

Change Log

20260114

1. 增加本模块；
2. “有效滤过压”各阶分对其计算式进行纠正；p4
3. “组织水肿”处对“通透性”批注删除；p6
4. “神经元”各阶分对有髓鞘细胞图片加以圈注，区分有髓鞘与无髓鞘神经纤维；p7
5. “甲状腺激素”各阶分对成年后过多和不足的症状的纠正；p13
6. 修改各阶分不易引起理解的错误，同时修改各阶分表述以阐明意图。

20260116 三校

1. “细胞免疫”各阶分Tc信息识别的描述纠正。

有时间就去看PPT

《生物I》这门课程的大主题为"稳态与调节，生态与环境"

前半部分个体层面的稳态部分有很多文字，正常写的是课上知识点，为了让材料更连贯易懂，使用这个颜色的笔在旁解释前因后果。后半部分因为大部分内容与初中生物相同，所以只用大量PPT截图作介绍。

一千多页PPT，浏览完大概得一小时，所以考前突击至少留好两小时的时间

根据使用反馈，建议对照PPT看这份笔记

笔记注释PPT，PPT中图片形象化笔记

课程信息：3学分，40%+60%

生物I知识框架

稳态与调节·生态与环境

一. 个体水平的稳态

1. 人体的内环境与稳态

(1) 内环境 (2) 神经调节 (3) 体液调节 (4) 免疫调节

2. 植物生命活动的调节

二. 群体水平的稳态

1. 种群及其动态

2. 群落及其演替

3. 生态系统及其稳定性

4. 人与环境

整理·个体水平的稳态

一.

1. 人体内环境

机体细胞所生活的液体环境

(1) 人体内环境=细胞外液=血浆+组织液+淋巴液

体液 {(⅓)细胞外液 {血浆 / 组织液 / 淋巴液
(⅔)细胞内液}
(人体内各种以水为基础的液体)

①血浆：血液=血细胞+血浆 → 去除纤维蛋白原

血液加入抗凝剂后得到血清与血凝块

凝血机理：受损细胞与血小板等释放凝血因子 → 凝血酶被激活
→ 促进纤维蛋白原合成纤维蛋白 → 纤维蛋白包绕血小板等
→ 形成止血栓 → 受损部位止血

②组织液：存在于组织细胞间隙的液体

③淋巴液：存在于淋巴管内部的液体

毛细血管特点
①分布广泛 ②管壁薄
③管径小(单细胞) ④流速慢

(2) 细胞外液各部分之间的转化(微循环)

① 毛细血管动脉端压力 > 组织液压力 > 毛细淋巴管压力 > 静脉压力

因此体液流动：

血管 —100%→ 组织液 —10%→ 淋巴管
血管 ←90%— 组织液 ←10%— 淋巴管
(血管壁) (组织细胞膜) (淋巴管壁)

有效滤过压=毛细血管压-血浆胶体渗透压(正比于蛋白浓度)
+组织液胶体渗透压-组织液静水压

(体液流动的动力)

②组织水肿

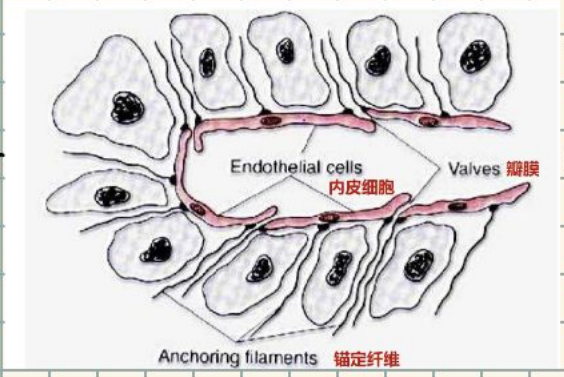
机体受刺激 → 血管通透性增加 → 血浆蛋白渗出

→ 血浆胶体渗透压↓ 组织液胶体渗透压↑ → 水自血浆渗入组织液

→ 组织液增加 → 组织水肿

③淋巴系统促成的组织液回流

毛细淋巴管通透性强，大分子易进难出



营养物质进入→流至淋巴管末端锁骨下静脉→汇入血浆

→实现10%组织液回流

人体淋巴循环中，右淋巴导管：收集右上半身淋巴液汇入右锁骨下静脉

胸导管：收集下半身与左上半身淋巴液汇入左锁骨下静脉

(3) 内环境理化性质 ——含量依次降低→

①细胞外液主要成分（水、蛋白质、无机盐、葡萄糖、激素）

②血浆渗透压 { 晶体渗透压，细胞内外，控制无机盐等
胶体渗透压，血管内外，控制血浆蛋白等

溶液浓度↑⇒渗透压↑

通常值 770kPa 淋巴液、组织液蛋白含量少，通常 3.3kPa

③血浆酸碱度，近中性，7.35~7.45

依靠缓冲电对维持如 HCO_3^-与H_2CO_3、HPO_4^{2-}与$H_2PO_4^-$等

④温度，人体细胞外液一般维持在 37℃

(4) 内外环境间物质交换

外界⇔八大系统⇔循环系统⇔内环境⇔细胞

(5) 内环境始终动态变化保持稳态

正常机体通过调节作用，使各个器官、系统协调活动，共同维持内环境的相对稳定状态叫做稳态。

主要依靠 神经-体液-免疫调节网络实现

稳态被破坏 → 病态

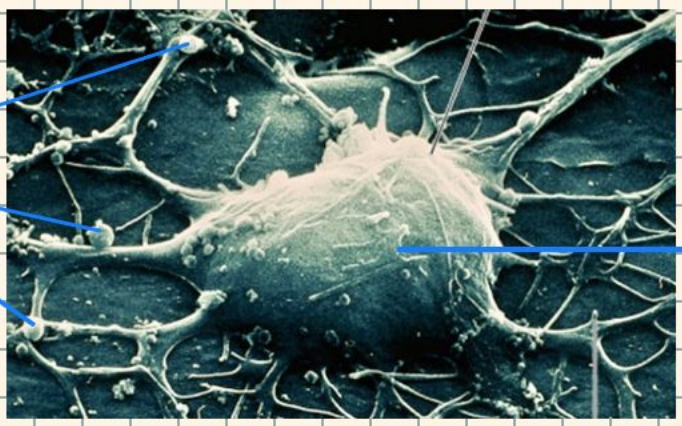
遗传病、传染病都与内环境成分变化无关

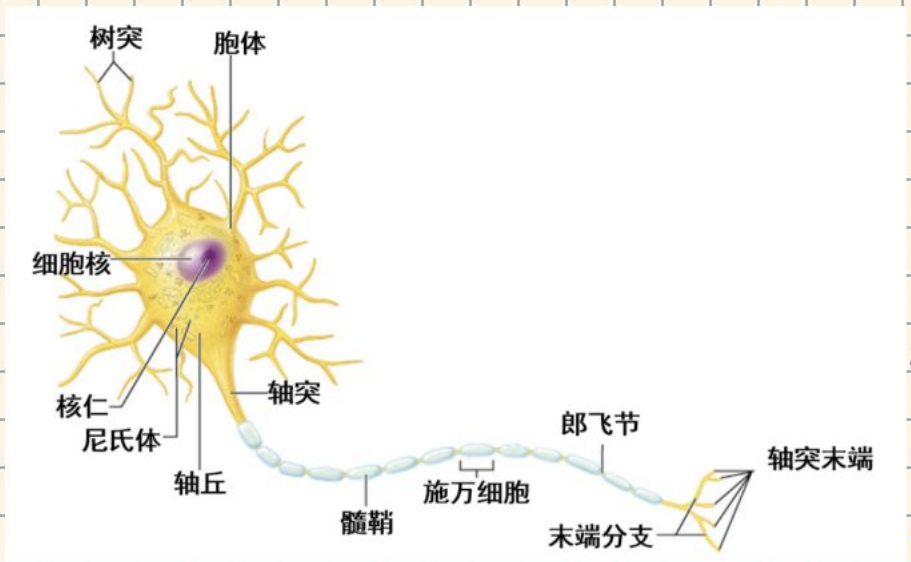
2. 神经调节

(1) 神经系统构成

- 中枢神经系统 CNS
  - 脑
  - 脊髓
- 外周神经系统 PNS
  - 脑神经
  - 脊神经

① 神经系统基本细胞（神经元与神经胶质细胞）

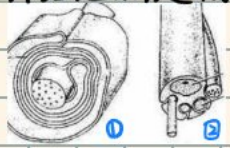




尼氏体：很多粗面内质网 供生成神经递质

可根据细胞状态来增减数量，是神经元功能状态的标志

施万细胞：作外周神经系统神经元的髓鞘



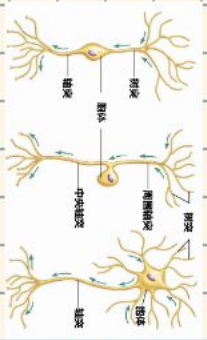
中枢神经系统的有髓神经纤维常以少量少突胶质细胞作髓鞘

郎飞节：轴突裸露的部分

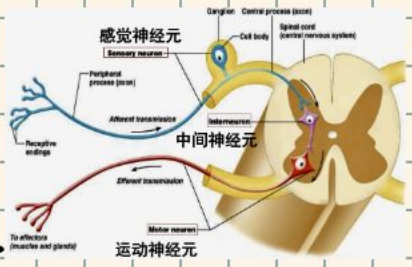
髓鞘：包在轴突外面的脂质双层结构，高度绝缘

神经元分类

- 双极神经元
- 单极神经元
- 多极神经元

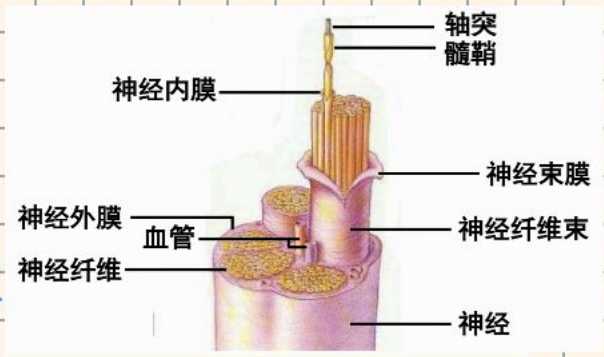


- 感觉神经元
- 中间神经元
- 运动神经元



②

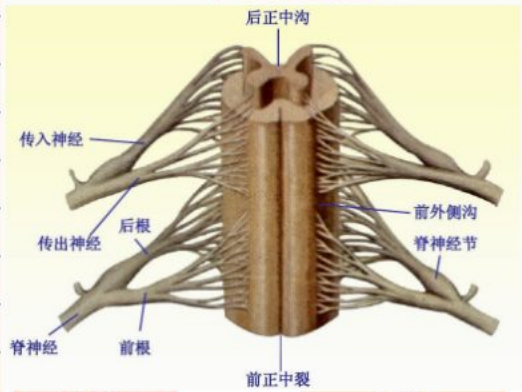
神经元
- 胞体 —集中→ 神经节
- 轴突 —包裹聚集→ 神经纤维
- 聚集 → 神经纤维束 —聚集→ 神经



③ 神经系统

(i) 脊髓 内灰 胞体与树突

外白 神经纤维

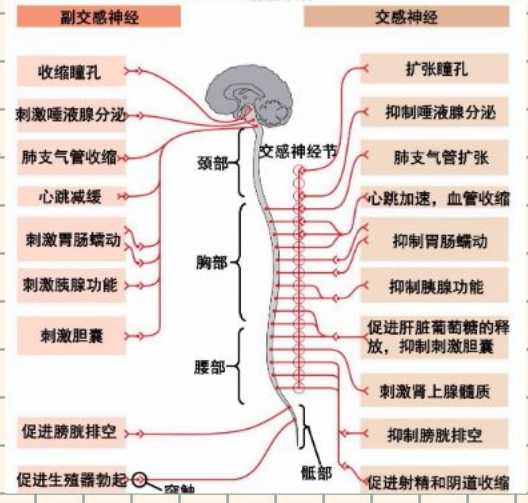


(ii) 脊神经

脊神经共31对，每对通过前根或后根与脊髓相连

运动性 感觉性

- 传入神经
- 传出神经
  - 运动神经系统
  - 自主神经系统
    - … 交感神经 紧张状态下，心跳加快，支气管扩张，胃肠功能减弱
    - … 副交感神经 安静状态下，与交感神经表现相反
    - … 肠神经 "第二大脑"



(iii) 脑神经，共12对，除迷走神经外都分布于头面部

感觉：嗅、视、位听／运动：动眼、滑车、展、副、舌下／混合：三叉、面、舌咽、迷走

(iv) 脑

a. 小脑：协调人体运动，维持身体平衡，参与学习和记忆运动技能

b. 脑干：连接脊髓和脑的重要通路；维持生命，包括调节呼吸、心脏活动等

脑干可接收和整合感觉信息，与大脑一起控制眼球运动

上丘（脑）分泌视觉反射，控制眼球同期

c. 间脑：包含下丘脑，下丘脑是体温调节中枢，同时控制生物节律

d. 大脑：外灰内白，大脑皮层是调节机体活动的最高级中枢

e. 大脑有左右两个半球，通过胼胝体相连。

裂脑人实验：

语言功能障碍：

失写症（不能写字），书写言语区（Write）

失读症（不能看懂文字），视觉言语区（Vision）

运动性失语症（不能讲话），运动言语区（Speak）

听觉性失语症（不能听懂话），听觉言语区（Hear）

左脑控制：右方视听，右方肢体动作，运动言语区（布洛卡区）

右脑控制：左方视听，左方肢体动作，触摸分析

f. 情绪、学习与记忆：

情绪与感受中心：杏仁核（间脑中）及大脑边缘系统

学习：神经元建立新的连接，或加强原有连接

记忆短期记忆与辅助形成长期记忆：海马体（间脑中）

(v) 神经调节的基本方式

①反射：神经系统参与下，机体对内外环境的规律性应答反应

感受器 传入神经 中枢神经 传出神经 效应器

		非条件反射	条件反射
区别		先天的，	后天习得的
		由非条件刺激即直接刺激引起	由条件刺激即信号刺激引起
		无需大脑皮层，通过皮层下各级中枢就可形成	主要中枢部位在大脑皮层
		属于低级的神经活动	属于高级的神经活动
		数量有限	数量无限
		终生的，固定的	暂时的，可建立也可消退
		生存的根本保证	扩大了适应能力
联系		条件反射以非条件反射为基础； 条件反射和非条件反射共同作用，使生物更好适应环境	

②兴奋在神经纤维上的传导

兴奋以电信号形式沿着神经纤维传导，又称神经冲动。

机理：(i) 静息状态下，膜内外存在电势差，内负外正，称为极化状态。

静息状态下，细胞膜对K^+通透性大，对Na^+与Cl^-通透性小

且正常状态下，膜内K^+浓度高，膜外Na^+与Cl^-浓度高，

故K^+顺浓度梯度向外扩散，当其与电位差阻力平衡时，内负外正

(ii) 细胞受刺激时，Na^+通道开启，K^+通道关闭，Na^+内流，去极化

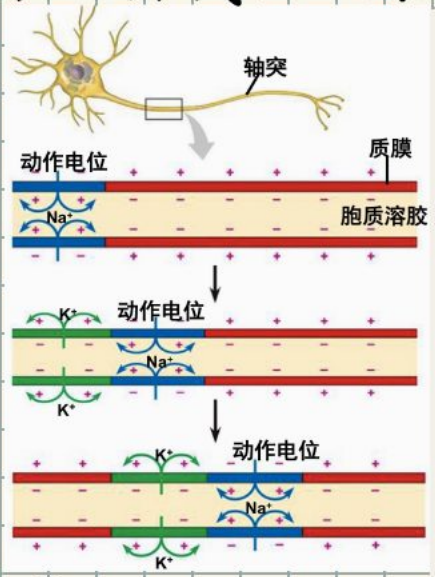
(iii) 电位上升至阈值时，更多Na^+通道开启，动作电位与局部电流产生，电位差变为内正外负，直至浓度差与电位差平衡，称为反极化

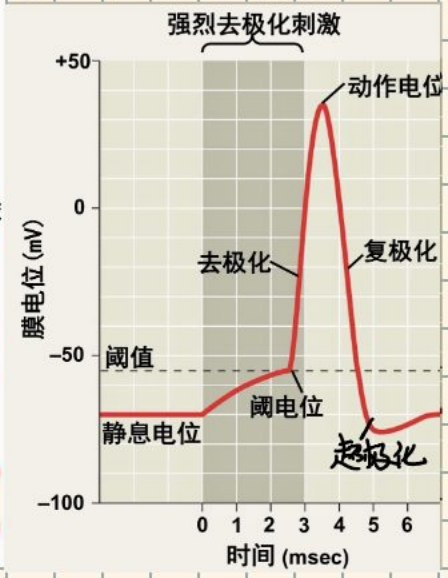
(iv) K^+通道开启，Na^+通道关闭，恢复至静息电位，复极化

(v) 膜内外电位差增大，超极化

由于局部电流尚未传走，使极化状态增强以防反复兴奋

(vi) 因局部电流的产生，此次刺激以电信号形式向神经末端传导





兴奋传导：

完整性

绝缘性

在体单向，离体双向

相对不疲劳

传导速度 有髓大的传导快

有髓 比 无髓快

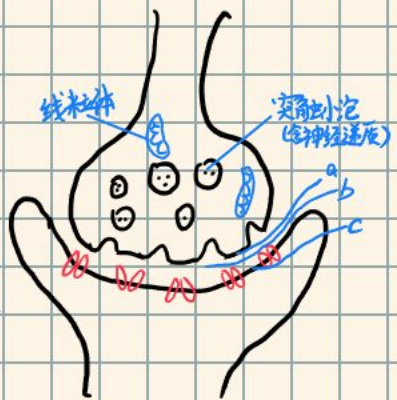
跳跃传导 连续传导

③兴奋在神经元之间传递

神经元之间的兴奋传递依靠突触

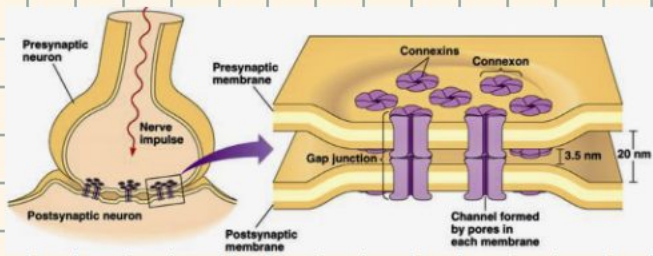
突触包括突触前膜，突触间隙，突触后膜

a b c



电突触：神经冲动由电信号直接传导

双向传递，不需神经递质



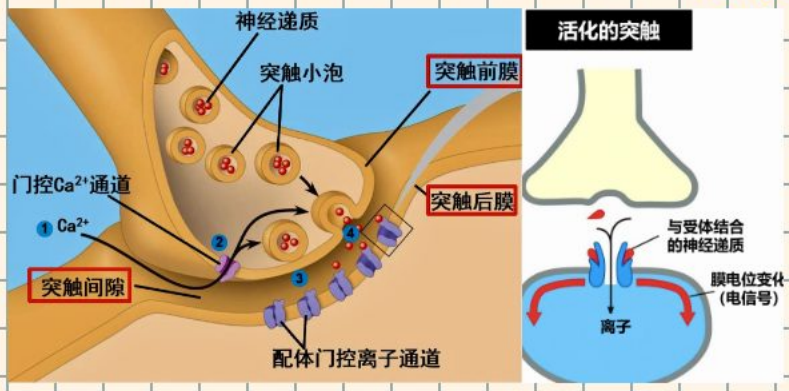
化学突触（依靠神经递质）← 实质为蛋白质

机理：(i) 电信号传来，电压门控 Ca^{2+} 通道打开，Ca^{2+} 大量内流

(ii) Ca^{2+} 促进突触小泡与突触前膜的信息锚定，使其胞吐

(iii) 突触小泡中的神经递质进入间隙，自由扩散，与间隙内受体结合，再与配体门控离子通道识别，产生电信号

(iv) 结束后，递质回到间隙中被酶分解失活。（与超极化时间一致）



兴奋传递过程

电信号→化学信号→电信号

化学突触可分类：

(i) 兴奋性突触：接受化学信号后，打开 Na^+ 通道，促进兴奋

(ii) 抑制性突触：接受化学信号后，打开 Cl^- 通道，只有更强刺激才可兴奋

常见神经递质：

(i) 兴奋性：乙酰胆碱，5-羟色胺

(ii) 抑制性：神经肽，甘氨酸

兴奋经突触传递特点：单向，时间较长（0.3ms~0.5ms），对内环境变化及药物敏感

↓

{ 递质扩散，需要一定时间才能和受体结合
{ 前膜多次电信号才可能产生一次化学信号

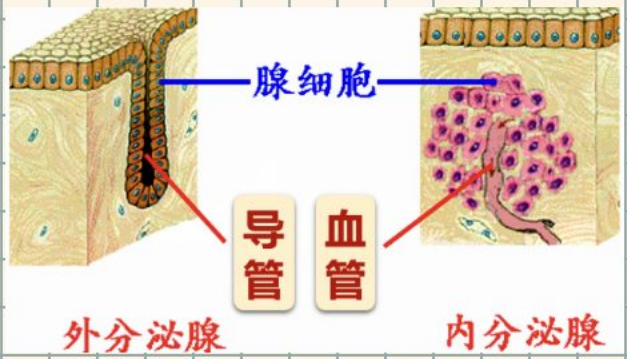
④ 神经系统的分级调节

传入神经→外周神经→中枢神经，大脑→脊髓→外周→传出

3.体液调节

(1)分泌腺

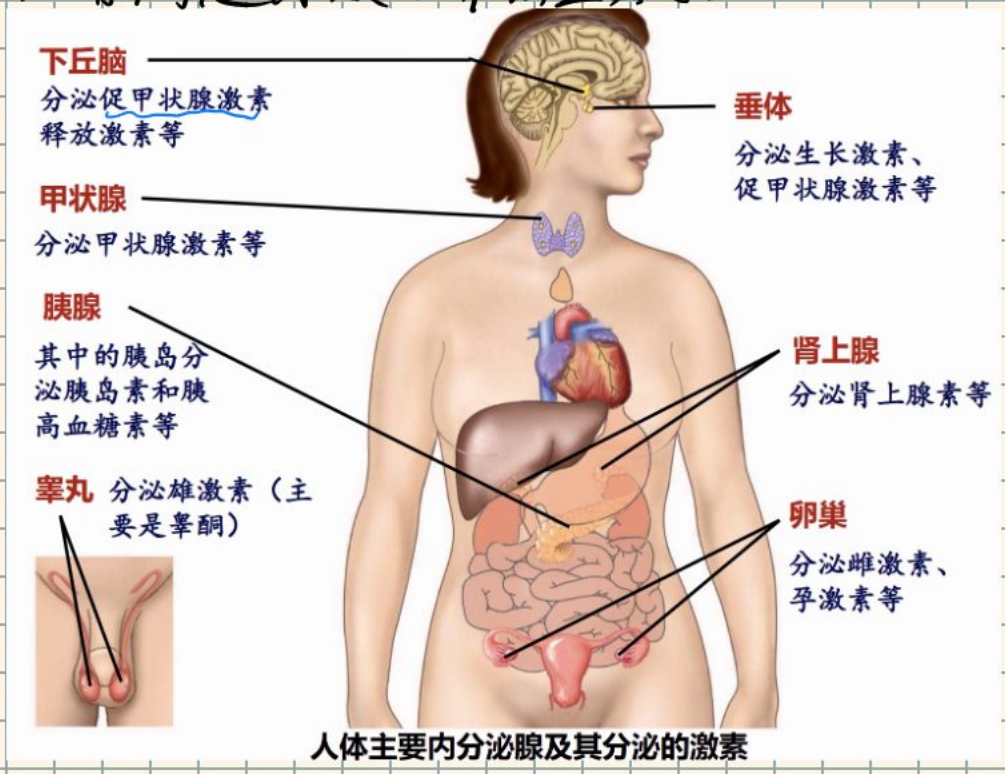
外分泌腺：
腺体内有导管，分泌物通过导管排出，如消化腺、汗腺、皮脂腺。
内分泌腺：
腺体内无导管，分泌物直接进入体内的毛细血管，随着血液循环运输到全身，如垂体、甲状腺、胸腺、胰岛等。



(2)激素

激素：
由特定细胞分泌的对靶细胞的物质代谢或生理功能起调控作用的一类微量有机分子。
激素调节：
由内分泌器官（或细胞）分泌的化学物质（激素）进行的调节，通过体液作用于特定的靶器官或靶细胞，基本调节机制是反馈。

激素调节是体液调节的主要内容



人体主要内分泌腺及其分泌的激素

几种重要激素

①甲状腺激素

(i) 生理作用：促进生长发育，促进神经系统兴奋与新陈代谢

可在寒冷天气控制体温

(ii) 幼年时不足：呆小症（身体与心智均受影响）

(iii) 成年后不足：甲状腺功能低下

过多：甲亢

(iv) 食物中缺碘：地方性甲状腺肿

②生长激素

(i) 分泌腺体：垂体

(ii) 生理作用：促进生长发育

(iii) 幼年时不足：侏儒症

过多：巨人症

(iv) 成年后过多：肢端肥大症

③性激素

生理作用：促进生殖器官生长发育

激发并维持第二性征

(3) 以血糖为例解释体液调节过程



胰岛中还有5%D细胞分泌抑生长素，极少量PP细胞分泌抑消化素

①血糖升高 → 胰岛B细胞（75%）分泌胰岛素 → 促进细胞摄取利用葡萄糖，促进葡萄糖原、蛋白质、脂肪的合成，抑制非糖物质向葡萄糖转化 → 血糖降低

②血糖降低 → 胰岛A细胞（20%）分泌胰高血糖素 → 抑制细胞摄取利用葡萄糖，促进葡萄糖原、蛋白质、脂肪的分解，促进非糖物质向葡萄糖转化 → 血糖升高

在两过程中，肾上腺分泌肾上腺素，促进血糖升高，故其对①拮抗作用

对②协同作用（条件是同一生理效应）

(4) 神经调节辅助体液调节

外界温度变化→传入神经→下丘脑→传出神经→甲状腺

➢ 正反馈：促进原来生命活动。
如：分娩过程、血液凝固过程……

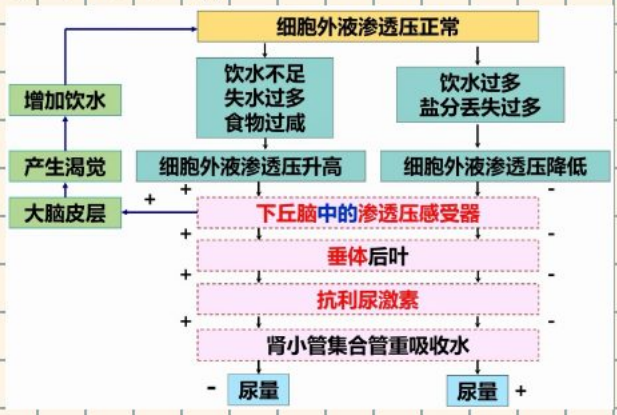
➢ 负反馈：抑制原来生命活动。
如：血糖调节、血压调节……

(5) 平衡调节举例

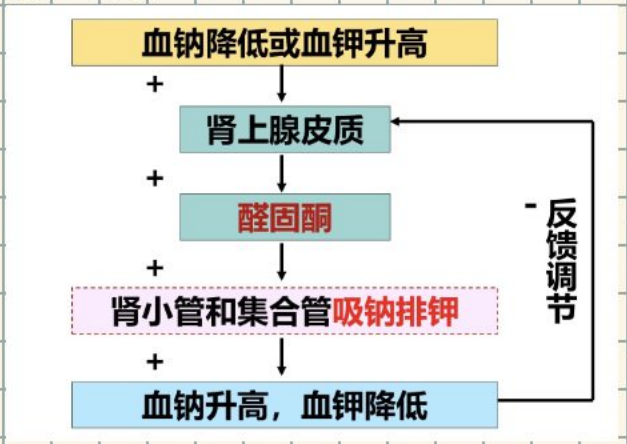
①体温调节



②水平衡调节



③盐平衡



体内物质	来源	排出	调节
水平衡	①饮水 ②食物中的水 ③代谢产生的水	①肾脏排尿 ②皮肤排汗 ③肺排水汽 ④大肠排便	①神经调节 ②抗利尿激素调节
钠盐平衡	食物 不吃不排	①肾脏排尿 ②皮肤排汗 ③大肠排便	醛固酮调节
钾盐平衡	食物 不吃也排	①肾脏排尿 ②大肠排便	醛固酮调节

(6) 激素调节的特点

① 通过体液进行运输

② 作用于靶器官，靶细胞

③ 作为信使传递信息

④ 微量高效

		神经调节	体液调节
区别	作用途径	反射弧	体液运输
	反应速度	迅速、准确	缓慢
	作用时间	短暂	较长
	作用范围	比较局限	比较广泛
联系	1.大多数内分泌腺受中枢神经系统的控制 2.内分泌腺分泌的激素可以影响神经系统的功能		

4. 免疫调节

(1) 人体免疫机制的前两道防线（先天性免疫）

① 体表（皮肤粘膜），对外来物进行机械阻挡（物理），对皮肤表面进行清洁（化学），皮肤粘膜分泌物可杀死皮肤等湿润皮肤。

② 非特异性免疫，由吞噬和吞噬细胞对外来抗原进行无差别清除（非特异性免疫蛋白对抗抗体）

除此之外，补体，溶菌酶，干扰素等也会起作用，会有局部性炎症反应（抑制病毒复制增殖）

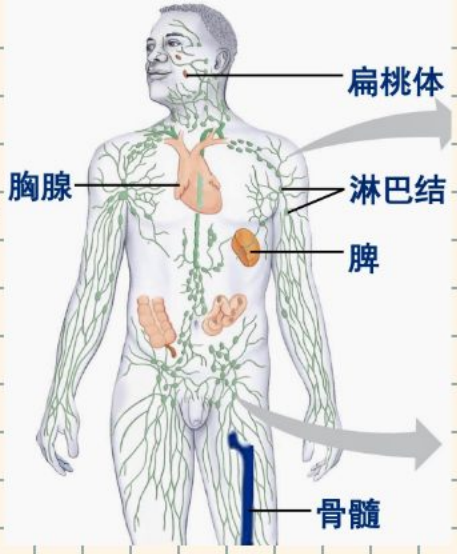
(2) 免疫系统的组成

① 免疫器官

骨髓、胸腺、脾、淋巴结、扁桃体等

中枢免疫器官（免疫细胞生成、分化）

外周免疫器官（成熟免疫细胞定居处）



② 免疫细胞

(i) 树突状细胞、巨噬细胞：呈递抗原，吞噬

(ii) T淋巴细胞（成熟于胸腺，占淋巴细胞75%）

a. 细胞毒性T细胞（T_C）（也称效应T细胞）：攻击作用，激活后大量增殖

受MHC I识别限制，表面仅含CD8分子来分化抗原

b. 辅助性T细胞（T_h）：（通风报信）协助淋巴细胞识别抗原

受MHC II识别限制，表面仅含CD4分子来分化抗原

c. 调节性T细胞（T_{reg}）：抑制过度的免疫反应，防止自身免疫病

d. 自然杀伤T细胞（NKT）：同时表达NK和T的表面标志物

(iii) B淋巴细胞（成熟于胸腺，占淋巴细胞10%~15%）

a. 浆细胞（也称效应B细胞）：高效合成、分泌所需抗体（糖蛋白），其内质网发达

b. 记忆性B细胞：保留此次应答中识别信息，参与再循环

提高下次免疫应答速度

(iv) 自然杀伤细胞（NK）：10%，主要产自骨髓，直接攻击异常细胞

(v) 抗原呈递细胞：通过摄取外来物来识别其抗原MHC信息

并向其他免疫细胞呈递。

③ 免疫活性物质：抗体、细胞因子、溶菌酶等

抗体：外来异物结合后会使其聚集，而后被吞噬

(3) 免疫应答

① 体液免疫 (当病菌穿过前两道防线后)

(i) 病原体进入

(ii) a. 一部分与B细胞接触, 使B细胞得到信号A

b. 一部分与呈递细胞接触, 抗原信息被提取并呈递给Th, Th表面部分分子发生变化, 与B细胞接触, 使B细胞得到信号B.

(iii) B细胞得到信号AB后, 经分裂分化, 得到大量特异性浆细胞与记忆性B细胞

(iv) 浆细胞分泌大量抗体, 抑制病原体的繁殖或与其与人体细胞的接触

△ (v) 二次应答时, 呈递信息接触到记忆性B细胞后, B细胞可快速应答, 分裂分化并释放抗体, 无需其他识别环节

② 细胞免疫 (当病原体进入细胞内时)

(i) 病原体进入细胞内, 该细胞将对应MHC信息表达在表面

(ii) a. 该靶细胞变化的信息由抗原呈递细胞摄取, 并呈递给Th, 活化的Th发生特异性变化, 与Tc接触后使Tc得到信号B

b. Tc细胞通过CD8TCR直接与靶细胞接触, 并获得其MHCI信息后得到信号A, Tc细胞活化

(iii) a. Tc细胞活化后分裂分化得更多特异性Tc细胞与记忆性T细胞使其在体液识别并消除更多同样被感染的细胞

b. Tc细胞释放细胞因子、穿孔素及其他酶来导致靶细胞凋亡

△ (iv) 二次应答时, 记忆性T细胞得到被呈递信息后可快速应答产生特异性Tc.

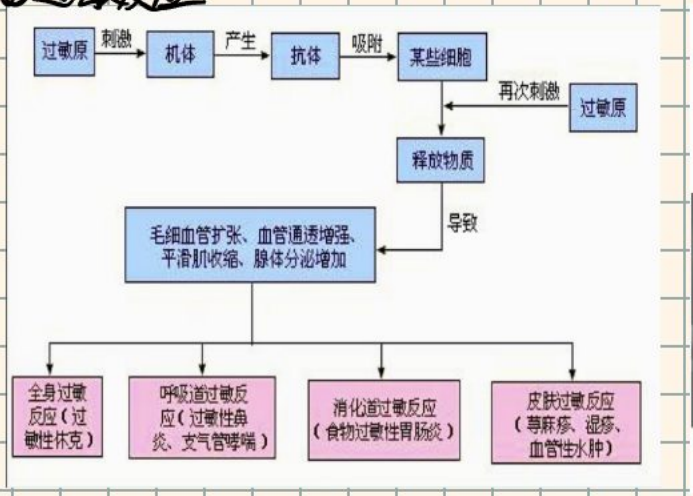
肿瘤免疫治疗中, 对Tumor细胞程序性死亡配体的情况中, 可使用针对T细胞表面程序性死亡受体的抗体药物

免疫系统的主要功能：

功能	正常表现（有利）	异常表现（有害）
免疫防御	机体抵抗病原微生物的侵袭，清除抗原	免疫反应过强、过弱或缺失，导致免疫缺陷病,易受感染
免疫自稳	能耐受自身的抗原物质， 不产生免疫反应	自身免疫性疾病
免疫监视	防止细胞癌变或持续性感染	肿瘤发生或持续性的病毒感染

(4)免疫失调

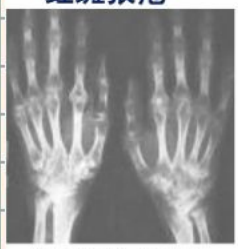
①过敏反应

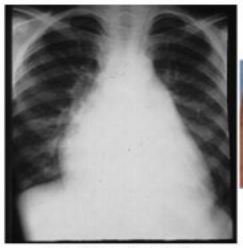


②自身免疫病

免疫系统过于灵敏、反应过度、“敌我不分”将自身物质当作外来异物进行攻击

如：类风湿性关节炎，风湿性心脏病、系统性红斑狼疮


类风湿性关节炎


风湿性心脏病
心脏扩大


系统性红斑狼疮

③免疫缺陷症

- 免疫缺陷病：指由机体免疫功能不足或缺乏而引起的疾病
  - 先天性免疫缺陷病：由遗传导致，生来就有，如重症联合免疫缺陷病
  - 获得性免疫缺陷病：由疾病和其他因素引起，如艾滋病AIDS，由HIV病毒引起
  - 大多数免疫缺陷病都属于获得性免疫缺陷病

HIV，人类免疫缺陷病毒

侵染Th，

HIV为逆转录病毒，两条RNA链进入宿主细胞逆转录为DNA，并替换宿主细胞的DNA片段

由于HIV表面糖蛋白变异频繁，很难免疫

现可通过敲除CCR5基因或加以相应抗体来抵抗HIV的侵染

(5)疫苗

①减毒疫苗，可直接诱导产生免疫应答，产生记忆性免疫细胞，作用时间长

②灭活疫苗，对诱导体液免疫，效果弱且时间短(3~4年)

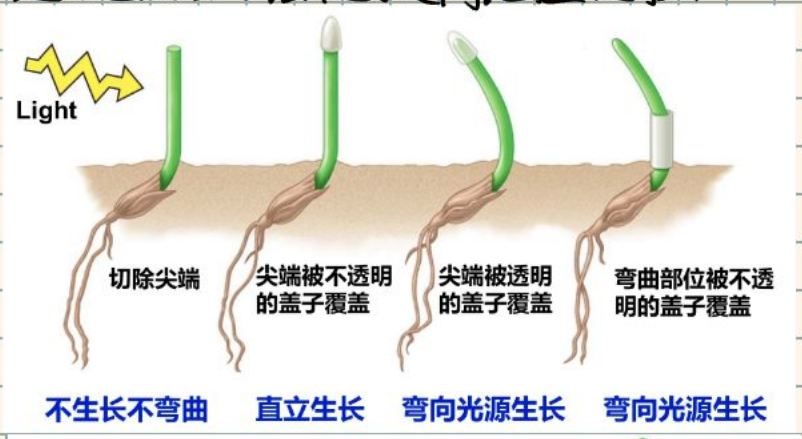
制作时需免疫佐剂，不具有毒力

5. 植物生命活动的调节

植物：没有神经系统，所以单独讨论其个体的稳态调节

(1) 生长素：

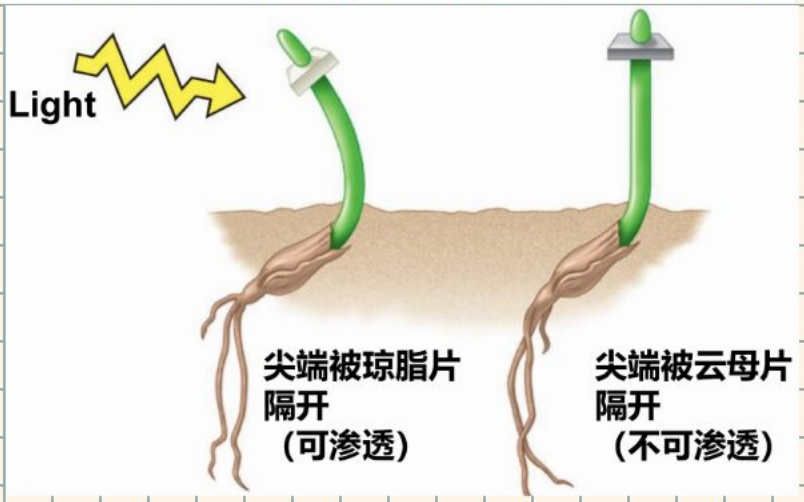
从植物的向性运动（植物体受到定向的外界刺激而引起的定向运动），引出达尔文向光性实验



生长弯曲部位：背光侧

胚芽鞘尖端下段

结论：背光面比向光面生长快



琼脂是植物胶，允许小分子物质通过

云母片是石头，绝缘体

最终结论：尖端产生了促进生长的物质——吲哚乙酸（生长素）

①合成：主要由具有分生能力的组织产生

②分布：分布广泛，多集中于生长旺盛部位

③运输：主动运输，（极性运输）只能从形态学上端运输到形态学下端

单侧光照射会引起横向运输



④生理作用：

(i)营养器官，促进细胞伸长；

(ii)诱导根部细胞分化与分流；

(iii)顶端优势，生长素大量积累在形态学下端；

(iv)抑制离区形成(抑制落花落果)　↳去除方法：修剪整枝 去除顶芽

(v)促进果实发育与单性结实

↳无籽果实

⑤作用的双重性

生长素在浓度较低时促进生长，在浓度较高时抑制生长

敏感程度：根>芽>叶>花果

双子叶植物>单子叶植物
(杂草等)　(粮食作物)　可使用高浓度生长素除草

(2)赤霉素(GA)

①合成：幼芽，幼根，种子

②作用：

(i)加速细胞伸长，促进细胞扩大，引起植株增高，显著促进茎、叶生长　使细胞壁内Ca^{2+}进入原生质层，促进壁松，进一步伸长

(ii)促进种子萌发　→使其萌发，生长需生长素

↳可促进麦芽糖的转化，指导α-淀粉酶的生成，促进发芽

辨析：①生长素诱导细胞壁酸化，使其可塑性增大，直接调节细胞伸长

②赤霉素可提高植物体内生长素的含量，加速细胞伸长 且不会使细胞壁酸化

(3) 细胞分裂素

①合成：主要在根尖

②作用：

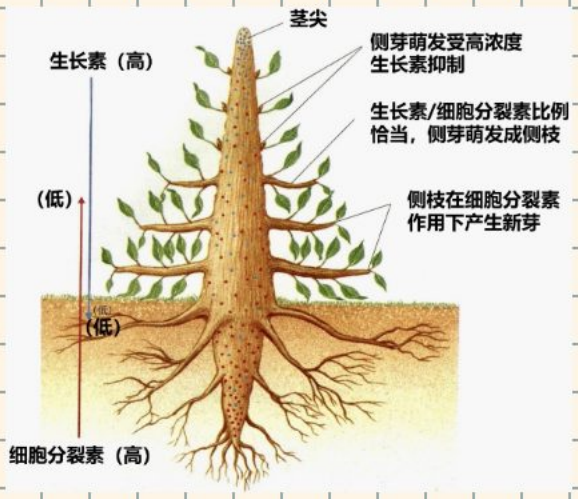
(i) 促进细胞的分裂

(ii) 促进芽的分化，侧枝发育

(iii) 促进叶绿素合成，防止离体叶片衰老 可用于蔬菜保鲜

(iv) 与生长素一同造成顶端优势

可在尖端喷加细胞分裂素来解除顶端优势



植物体内：

①生长素多于细胞分裂素时，植物组织进行脱分化形成愈伤组织

生长素少于细胞分裂素时，植物愈伤组织进行再分化

② 生长素浓度/细胞分裂素浓度 越高，促进根的生长、分化

越低，促进芽的分化、生长

小结 生根→生长素，长茎→赤霉素，保绿→细胞分裂素

生长素促进植物的伸长生长、促进插枝**生根**。主要作用于**植物分生区和嫩芽的尖端**。

赤霉素促进细胞伸长，从而引起茎秆伸长和增高，主要作用于**植物茎部分生区**。

细胞分裂素促进细胞分裂和扩大，**诱导芽的分化**，延缓叶片衰老的作用，主要产生于**植物根部分生区**。

(4) 脱落酸

①合成：根冠，萎蔫的叶片等

②分布：将脱落的组织或器官

③作用：

(i) 抑制细胞分裂，促进气孔关闭，促进叶果的衰老与脱落

(ii) 维持种子休眠，抑制发芽

(5) 乙烯

①合成：植物各部位

②作用：促熟、促开花、促脱落

小结

种 类	合成部位	主要作用
赤霉素	幼芽、幼根和未成熟的种子	促细胞伸长，植株增高,促进种子萌发和果实成熟,解除种子、块茎休眠
细胞分裂素	主要是根尖	促进细胞分裂 诱导芽的分化 防止植物衰老
脱落酸	根冠、萎蔫的叶片等，将要脱落的器官和组织中含量多	抑制细胞分裂和种子萌发，促进叶和果实的衰老和脱落；促进种子休眠，抑制发芽。
乙 烯	植物体各个部分	促进果实成熟 促进器官脱落 多开雌花（如黄瓜）等

植物生长发育中，不是受单一激素的控制，而是受多种激素协调作用的





(6) 植物生长调节剂（人生合成的植物激素）原料广泛，易合成，效果稳定

天然激素不稳定

①生长素类似物（NAA：α-萘乙酸等）应用

(i) 促进扦插枝条生根（在没有超过抑制阈值的前提下）

(ii) 作除草剂（适用于单子叶植物种植田）

(iii) 培育无子果实（靠抑制胚珠，直接由子房发育为果实，不生成种子）

如无子番茄

在未授粉的雌蕊柱头或子房上涂生长素

无籽西瓜是靠种植素进行培育

②乙烯利促熟、矮壮素水稻促矮等等；

③施用时注意：用药浓度、喷药时期、外界条件。

明确好用药目的

整理·群体水平的稳态

二、

1. 种群及其动态

(1) 种群

在一定空间和时间内的同种生物的全部个体的总和

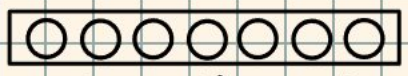
种内自然杂交可育
种间存在生殖隔离

① 合子前隔离(受精卵无法形成)
生境隔离，时间隔离，行为隔离
机械隔离，配子隔离

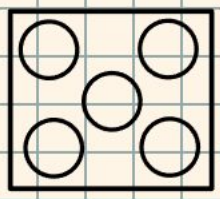
② 合子后隔离
杂种不活(不能发育至性成熟)
杂种不育(子一代不育)
杂种衰败(子二代不育或衰败)

① 种群密度 = $\frac{\text{种群中个体数}}{\text{空间大小(面积/体积)}}$
大范围 ← 小范围

(i) 目标物静止 —— 样方法



长条形，等距取样法



非长条形
五点取样法

(ii) 目标物活动能力强 —— 标记重捕法

$\frac{N}{M}=\frac{n}{m}$

N：种群数量　n：重捕数量
M：标记个体数　m：重捕中被标记数量

前提：无迁入迁出，无出生死亡，个体被捕概率相同

② 出生率与死亡率

单位时间内出生(或死亡)的个体数占该种群个体总数的比率

③ 迁入率与迁出率

同理

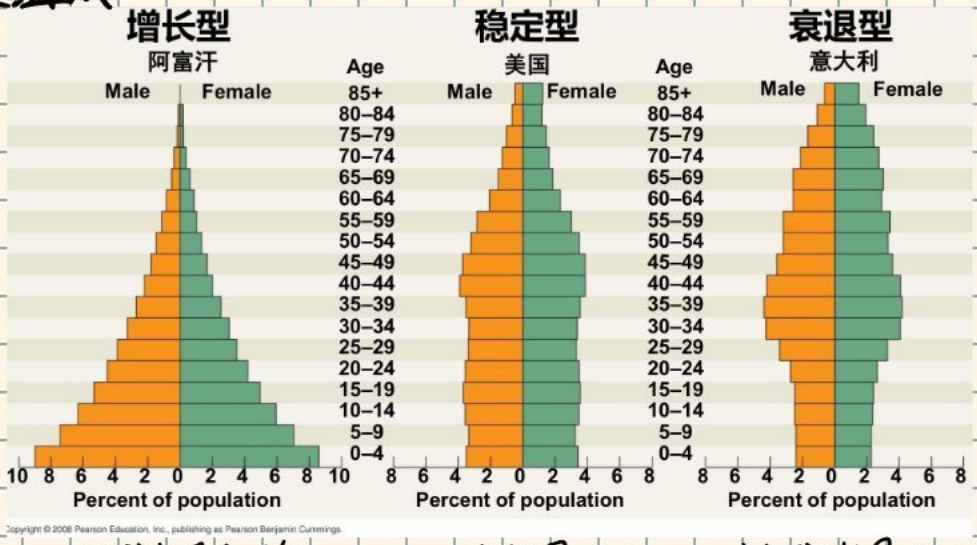
④ 性别比例

种群中具有生殖能力的雌雄个体数目比例

(i) 比例相当型(大多数)　(ii) 比例极少型(多海豹，人工控制的鹤群)
(iii) 比例极少型(罕见)

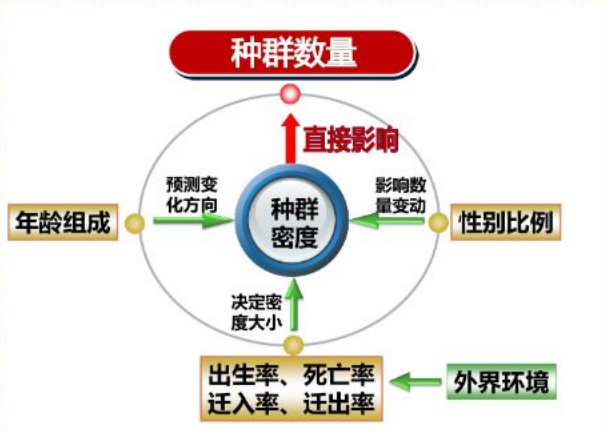
性别比例被破坏可能会严重减少种群数量

① 年龄组成



种群数量会增加　种群数量稳定　种群数量减少

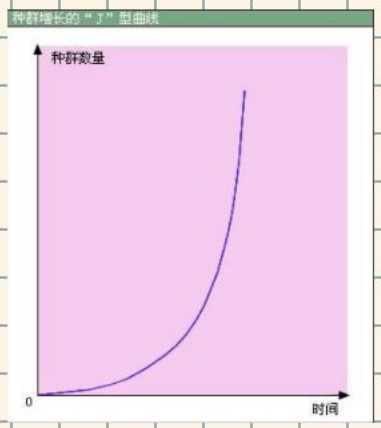
小结

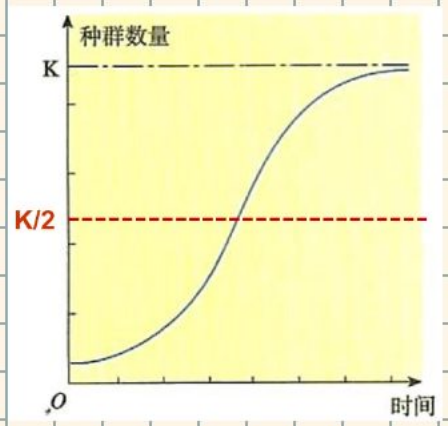


(2) 种群数量变化

① 理想状态下"J型增长"

$N(t)=N_0\lambda^t$ (N_0为起始数量，λ为种群数量是前一年倍数，t为时间)





② "S型增长"：种群数量达到环境所允许的最大值(K值)后，停止增长并在K值上下稳定

当种群数量达到 $\frac{K}{2}$ 时，增长量最大，适合捕捞收获

(5) 生物入侵

外来入侵物种 生态适应能力强，繁殖能力强，传播能力强

影响 ①破坏景观自然性与完整性

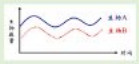
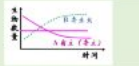
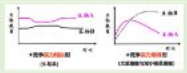
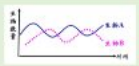
②摧毁生态系统

③危害生物多样性

④影响遗传多样性

2. 群落及其演替

(1) 群落静态研究

关系类型	关系一般特征	能量流动示意图	数量变化示意图	实例
原始合作（互惠）				
互利共生	彼此有利 相互依存			地衣、根瘤
寄生	一方有利 一方受害			蛔虫和人
竞争	彼此抑制			水稻和稗草
捕食	捕食者得利 被捕食者有害			羊与草 狼与羊

群落结构

- 概念：同一时间内聚集在一定区域中各种生物种群的集合
- 物种组成
  - 丰富度：群落中物种数目的多少
  - 特点：不同群落丰富度不同 山地>平原，过渡地带>孤立地带
- 种间关系
  - 原始合作（共惠）：两种生物共同生活在一起时，双方都受益，但分开后，各自也能独立生活
  - 互利共生：两种生物共同生活在一起，相互依存，彼此有利
  - 捕食：一种生物以另一种生物作为食物
  - 寄生：一种生物寄生在另一种生物体内或体表，摄取寄主的养分以维持生活
  - 竞争：两种或两种以上生物相互争夺资源和空间等 结果可能会是比对方优势或你死我活
- 结构
  - 垂直结构：垂直方向，大多数群落具有明显的分层现象
    由于生物本身的高度或活动空间的高度造成
  - 水平结构：受各种因素的影响，不同地段分布着不同的种群，同一地段上种群密度也有差异，常呈镶嵌分布
    由于环境的光、热、水及地形等条件对生物的选择造成

植物因光照
动物因食物

群落的结构性

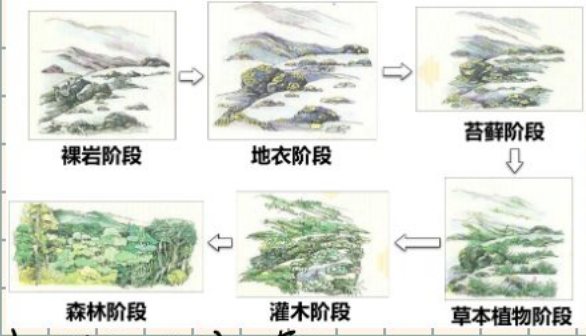


让我们为这张PPT点赞！

(2) 生态位

一个物种在群落中的地位或作用，包括所处的空间位置，占用资源的情况，以及与其他物种的关系等。

(5) 群落的演替



① 初生演替

(i) 裸岩阶段：纯无机物

(ii) 地衣阶段：其分泌有机酸使岩石风化形成土壤

(iii) 苔藓阶段：岩石进一步分解，土层加厚，有机物增多

(iv) 草本植物阶段

(v) 灌木阶段

(vi) 森林阶段：物种多样化使其结构稳定。

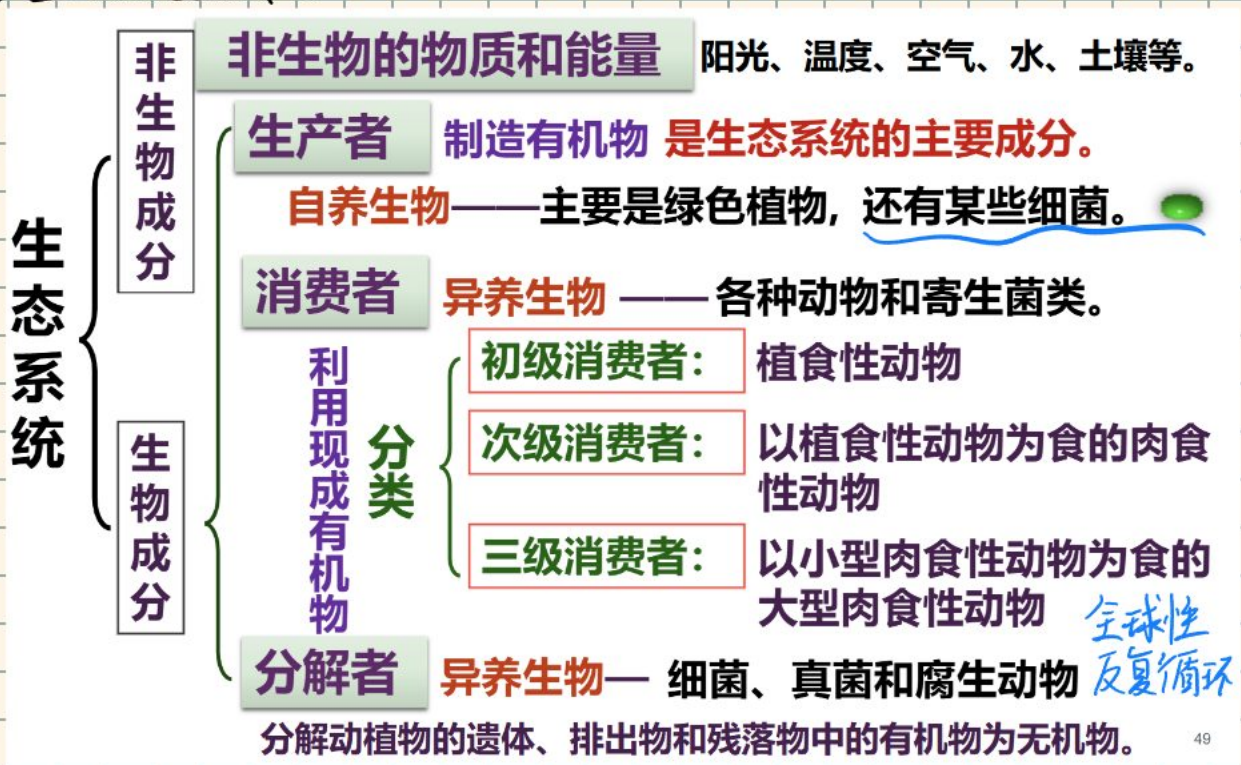
② 次生演替（如废弃农田等，有土壤基础）

草本 → 灌木 → 森林

群落演替最终都会达到一个与群落所处环境相适应的相对稳定的状态。

3. 生态系统及其稳定性

(1) 生态系统组成成分



全球性
反复循环

生态系统的结构 = 组成成分 + 营养结构（食物链网）

(2)食物链与食物网

食物链：各种生物之间由于食物关系而形成的一种联系

食物链	草 →	食草昆虫 →	蜘蛛 →	青蛙 →	蛇
成分	生产者	初级消费者	次级消费者	三级消费者	四级消费者
营养级	第一营养级	第二营养级	第三营养级	第四营养级	第五营养级

营养级：各种生物在食物链中所处的环节

58

注意
分解者不占营养级

食物链类型
捕食链：以植物为起点，经食草食肉动物
寄生链：以活的动植物体为起点，经各级寄生物
腐生链：以动植物尸体为起点

(3)能量流动

①总来源：太阳能（人工生态系统需包括人外来提供能量）

②流动起点：生产者

流动渠道：食物链与食物网

通路中总能量：生产者所固定的太阳能

能量去路：一个营养级同化的能量=呼吸散热+(遗体)分解者利用+未被下一营养级利用

能量相邻营养级之间的传递效率在10%~20%

③特点：(1)仅单向流动，不可逆转，不可循环

(2)沿食物链能量逐级递减

能量金字塔永远是正置金字塔

(4)物质循环

(1) 碳循环的形式：CO_2

(2) 碳在自然界中的存在形式：CO_2和碳酸盐

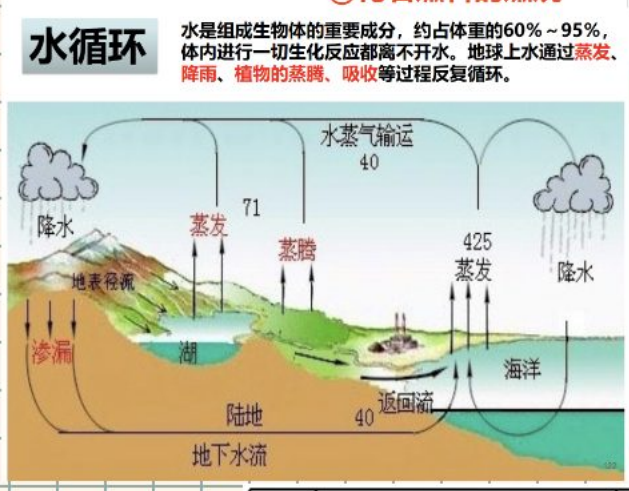
(3) 碳在生物体内的存在形式：含碳有机物

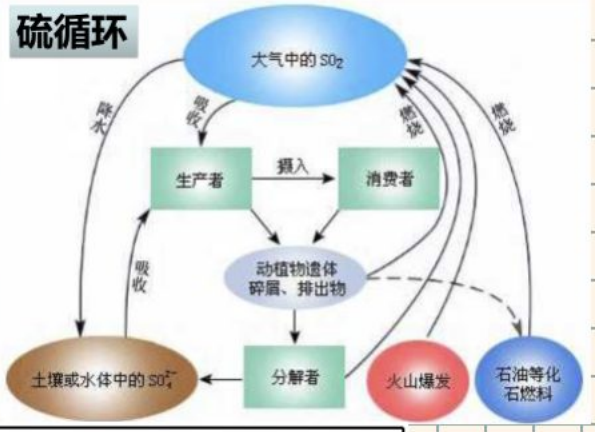
(4) 碳进入生物体的途径：绿色植物的光合作用

(5) 碳在生物体之间传递途径：食物链

(6) 碳进入大气的途径：①生物的呼吸作用
②分解者的分解作用
③化石燃料的燃烧







	能量流动	物质循环
形式	主要以有机物形式	组成生物体的基本元素在生物群落与无机环境间反复循环
特点	1.单向流动、不循环 2.逐级递减	1.反复循环 2.具全球性（生物圈）
联系	能量流动和物质循环二者是同时进行的，彼此相互依存，是不可分割的统一整体。	

(5)信息传递

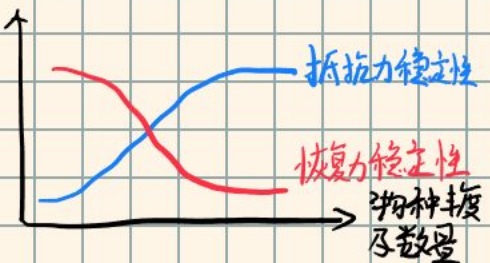
	性质	来源
物理信息	光、声、温度、湿度、磁力等	无机环境或生物体
化学信息	植物:有机酸,生物碱 动物:性外激素等信息素	生物体的产物或分泌物
行为信息	生物体的行为特征	生物体的动作行为

(6)稳定性　生态系统具有自我调节的功能，但能力有限

①抵抗力稳定性：使系统抵抗外界干扰并使自身结构与功能保持原状

基础，说明生态系统多样性好

种类多，数目多，食物网复杂



② 恢复力稳定性：使系统被破坏后恢复原状的能力

若高，相反

(7) 生物多样性

- **遗传多样性**（分子水平-遗传信息）
- **物种多样性**（生物种类-动物、植物、微生物）
- **生态多样性**（生态系统水平-类型和数量）

价值（以红树林为例）

- **潜在价值**：红树、野生水稻等生物很有可能还有目前人类尚不清楚的重要功能
- **间接价值**：红树林对海岸的防护作用
- **直接价值**：潮间带的鱼类、贝类、甲壳类等可供食用、药用和用作工业原料等

保护

