稳态。例如,血液中的缓冲体系调节酸碱平衡,使血液的 pH 保持在稳定状态。

目前,细胞、组织、器官、系统、个体、生态系统等不同层次的稳定状态也称为稳态。随着控制论、系统论和生命科学的发展,稳态理论将进一步完善。

## 体温调节

人的体温是指人体内部的平均温度。由于人体内部温度不易测量,所以通常用直肠温度(36.9~37.9℃)、口腔温度(36.7~37.7℃)和腋窝温度(36.0~37.4℃)来表示体温。其中,直肠温度最接近人的体温。

无论是严冬还是酷暑,人的体温总是维持在37℃左右。那么,人体为什么会保持体温的相对恒定呢?

### 积极思维

### 体温相对恒定的调节机制

#### 事实:

1. 在细胞代谢过程中,有机物氧化分解会产生能量,其中一部分能量转化为热量,这是人体热量的主要来源。在人体组织细胞中,肝细胞和骨骼肌细胞产生的热量最多。

2. 当人体处于寒冷环境中时,位于身体皮肤、黏膜等处的冷觉感受器受到相应的刺激,通过神经—体液调节,细胞代谢水平提高,产热增加。

3. 人体热量的散失途径主要是汗液的蒸发、皮肤内毛细血管的散热,其次包括呼气、排尿和排便等。

4. 有一位同学根据上述事实,绘制了人体在寒冷环境中体温调节过程的示意图(图2-5)。

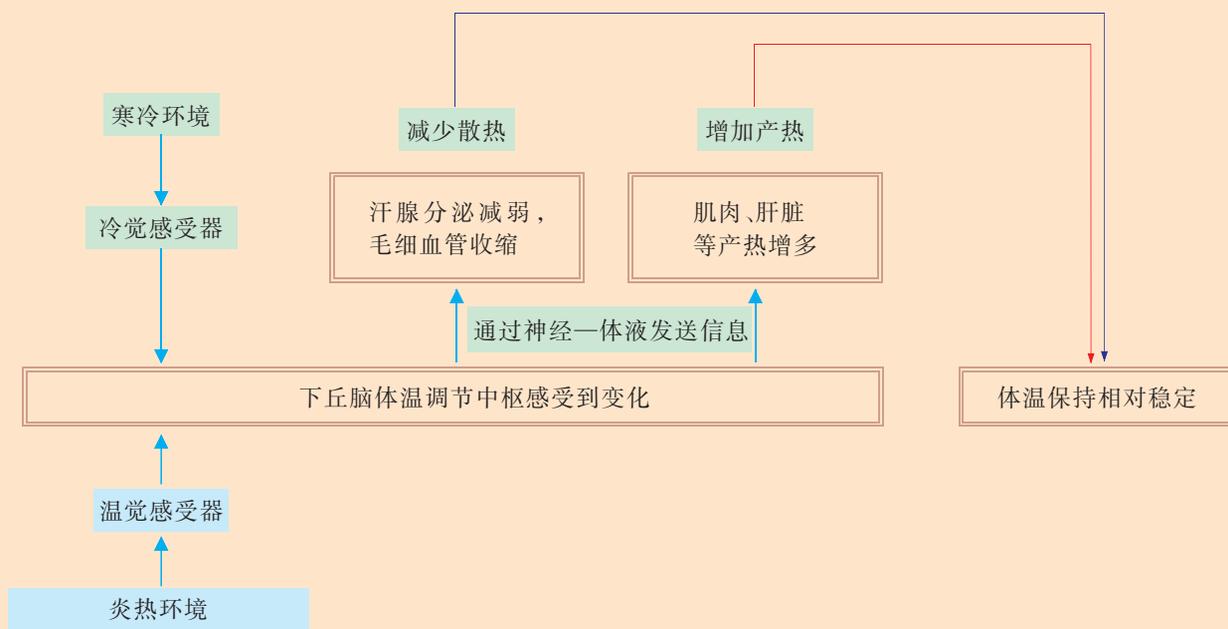


图2-5 人体体温调节示意图

#### 分析:

你能帮助这位同学完成人体在炎热环境中体温调节过程的示意图吗?

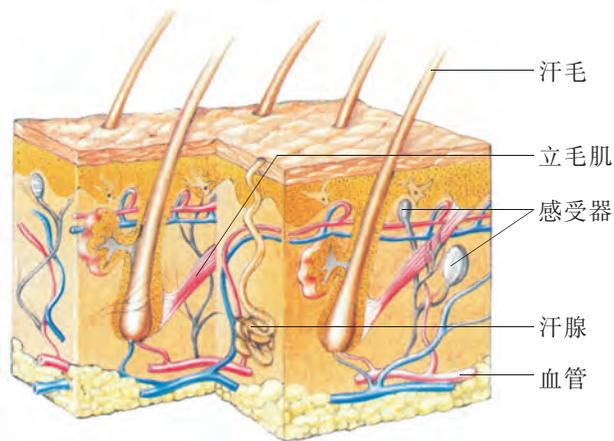


图 2-6 皮肤结构示意图

人的体温能够保持相对恒定，是在神经—体液的共同调节下，产热和散热过程保持动态平衡的结果。人体内的热量是由糖类、脂肪、蛋白质等在各组织细胞中分解代谢时产生的。人体主要的产热器官是肝脏和骨骼肌。肝脏是人体内代谢旺盛的器官，产热量很大。在剧烈运动时，骨骼肌的产热量会剧增。皮肤(图 2-6)是人体的主要散热器官。皮肤可通过辐射、传导和对流等方式直接散热，其散失热量的多少，主要取决于皮肤和环境之间的温差，而皮肤温度又被皮肤内毛细血管中的血流量所控制。因此，机体可以通过改变皮肤血管的收缩或舒张状态来调节散热量。

在寒冷环境中，皮肤里的冷觉感受器接受刺激，将兴奋传至下丘脑体温调节中枢，通过神经—体液调节，皮肤血管收缩，减少散热量，甲状腺、肾上腺等分泌的激素量增多，提高了肝和骨骼肌等细胞的代谢水平，引起机体细胞产热量增加。在炎热环境中，皮肤里的温觉感受器接受刺激，也将兴奋传至下丘脑体温调节中枢，通过神经—体液调节，皮肤血管舒张，血流量增多，散热量增加；汗腺分泌增多，汗液的蒸发带走更多的热量；甲状腺、肾上腺等分泌的激素量减少，降低了细胞的代谢水平，引起机体细胞产热量减少。人体就是这样通过神经系统和内分泌系统等的调节来维持体温相对恒定的。

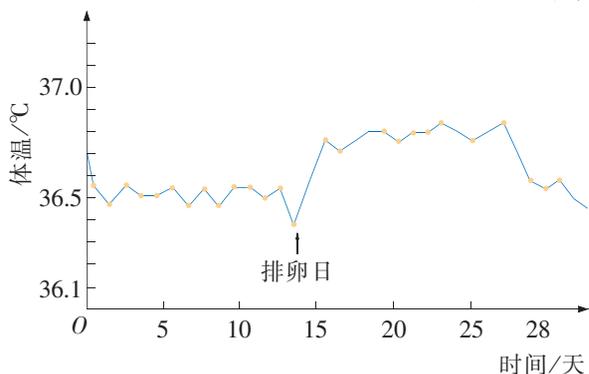


图 2-7 月经周期中女性体温的变化

人的体温存在一定的个体差异，但个体之间体温的差异一般不会超过 1 °C。女性的平均体温比男性约高 0.3 °C，而且随月经周期而变化(图 2-7)。此外，人在患有疾病、剧烈运动或精神紧张时，体温会略微上升。

维持体温的相对恒定是人体生命活动正常进行的必要条件。当体温过低时，酶的活性降低，代谢速率变慢，生命活动受到影响；当体温过高时，酶的活性也会降低，甚至丧失，生命活动出现异常。科学研究表明，发热对人体既有利又有害。一定限度内的发热是人体抵抗疾病的生理性防御反应，发热期间体内物质氧化分解加快，身体的抵抗力增强，有利于消除致病因素，恢复身体健康。但是，体温过高或长期发热时，人体的生理功能就会紊乱，甚至危及生命。例如，当体温达到 43 °C 时，人就可能有生命危险，应及时采取适当的措施降低体温。

## 水和无机盐的调节

人体的组织细胞生活在细胞外液里。细胞外液中水和无机盐的代谢平衡(图 2-8)会直接影响细胞外液渗透压的相对稳定,因此,水和无机盐的正常调节对维持人体内环境的稳态非常重要。

人体内水的动态平衡是靠水的摄入和排出来实现的。饮食和人体代谢是人体内水的来源,其中由饮食摄入的水是主要的。人体主要通过泌尿系统排出水,皮肤、肺和大肠也排出部分水。

人体对无机盐的摄入和排出同样保持着动态平衡。人体需要的无机盐有多种,如  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{I}^-$  等,它们主要来自饮食。人体通过尿液、汗液和粪便将一定的无机盐排出体外。

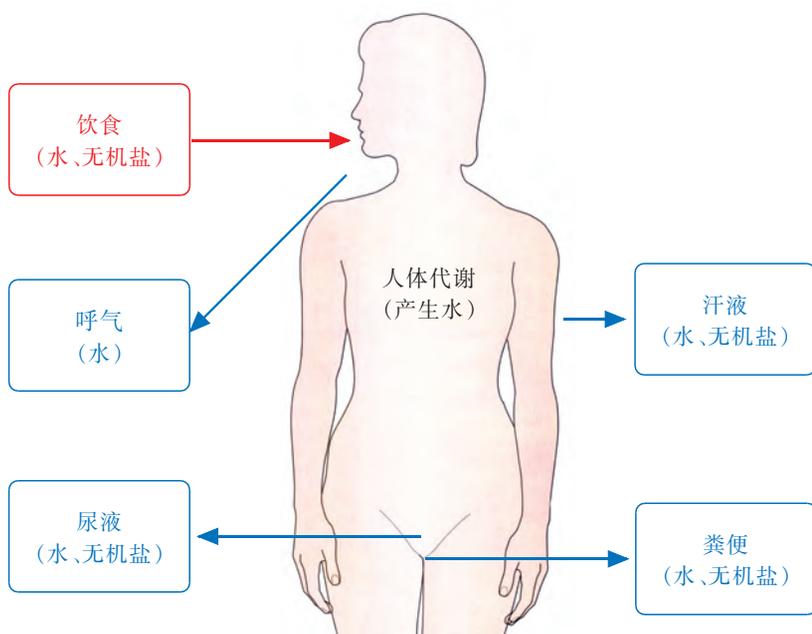


图 2-8 水和无机盐的来源和去路

## 知识海洋

### 根据排尿情况判断身体的健康状况

在人体代谢过程中,多余的无机盐会随着尿液排出体外。因此,排尿在维持人体内环境的稳态方面起着重要作用。

许多人都会认为,如果身体不疼不痒的,就没有必要刻意留心尿液的颜色、气味等发生的变化。

科学告诉我们,尿液的颜色、气味和多少等是判断人体是否健康的直观、重要标志。因此,在日常生活中学习一些初步鉴别身体是否健康的小常识,是十分必要的健康功课。

尿液的颜色主要与尿液的酸碱度、色素浓度有关。正常人刚排出的尿液,一般是无色或淡黄色的透明液体,放置一段时间后可出现浑浊现象,这主要与尿液中一些溶质的沉淀析出或尿液受到污染有关。正常人的尿液没有明显的异味。正常状况下,成年人一昼夜的尿液总量约为 1 500 mL。

排尿情况出现异常时,人体就会表现出一些症状,医生常常根据这些症状作出初步的诊断(表 I)。

表 I 排尿异常的一些症状

症状	表现	可能的原因
多尿	日排尿量超过 2 000 mL	饮水过多或糖尿病等
少尿	日排尿量小于 400 mL	饮水过少或肾炎
浑浊尿	尿中混有脓、细菌	尿道炎
蛋白尿	尿中含有蛋白质,多泡沫	蛋白质摄入过多或肾炎
血尿	尿中混有红细胞,尿为血色	肾炎、尿路感染、尿路结石等
怪味	恶臭味、甜水果味等	细菌感染、糖尿病等

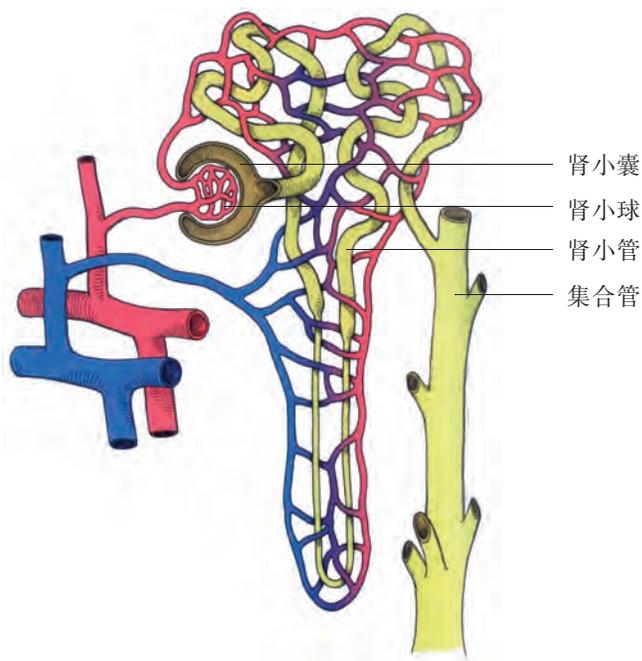


图 2-9 肾单位和集合管示意图

肾是人体的主要排泄器官。每个肾由 100 多万个肾单位组成,肾单位是肾的基本结构和功能单位。肾单位由肾小体(包括肾小球和肾小囊)和与之相连的肾小管组成(图 2-9)。当血液流经肾小球时,一般除了血细胞和大分子蛋白质外,其余物质均能透过毛细血管壁和肾小囊壁进入肾小囊,形成原尿。原尿流经肾小管和集合管时,其中的大部分水、部分无机盐等被重新吸收,原尿最后形成尿液。

当细胞外液渗透压升高时,下丘脑渗透压感受器受到刺激,下丘脑增加抗利尿激素的合成和分泌,并由垂体释放进入血液,抗利尿激素的增加促进肾小管和集合管对水的重新吸收,导致排尿量减少,体内的水得以保留。同时,细胞外液渗透压升高还会引起大脑产生渴觉,人体通过饮水可使细胞外液渗透压下降并恢复正常。当细胞外液渗透压下降时,垂体释放的抗利尿激素减少,肾小管和集合管对水的重新吸收减弱,排尿量增多,使细胞外液渗透压恢复到正常水平。

当细胞外液渗透压下降时,垂体释放的抗利尿激素减少,肾小管和集合管对水的重新吸收减弱,排尿量增多,使细胞外液渗透压恢复到正常水平。

## 积极思维

## 细胞外液渗透压的调节

### 事实:

1. 人体内水和无机盐的含量发生变化,就会改变细胞外液渗透压的大小,刺激下丘脑渗透压感受器(图 2-10)。
2. 抗利尿激素由下丘脑神经细胞合成和分泌,贮藏在垂体中。在适宜的刺激作用下,抗利尿激素从垂体释放进入血液,促进肾小管和集合管对水的重新吸收。

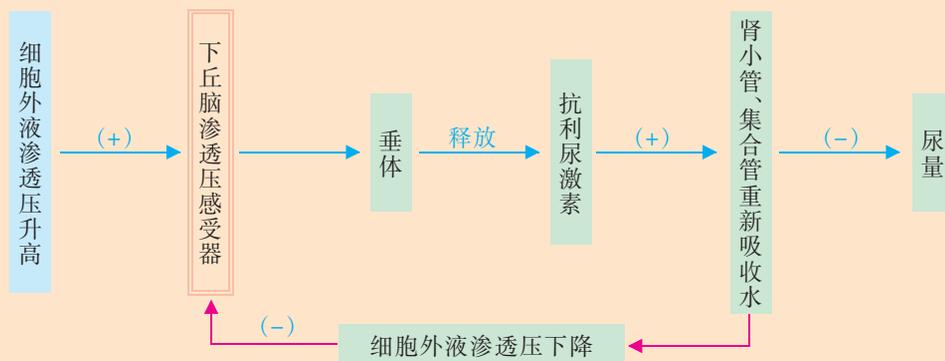


图 2-10 细胞外液渗透压调节示意图

### 分析:

结合上图分析人体是如何调节细胞外液渗透压的。

与水的平衡调节一样,一些无机盐的平衡也是通过负反馈调节来完成的。

## 血糖调节

血浆中的葡萄糖称为血糖。正常人空腹时的血糖浓度为  $3.9\sim 6.1\text{ mmol/L}$ ，在口服或静脉注射葡萄糖 2 h 后血糖浓度低于  $7.8\text{ mmol/L}$ 。

血糖调节出现问题可能导致糖尿病。糖尿病是一种古老的疾病。公元前 400 年，我国最早的医书《黄帝内经·素问》就记载了“消渴症”这一病名。唐朝初年，我国著名医家甄立言首先指出，消渴症患者的尿液是甜的。古人所述的消渴症就是现在的糖尿病。糖尿病患者血液中的葡萄糖为什么不能正常代谢呢？1889 年，德国科学家在切除狗的胰腺以观察胰腺是否为生存所必需时，意外地发现狗患上了糖尿病。当时已经知道胰腺向肠道分泌消化液，但如果只把分泌消化液的管道结扎起来，狗只是出现消化问题，并不得糖尿病。他们由此推断糖尿病与胰腺有关。进一步的研究发现，正常成年人的胰腺大约含有 100 万个胰岛，胰岛中含有胰岛 A 细胞和胰岛 B 细胞，这两种细胞都是内分泌细胞(图 2-11)。

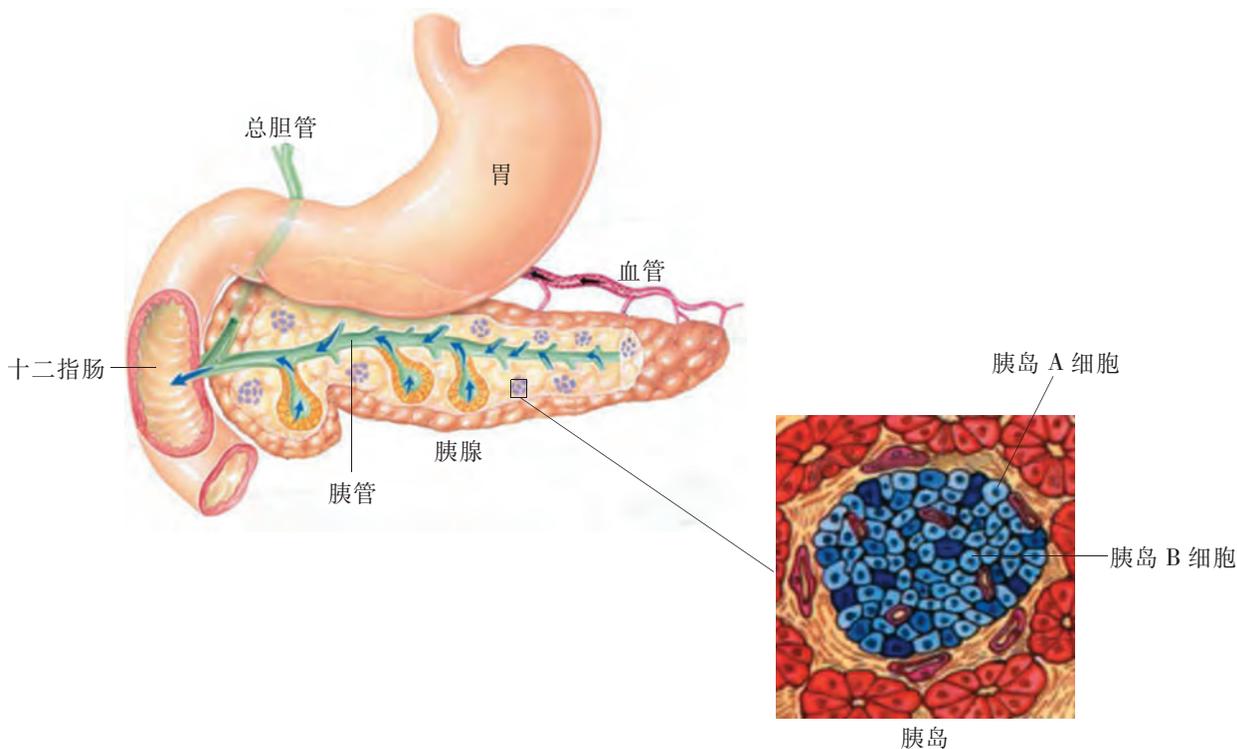


图 2-11 胰腺结构示意图

对糖尿病的研究一直没有停息，但直到 20 世纪初，对糖尿病的治疗仍然没有取得突破性的进展。例如，在 1914 年的报刊上有这样的描述：“医院里满是糖尿病患者，许多是儿童，他们会慢慢地死去。能够采取的方法就是将患者送进医院，注射一些生理盐水。”当时的医生只能用饥饿疗法来延长糖尿病患者的生命。

早在 1869 年,一位德国医学院学生朗格汉斯(Langerhans)就发现胰腺组织里有一些与周围细胞不同的细胞团,后来人们把这些细胞团称为朗格汉斯岛(胰岛)。1916 年,加拿大学生班廷(F.G. Banting)在获得医学学士后,作为一名军医到海外服役。行医后不久,班廷对糖尿病发生了兴趣。在那个时代,糖尿病意味着慢性死亡。当时也已经知道胰腺与糖尿病有关。1920 年,班廷看到一篇论文中记述,如果结扎胰管,就会引起胰腺退化。这给了班廷关键性的启发:如果胰岛不参与分泌消化液,它就不会退化;如果胰腺退化了,就可能减少对胰岛的影响。于是班廷想到糖尿病可能与胰岛有关,并且设想使胰腺萎缩而把胰岛分离出来。1921 年,班廷怀着这种想法回到了加拿大多伦多大学,经过一番周折后,他说服了生理学教授麦克劳德(J.R. Macleod),麦克劳德当时是研究糖尿病的专家。

麦克劳德虽然并不重视班廷的想法,但是答应为他提供实验条件,并且配备了一位名为贝斯特(Best)的助手。班廷和贝斯特摘除一只狗的胰腺,这只狗就得了糖尿病。他们又把另一只狗的胰管结扎起来,使其萎缩。一段时间后,他们把这个胰腺取出,冷冻后研磨粉碎、过滤、萃取(一种提纯物质的方法),并把萃取物称为“岛素(isletin)”。他们把岛素连续注射到患有糖尿病的狗体内,结果狗的糖尿病症状消失了。为了获得更多的岛素,他们后来使用了牛胰腺。班廷和贝斯特的实验成果得到了麦克劳德教授的赏识,麦克劳德教授进一步改善了他们的实验条件,也把胰腺萃取物改称为 insulin。我们把 insulin 翻译为“胰岛素”。

萃取物中究竟是什么物质在起作用呢?就在大家思考这一问题的关键时刻,生物化学家克立普

(Collip)参与进来了。克立普的使命是把萃取物加以进一步纯化,以便能把胰岛素试用于人体。后来,他们发现不必使胰腺先萎缩再萃取,直接用新鲜的动物胰腺也能达到同样的目的。

1922 年初,加拿大多伦多市的一位患有糖尿病的少年接受了胰岛素治疗,并取得了成功。随后,对更多糖尿病患者进行的治疗也都取得了极好的效果。1923 年,班廷和麦克劳德因此而共同获得了诺贝尔生理学或医学奖。

随着纯化技术水平的提高,以动物胰腺为原料制取的胰岛素就以商品的形式进入市场了。



图 I 班廷、贝斯特和实验用狗

血糖浓度的相对恒定受到多种因素的影响。肝脏具有参与糖代谢的各种酶,是调节血糖浓度的重要器官。神经系统和内分泌腺分泌的激素对血糖浓度的调节也有重要作用。参与人体血糖动态平衡调节的激素有多种,其中胰岛素和胰高血糖素发挥着主要作用。胰岛素是由胰岛 B 细胞分泌的,是一种降血糖激素;胰高血糖素是由胰岛 A 细胞分泌的,是一种升血糖激素。这两种激素相互拮抗,共同维持血糖含量的稳定。

人体血糖浓度升高,会引起胰岛 B 细胞分泌胰岛素,同时抑制胰岛 A 细胞分泌胰高血糖素。胰岛素一方面能促进血糖进入组织细胞,并在组织细胞内氧化分解,在肝脏和骨骼肌细胞中合成肝糖原和肌糖原,以及转化为脂肪等非糖物质;另一方面能抑制糖原的分解和脂肪等非糖物质转化为葡萄糖,从而使血糖浓度降低。

人体血糖浓度降低,可引起胰岛 A 细胞分泌胰高血糖素。胰高血糖素能促进肝糖原分解成葡萄糖,同时抑制葡萄糖转化为脂肪、某些氨基酸等非糖物质,从而使血糖浓度升高。

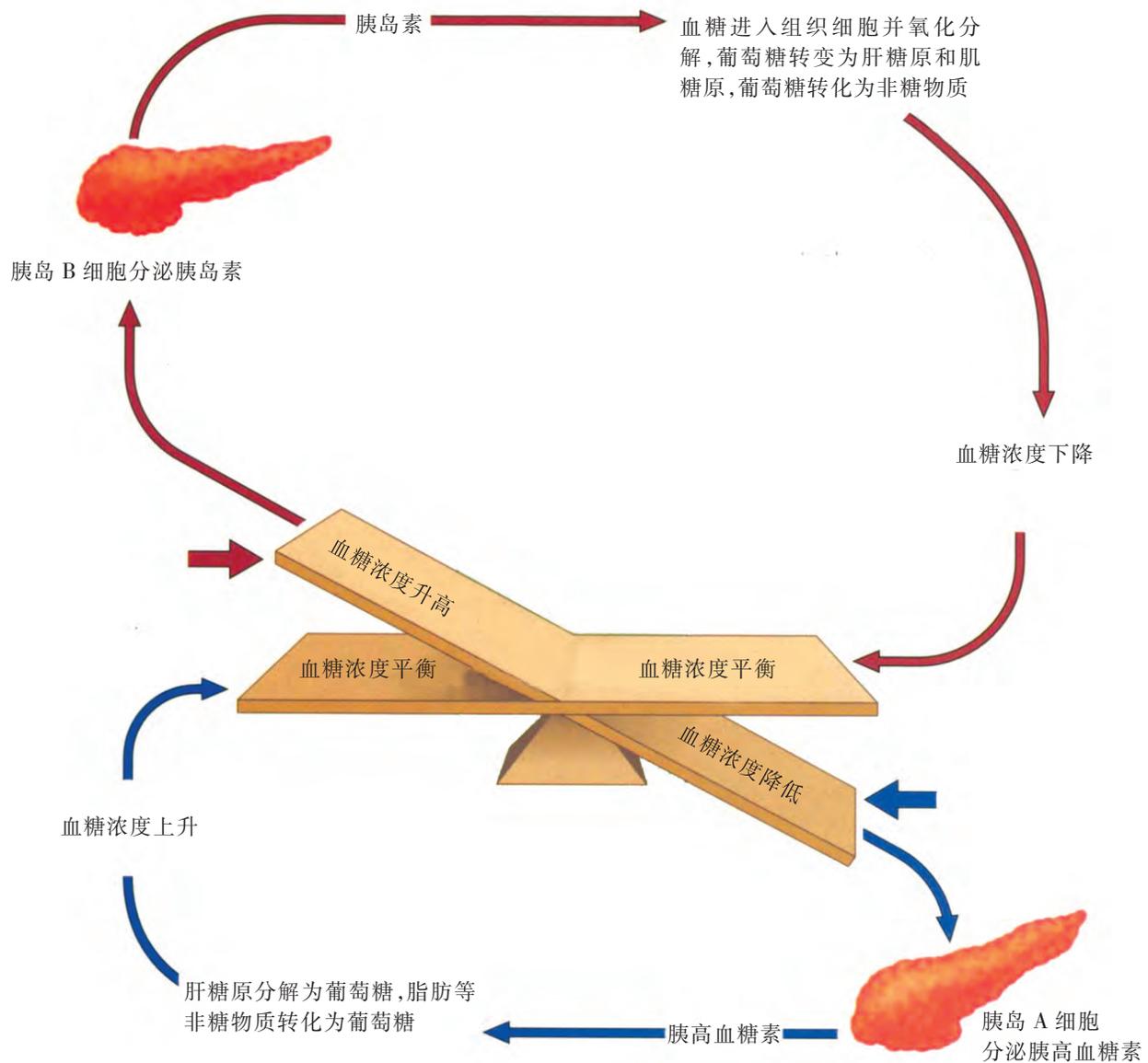


图 2-12 血糖调节示意图

从图 2-12 可以看出,血糖维持在相对恒定的生理范围内,有赖于胰岛素、胰高血糖素等激素的相互作用、相互制约、共同调节。血糖代谢失去平衡,就可能导致人患上低血糖病或糖尿病。例如,通过医学检测发现,糖尿病患者空腹时血糖浓度  $\geq 7.0 \text{ mmol/L}$ ,口服或静脉注射葡萄糖 2 h 后血糖浓度  $\geq 11.1 \text{ mmol/L}$ 。

血糖浓度升高超过一定范围,人体可能会出现尿糖异常(尿液中含糖量超过正常值)。尿糖的含量一般会随血糖浓度的升高而升高。因此,通过测定尿糖含量,可以了解一个人的血糖调节水平。

**实践:**

1. 取 2 支洁净的试管,一支加入 2 mL 正常人的尿液,另一支加入 2 mL 糖尿病患者的尿液。也可参照相关资料,配制不同浓度的葡萄糖溶液,模拟正常人和糖尿病患者的尿液。

2. 向 2 支试管中分别加入 2 mL 新配制的斐林试剂(将 4~5 滴质量浓度为 0.05 g/mL 的  $\text{CuSO}_4$  溶液滴入 2 mL 质量浓度为 0.1 g/mL 的  $\text{NaOH}$  溶液,混合而成),振荡试管,使溶液混合均匀。

3. 将 2 支试管放入盛有水的大烧杯,再把大烧杯放在酒精灯上加热,观察并比较发生的现象。



加热时注意安全!

4. 有条件的学校可采用尿糖试纸测定尿糖浓度(图 2-13)。



图 2-13 尿糖试纸

**讨论:**

糖尿病患者的尿糖浓度为什么会升高?

通常所说的糖尿病,是指 II 型糖尿病,又称为成人发病型糖尿病,占糖尿病患者总数的 90% 以上。II 型糖尿病患者体内产生胰岛素的能力并非完全丧失,有的患者体内的胰岛素甚至产生过多,但胰岛素的作用效果较差,因此,患者体内的胰岛素表现出一种相对缺乏的状态。II 型糖尿病具有一定的遗传性,胰岛素受体基因缺陷已被证实是诱因之一。

糖尿病患者有“三多一少”症状,即多饮、多食、多尿和体重减少。如果糖尿病患者长期处于高血糖状态,就会导致各种组织(如眼、肾、心脏、血管、神经)的慢性损害和功能障碍。最新的流行病学调查结果表明,我国成人糖尿病患者数量已经超过 1 亿。根据国际糖尿病联盟最新预测,世界糖尿病患者到 2030 年将直逼 5 亿人。因此糖尿病的防治形势非常严峻。

高血糖、糖尿病的防治已经引起人们的广泛关注,而低血糖也要给予重视。血糖是脑能量的主要来源,低血糖会影响脑的正常功能。进食不足(如不吃早餐)等因素可能引起低血糖休克。青少年要均衡营养,避免低血糖的危害。

目前,世界上还没有根治糖尿病的方法,但能针对患者的不同情况,采用饮食调理与药物治疗相结合的方法控制病情。适度的体育运动对改善血糖水平也有一定的作用。

## 免疫调节对人体稳态的维持

与神经调节、体液调节一样,免疫调节也对人体的内环境稳态具有重要作用。免疫调节能直接消灭入侵人体的病原体,也能清除人体内出现的衰老、破损或异常细胞。

人体的免疫调节是通过免疫系统实现的。免疫系统包括免疫器官、免疫细胞和免疫活性物质等。免疫器官包括脾、骨髓、胸腺、淋巴结和扁桃体等,它们是免疫细胞生成、成熟、集中分布的场所;免疫细胞包括淋巴细胞、吞噬细胞(图 2-14)等,淋巴细胞分布在淋巴液、血液和淋巴结中;免疫活性物质包括抗体、淋巴因子、溶菌酶等。

人体免疫的防卫功能可分为非特异性免疫和特异性免疫。非特异性免疫是指人体对各种病原体不具有选择性或特异性的防御作用,即不针对特定的病原体。一般将非特异性免疫过程分为两道防线:皮肤、黏膜及其分泌物等构成一道防线,体液中的杀菌物质(如溶菌酶)和吞噬细胞等也构成一道防线。特异性免疫是指人体针对某种病原体由特异性免疫细胞(如淋巴细胞)参与的防卫作用。特异性免疫又构成了人体的一道防线,是人体在个体发育过程中与外界物质接触后产生的,主要针对某一特定的抗原起作用。无论是非特异性免疫还是特异性免疫,都是人体在长期的进化中形成并遗传下来的。

在特异性免疫中发挥主要作用的是淋巴细胞。淋巴细胞分为 B 淋巴细胞和 T 淋巴细胞。由造血干细胞在骨髓中发育而成的淋巴细胞,叫做 B 淋巴细胞;由造血干细胞在胸腺中发育而成的淋巴细胞,叫做 T 淋巴细胞。

病毒、细菌等病原体表面的蛋白质等物质可作为引起免疫反应的抗原。大多数病原体(如细菌)经过吞噬细胞等的吞噬和处理后,暴露出病原体特有的抗原,抗原被传递给 T 细胞。T 细胞受到抗原的刺激后产生淋巴因子,再刺激 B 淋巴细胞。少数抗原也可直接刺激 B 淋巴细胞。受到刺激的 B 淋巴细胞在淋巴因子的作用下,迅速增殖和分化成浆细胞。浆细胞分泌特异性抗体,抗体识别特定的抗原。抗体能与侵入人体的抗原发生抗原-抗体反应,抑制病原体的繁殖或对人体细胞的黏附。抗原与抗体结合后,还会发生诸如形成沉淀、细胞集团等变化,最终被吞噬细胞吞噬和消化。在此过程中,部分 B 淋巴细胞可分化为记忆细胞,保持对特定抗原的记忆。当同一种抗原再次侵入人体时,记忆细胞就会迅速活化、增殖、分化,形成大量的浆细胞,产生抗体及时地将抗原清除。这种通过产生抗



图 2-14 吞噬细胞用伪足捕捉细菌

体实现免疫效应的免疫方式称为体液免疫(图 2-15)。

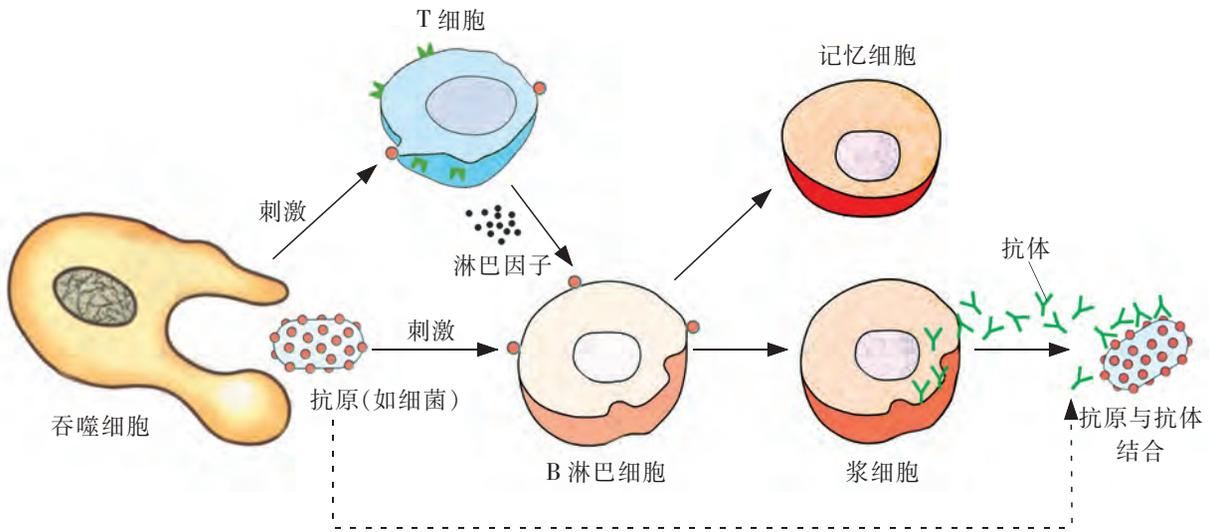


图 2-15 体液免疫示意图

抗原一旦侵入到宿主细胞内部,体液中的抗体就不能直接发挥作用了,人体便通过 T 淋巴细胞来发挥免疫功能。在受到抗原刺激后,T 淋巴细胞增殖、分化形成效应 T 细胞。效应 T 细胞与被抗原入侵的宿主细胞接触后,宿主细胞裂解死亡,暴露出抗原。在此过程中,部分 T 淋巴细胞分化为记忆细胞,也保持对抗原的记忆。这种通过 T 淋巴细胞发挥免疫效应的免疫方式称为细胞免疫(图 2-16)。

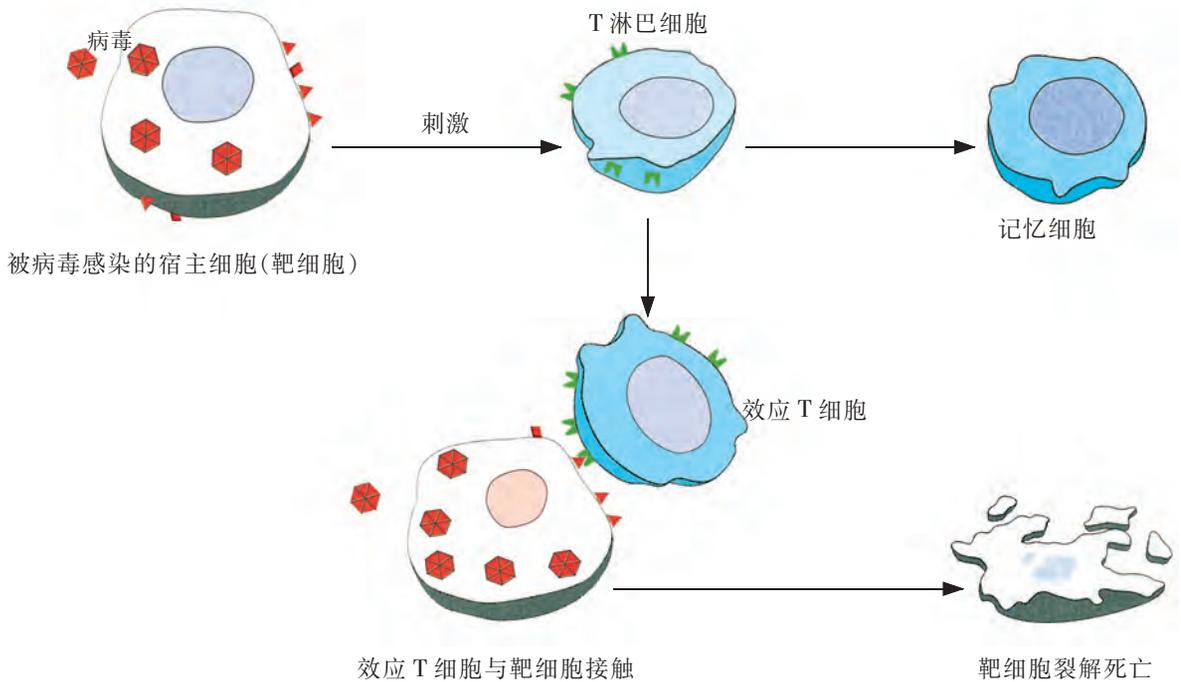


图 2-16 细胞免疫示意图

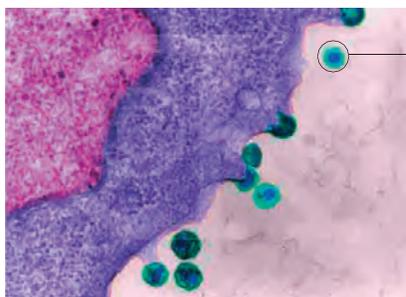
在特异性免疫中，体液免疫与细胞免疫既能独自发挥作用，又能互相配合，共同发挥免疫效应。例如，在体液免疫中，浆细胞产生的抗体，不仅能清除血液和淋巴液中的细菌、病毒等病原体，还能中和细菌产生的外毒素；在细胞免疫中，效应 T 细胞作用于已被病毒、寄生虫等感染的靶细胞，在靶细胞裂解后，释放出来的病原体就会被抗体消灭。

除了具有防卫功能外，免疫系统还具有一定的监控和清除功能。例如，免疫系统能监控并清除人体内衰老的细胞、受到破坏的细胞和癌变的细胞。免疫系统通过免疫调节功能维持人体内环境的稳态，若出现问题，内环境的稳态就会遭到破坏，各种各样的免疫系统疾病便会出现。

### 免疫失调引起的疾病

免疫功能正常时，免疫系统能及时地清除抗原，维持人体生理的动态平衡和相对稳定。免疫功能失调时，人体会患上多种疾病：免疫功能不足或缺陷导致免疫缺陷病，免疫功能过强可能引发过敏反应或自身免疫疾病。

获得性免疫缺陷综合征(英文缩写为“AIDS”，中文译为“艾滋病”)，是由人类免疫缺陷病毒(HIV)所引起的一种严重的传染性疾病。HIV 是一种逆转录病毒，其遗传物质由两条单链 RNA 分子组成(图 2-17)。



艾滋病病毒感染 T 细胞并释放病毒颗粒

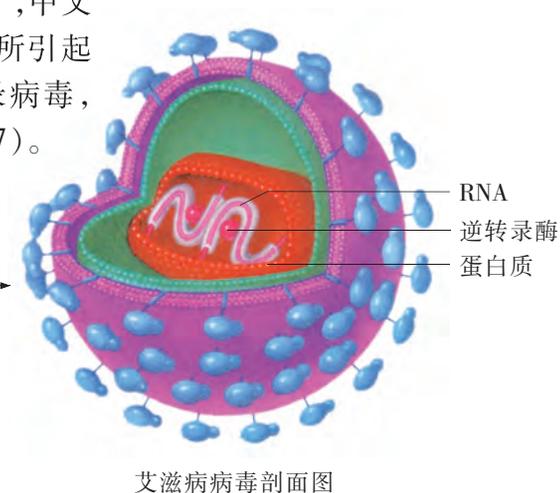


图 2-17 艾滋病病毒结构模式图

HIV 侵入人体时攻击的主要对象是 T 淋巴细胞。病毒在寄主细胞内进行逆转录，形成的病毒 DNA 整合到寄主细胞染色体的 DNA 上，随着寄主 DNA 的复制而复制，不会被免疫系统所识别。HIV 在 T 淋巴细胞中再通过转录和翻译过程不断增殖，大量的病毒颗粒被释放出来(图 2-18)，T 淋巴细胞死亡。

T 淋巴细胞的大量死亡导致患者免疫能力不断下降，甚至免疫功能严重缺陷，各种病原体乘虚而入，患者发生癌症的风险很高。感染 HIV 后的病人称为艾滋病感染者。

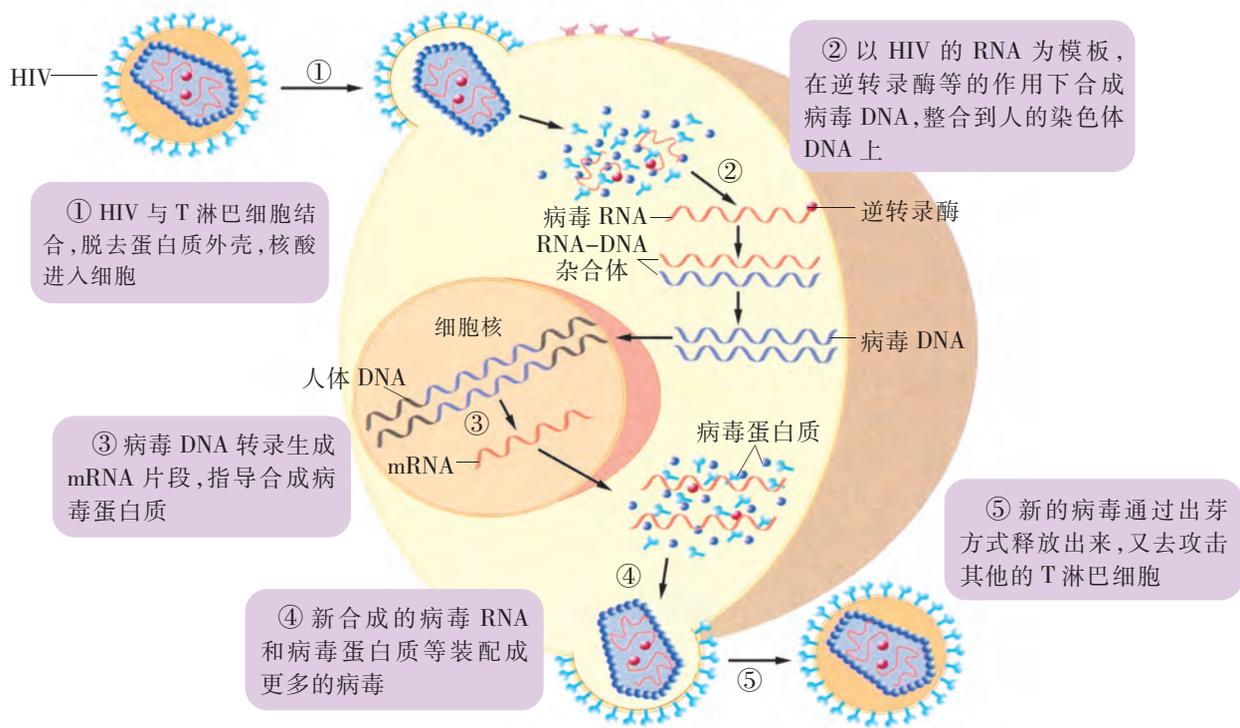


图 2-18 HIV 在 T 淋巴细胞中的增殖过程

HIV 入侵 T 淋巴细胞后, 患者体内 T 淋巴细胞的数量与 HIV 浓度之间存在一定的关系, 这种关系的变化一般可分为四个阶段。在 HIV 侵入人体的第一阶段, 免疫系统具有摧毁大多数 HIV 的功能; 在第二阶段, 随着 HIV 浓度的增加, T 淋巴细胞数量逐渐减少, 人体常会出现淋巴结肿大等症状; 在第三阶段, T 淋巴细胞的数量不断减少, 免疫系统被严重破坏, 人体被感染的各种机会增加; 到了第四阶段, 病人的免疫能力几乎全部丧失(图 2-19)。

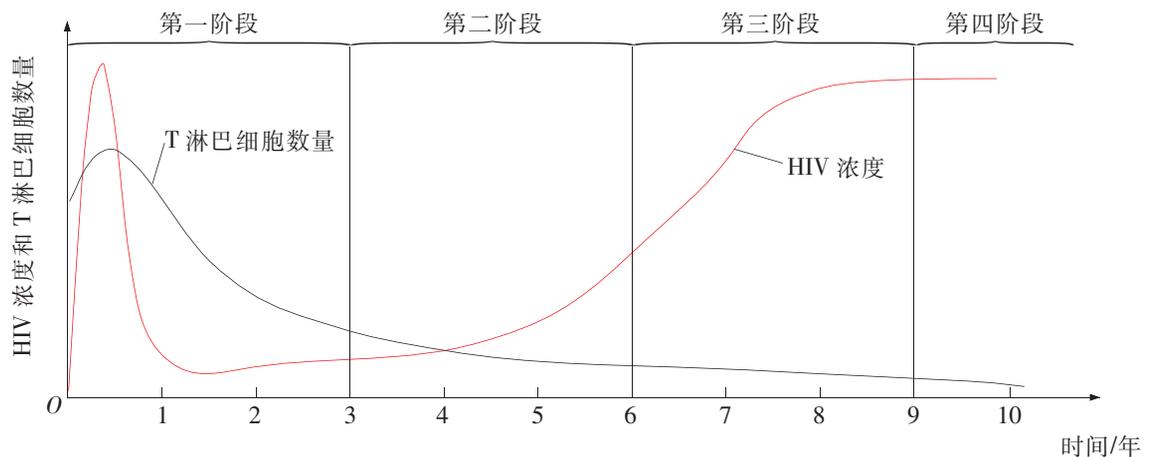


图 2-19 HIV 浓度和 T 淋巴细胞数量之间相关性的曲线图

我国卫生部和联合国艾滋病中国专题组在2003年12月1日联合发布的《中国艾滋病防治联合评估报告》中指出,社会歧视严重、具有高危行为的人数增加、艾滋病相关知识的缺乏等,使得艾滋病在我国流行的危险因素广泛存在。

首先,具有高危行为的人数日益增加,使得艾滋病传播的危险性加大。在我国,吸毒现象在地区分布上相对集中,共用注射器注射毒品成为感染HIV的最主要途径。在一些娱乐场所从事卖淫活动的人员中,使用安全套的比例仍然较低,增加了她们感染包括艾滋病在内的性传播疾病的危险。同样,在我国男性同性恋人群中安全套的使用率也较低,极大地增加了他们感染HIV的风险。

其次,社会公众尤其是易感人群严重缺乏有关艾滋病的知识。知识的缺乏和观念上

的误解,既是造成人们歧视HIV感染者和艾滋病病人的重要原因,又加剧了艾滋病的流行。在我国有的农村地区,妇女生殖系统疾病感染率高达60%。由于医疗费用高、距离医院远、缺乏女医生等原因,许多农村妇女患病后得不到及时、规范的治疗。很多农村妇女因缺乏安全防护知识而处于感染HIV的高危状态。

此外,我国边远地区在输血过程中存在感染HIV的危险,部分农村仍有经输血感染HIV的事例发生。边远地区和农村卫生条件差、缺乏普遍性防护知识的培训等,也是增加医源性传播艾滋病的主要原因。大量农村人口流入城市,其中一部分人可能从事危及自身健康的高危活动。这些人一旦感染HIV,当他们返回农村后,又会增加艾滋病在农村传播的危险。

艾滋病是一种后天性的免疫缺陷病。人体也会因遗传等先天性因素导致免疫功能的缺陷,如先天性的B淋巴细胞免疫缺陷病(患者不能形成成熟的B淋巴细胞)会使患者反复发生化脓性感染。

一般情况下,人体再次接触抗原时会作出恰当的适应性免疫应答以保护自身。如果机体再次接触抗原时产生以组织损伤或功能紊乱为表现的反应,就称为**过敏反应(anaphylaxis)**。过敏反应通常反应强烈,具有明显的遗传倾向和个体差异,但一般不会破坏组织细胞。常见的过敏反应如花粉过敏引起哮喘,少数人吃海鲜后出现腹泻或呕吐,青霉素过敏导致过敏性休克等。引起过敏反应的抗原称为过敏原。免疫系统对花粉、青霉素等外来物质(过敏原)过度敏感会引起过敏反应。因此,找出过敏原后应尽量避免再次接触。

在正常情况下,人体自身物质(如细胞、蛋白质等)是不能刺激免疫系统发生免疫应答的。但在一些异常情况下,人体将自身物质当做抗原,引起免疫系统发生免疫应答。例如,在人体心脏瓣膜上有一种物质,它的结构与酿脓链球菌的表面结构非常相似,人体在感染酿脓链球菌并患上咽炎、扁桃体炎后产生抗体,抗体既与酿脓链球菌发生抗原-抗体反应,也“错误”地攻击心脏瓣膜,导致风湿性心脏病。像这类由于人

体免疫系统异常敏感,将自身物质当做抗原加以排斥或致其损伤引起的疾病称为自身免疫疾病。

**实践:**

1. 阅读下列资料:

(1)重症联合免疫缺陷是一种先天性免疫缺陷病。患者因胸腺发育不全而缺乏淋巴细胞。艾滋病是一种后天性免疫缺陷病。两种疾病都能导致人体免疫功能低下甚至缺失。

(2)系统性红斑狼疮(图 2-20)、类风湿性关节炎等是一类自身免疫疾病,由抗原与抗体结合形成的免疫复合物引起。

(3)接触油漆、染料后引起的接触性皮炎(图 2-21)也是过敏反应。



图 2-20 系统性红斑狼疮



图 2-21 接触性皮炎

2. 在不同年龄段的人群中,免疫失调引起的疾病都有发生。设计调查表,在校内或校外随机取样,调查青少年群体(如 15~18 岁)中发病的情况。

3. 分析调查数据,以“青少年免疫失调

疾病患病情况”为标题,撰写调查报告。

**讨论:**

1. 在日常生活中有哪些过敏原?

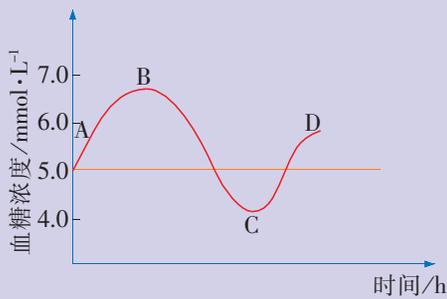
2. 针对几种由免疫失调引起的疾病,同学之间交流防治措施。

免疫系统能识别“自己”,排除“非己”,以维持人体内环境的稳态。如果将别人的器官移植到病人身上,病人的免疫系统就会辨认出这是“非己”成分而加以排除。因此,如何克服免疫排异反应是器官移植中的一大难题。

在预防传染病的过程中,接种减毒或无毒的疫苗,可以使人体获得特异性免疫,这样的方法叫做预防接种。预防接种是增强人体免疫力的有效措施之一。但是,一些传染性疾病(如细菌性痢疾)不能通过预防接种产生免疫力;一些传染性疾病(如艾滋病)虽能通过预防接种产生一定的免疫力,但至今尚未研制出防治效果稳定的疫苗。

一、单项选择题

1. 红细胞和肝细胞所处的内环境分别是 ( )  
A. 组织液、血浆      B. 血浆、淋巴  
C. 血浆、组织液      D. 血液、组织液
2. 下列有关内环境稳态的描述中, 错误的是 ( )  
A. 神经调节、体液调节和免疫调节作用的结果  
B. 各个器官、系统相互协调的结果  
C. 温度、酸碱度、渗透压等呈现动态平衡  
D. 通过人体正反馈调节实现
3. 抗利尿激素主要调节人体的 ( )  
A. 血糖平衡              B. 水平衡  
C. 体温恒定              D. 酸碱平衡
4. 下图为某人血糖浓度在一段时间内变化的曲线。下列关于该曲线图的叙述中, 错误的是 ( )



- A. 图中 B 点血糖浓度最高
- B. AB 段上升的主要原因是部分血糖转

- 变为肝糖原
  - C. BC 段的显著下降与血糖被细胞氧化分解有关
  - D. CD 段的上升与肝糖原分解产生葡萄糖并进入血液有关
5. 下列选项中, 均不是免疫系统组成成分的是 ( )

- A. 骨髓、T 淋巴细胞、抗体
- B. 脾脏、B 淋巴细胞、淋巴因子
- C. 扁桃体、吞噬细胞、抗体
- D. 脊髓、肝细胞、胰岛素

6. B 淋巴细胞受到抗原刺激后活化, 经过增殖、分化形成具有分泌功能的 ( )

- A. 抗体                      B. 记忆细胞
- C. 效应 T 细胞              D. 浆细胞

7. 能促使靶细胞裂解死亡的是 ( )

- A. 记忆细胞                  B. 效应 T 细胞
- C. 浆细胞                    D. 吞噬细胞

8. 过敏反应是一种异常的免疫应答, 它的临床表现多种多样。下列疾病可能属于过敏反应的是 ( )

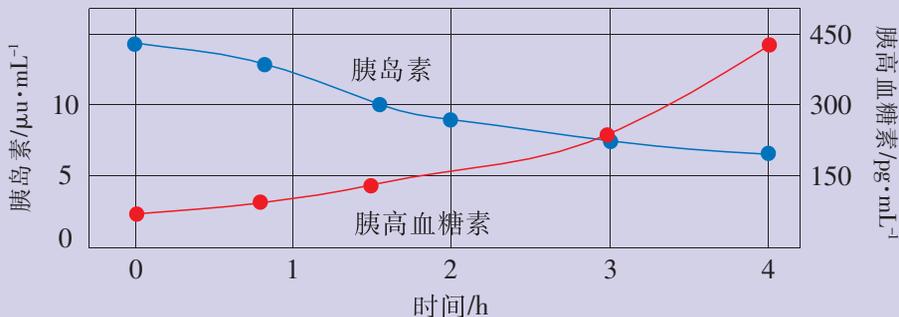
- ①花粉等引起的哮喘    ②风湿性关节炎
- ③艾滋病                  ④油漆等引起的接触性皮炎
- ⑤青霉素引起的休克

- A. ①②③                      B. ①④⑤
- C. ①③④                      D. ②④⑤

二、技能增进题

数据分析 下图为一位运动员在参加马拉松比赛过程中胰岛素和胰高血糖素的

浓度变化情况。请分析运动对血液中这两种激素产生的影响。





虎门销烟

清朝晚期,英国为牟取暴利将大量鸦片通过走私输入中国。鸦片的泛滥,使吏治败坏,白银外流,并严重摧残着与日俱增的中国吸食者的身心。林则徐上书清皇痛陈鸦片泛滥造成的严重危害,请求严厉禁烟。1838年林则徐被任命为钦差大臣,赴广东查禁鸦片。林则徐抵达广州后,禁烟运动轰轰烈烈地展开。1839年6月,林则徐下令将缴获的110多万千克的鸦片在虎门海滩当众销毁。

毒品是指鸦片、海洛因、吗啡、大麻、可卡因等能够使人成瘾的麻醉药品和精神药品。毒品之“毒”表现在它能使吸食它的人,在不知不觉中上瘾,而上瘾后又极其难以戒断,形成对它的身体和心理依赖。身体依赖可以通过药物和强制戒毒的办法消除,最困难的是消除心理依赖。心理依赖表现为对毒品的强烈心理渴求,吸毒者为获得毒品,可以不惜一切代价,甚至铤而走险。毒品扭曲了人的灵魂,使上瘾者人格低下,丧失了做人最起码的尊严,甚至走上贩毒、抢劫、杀人等犯罪道路。静脉注射毒品还会给滥用者带来感染性合并症,最常见的有化脓性感染、乙型肝炎和艾滋病等疾病。此外,毒品还损害人体的神经系统、免疫系统等。因此,吸食毒品上瘾,不仅意味着个人前途的毁灭,而且给家庭和社会治安带来极大的隐患。

1987年6月,联合国在维也纳召开了138个国家出席的部长级会议。会议提出了“爱生命,不吸毒”的口号。大会代表倡议设立“国际禁毒日”。

中国自20世纪80年代以来一直积极进行禁毒斗争,积极参与国际禁毒合作,并在全国范围内围绕国际禁毒日的主题开展了广泛的禁毒专项斗争和群众宣传。全国人大常委会于1990年12月颁布了《关于禁毒的决定》。



## 第二节 人体生命活动的调节

当机体处于不同的外界环境或生理状态时,体内一些组织、器官、系统的功能会发生相应的改变,但是人体仍能维持内环境的稳态。这是人体通过神经调节和体液调节等机制使组织、器官、系统相互协调的结果。

### 人体生命活动的神经调节

人体是一个开放系统,既要与外界环境相互适应,又要维持内环境的稳态,其中神经调节发挥着极为重要的作用。神经系统的基本结构和功能单位是神经元(图 2-22)。

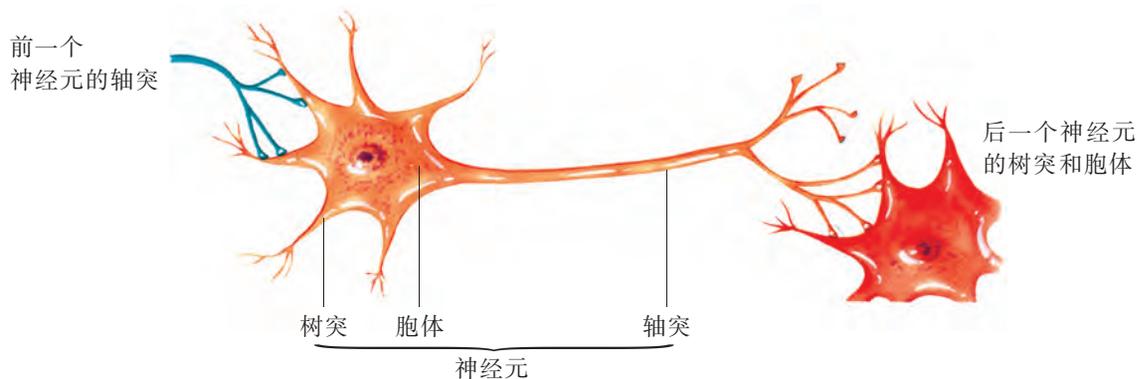


图 2-22 神经元结构示意图

神经元接受刺激,产生兴奋,并传导兴奋,能对其他组织产生调控效应。兴奋是指人体内的某些组织(如神经组织)或细胞感受外界刺激后,由相对静止状态转变为显著活跃状态的过程。在神经系统中,兴奋以电信号(也称为神经冲动)的形式沿着神经纤维传导。

#### 兴奋在神经纤维上的传导过程

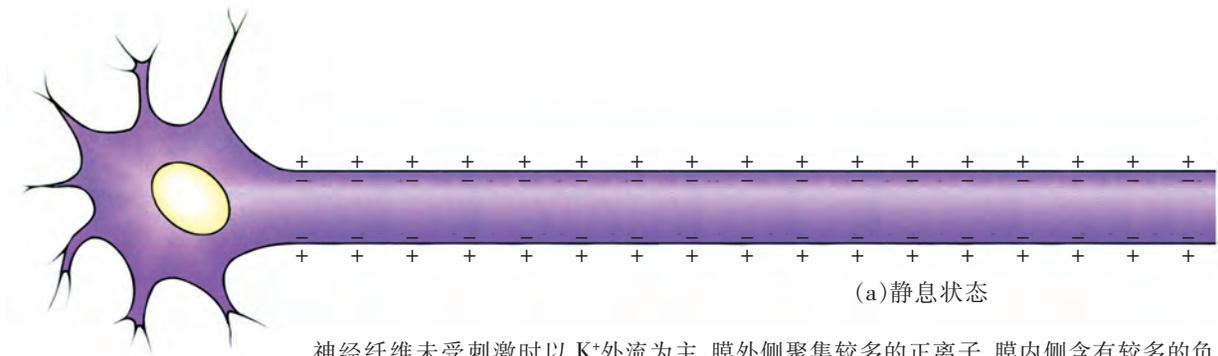
兴奋在神经纤维上的传导与膜内外  $\text{Na}^+$  和  $\text{K}^+$  的分布有关。神经元细胞膜内外的  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  的分布是不均匀的,膜外的  $\text{Na}^+$  浓度比膜内的高得多,而膜内的  $\text{K}^+$  浓度比膜外的高得多,因此,  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  分别有向膜内流入和向膜外流出的趋势。 $\text{Na}^+$  能否流入,  $\text{K}^+$  能否流出,以及流入量、流出量的多少,都取决于细胞膜对相应离子通透能力的高低(图 2-23)。

#### 学习目标

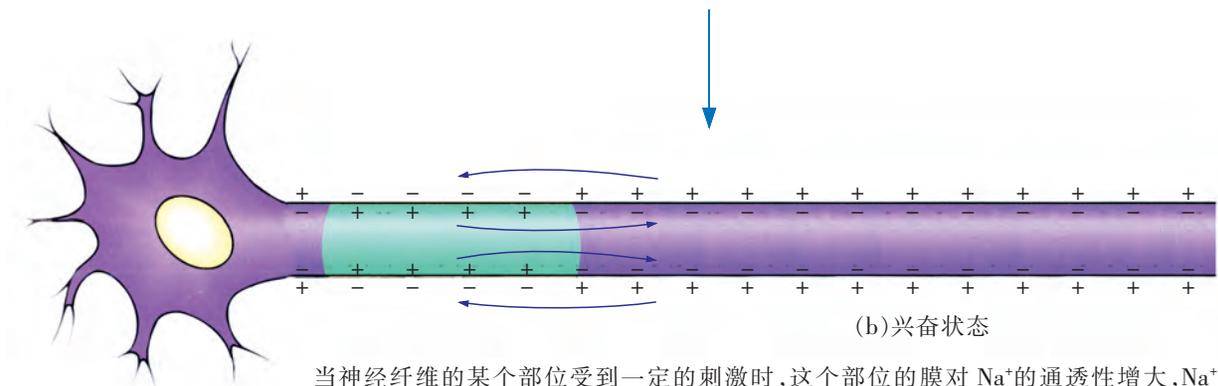
- 举例说明人体神经调节的结构基础和调节过程
- 概述人脑的高级功能
- 举例说明体液调节在维持人体稳态中的作用

#### 关键词

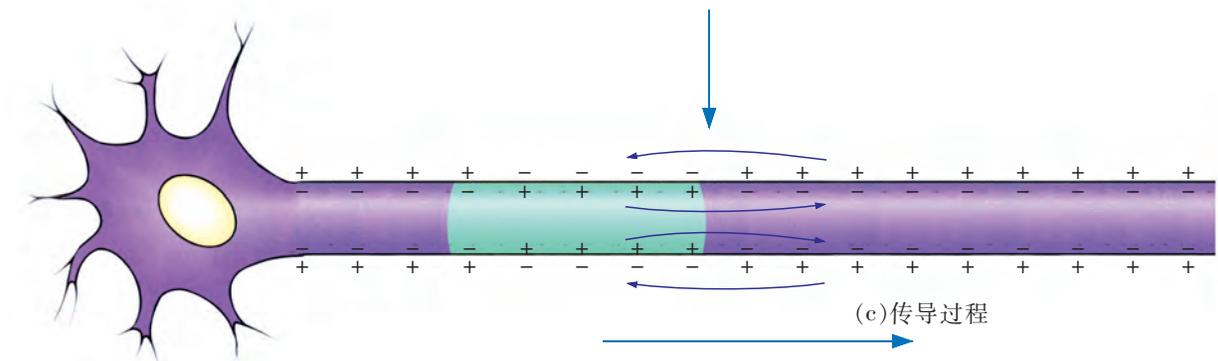
突触 反射弧 体液调节



神经纤维未受刺激时以  $K^+$  外流为主,膜外侧聚集较多的正离子,膜内侧含有较多的负离子,形成了细胞膜内外的电位差,因此细胞膜电位呈外正内负的“静息电位”状态



当神经纤维的某个部位受到一定的刺激时,这个部位的膜对  $Na^+$  的通透性增大,  $Na^+$  迅速内流,结果形成局部膜电位呈外负内正的状态,与静息电位相反。这个局部部位也被称为兴奋部位。而与兴奋部位相邻的部位因未受刺激,膜电位仍然是内负外正。因此,在兴奋部位和相邻的未兴奋部位之间存在电位差,电荷会发生移动形成局部电流,使未兴奋部位变为兴奋部位,原来的兴奋部位恢复静息电位



局部电流又会在兴奋部位与邻近的未兴奋部位之间产生电位差,再次形成局部电流,使未兴奋部位变为兴奋部位。这样的过程在膜的表面连续进行下去,就表现为兴奋的传导

图 2-23 神经纤维的兴奋传导模式图

### 兴奋在神经元之间的传导过程

兴奋作为一种信息,在神经纤维上以局部电流的形式传导,而在神经元之间兴奋的传导是通过突触来实现的。突触(synapse)是指一个神经元与另一个神经元或其他细胞相互接触,并发生信息传递和整合的部位,它包括突触前膜、突触间隙和突触后膜三部分。

**事实:**

1. 神经元由胞体和突起两部分组成。突起分为树突和轴突。一个神经元可以有一个或多个树突,一般只有一个轴突。兴奋以电信号的形式在神经纤维上传导,在未兴奋部位和兴奋部位之间形成局部电流。

2. 轴突的末端分成许多分支,每个分支的末端部分膨大成球状,形成突触小体。突触小体再与另一个神经元的树突或胞体相接触形成突触。突触前膜是轴突末端突触小体的膜,突触后膜是突触后一个神经元与突触前膜相对应部分的膜,突触间隙与细胞外液具有相同的成分。

3. 兴奋在神经元之间的传导过程主要通过突触小泡内的神经递质(如乙酰胆碱等化学物质)来完成(图2-24)。一些神经递质起兴奋作用,另一些神经递质起抑制作用。

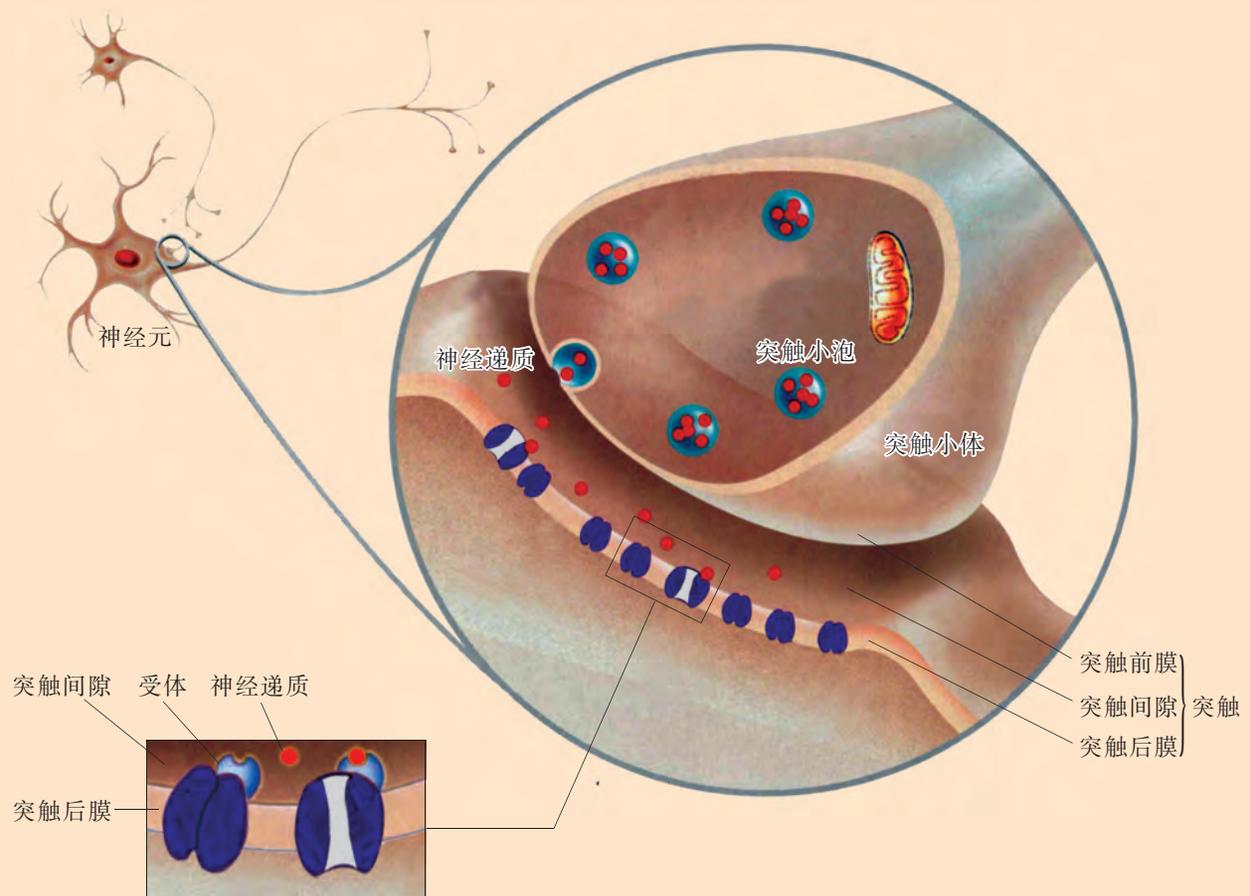


图 2-24 神经元之间的兴奋传导及突触结构模式图

**分析:**

兴奋在神经元之间是如何传导的?

兴奋在传导到突触小体时，引起其中的突触小泡在突触前膜处释放神经递质，神经递质通过突触间隙作用于突触后膜，使后一个神经元产生兴奋或抑制。神经递质存在于突触小体的突触小泡内，只能由突触前膜释放后作用于突触后膜，使后一个神经元发生兴奋或抑制，因此兴奋在神经元之间的传导是单方向的。

### 人体神经调节的基本方式是反射

在日常生活中，我们一般都有过这样的经历：手在突然碰到滚烫的茶杯或刚蒸熟的馒头时会迅速地缩回。这其实与反射有关。反射是人体在神经系统的参与下对内外环境变化作出的规律性应答。

反射活动的结构基础和功能单位是反射弧(reflex arc)。反射弧一般由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五个基本部分组成(图 2-25)。感觉神经末梢和与之相连的各种特化结构一起称为感受器，感受器能感受外界环境或人体内的某些变化。神经中枢是脑和脊髓的灰质中功能相同的神经元胞体汇集在一起形成的结构，调节人体的某些生理活动。运动神经末梢与其所支配的肌肉或腺体一起称为效应器，效应器对相应的刺激作出应答反应。

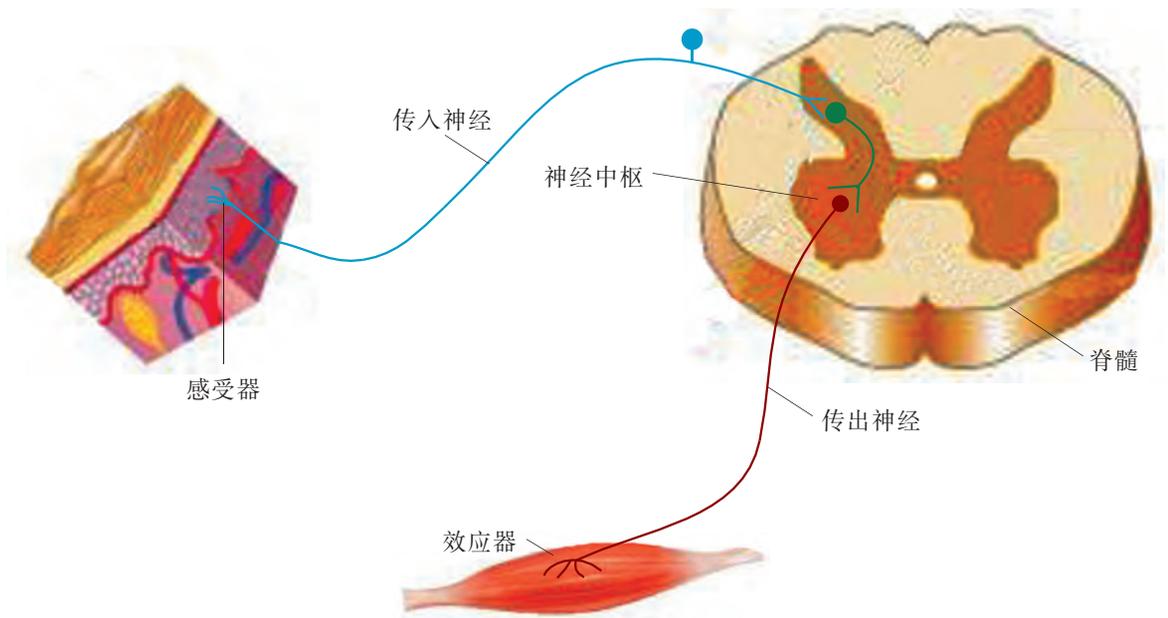


图 2-25 反射弧模式图

感受器受到一定的刺激后产生神经冲动，神经冲动由传入神经传导至相应的神经中枢，神经中枢随之产生兴奋并对传入的信息进行分析和综合，神经中枢的兴奋经过传出神经传导至效应器。

反射活动是以完整的反射弧为基础的。如果反射弧中任何一个环节的结构或功能受损，反射就无法完成。

**事实：**

用橡皮锤轻轻叩击人体膝盖下面的韧带，会引发膝跳反射(图 2-26)。

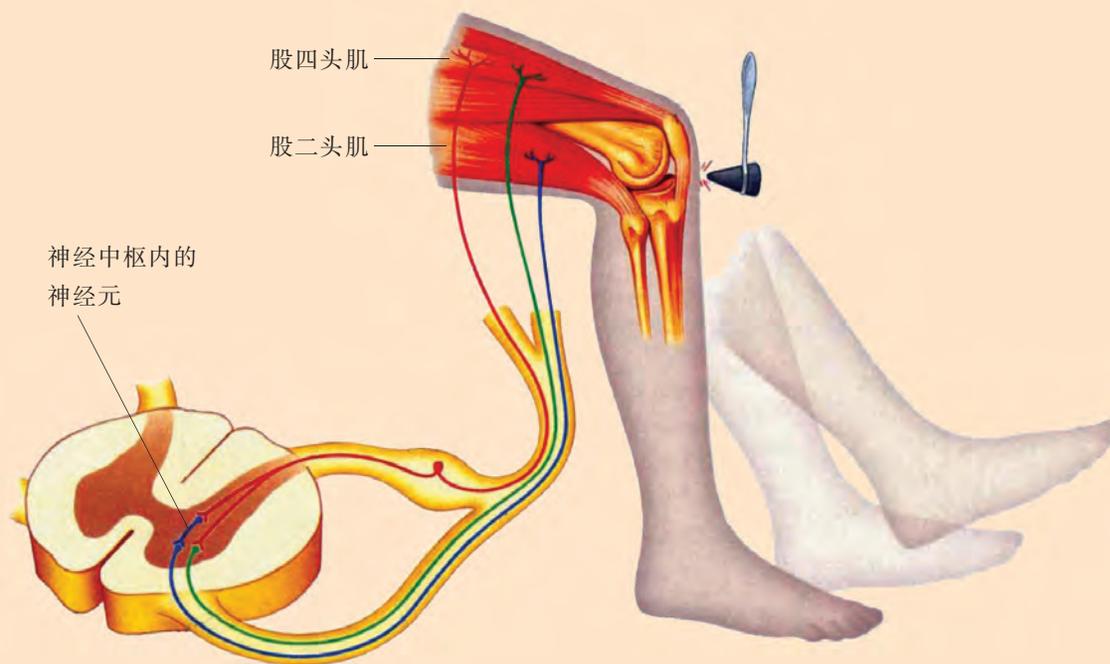


图 2-26 膝跳反射模式图

**分析：**

1. 观察上图，描述完成膝跳反射的反射弧由哪几个部分组成。
2. 联系神经递质的不同类型，尝试描述膝跳反射的具体过程。

橡皮锤叩击膝盖下方的肌腱，刺激了膝盖处股四头肌肌腱内的感受器，感受器产生的兴奋沿传入神经传到脊髓，脊髓中的感觉神经元直接与运动神经元建立突触联系，兴奋由传出神经传出，作用于大腿股四头肌，引起股四头肌收缩，同时兴奋也通过另一反射弧作用于股二头肌，引起股二头肌舒张，共同完成膝跳反射。在完成膝跳反射的同时，脊髓中通向大脑的神经纤维会将这一神经冲动传往大脑，人体感觉到膝盖下方被叩击了。膝跳反射的神经中枢是低级神经中枢，位于脊髓的灰质内。而人体的大多数反射要比膝跳反射复杂得多。

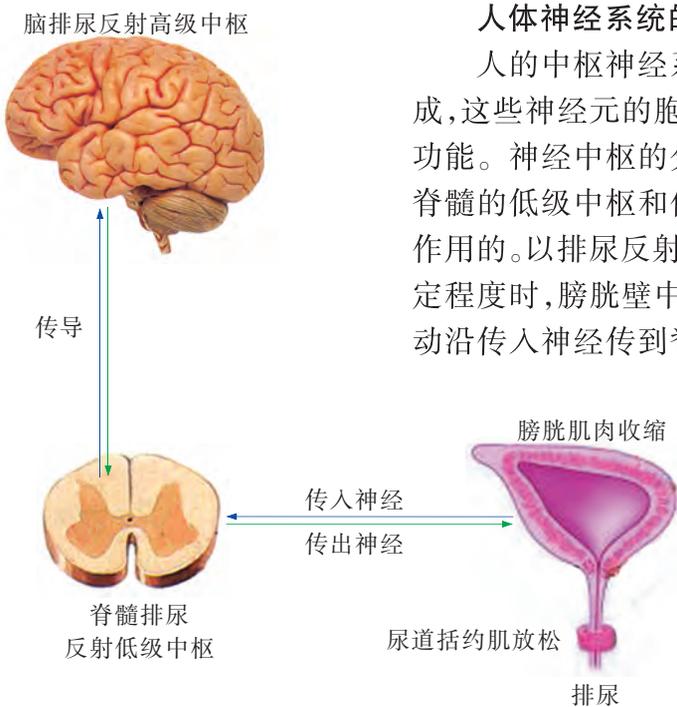


图 2-27 排尿反射示意图

### 人体神经系统的分级调控

人的中枢神经系统包括脑和脊髓，它们由许多神经元组成，这些神经元的胞体组成不同的神经中枢，调控特定的生理功能。神经中枢的分布部位和生理功能各不相同，但是，位于脊髓的低级中枢和位于脑的高级中枢一般是相互联系、相互作用的。以排尿反射为例(图 2-27)，当膀胱中的尿液充盈到一定程度时，膀胱壁中的牵张感受器受到刺激产生兴奋，神经冲动沿传入神经传到脊髓排尿反射低级中枢，低级中枢产生兴奋，将兴奋由传出神经传出的同时，也将兴奋沿神经纤维传导到脑排尿反射高级中枢，高级中枢产生“尿意”。随后，神经冲动经由传出神经作用于效应器，引起膀胱肌肉收缩和尿道括约肌放松，最后尿液经尿道口排出。脑排尿反射高级中枢调控脊髓排尿反射低级中枢，控制排尿反射活动。婴幼儿因脑发育尚未完善，对排尿的控制力较弱，所以排尿次数多，且易发生夜间遗尿的情况。

正是在神经系统不同层级的调控下，人体各器官、系统的生理活动才能有条不紊地进行。

正是在神经系统不同层级的调控下，人体各器官、系统的生理活动才能有条不紊地进行。

### 人脑的高级功能

脑位于颅腔内，由大脑、脑干和小脑组成(图 2-28)。大脑皮层是高级神经活动的结构基础，它的上面有语言、听觉、视觉、运动等高级中枢，这些高级神经中枢调节着人体各项生命活动。脑干内有许多重要的生命活动中枢，如心血管中枢、呼吸中枢等。小脑是重要的运动调节中枢。

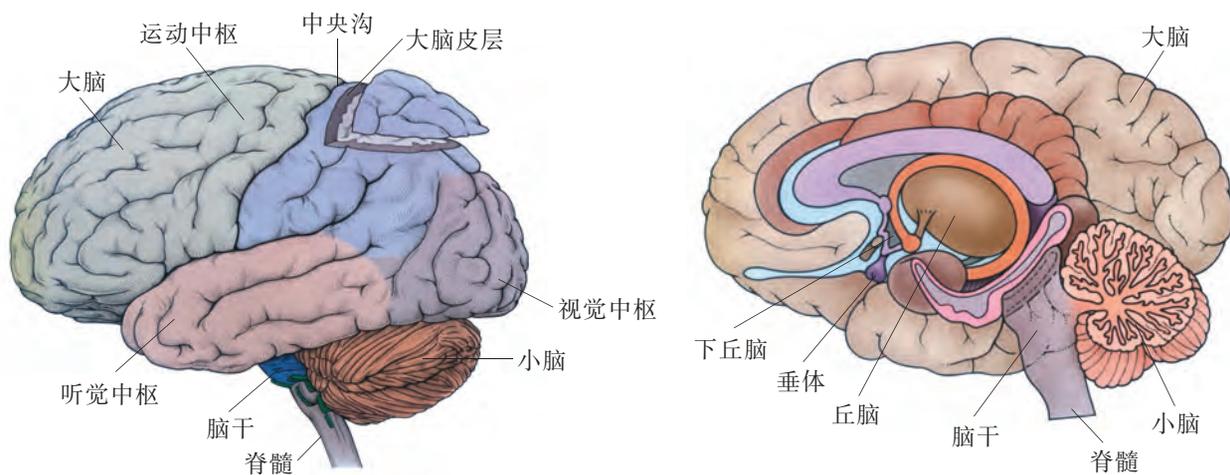


图 2-28 脑的结构示意图

大脑皮层内存在大量的神经元，神经元之间形成错综复杂的联系，使得大脑皮层具有完善的分析与综合能力，也构成了思维与语言的物质基础。大脑皮层的不同部位具有不同的分工，但各个部位相互协调，共同调控人体的各种活动，以适应内外环境的变化。

语言功能是人脑特有的高级功能。大脑皮层上有控制听、说、读、写活动的言语区(图 2-29)。言语区的一定区域出现损伤，能引起各种特殊的语言功能障碍，可表现为失写症、失读症、运动性失语症和听觉性失语症。

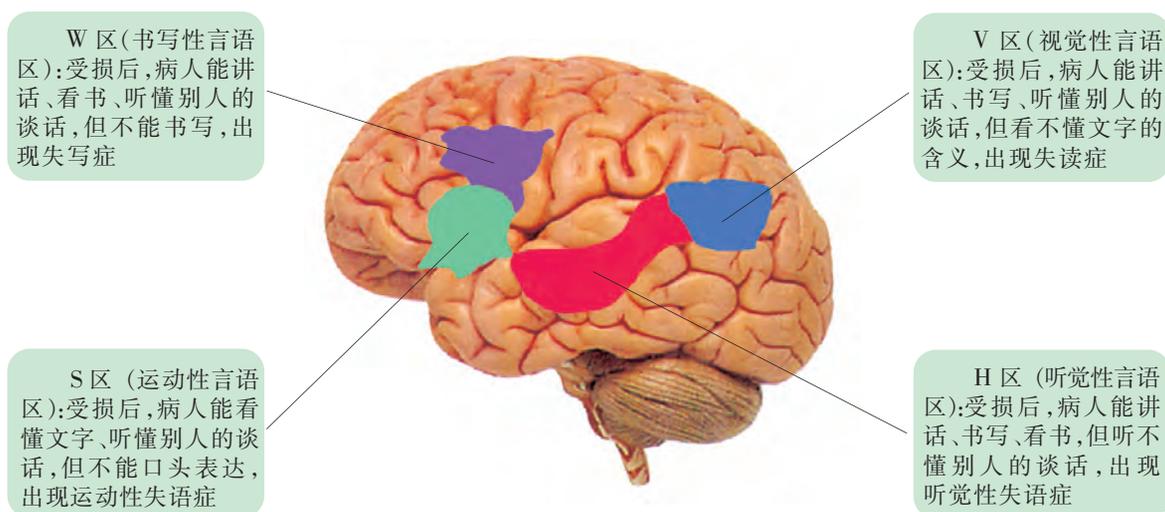


图 2-29 大脑皮层的言语区定位示意图

当头部撞上硬物或遇到交通事故时，大脑软组织可能与头骨发生碰撞，引起脑震荡。轻度脑震荡患者会产生短时间的头痛、头昏等症状。重度脑震荡患者会出现神志不清、失去记忆等症状，应立即送医院。当脊髓受到压迫或被切断时，人体会出现某些部位丧失感觉和运动功能或瘫痪的症状。为了避免脑、脊髓的损伤，运动时应采取防护措施。

## 人体的体液调节

在人体内环境的稳态调节中，体液调节也起着重要的作用。体液调节(humoral regulation)是指某些化学物质(如激素、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}^+$ 等)通过体液的传送，对人体的生理活动进行的调节。

在体液调节中，激素调节起主要作用。激素是由内分泌腺或内分泌细胞分泌的具有高效生物活性的物质，它们经血液或组织液被运送到人体各个部位发挥调节作用。人体内主要

的内分泌腺有下丘脑(其中存在兼有内分泌功能的神经细胞)、垂体、甲状腺、胸腺、肾上腺、胰岛(位于胰腺中的细胞团)和性腺等(图 2-30)。

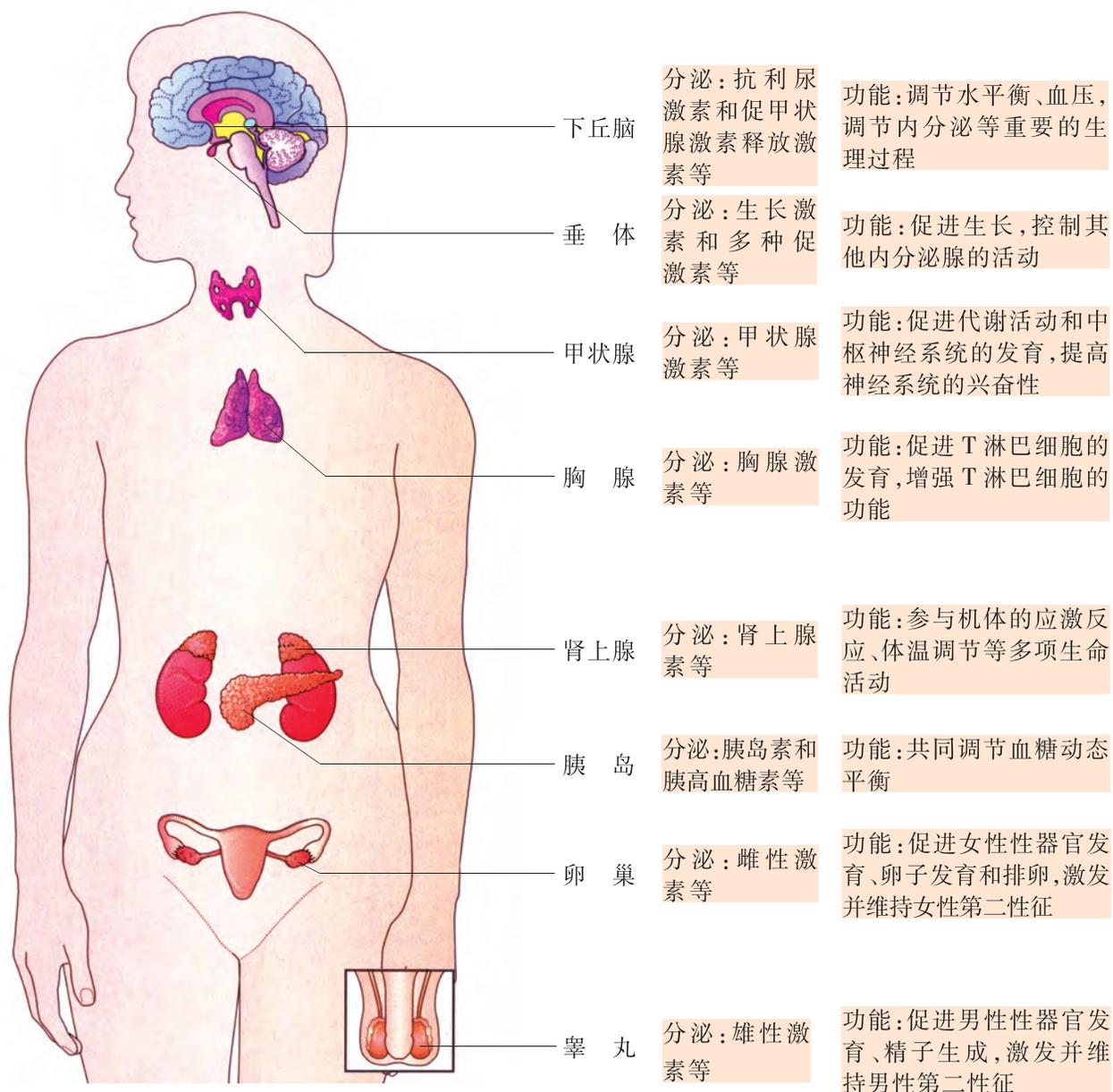


图 2-30 人体的主要内分泌腺、分泌激素及其功能



图 2-31 甲状腺肿患者

体液中激素含量的变化会对机体的生理功能产生巨大的影响。例如,当甲状腺机能过强时,甲状腺激素分泌过多,人会患甲状腺功能亢进症(甲亢),甲亢患者出现血压升高、心跳加快、出汗增多、情绪激动和眼球突出等症状;当甲状腺机能减退时,甲状腺激素分泌不足,神经系统和生殖器官会受到影响。婴儿缺乏甲状腺激素时会患呆小症,及时补充甲状腺激素可使患儿发育恢复正常。缺碘会导致甲状腺激素分泌不足,人体出现甲状腺增生,患上甲状腺肿(图 2-31)。

当血液中甲状腺激素的含量减少时,下丘脑分泌的促甲

甲状腺激素释放激素就会增多,刺激垂体分泌促甲状腺激素,促甲状腺激素作用于甲状腺,促进甲状腺激素的分泌;同样,当血液中甲状腺激素的含量过多时,通过负反馈调节,甲状腺的分泌活动就会受到抑制(图 2-32)。

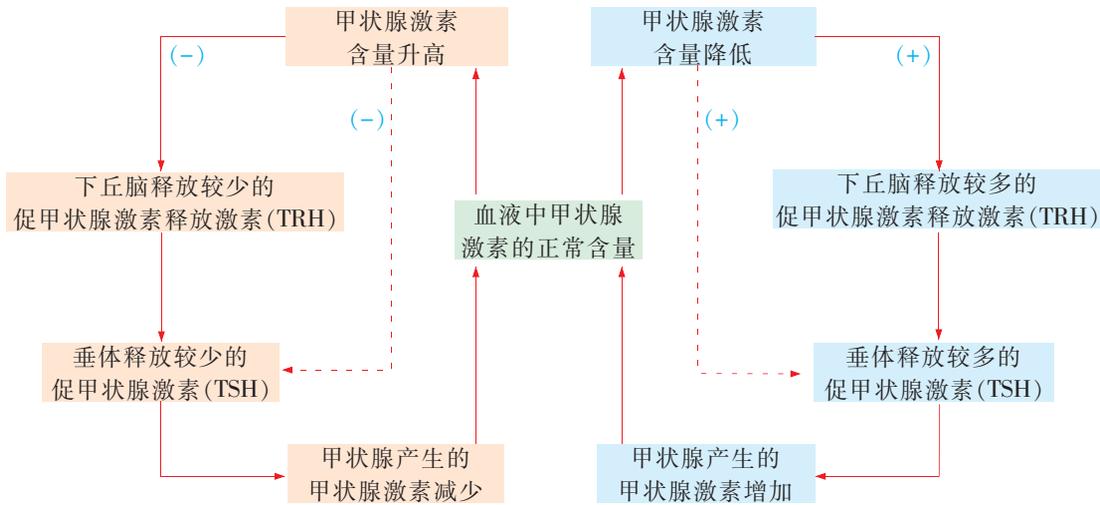


图 2-32 甲状腺激素保持相对稳定的调节示意图

激素种类繁多,作用复杂,但是它们在发挥调节作用中具有某些共同的特性。

**激素作用的相对特异性** 激素被释放进入血液,随着血流到达全身各个部位,与组织细胞广泛接触,但它们只是选择性地作用于某些器官和细胞,这就是激素作用的相对特异性。被激素选择性作用的器官和细胞,分别称为靶器官和靶细胞。靶细胞上存在着能与相应激素发生特异性结合的受体。激素一旦与靶细胞上的受体结合并起作用后就会失去活性,而人体会通过持续产生激素以维持激素含量的动态平衡。

**激素通过体液传递信息** 激素在细胞之间进行信息传递是通过体液完成的。激素作用于靶细胞时,既不添加成分,也不提供能量,仅仅起着“信使”的作用,将信息传递给靶器官、靶细胞,对它们起着调节作用。因此,在临床上常抽取血样来检测激素的含量是否正常,以判断人体是否患有某种内分泌系统疾病。

**激素的微量和高效能放大作用** 人体内激素的含量甚微,但作用非常高效,这是激素与受体结合后发生一系列放大作用的结果。例如,0.1 μg 促肾上腺皮质激素释放激素,可使垂体释放 1 μg 促肾上腺皮质激素,1 μg 促肾上腺皮质激素又

能引起肾上腺分泌 40  $\mu\text{g}$  肾上腺皮质激素。在这一调节过程中,促肾上腺皮质激素释放激素的作用效果被放大了 400 倍。

**激素间具有协同或拮抗作用** 激素之间的协同或拮抗作用对维持内环境的稳态非常重要。例如,生长激素和甲状腺激素对人体生长发育的调节具有协同作用;胰岛素的降血糖作用和胰高血糖素的升血糖作用相互拮抗,共同调节血糖的动态平衡。

## 神经调节与体液调节的关系

### 神经调节和体液调节的特点

人体的生命活动是在神经和体液的共同调节下完成的。这两种调节都很重要,但它们各具特点(表 2-1)。

表 2-1 神经调节和体液调节的比较

比较项目	神经调节	体液调节
作用途径	反射弧	体液运输
反应速度	迅速	比较缓慢
作用范围	相对局限	相对广泛
作用时间	比较短	比较长

### 神经调节和体液调节相互协调

神经调节和体液调节紧密联系,互相配合,共同调节机体的各种生理功能,维持人体内环境的稳态。

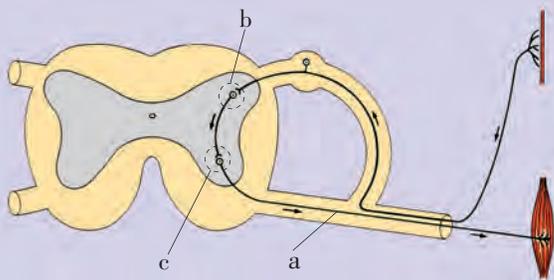
人体神经调节和体液调节的关系可以简单地概括为两个方面。一方面,内分泌腺分泌的激素能直接影响神经系统的发育和功能。例如,幼年时缺乏甲状腺激素会影响脑的发育,成年时甲状腺激素分泌不足会降低神经系统的兴奋性。另一方面,不少内分泌腺本身直接或间接地受中枢神经系统的调节,在这种情况下,体液调节可被看成是神经调节的一个环节。例如,在人体水和无机盐平衡的调节、体温相对恒定的调节中,下丘脑接受相关刺激,其中的一些细胞(这些细胞既保持典型神经细胞的功能,又具有内分泌细胞的功能)能将神经信息转变为激素信息,将神经调节和激素调节有机地联系起来,共同发挥调节作用。类似这样的调节被称为神经-体液调节。同样,在反射过程中,如果传出神经先作用于内分泌腺,依靠内分泌腺分泌的激素影响效应器官,那么,这样的体液调节可被看做神经调节的延伸。

一、单项选择题

1. 神经元细胞膜两侧的电位差与  $\text{Na}^+$  和  $\text{K}^+$  的分布不均有关。当神经纤维的某一部位受到刺激时, 细胞膜兴奋部位发生的变化是 ( )

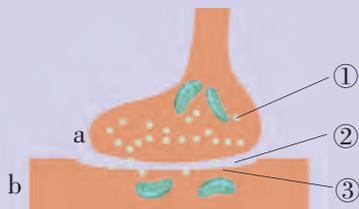
- A. 对  $\text{K}^+$  的通透性增加,  $\text{K}^+$  迅速外流
- B. 对  $\text{Na}^+$  的通透性增加,  $\text{Na}^+$  迅速内流
- C. 对  $\text{K}^+$  的通透性下降,  $\text{K}^+$  迅速内流
- D. 对  $\text{Na}^+$  的通透性增加,  $\text{Na}^+$  迅速外流

2. 下列为反射弧模式图, 关于此图的叙述中, 正确的是 ( )



- A. 兴奋在 a 处的传导是单向的
- B. 刺激 a 点, 兴奋将通过 c 点传导到 b 点
- C. 兴奋在 b 处的传导通过神经递质完成
- D. 兴奋以电信号的形式由 c 处传导到 b 处

3. 下图为突触结构模式图。下列说法错误的是 ( )



- A. 在 a 到 b 的信息传递中需要能量

B. ①中内容物是神经递质, 只能使③兴奋  
C. ②处的液体为组织液, 其中含有能被③特异性识别的物质

D. ①中内容物使 b 兴奋时, 兴奋部位膜电位呈外负内正状态

4. 下列关于神经调节的叙述中, 错误的是 ( )

- A. 大脑皮层的运动性言语区受损将出现运动性失语症
- B. 人脑特有的高级功能是语言功能
- C. 兴奋只能以局部电流的形式在多个神经元之间单向传导

D. 传出神经元的轴突上某一点受到刺激, 兴奋将会向轴突两端传导

5. 下列关于人体激素的描述中, 正确的是 ( )

- A. 激素由内分泌腺或外分泌腺合成
- B. 激素为高效生物活性物质
- C. 激素控制细胞内各种生命活动
- D. 激素在含量很高时才发挥作用

6. 不同的激素在人体生命活动调节中发挥协同或拮抗作用。下列能发生拮抗作用的一组激素是 ( )

- A. 胰岛素和胰高血糖素
- B. 生长激素和甲状腺激素
- C. 促甲状腺激素和甲状腺激素
- D. 促性腺激素和性激素

二、技能增进题

推理 有人做过这样的实验: 在蛙的坐骨神经上放置两个电极, 再将电极连接到一个电表上。静息时, 电表没有测出电位差, 这说明神经的表面各处电位相等(图 1)。当在

图示神经的左侧一端给予刺激时, 靠近刺激端的电极处先变为负电位, 接着恢复正电位(图 2); 然后, 另一电极处变为负电位(图 3), 接着电位会发生什么变化? 尝试画出电位图。

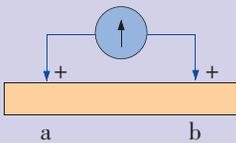


图 1

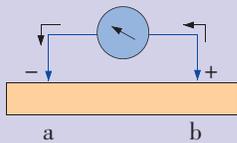


图 2

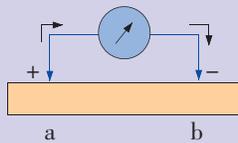
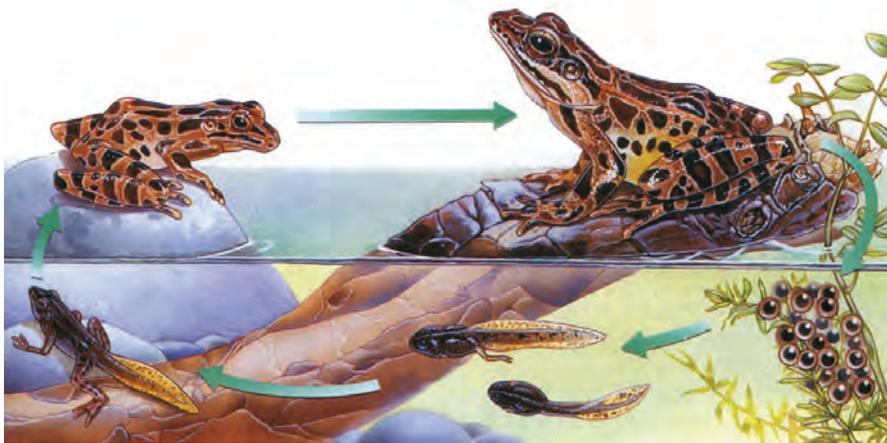


图 3

甲状腺激素能促进代谢和发育,提高神经系统的兴奋性,也能使呼吸和心律加快,身体产热增加。甲状腺激素促进生长发育的作用最明显的是在婴儿时期。先天性或幼年时缺乏甲状腺激素会引起呆小症。呆小症患者因脑发育不全而智力低下,因性器官不能发育成熟而没有正常的生殖功能。

在蛙的变态发育中,甲状腺激素起着重要作用。有实验证明,摘除蝌蚪甲状腺后,蝌蚪将停止变态发育。如果给这些蝌蚪饲喂甲状腺激素或移植甲状腺,它们就继续发生变态发育。同样,在蛙胚胎期摘除脑垂体的原基,甲状腺不能正常发育,始终保持幼体(蝌蚪)状态,这与缺少促甲状腺激素有关。

高等动物的个体发育一般分为胚胎发育时期和胚后发育时期。前者是指从受精卵逐渐发育成胚胎的发育时期,后者是指胚胎从卵膜孵出或母体出生后直到成体死亡的时期。胚后发育又分为变态发育和直接发育两类。有些动物幼体的形态结构和生活方式与成体显著不同,在变为成体的发育过程中要经过一系列变化,这样的发育称为变态发育,如蛙类等。



蛙的发育过程示意图

### 提出问题

甲状腺激素对蝌蚪的变态发育有影响吗?

### 推荐器材

蛙蝌蚪若干;鱼缸3个,量筒;甲状腺激素,河水等。

### 作出假设

甲状腺激素对蝌蚪的变态发育有重要作用。

### 设计和实施实验

1. 在3个编号的玻璃缸中,先分别放入2 000 mL河水和适量的新鲜水草,再分别放入10只生长状态一致的蝌蚪。

2. 1号缸中加入甲状腺激素5 mg,2号缸中加入甲状腺抑制剂(如甲硫咪唑)5 mg,3号缸中不加药剂,作为对照。每天换水1次,每次换水量约为鱼缸中水量的1/2。每次换水后,再向1号缸加入甲状腺激素5 mg,2号缸加入甲状腺抑制剂5 mg。

3. 每天观察1次。观察时用小网捞出蝌蚪并放入培养皿,再将培养皿放在坐标纸上,测量蝌蚪的体长,观察前后肢和尾的变化情况等。连续观察20天,记录每次观察和测量的结果。

4. 实验完毕后,将实验用的蛙和蝌蚪放回大自然。想一想,为什么要这样做?

### 得出结论

结果表明,1号缸的蝌蚪早于3号缸的蝌蚪发生变态发育,而2号缸的蝌蚪迟于3号缸的蝌蚪发生变态发育。

脑是人类认知中最具吸引力的谜团。它在人体中所处的特殊位置,使得人类对脑的了解远比对身体其他器官的了解要少得多,也晚得多。随着脑探测技术的发展,脑科学的研究正在逐渐深入。

1. X 射线被首先用于脑的研究。通过向血管中注射能吸收 X 射线的染料,得到血管造影照片,了解血液在脑区的流动情况,可确诊血管壁狭窄或阻塞所引起的中风以及挤压血管壁的脑瘤。

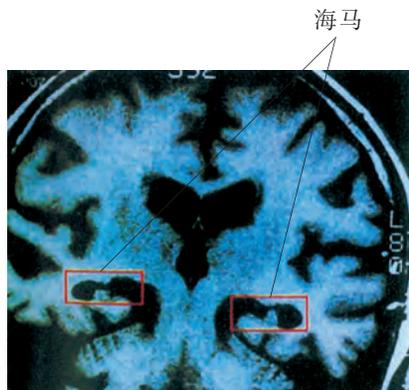
2. PET(正电子发射断层扫描仪)的发明使神经心理学的研究达到了新的高度。经过标记的氧或葡萄糖进入脑内,发射出的正电子与其他分子的电子碰撞后,会产生射线,收集射线并建立脑活动状态的图像,再对其进行分析。

3. CT 扫描仪(计算机断层扫描仪)通过 X 射线透视,在计算机中重新构建一个三维空间影像,医生可据此找出确切的病变位置。例如,健康人的海马比健忘症患者的海马大。CT 扫描仪的发明,引发了神经心理学的兴起。

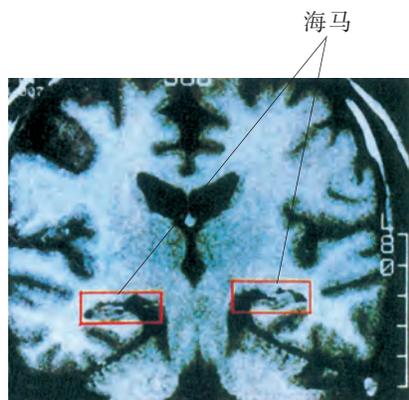
4. MRI(核磁共振仪)成为心理学家梦寐以求的工具。医生根据血红蛋白携带氧的原理,即氧的含量影响血红蛋白的磁学特性,在磁场中监测它的磁学特性来研究大脑。

5. MEG(脑磁图)测量的是脑神经细胞内的电流,直接检测神经的电活动。因此,MEG 直接给出了因自发或诱发而引起的脑活动的功能信息。

随着技术的发展,人们对脑的认识越来越清晰。相信在不久的将来,人脑的奥秘以及意识之谜将大白于天下。

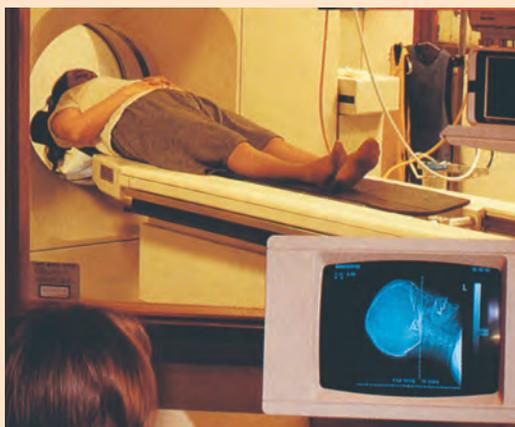


健康人



健忘症患者

海马的 CT 扫描图



## 走近职业

### 脑科学工作者

脑科学工作者专门研究人脑及其附属结构(如颅骨、脑膜、脑血管等)的创伤、炎症、肿瘤、畸形、某些功能紊乱疾病(如神经痛、癫痫等)的发病原理、病理过程,以及人脑的知觉、思维、情感、智能、行为等。脑科学工作者一般应获得医学或生物科学专业硕士以上学位。(图为脑科学工作者对患者脑部进行 CT 扫描)

## 第三节 动物生命活动的调节

### 学习目标

- 描述昆虫激素及其作用
- 探讨动物激素在生产中的应用

### 关键词

昆虫激素

春暖花开季节走进大自然，你将会发现许多有趣的现象：池塘里的小蝌蚪会逐渐发育成青蛙，湖泊中的鸳鸯成双成对地嬉水，蜜蜂飞舞在花丛之中，蚂蚁忙碌地搬运食物……这些奇妙的现象都与动物生命活动的调节有关。

### 昆虫的激素调节(选学)

同学们可能都有过养蚕的经历。和许多其他昆虫一样，雌蚕蛾在与雄蚕蛾交配后产生受精卵，受精卵在适宜的环境条件下发育为幼虫，幼虫逐渐长大并结茧化蛹，最终羽化为成虫(图 2-33)。



图 2-33 家蚕的生殖与发育过程

在家蚕等昆虫的生长发育过程中,昆虫激素发挥着重要作用。昆虫激素(insect hormone)是指由昆虫内分泌器官或某些细胞分泌到体液中或体外,对其他器官或同种其他个体具有特殊作用的化学物质。昆虫激素通常分为内激素和外激素两大类。

内激素是由昆虫的内分泌器官或某些细胞分泌到体液中的一类化学物质,对昆虫自身的生长发育等生命活动起着调节作用。内激素主要有保幼激素、蜕皮激素和脑激素。保幼激素具有保持昆虫幼虫性状、抑制成虫性状出现的作用。蜕皮激素具有调节昆虫蜕皮的作用。脑激素具有调节保幼激素和蜕皮激素分泌的作用。

外激素一般是由昆虫体表腺体分泌到体外的一类挥发性化学物质。外激素通过空气或水等媒介,以化学信号的形式影响和控制同种的其他个体,使它们作出反应。外激素在同种个体之间起着传递化学信息的作用,因此也称为信息激素。信息激素具有吸引异性、确定领地、告警同伴等作用。例如,雌蛾分泌性外激素招引同种雄蛾,雄蛾依靠触角识别性外激素(图 2-34)纷至沓来进行交配。蚂蚁、白蚁、蜜蜂等营社会性生活的昆虫,能够分泌聚集外激素,使社群中的成员聚集在一起;在受到天敌侵袭时,分泌的告警外激素用来向社群中的其他个体报警。



图 2-34 雄蛾依靠触角识别性外激素

### 动物激素在生产中的应用

动物激素在动物体内的合成量极少,因此很难获取大量的动物激素,更无法在生产中大规模地应用。科学家通过研究激素的化学结构,人工合成了相应激素的类似物,这些动物激素类似物能与激素发挥同样的调节作用。当前,在农业、渔业、畜牧业及环境保护等方面,动物激素及其类似物得到了广泛的应用(图 2-35)。



催情激素提高鱼类的受精率

目前使用的催情激素主要有鱼类脑垂体激素、绒毛膜促性腺激素、促黄体生成素释放激素类似物等。鱼类催情激素可诱发鱼类的发情和产卵,提高鱼类的受精率,在鱼类繁殖方面被广泛应用



人工合成的昆虫外激素防治害虫

昆虫外激素可用于农林害虫的防治和监测。例如,在田间施放适量的人工合成的性引诱剂(性外激素类似物),用来干扰雌、雄害虫之间原有的信息联系,阻碍它们之间的正常交配



#### 阉割猪等动物能提高产量

根据性激素的作用机理,阉割猪等动物,可缩短培育周期,提高产量



#### 人工合成的昆虫内激素能提高产量

昆虫内激素可调控昆虫的生长周期。例如,保幼激素能延长家蚕的幼虫期,提高蚕丝的产量

图 2-35 动物激素应用举例

### 积极思维

### 如何提高家蚕的产丝量?

#### 事实:

1. 家蚕在五龄期结束后开始结茧。在养蚕生产中,如果五龄期快结束但仍有较多的桑叶剩余时,就可采用保幼激素使五龄期适当延长,家蚕在多吃桑叶后能提高蚕茧的产丝量。实践表明,恰当地使用保幼激素,能使蚕茧的产丝量增加 5%~15%。
2. 若在五龄期发生桑叶不足的情况,则可采用蜕皮激素提前结束五龄期,使家蚕结茧。

#### 分析:

在家蚕的五龄期一旦发生蚕病,怎样利用激素来减少损失呢?

正确地使用动物激素能促进生产,提高产品的质量和产量。但是,一些养殖单位或个人为了谋取利益,在生产中非法使用某些动物激素,给社会带来了一定的负面影响。例如,一类被称为“瘦肉精”的化合物,一方面能促进动物肌肉特别是骨骼肌中蛋白质的合成,抑制脂肪的合成和积累,使动物生长速度加快,瘦肉相对增加,从而带来更多的经济价值;另一方面,动物饲料中添加的“瘦肉精”会残留在动物体内,人过多地食用含有“瘦肉精”的动物产品后会出现心慌、心悸、颤抖、心动过速等症状。因此,我国法律法规禁止在动物饲料和饮水中使用“瘦肉精”。

一、单项选择题

1. 下列关于昆虫激素的叙述中,错误的是 ( )

- A. 可作用于体内或体外
- B. 可作用于自身或同种其他个体
- C. 都由内分泌器官分泌
- D. 外激素一般由昆虫的体表腺体分泌

2. 高原上有一种昆虫,雌虫的翅和复眼均已退化,生活在草丛下。雌虫释放一种信息激素,雄虫即使在空中飞行也能识别这种激素,并循着它准确地找到雌虫,与之交配。这种信息激素最可能是 ( )

- A. 脑激素
- B. 保幼激素
- C. 蜕皮激素
- D. 性外激素

3. 蜜蜂遇到盗蜜的动物时会分泌一种物质,引导其他蜜蜂一起攻击。这种物质是 ( )

- A. 昆虫内激素
- B. 昆虫外激素
- C. 生长激素
- D. 性激素

4. 下列关于昆虫外激素的描述中,错误的是 ( )

- A. 通过体液传递信息
- B. 通过空气或水传递信息
- C. 影响和控制同种的其他个体
- D. 昆虫外激素又称为信息激素

5. 下列关于动物激素在生产实践中运用的叙述,错误的是 ( )

- A. 合理运用催情激素能够提高鱼类的

受精率

- B. 利用昆虫性外激素能防治害虫
- C. 阉割家畜利于育肥

D. 用蜕皮激素类似物处理家蚕能增加产丝量

6. 当受到天敌侵袭时,蜜蜂会分泌一种激素。这种激素最可能是 ( )

- A. 性外激素
- B. 告警外激素
- C. 追踪外激素
- D. 聚集外激素

7. 菜青虫以油菜叶等为食,其成虫菜粉蝶传粉能提高油菜的产量。几位同学尝试设计了一些方案,既要避免虫害,又要提高油菜的产量。



菜青虫



菜粉蝶

下列选项中,最佳的是 ( )

- A. 给菜青虫喷洒保幼激素
- B. 给菜青虫喷洒蜕皮激素
- C. 给菜粉蝶喷洒保幼激素
- D. 给菜粉蝶喷洒蜕皮激素

二、技能增进题

**资料分析** 一只昆虫释放的性外激素量极微,一般是  $0.005\sim 1\ \mu\text{g}$ 。科学家通过多次实验确认,空气中只要有极微量的昆虫性外激素,就能把几十米、几百米、甚至几千米外的异性昆虫吸引过来。1904年,在一个风雨交加的夜晚,著名的昆虫学家法布尔在丛林深处的黑屋里,把一只雌天蛾关在纱笼中,观察它对其他天蛾的影响。尽管当时风

狂雨骤,还是有40多只同种的雄天蛾不畏风雨飞来交配。分析上述资料,你能得出什么结论?



天蛾

“环境激素”一词是一位美国记者于1996年首先提出来的。她认为环境激素并不直接作为有害物质给动物体带来影响,而是以激素的形式对动物体产生作用。现已查明,它们大多具有类似雌激素的作用,因此又被称为“环境雌激素”。

目前,已经被列入环境激素的化学物质有70多种,包括二噁英(垃圾焚烧产生的剧毒物)、杀虫剂 DDT 以及水银、邻苯二甲酸酯和苯乙烯等。其中,二噁英的毒性是氰化钾的1000倍,它也是一种致癌物。

环境激素对野生动物的生殖具有负面影响。研究表明,环境激素使鸟类的卵壳变薄,从而影响鸟卵的孵化率;水中的环境激素导致了雌雄同体鱼等畸形动物的出现。环境激素对人类的影响主要是导致男性精子数量锐减、精子运动能力低下、精子畸形率上升等。环境激素还导致胎儿畸变和女性患子宫癌、卵巢癌、乳腺癌等疾病的人数上升。

在消除环境激素方面,我们要吸取发达国家的经验,对大型垃圾焚烧厂严格把关,防止因垃圾焚烧产生二噁英。同时,应禁止使用被列入环境激素黑名单中的各种环境激素,加强对食品和环境的检测。



### 走近职业

#### 昆虫学工作者

地球上已经命名的昆虫有100万种以上,其中很多种类与人类的生产和生活有着密切的关系。例如,家蚕为我国的丝绸业发展建功立业,赤眼蜂是一些农作物害虫的天敌,蝗虫给农作物、草原带来极大的危害。昆虫学工作者专门从事昆虫的形态、结构、分类、生理、生态、病理、毒理、遗传等的研究,掌握生长、繁殖等生命活动的规律,以更好地利用有益昆虫和防治有害昆虫。昆虫学工作者一般应具有大学本科以上学历,并有志于昆虫学研究。

(图为昆虫学工作者在野外搭建的临时实验室内工作)

## 第四节 植物生命活动的调节

你可能认为植物对外界环境的刺激不能作出像动物那样的反应。其实,花生、大豆、合欢、酢浆草等植物会在太阳升起时舒展叶片接受光照,夜幕降临时闭合叶片悄悄“入睡”;在 20~25 °C 下,郁金香花冠会徐徐展开,低于 10 °C 时则关闭起来。这些现象都是植物生命活动调节的直观表现。

### 植物生长素的发现

植物生长与光源有着密切的关系。在单侧光的照射下,植物会弯向光源生长,通常把这种现象称为植物的向光性。例如,窗台上盆花的茎会弯向光源生长,向日葵的幼嫩花盘会跟着太阳转动(图 2-36)……大多数人可能没有思考过植物弯向光源生长的原因,但科学家对此进行了不懈的探索。

燕麦和金丝雀藨(yì)草等植物的种子萌发时,在叶片外面包有一种称为胚芽鞘(图 2-37)的结构。许多科学家以胚芽鞘为材料,进行了一系列实验。

1880年,达尔文(C. Darwin)用金丝雀藨草进行了植物向光生长奥秘的探索实验。实验表明,胚芽鞘的尖端不仅具有感光作用,而且可能会产生某种“影响”,这种影响从尖端向下传送,并在单侧光的照射下导致下部的伸长区背光一侧比向光一侧生长快,结果胚芽鞘弯向光源生长(图 2-38)。

### 学习目标

- 阐述生长素的发现过程
- 描述生长素的特性
- 列举其他植物激素和它们的应用价值

### 关键词

植物激素 生长素  
顶端优势



图 2-36 向日葵向着太阳生长

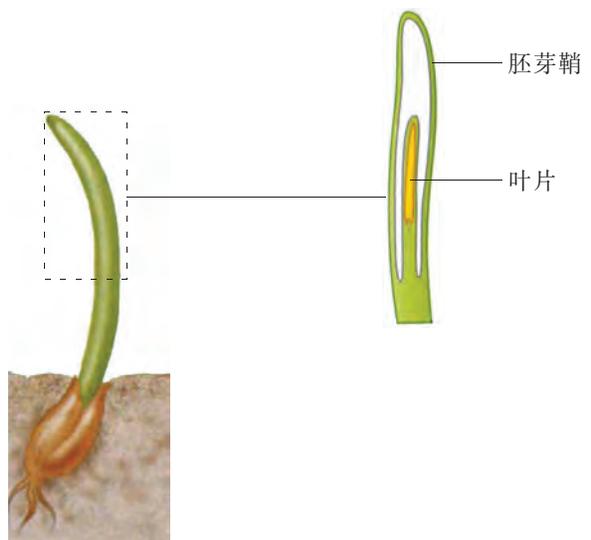


图 2-37 胚芽鞘示意图

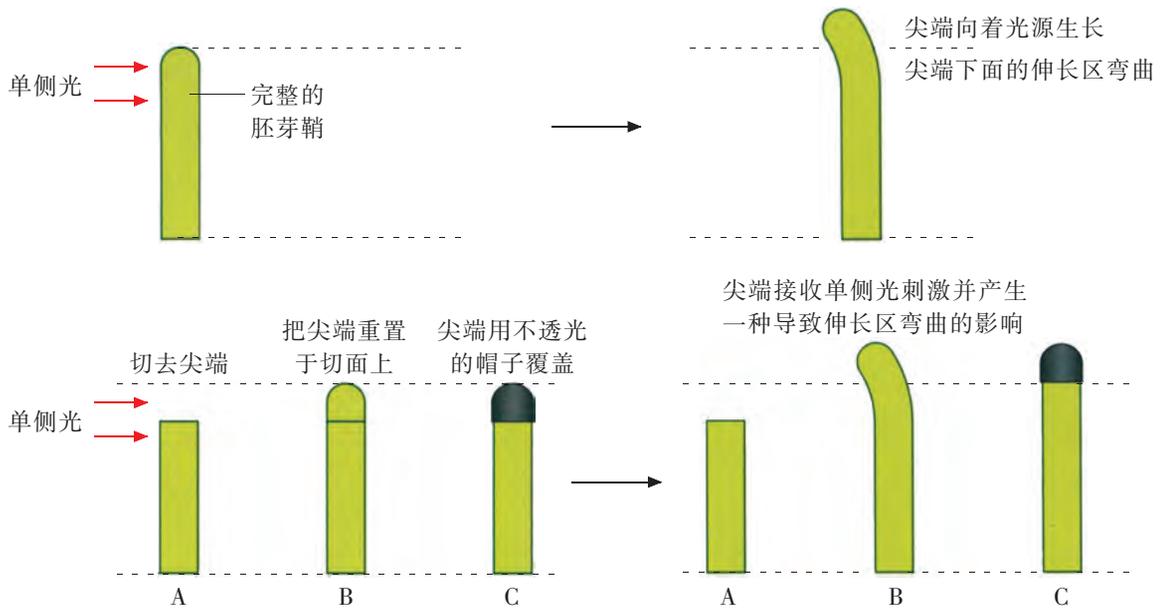


图 2-38 达尔文实验示意图

1910年,詹森(B. Jensen)通过实验证明,琼脂块能让这种影响通过,云母片则不能。这说明胚芽鞘尖端产生的影响,从尖端向下扩散,刺激胚芽鞘下部的伸长区生长(图 2-39)。

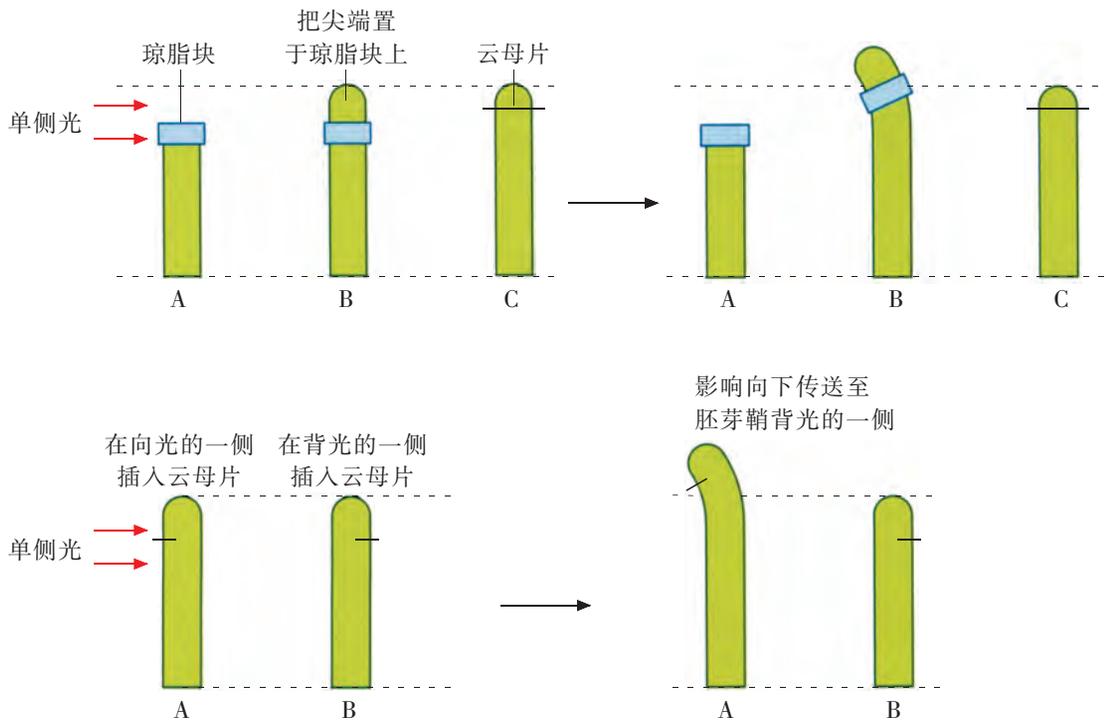


图 2-39 詹森实验示意图

1914年,拜尔(A. Paal)通过实验证明,胚芽鞘的弯曲生长是尖端产生的影响在其下部分布不均匀造成的(图 2-40)。

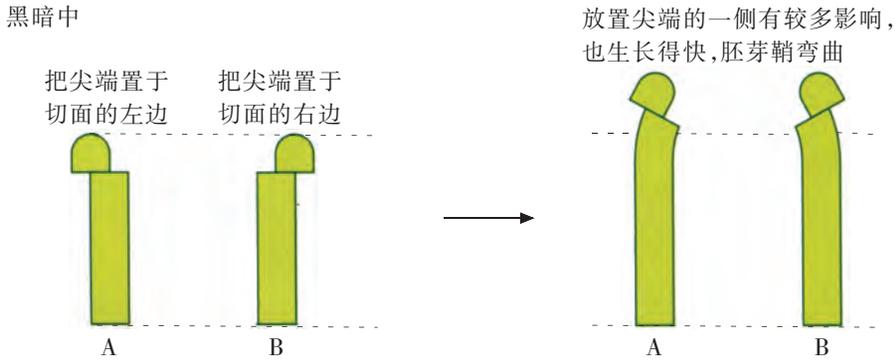


图 2-40 拜尔实验示意图

那么,这种影响究竟是什么? 1928年,荷兰科学家温特(F.W. Went)把切下的燕麦胚芽鞘尖端放在琼脂块上,几小时后,移去胚芽鞘尖端,将琼脂块放在切去尖端的胚芽鞘的切面一侧,置于黑暗中,结果发现胚芽鞘朝向放置琼脂块的对侧弯曲生长;把切下的胚芽鞘尖端先放在插入云母片的琼脂块上,再将琼脂块放在切去尖端的胚芽鞘的切面上,结果胚芽鞘也发生弯曲生长(图 2-41)。这表明,胚芽鞘尖端确实产生了某种促进生长的化学物质,这种物质能从尖端向下运输,并且它的分布受到光的影响。温特将这种促进植物生长的物质命名为生长素(auxin)。

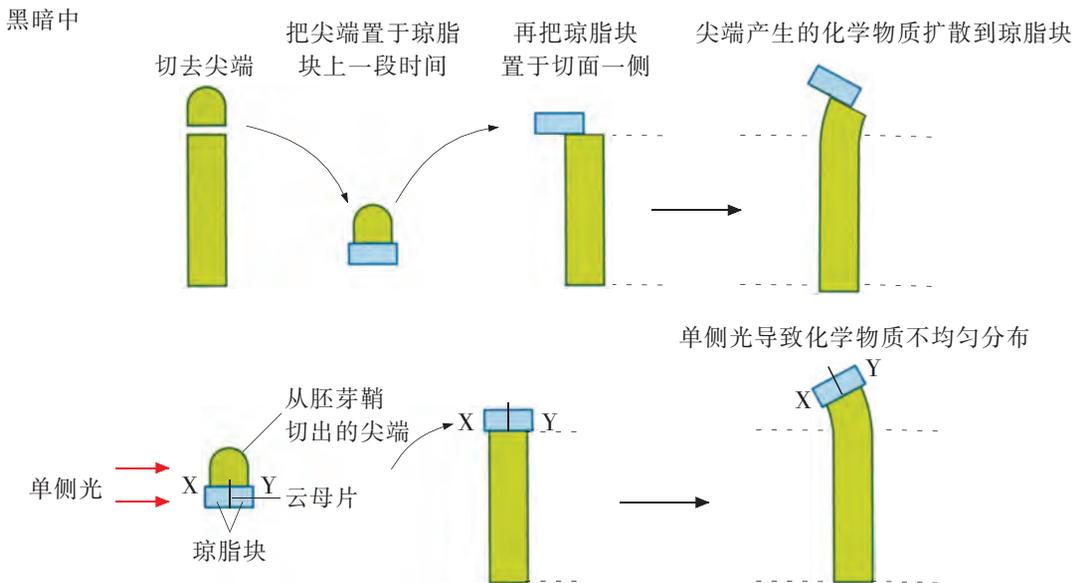


图 2-41 温特实验示意图

1934年,科学家从人的尿液中分离出这种物质,经过鉴定,确定为吲哚乙酸(IAA)。植物在自然生长状况下体内生长素的含量很少,但经过不懈的努力,科学家们终于在1946年从高等植物中成功分离出生长素。

发现生长素的漫长历程,证明了单侧光的照射使得胚芽鞘背光一侧的生长素含量多于向光一侧,造成背光一侧生长快于向光一侧,从而形成植物向光弯曲生长的现象。

## 生长素的特性与生理作用

植物体内生长素合成的部位主要是幼芽、嫩叶和发育中的种子，这些部位中的色氨酸可经过一系列反应转化成生长素。生长素在植物体的各个器官中都有分布，只是分布不均匀，在胚芽鞘、芽与根的顶端分生组织、根与茎的形成层、发育中的果实与种子等生长旺盛的部位分布较多，其他部位相对较少。那么，生长素是怎样从合成部位运输到其他部位的呢？

### 积极思维

### 生长素的极性运输

#### 事实：

为了研究生长素的运输特性，同学们做了如图 2-42 所示的实验。

1. 准备一些燕麦幼苗，切去胚芽鞘尖端和下端，留下中间的一段，分为 A、B 两组。

2. 将含有生长素的琼脂块分别放在 A 组胚芽鞘的形态学上端和 B 组胚芽鞘的形态学下端上，再将两组胚芽鞘放置在不含有生长素的琼脂块上。一段时间后，将每组下部的琼脂块取出，再放在另外准备的切去尖端的燕麦胚芽鞘的形态学上端一侧上。

3. 再经过一段时间，结果发现 A 组胚芽鞘弯曲生长，B 组胚芽鞘不弯曲生长。

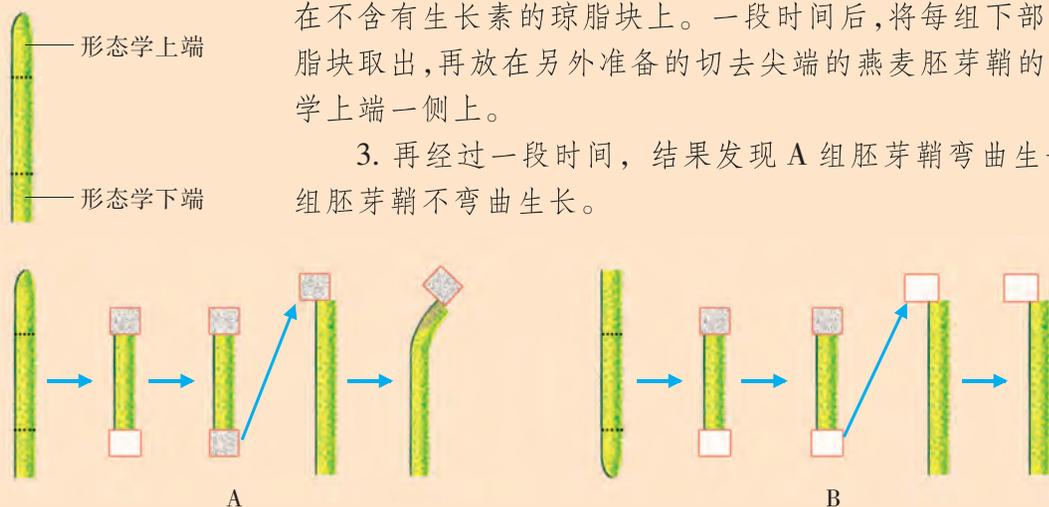


图 2-42 生长素运输特性的实验

#### 分析：

根据上述实验，你能得出什么结论？

由实验可知，生长素只能从植物体的形态学上端向形态学下端运输，而不能逆向运输，即生长素具有极性运输的特性。极性运输是一种主动运输的过程。此外，在成熟组织中，生长素可以通过韧皮部进行非极性运输。

生长素被运输到植物体的各个器官促进植物的生长。那么是不是生长素含量越高就越能促进植物器官的生长呢？其实，生长素对植物生长的调节作用具有两重性，即既能促进植

物生长,又能抑制植物生长。生长素对植物生长的促进和抑制作用与生长素浓度、植物器官种类、细胞年龄等因素有关。一般来说,低浓度的生长素促进植物的生长,而高浓度的生长素抑制植物的生长。同一植物的不同器官对生长素浓度的反应也不同(图 2-43)。在浓度为  $10^{-10}$  mol/L 时,生长素对根生长的促进作用最显著;在浓度为  $10^{-8}$  mol/L 时,生长素对芽生长的促进作用最显著,对根生长已经起抑制作用;在浓度为  $10^{-4}$  mol/L 时,生长素对茎生长的促进作用最显著,对根和芽的生长都起明显的抑制作用。如果再提高生长素浓度,根、芽和茎就会受到伤害,甚至可能导致植物死亡。

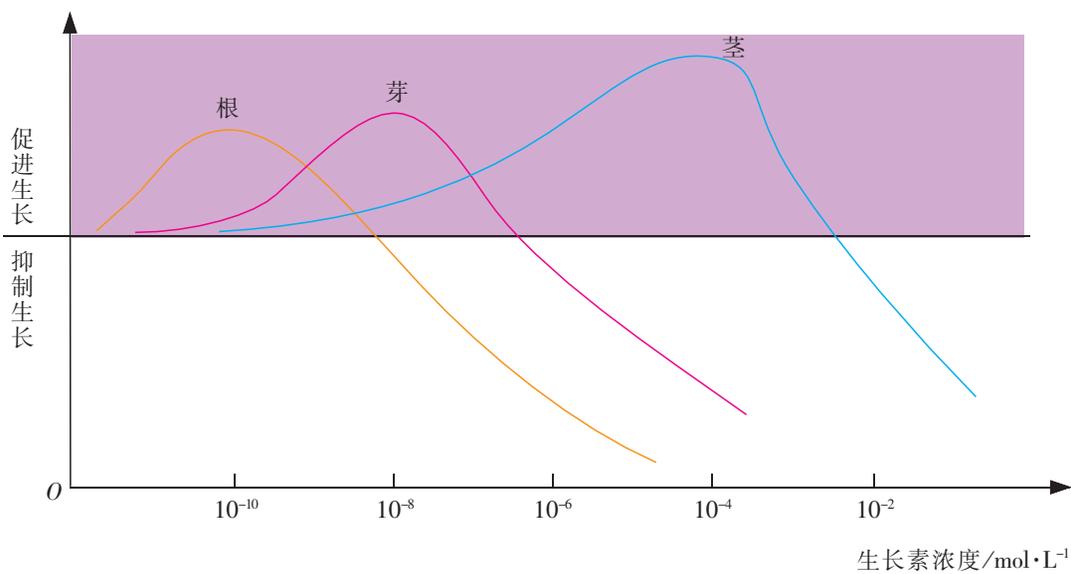
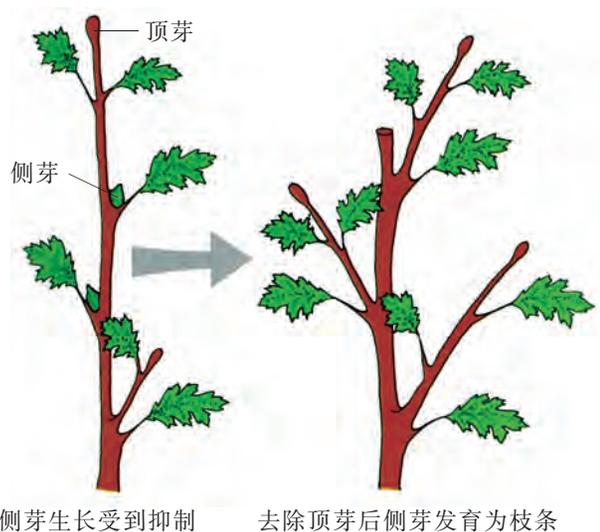


图 2-43 生长素浓度与所起作用的关系示意图

在植物生长中表现出来的顶端优势就与生长素调节生长作用的两重性有关。**顶端优势**(apical dominance)是指植物顶芽优先生长而侧芽受到抑制的现象。产生顶端优势现象的原因主要是,顶芽产生生长素并向下运输,生长素过多地积累在近顶端的侧芽部位,结果抑制该部位侧芽的生长。摘除顶芽后,侧芽部位的生长素浓度降低,侧芽所受的抑制作用就会减弱,侧芽逐渐发育为枝条(图 2-44)。在生产实践中常运用顶端优势的原理,对果树进行修剪,对棉花、番茄等农作物进行摘心,以达到改善株形和增产的目的。



侧芽生长受到抑制 去除顶芽后侧芽发育为枝条

图 2-44 植物顶端优势去除后侧芽生长示意图

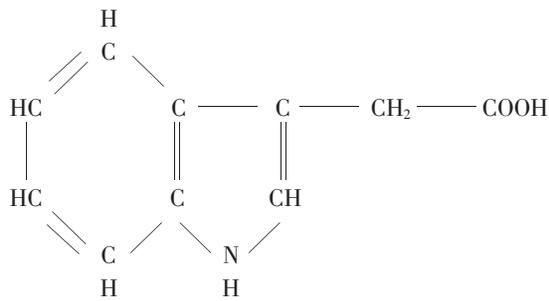


图 2-45 生长素化学结构示意图

人们通常把像生长素这样的由植物体的合成部位产生并运送到作用部位，对植物的生长和发育有显著作用的微量有机物叫做植物激素。自从发现生长素的生理作用并鉴定出它的化学结构(图 2-45)后,科学家陆续发现了其他植物激素及其主要的生理功能。例如,赤霉素(GA)、细胞分裂素(CK)、脱落酸(ABA)和乙烯等植物激素,普遍存在于被子植物体内,并发挥着各自的生理功能(表 2-2)。

表 2-2 其他植物激素及其主要生理功能

名称	合成部位	主要生理功能
赤霉素	主要分布于未成熟的种子、幼芽、幼根等幼嫩组织和器官	促进细胞伸长、植株增高,促进种子萌发和果实生长发育
细胞分裂素	通常分布于根尖、萌发的种子和正在发育的果实等器官	促进细胞分裂,诱导芽分化
脱落酸	在根冠和萎蔫的叶片等器官以及成熟的和衰老的组织中较多	抑制细胞分裂,促进叶片和果实的衰老、脱落
乙烯	广泛存在于多种组织和器官,正在成熟的果实中含量更多	促进果实成熟,促进叶片和果实脱落

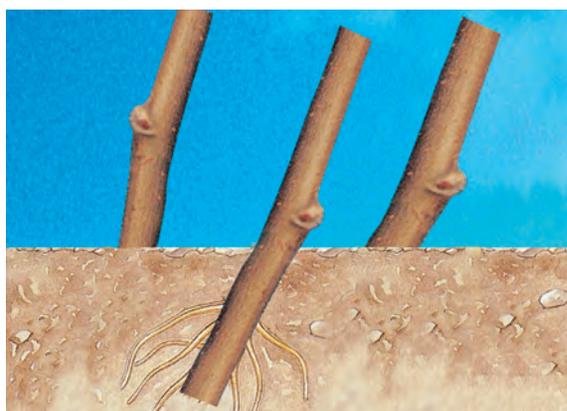
20 世纪 70 年代以来,科学家又发现在植物体内存在一些天然物质,如油菜素(甾体类化合物)等,它们也能调节植物的生长与发育。

在植物生长发育中,不同种类的植物激素大都同时存在于同一株植物体内。任何植物的生理活动都不是受一种激素所控制,而是多种激素相互作用的结果。植物激素之间既有协同作用,又有拮抗作用。例如,生长素、细胞分裂素和赤霉素均有促进生长的效应,而脱落酸抑制生长,能抵消以上三者促进生长的效应。

决定植物某一生理效应的往往不是某一种激素的绝对含量,而是各种激素之间的相对含量。例如,在组织培养中,生长素和细胞分裂素之间不同的配比会影响根和芽的分化:生长素含量比细胞分裂素含量高,有利于根的分化,抑制芽的形成;生长素含量比细胞分裂素含量低,有利于芽的分化,抑制根的形成;生长素含量和细胞分裂素含量相当,有利于愈伤组织的形成。

植物激素在植物体中含量极少,不利于广泛应用。科学家通过化学方法合成和筛选了一些物质,这些物质在结构和功能上与各种植物激素相似,对植物的生长发育有调节作用,因此被称为植物生长调节剂。

植物生长调节剂能被人工大量合成,价格便宜,而且对植物生长发育的调节效果稳定,因此在农业生产中得到了广泛的应用。例如,生长素类似物有吲哚丁酸(IBA)、萘乙酸(NAA)、2,4-二氯苯氧乙酸(2,4-D)等,它们具有促进扦插枝条生根、防止落花落果、促进果实发育、控制性别分化等作用(图 2-46)。



#### 促进扦插枝条生根

用 IBA 和 NAA(10~100 mg/L)处理扦插枝条,可使一些不易生根的植物枝条顺利生根



#### 防止落花落果

在农业生产中,常用 2,4-D(1 mg/L) 或 NAA(10 mg/L)喷洒棉株,以达到保蕾保铃的效果



#### 促进果实发育

在没有授粉的雌蕊柱头上喷洒 2,4-D (10 mg/L),子房能发育成果实,而果实里没有种子,可获得无子的番茄、黄瓜和辣椒等



#### 控制性别分化

黄瓜等植物的花有雌、雄之分。在花芽分化初期,利用 NAA 或 2,4-D(2~5 mg/L)处理花芽,可促进花芽向雌花分化,大幅度提高产量

图 2-46 植物生长调节剂的应用举例

作为一种气体植物激素,乙烯在生产中应用起来很不方便。在生产实践中常用乙烯利,乙烯利是一种人工合成的液化化合物,在 pH 大于 4.1 时会分解成乙烯。用乙烯利的水溶液喷洒植物,乙烯利被植物吸收后,由于植物体的 pH 一般大于 4.1,结果乙烯利分解,释放出乙烯。

## 边做边学

## 乙烯对香蕉的催熟作用

### 实践:

1. 选择若干尚未完全成熟的香蕉,平均分成两组。第一组浸在质量分数为  $2.0 \times 10^{-4}$  的乙烯利溶液中 1 min, 第二组浸在等量的蒸馏水中 1 min。
2. 取出香蕉后分别放入两只塑料袋,扎紧袋口,置于  $25^{\circ}\text{C}$  左右的阴暗处。
3. 每天观察,注意香蕉的颜色和成熟情

况的变化(图 2-47)。



避免皮肤直接接触乙烯利溶液。

### 讨论:

1. 乙烯利对香蕉有催熟作用吗?
2. 在没有乙烯利的情况下,怎样利用成熟的香蕉催熟尚未成熟的香蕉?



图 2-47 乙烯对香蕉的催熟作用实验图

## 历史长河

## 赤霉素的发现

1926 年,日本科学家黑泽英一发现,水稻感染赤霉菌后会出现植株疯长的现象,病株往往比正常的植株高 50% 以上,而结实率大大降低。他把这种植物疾病称之为“恶苗病”。如果将赤霉菌培养基的滤液喷施到健康的水稻幼苗上,这些幼苗没有感染赤霉菌,却表现出了与恶苗病同样的症状。

1938 年,日本科学家从赤霉菌培养基的滤液中分离出这种活性物质,并鉴定了它的化学结构,把它

命名为赤霉酸。

1956 年,科学家发现在高等植物中普遍存在一些类似赤霉酸的物质,并将这类物质统一命名为赤霉素。

赤霉素能促进植物的茎、叶伸长,特别是对矮生植物有明显的促进作用;能代替种子萌发所需要的光照和低温条件,促进种子发芽;能诱导开花,增加瓜类的雌花数,诱导单性结实,提高坐果率,促进果实生长,延缓果实衰老。

**事实:**

1. 植物激素含量极微,但作用效果显著,在促进植物生根、防止植株徒长、矮化株形、防止落花落果、形成无子果实、控制花的性别转化、增加产量等方面有着重要的作用。仅靠天然植物激素难以满足农业上扩大再生产的需要,因此人工合成的一类具有天然植物激素活性的物质应运而生,这就是植物生长调节剂。

2. 应用植物生长调节剂能以很低的成本获得很高的效益,如可使农产品提前上市;可改善作物品质和提高营养价值;可帮助作物抗旱、抗寒、抗逆、抗病,以减少各种灾害损失;可改善果色、果形或果质,提高市场竞争力;可使作物出苗齐,根系旺,生长优势提高。例如,凤梨(菠萝)在培育的第2~5年才开花,而且花期参差不齐。在农业生产上对生长期达14个月以上的植株,无论什么时间喷洒5~10 mg/L的NAA或2,4-D,2个月后植株就能开花。这样既可一次性处理许多凤梨植株(图2-48),使它们的开花、结实、成熟等生殖生长基本保持一致,便于管理和采收果实;又可分期分批处理,使一年内的每个月均有凤梨成熟,避免了一次性采收带来的贮藏保鲜问题。

3. 植物生长调节剂的使用也带来了负面影响。植物生长调节剂的使用效果与浓度、使用时间、使用方法等密切相关。如果使用不当,不仅达不到预期目的,反而会造成损失。例如,一些果农和菜农为了追求高额利润,随意提高激素浓度,致使瓜果蔬菜上的植物生长调节剂残留量超标,引发农产品贸易纠纷。因此,在生产中应规范植物生长调节剂的使用,以适应日趋激烈的农产品竞争环境。

**分析:**

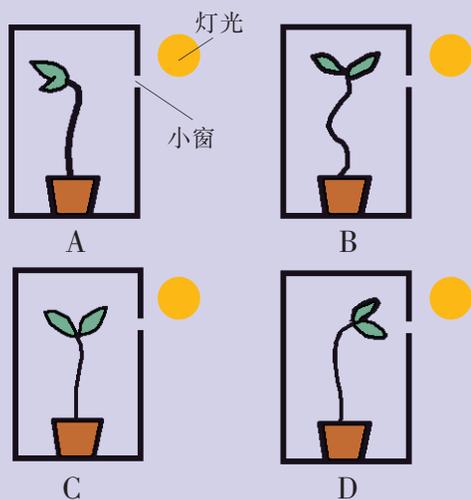
1. 你能举例说出哪些农产品的生产中使用了植物生长调节剂?
2. 如何评价在水果生产过程中使用植物生长调节剂?



图2-48 凤梨

一、单项选择题

- 下列植物结构产生生长素较少的是 ( )  
 A. 顶芽                                      B. 茎的形成层  
 C. 胚芽鞘                                    D. 衰老的叶片
- 植物产生顶端优势的主要原因是 ( )  
 A. 顶芽的营养比侧芽的充足  
 B. 顶芽接受的阳光充足,有利于进行光合作用  
 C. 顶芽产生的生长素多,促进生长  
 D. 顶芽产生的生长素向下运输,积累在侧芽部位,抑制侧芽生长
- 在暗箱内放置一盆幼苗,从固定的光源发出的光由窗口射入暗箱。把整个暗箱放在旋转器上,旋转器每 10 min 匀速旋转一周。一周后幼苗的生长状况是 ( )



- 西瓜摊上常见到歪西瓜,若切开歪西瓜,就能发现向内凹的部位种子发育不良或未发育,其余部位种子正常。这种现象可解释为 ( )  
 A. 种子发育时果实提供的营养不足  
 B. 光照使生长素分布不均的结果  
 C. 受地心引力影响的结果  
 D. 种子产生的生长素影响了果实的发育
- 根据生长素的生理作用,判断生长素类似物不能用于 ( )

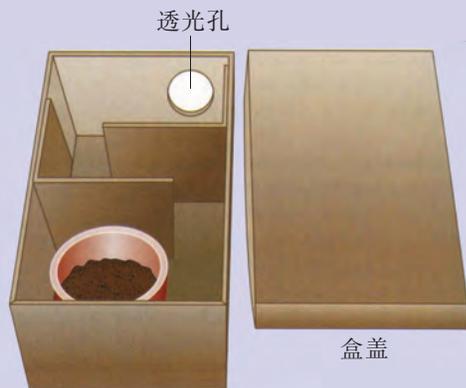
- 月季插枝生根    B. 棉花的保铃  
 C. 培育无子辣椒    D. 促进香蕉成熟
- 某生物学兴趣小组在甲、乙、丙 3 块实验地栽种南瓜时,做了如下处理:对丙地的南瓜不做任何处理,对甲、乙两块地的南瓜在开花前套袋,开花后给甲地南瓜花的雌蕊涂上适宜浓度的生长素类似物溶液,乙地不做处理并一直套袋。最后,会结出无子南瓜的可能是 ( )

- 烟草“打顶”有利于烟叶的产量提高,但“打顶”后侧芽的过快生长也会影响烟草的品质。为了抑制侧芽的生长,应在“打顶”后留下的伤口处施用 ( )

- 生长素类似物    B. 赤霉素  
 C. 细胞分裂素    D. 乙烯利

二、技能增进题

**观察与推理** 蚯蚓爬迷宫的现象一直令人惊讶。有人设计了一个简单的迷宫(右图)来研究植物是否也会“爬迷宫”。将种子播种在迷宫的花盆中,盖上盒盖,花盆中的种子在萌发后会是什么生长状况呢?通过推理,作出回答。推理不一定正确,有时要通过实验验证推理的正确与否。尝试通过实验验证你的推理。



生长素最主要的生理作用是促进植物的生长,但它对茎、芽、根的生长促进作用因浓度的不同而不同。生长素还有促进愈伤组织形成和诱导生根的作用。

生长素能够促进扦插枝条生根,原因是扦插枝条的切口处生长素浓度较高(在自然条件下生长素极性运输的结果),或外加生长素类似物的浸泡。生长素能够改变植物体内营养物质的分配,生长素分布较丰富的部位得到的营养物质就多,形成营养分配中心。因此,叶片进行光合作用制造的营养物质就会源源不断地运到插条的切口处,用于根的分化和生长。

吲哚乙酸纯净物为白色结晶,难溶于水,易溶于乙醇、乙醚等有机溶剂,在光下易被氧化而变为玫瑰红色,生理活性也降低。植物体内的吲哚乙酸,有的呈自由状态,有的呈结合状态,呈自由状态的吲哚乙酸含量很低。

### 提出问题

例如,有的学生关心“采用生长素类似物浸泡扦插枝条真的能促进生根吗”的问题,有的学生怀疑“低浓度的生长素类似物溶液真的能促进植物的生长,而高浓度的生长素类似物溶液真的能抑制植物的生长吗”的问题,有的学生想确定“什么浓度的生长素类似物溶液能促进扦插枝条生根”的问题……

### 推荐器材

选择当地某种主要的绿化树种,采集生长旺盛的一年生枝条若干;烧杯,培养皿,量筒,滴管,玻璃棒;蒸馏水,常用的生长素类似物(如 NAA、2,4-D 或生根粉等)。

### 作出假设

针对自己提出的问题,作出相应的假设。例如,针对“什么浓度的生长素类似物溶液能促进扦插枝条生根”这一问题,作出“采用浓度为  $10^{-10}$  mol/L 的生长素类似物浸泡扦插枝条,确实能促进生根”的假设。

### 设计和实施实验

1. 作为采集枝条的母体植株,应该生长旺盛,无病虫害。作为扦插枝条,一般选择母体植株枝条的中下部,因为枝条的中下部贮藏的养分较多。

2. 根据上述假设和图 2-43,考虑配制几种浓度的生长素类似物溶液。也可查阅相关文献资料,确定配制哪几种浓度的生长素类似物溶液。例如,配制浓度分别为  $10^{-12}$  mol/L、 $10^{-10}$  mol/L、 $10^{-8}$  mol/L 和  $10^{-6}$  mol/L 的生长素类似物溶液。

**建议考虑:**如何配制浓度很低的生长素类似物溶液? 如果没有电子天平,能不能采取多次稀释溶液的方法?

3. 生长素类似物溶液处理扦插枝条的方法很多,下列两类方法比较简便。一是浸泡法,把扦插枝条的基部浸泡在溶液中,深约 3 cm,处理几小时至一天。二是沾蘸法,把扦插枝条的基部在浓度较高的溶液中蘸一下(约 5 s),深约 1.5 cm 即可。

4. 如果采用浸泡法,需将采集的枝条剪切成 5~10 cm 不等的小段,分为 4 组,每组 10 段,对应于配置的 4 种浓度的生长素类似物溶液。插入枝条时注意枝条的形态学上端和下端,不可颠倒,即把形态学下端的切口浸入不同浓度的生长素类似物溶液,插入溶液的深度约为 3 cm。浸泡几小时或 1 天后,将枝条扦插到预先准备好的 4 个花盆中。各花盆盛有相同的潮湿沙砾,花盆放置在遮阴和湿度较高的环境中。

### 得出结论

促进不同树种的枝条生根的生长素类似物溶液的浓度不尽相同。根据实验结果,确定促进你所选择树种的枝条生根的生长素类似物溶液的最适浓度。

## 植物的感性运动



受到刺激前的含羞草



受到刺激后的含羞草  
含羞草的感震运动



苍蝇触动捕蝇草敏感毛



捕蝇草裂片很快闭合起来  
捕蝇草的感震运动



感性运动是指不定向的外界刺激引起的植物整体或局部的运动,一般分为感夜性、感温性和感震性。

许多花的开放和闭合属于感夜性运动。花一般昼开夜闭的较多,但也有少数昼闭夜开的,如印度的睡莲花。花的开闭运动主要是由温度和光照昼夜的变化引起的。例如,郁金香的花瓣对温度变化极为敏感,其下侧细胞的最适温度是 $3\sim 7^{\circ}\text{C}$ ,而上侧细胞的最适温度是 $10\sim 17^{\circ}\text{C}$ ,因此,在温暖的白天,上侧细胞吸水伸长的速率大于下侧,花开放;在较冷的夜晚,下侧细胞吸水伸长的速率大于上侧,则花闭合。

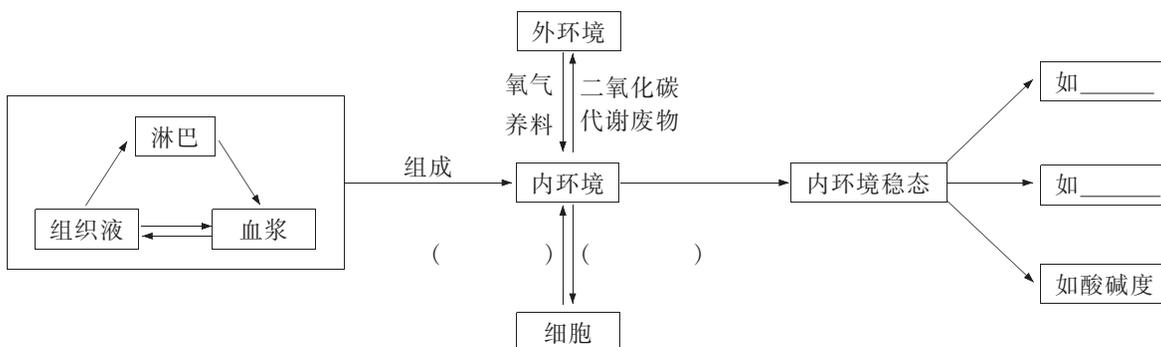
含羞草是最典型的感震植物。为什么含羞草会动呢?这全靠叶片的膨压作用。在含羞草的叶柄基部有一个膨大部分,叫做叶枕,它对刺激的反应最敏感。在叶枕的中心有一个大的维管束,维管束的周围充满着具有许多细胞间隙的薄壁细胞。轻轻碰一下叶片,刺激立即传递到小叶柄基部的叶枕,于是叶枕上半部薄壁细胞里的细胞液被排出,并进入细胞间隙,使叶枕上半部细胞的膨压降低,而下半部薄壁细胞仍保持原来的膨压,结果引起小叶片直立,两小叶片就闭合起来。含羞草的某一叶片在受到刺激做合拢运动的同时,产生一种生物电,将刺激信息很快扩散到其他叶片,其他叶片就跟着依次合拢起来。刺激消失后不久,叶片又会重新张开,恢复原状。

食虫植物(如捕蝇草)的运动也属于感震运动。捕蝇草有一个由双裂片构成的捕蝇器。裂片边缘上有许多尖刺。每个裂片的内表面有3个敏感毛。如果6个敏感毛中有一个被有效触动2次,或一次触动2个以上的敏感毛,裂片就会很快闭合起来。裂片边缘上的尖刺也会互相交错在一起,并且越来越紧。触到敏感毛的昆虫被捕捉后,植物分泌消化液,将昆虫消化吸收掉。

# 本章自主小结

在神经系统和内分泌系统等的调控下,人体会对内环境的各种变化做出相应的调整,使得内环境的温度、渗透压、酸碱度及各种化学成分保持相对稳定的状态,即稳态。稳态是人体对多变的外界环境的适应。人体维持内环境的稳态有赖于反馈调节(包括正反馈和负反馈)。

可以通过编制概念图的方式,对本章内容进行自主小结。



在完成上述有关内环境稳态的概念图的填写后,思考下列问题,并尝试采用概念图等方式对本章的其他内容进行自主小结。

1. 什么叫人体的外环境和内环境?体液包括哪些部分?为什么说人体内环境的稳态维持有赖于反馈(包括正反馈和负反馈)?人体的体温调节是如何完成的?你能举例说出水或无机盐调节的实例吗?什么叫糖尿病?血糖平衡是如何通过调节实现的?你会利用尿糖试纸检测尿糖浓度吗?免疫对人体稳态的维持有何重要意义?你能说出人体免疫系统的组成吗?什么叫特异性免疫?什么叫非特异性免疫?什么叫体液免疫?什么叫细胞免疫?你能举例说出免疫失调引起的疾病吗?为什么我们要关注艾滋病?艾滋病的主要传播途径有哪些?

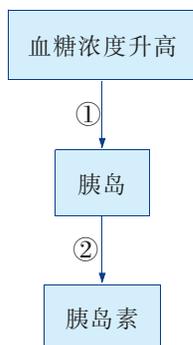
2. 人体神经调节的基本结构和功能单位是什么?什么叫兴奋?什么叫神经冲动?感受器感受刺激产生的兴奋是如何在神经纤维上传导的?兴奋在神经元之间是如何传导的?为什么说有些神经递质起兴奋作用,有些神经递质起抑制作用?为什么兴奋在神经元之间的传导是单向性的?什么是反射?膝跳反射是如何完成的?人脑的高级功能之一是语言功能,它与大脑皮层有什么关系?人体的激素调节与体液调节的关系是怎样的?人体的内分泌腺有哪些?它们分别有哪些主要功能?激素的共同特征是什么?神经调节和激素调节各有什么特点?

3. 昆虫激素调节有哪些特点?在生产上动物激素有哪些具体的应用?为什么要关注动物激素及其类似物的滥用?

4. 你能简要描述人类发现植物生长素的大致过程及主要科学实验吗?什么是生长素的极性运输?如何利用生长素及生长素类似物促进扦插枝条生根?什么是生长素的双重调节作用?什么叫植物的顶端优势?各种植物激素分别有哪些生理功能?它们在生产实践中有哪些应用价值?植物生长调节剂的应用有负面影响吗?

如果有疑问,可以和同学、老师进行探讨,也可以通过图书馆和网络,寻求问题的答案。相信你一定能够正确回答上述问题。

1. 下图是血糖浓度升高后体内发生的主要调节过程示意图,请据图回答。



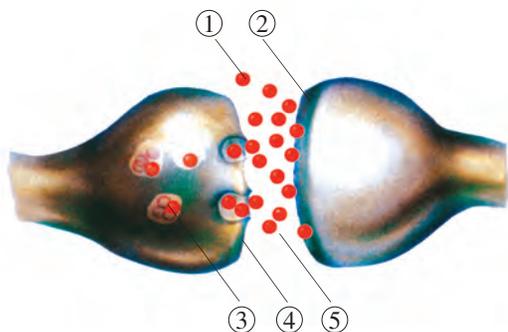
(1) 正常人空腹时测定的血糖浓度范围是\_\_\_\_\_ mmol/L。

(2) 通过图中过程①②来降低血糖的途径属于\_\_\_\_\_调节。

(3) 正常人胰岛素分泌增加时,血糖浓度\_\_\_\_\_;相反,胰高血糖素分泌增加时,血糖浓度\_\_\_\_\_,从而共同维持血糖含量的稳定。

(4) 糖尿病患者总会感觉饥饿而多食,原因是\_\_\_\_\_。

2. 下图是突触模式图,请据图回答。(在括号内填写标号)



(1) 突触是由[ ]\_\_\_\_\_、[ ]\_\_\_\_\_和[ ]\_\_\_\_\_构成的。兴奋传导的方向是由\_\_\_\_\_传向\_\_\_\_\_。

(2) ③是\_\_\_\_\_,内含的化学物质称为\_\_\_\_\_,这些物质可作用于[ ]\_\_\_\_\_,使另一个神经元发生兴奋或抑制。神经元之间兴奋的传导是\_\_\_\_\_的。

3. 下列是采用动物实验法和临床观察法研究甲状腺功能的实验记录,请回答问题。

实验一:用甲状腺腺体制剂饲喂蝌蚪,结果蝌蚪发育加快,体型小。

实验二:摘除成年狗的甲状腺,结果成年狗食欲不振、臃肿、呆笨、萎靡。

实验三:摘除小狗的甲状腺,结果除与实验二相似的症状外,小狗发育停止。

临床四:地方性甲状腺肿的症状是腺体肿大,劳动时心跳快、气短,食盐加碘可防治。

临床五:呆小症的症状是矮小、低智力,性器官发育不全。孕妇缺碘会导致幼儿患呆小症。

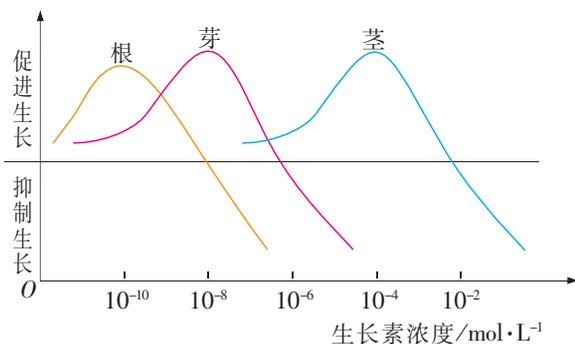
临床六:甲亢的症状是基础代谢率过高,神经系统兴奋性过高。

(1) 根据一、三、五的结果,可推知甲状腺的分泌物具有\_\_\_\_\_的功能。

(2) 根据二、三、六的结果,可推知甲状腺的分泌物还具有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的功能。

(3) 根据四、五的结果,可以断定\_\_\_\_\_是甲状腺分泌活动不可缺少的原料。

4. 请根据下图回答相关问题。



(1) 促进根、芽、茎生长的最适浓度依次是\_\_\_\_\_。

(2) 在浓度为  $10^{-8}$  mol/L 时,生长素对根、芽、茎的作用分别是\_\_\_\_\_。

(3) 从 3 条曲线可以看出,对生长素最敏感的器官是\_\_\_\_\_。

(4) 要培育无根豆芽,配制生长素溶液的最适浓度是\_\_\_\_\_。