# 有丝分裂
## （细胞的增殖）

## 一、细胞不能无限长大的原因

1、相对表面积：$\frac{S}{V}=\frac{4\pi r^2}{\frac{4}{3}\pi r^3}=\frac{3}{r}$（r↗，V↗，相对表面积↘，物质运输效率↘）

| 细胞半径(r) | 1 mm | 10 mm |
|---|---|---|
| 表面积($4\pi r^2$) | 12.57 $mm^2$ | 1 257 $mm^2$ |
| 体积($\frac{4}{3}\pi r^3$) | 4.189 $mm^3$ | 4 189 $mm^3$ |
| 相对表面积(表面积/体积) | 3 | 0.3 |

2、核质比：因为细胞核是细胞代谢和遗传的控制中心，所以细胞体积越大，细胞核对大范围的细胞质控制能力就越弱。

## 二、细胞增殖（细胞通过细胞分裂增加细胞数量的过程称～）

1、过程：物质准备＋细胞分裂（两个相连续的过程）

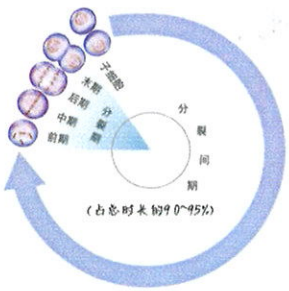
2、方式：（1）真核细胞：①有丝分裂 ②无丝分裂 ③减数分裂
（2）原核细胞（主要是细菌）：二分裂

蛙的红细胞 → ※C核向内凹陷，C缢再向内凹陷

3、意义：细胞增殖是重要的细胞生命活动，是生物体生长、发育、繁殖、遗传的基础。
①生长、发育的基础：受精卵通过细胞增殖和分化发育为成体；生物体通过细胞增殖补充不断衰老、死亡的细胞
（对单细胞生物来讲，细胞的增殖也是个体的增值）
②繁殖的基础：单细胞生物通过细胞增殖进行繁衍；多细胞生物通过细胞的增殖产生生殖细胞
③遗传的基础：遗传物质由亲代细胞通过细胞增殖传递给子代

## 三、细胞周期

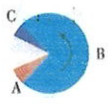
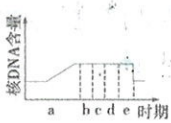
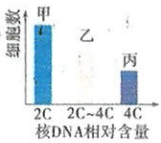
1、定义：连续分裂的细胞，从一次分裂完成时开始，到下一次分裂完成时为止，为一个细胞周期




细胞周期
- 分裂间期（占细胞周期的90%~95%）
  - $G_1$期（DNA合成前期）：主要进行RNA和蛋白质的合成，为S期的DNA合成做准备
  - S期（DNA合成期）：主要进行DNA的复制
  - $G_2$期（DNA合成后期）：主要进行有丝分裂所需蛋白质的合成，为细胞分裂期做准备
- 分裂期（M期）：前期、中期、后期、末期

注：有丝分裂会受到环境影响。化疗药物（如紫杉醇）多作用处于S期的癌细胞，同时正常细胞的有丝分裂也会受到影响，因此具有较大的副作用。

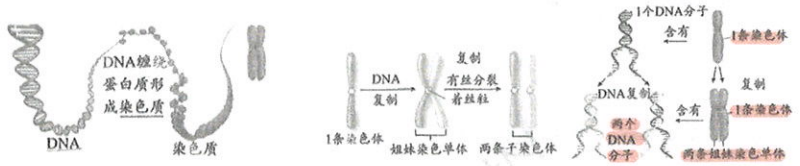
2、细胞周期的表示方法

| 表示方法 | 扇形图 | 线段图 | 坐标图 | 柱形图 |
|---|---|---|---|---|
| 图形 |  A～C:分裂间期 C～A:分裂期 |  |  |  |
| 说明 | A→B→C→A为一个细胞周期 | a+b或c+d为一个细胞周期 | a+b+c+d+e为一个细胞周期 | 甲：$G_1$期<br>乙：S期<br>丙：$G_2$期及分裂期 |

3、细胞周期同步化
（1）定义：即利用一定方法使细胞群体处于细胞周期的同一阶段，称～。
（2）实现动物细胞周期同步化的方法：①DNA合成阻断法：在细胞培养液中添加适量的DNA合成抑制剂，处于分裂期的细胞不受影响而继续细胞周期的运转，最终可将细胞群阻断在S期或G/S期交界处。
②秋水仙素阻断法：在细胞培养液中添加适量的秋水仙素，秋水仙素能够抑制纺锤体的形成，并能使已形成的纺锤丝解聚，可将细胞分裂阻断在中期。
③血清饥饿法：细胞培养液缺少血清，使培养的细胞因缺三血清生长因子而不能分裂，细胞周期停滞在间期，以实现细胞周期同步化。
（3）补充：①连续分裂的细胞才有细胞周期：植物：分生区、形成层、愈伤组织
动物：受精卵、干细胞、生发层、癌细胞、杂交瘤细胞
②高度分化的细胞无分裂能力，所以没有细胞周期：神经细胞、洋葱鳞片叶表皮
③不同细胞的细胞周期时间不同，分裂间期与分裂期所占时间比例也不同，但分裂间期占比一定远超分裂期所占时间。

## 四、有丝分裂（真核生物细胞分裂的主要方式，是一个连续的过程，因此具有细胞周期）

1、染色体 VS 染色质，染色体数、染色单体数、DNA分子数




(1) 染色体是真核生物遗传物质（DNA）的主要载体。线粒体与叶绿体中是环状 DNA分子，无染色体。

(2) 染色体与染色质是同一物质在细胞不同时期的表现形式。

(3) 染色体数=着丝粒数【染色体在间期复制（即DNA的复制），复制后染色体数目不变，DNA数目加倍，每条染色体染色单体由0变2】

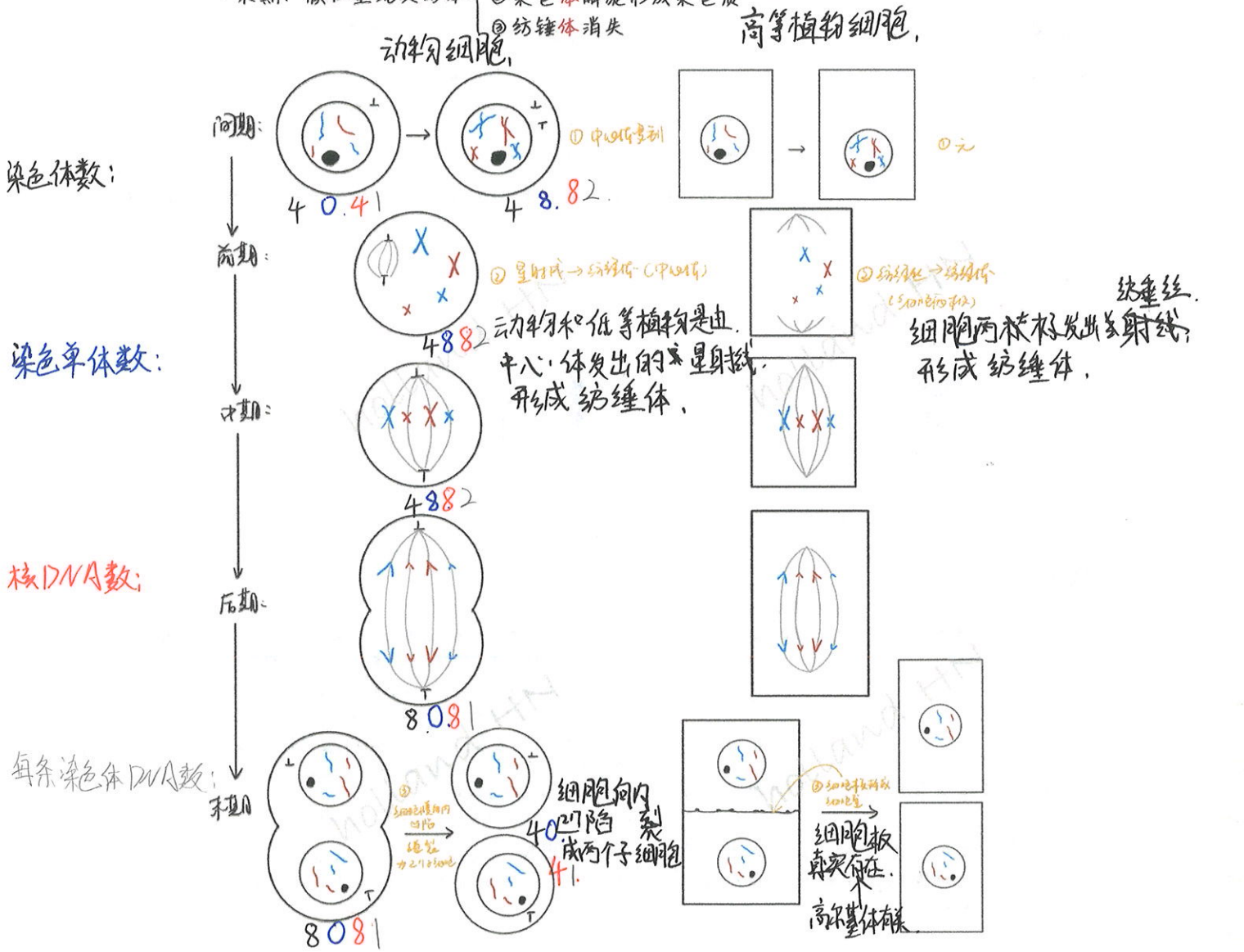
(4) 染色单体数：X（2个）、1（0个）

(5) 核DNA数：数条（X：2个、1：1个）

2、基本过程

分裂间期：DNA分子的复制和蛋白质的合成
- G1期：为DNA分子复制做准备（RNA的合成和蛋白质的合成）
- S期：DNA分子的复制
- G2期：为分裂期做准备（RNA的合成和蛋白质的合成）

分裂期
- 前期：膜仁消失现两体
  - ①核膜核仁消失
  - ②染色质高度螺旋化形成染色体
  - ③形成纺锤体（动物：中心体发出星射线形成纺锤体；高等植物：细胞两极发出纺锤丝形成纺锤体）
- 中期：着丝粒“排一排”（每条染色体整齐排列在赤道板上，观察染色体最佳时期）（此时染色体缩到最小）
- 后期：着丝粒分裂，姐妹染色单体分开
- 末期：膜仁重现失两体
  - ①核膜核仁重新出现
  - ②染色体解旋形成染色质
  - ③纺锤体消失



3、动物与高等植物有丝分裂的区别

| 类型 | 纺锤体的形成方式不同（前期） | 细胞分裂方式不同（末期） | 相同点 |
|---|---|---|---|
| 动物细胞 | 中心粒（在间期复制）周围发出大量星射线，形成纺锤体 | 细胞膜从细胞中部向内凹陷，把细胞缢裂成两个子细胞 | ①都有前期、中期、后期、末期四个时期；<br>②分裂产生的两个子细胞的染色体数目和组成完全相同，且与母细胞完全相同；<br>③有丝分裂过程中染色体、核DNA分子数目的变化规律相同 |
| 高等植物细胞 | 从细胞两极发出纺锤丝形成纺锤体 | 在赤道板的位置出现细胞板，细胞板逐渐扩展，形成新的细胞壁，将细胞分成两个子细胞 | |

4、相关细胞器及其生理作用

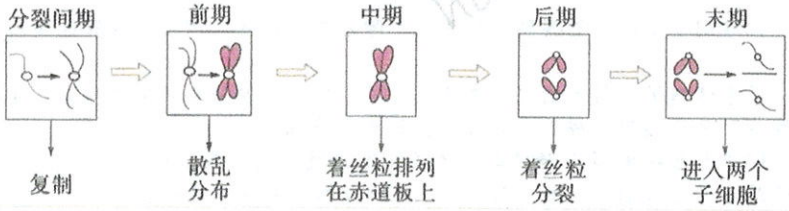
| 名称 | 生物类型 | 作用时期 | 生理作用 |
|---|---|---|---|
| 核糖体 | 动物、植物 | 主要是间期 | 合成相关蛋白质 |
| 线粒体 | 动物、植物 | 整个时期 | 提供能量 |
| 高尔基体 | 动物、植物 | 整个时期 | 各种蛋白质的形成，在末期与植物细胞壁（板）的形成有关 |
| 中心体 | 动物、低等植物 | 前期 | 与纺锤体的形成有关 |

5、赤道板 VS 细胞板

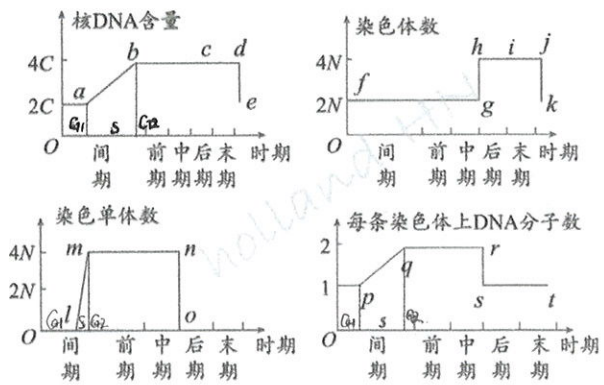
（1）赤道板是细胞中央横切出的平面，是假想的平面，不是真实存在的结构，动植物细胞都有赤道板。

（2）细胞板是一种结构，真实存在，在显微镜下能看到。细胞板的形成与高尔基体有关，是植物细胞区别于动物细胞的一个标志。

6、染色体的形态、染色体、染色单体、DNA分子的数量变化（以二倍体生物为例）




| 时期 | 分裂间期 | 分裂期 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 前期 | 中期 | 后期 | 末期 |
| 核DNA含量 | 2n→4n | 4n | 4n | 4n | 4n→2n |
| 染色体数 | 2n | 2n | 2n | 4n | 4n→2n |
| 染色单体数 | 0→4n | 4n | 4n | 0 | 0 |




①$a\to b$、$l\to m$、$p\to q$ 的变化原因都是核DNA分子复制。

②$g\to h$、$n\to o$、$r\to s$ 变化的原因都是着丝粒分裂，姐妹染色单体分开，形成两条染色体。

③染色单体数在细胞周期中的起点为0，终点也为0。

7、有丝分裂的意义：①将亲代细胞的染色体经过复制（关键是DNA的复制）之后，精确地平均分配到两个子细胞中；②由于染色体上有遗传物质DNA，因而在细胞的亲代和子代之间保持了遗传的稳定性。

# 五、观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂

1、实验原理：高等植物的根尖、茎尖等分生区组织细胞有丝分裂较旺盛；各个细胞的分裂是独立进行的，因此在同一分生组织中可以通过高倍显微镜观察细胞内染色体的存在状态，从而判断处于不同分裂时期的细胞；细胞核内的染色体容易被碱性染料着色。

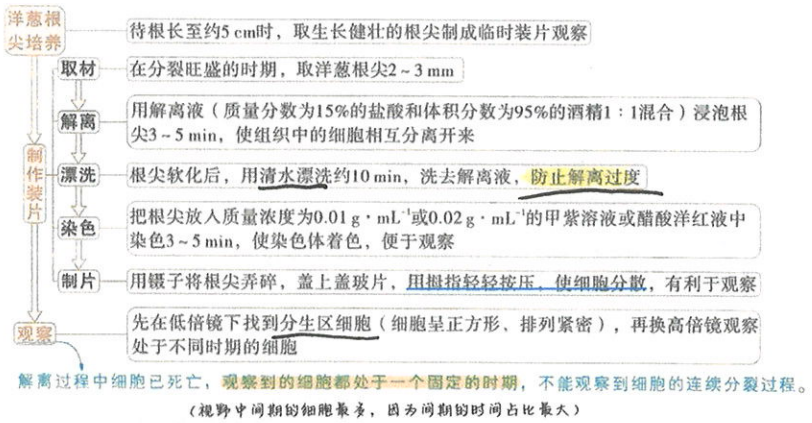
2、选材：洋葱根尖、大蒜

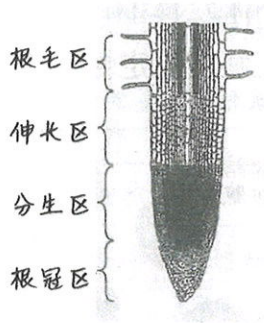
3、试剂：①解离液：95%酒精+15%盐酸（1:1）

②0.01g/ml或0.02g/ml的甲紫溶液或醋酸洋红液。碱性.

龙胆紫.

4、实验过程




5、注

(1) 培养根尖时，要经常换水，目的是增加水中$O_2$，防止根进行无氧呼吸造成根的腐烂。

(2) 选材时，需选分裂期在细胞周期中所占比例大的植物品种，剪取根尖时不宜过长，保证选取的是分生区细胞。剪取根尖应为2~3 mm，过长会包括根部的伸长区（无有丝分裂）；取材时间一般在上午10点至下午2点左右，此时洋葱根尖分生区细胞分裂较旺盛。

(3) 解离时长要适宜。过短：细胞间质未被完全溶解，压片时细胞不易分散开；过长：导致细胞解离过度、根尖酥软，影响染色和制片。

(4) 染色时长要适宜。过短：染色体或染色质不能完全着色；过长：使其他部分也被染成深色，无法分辨染色体。

(5) 要进行适度压片，使细胞分散开。过短：细胞未分散开；过长：将细胞压烂。

(6) 观察时应先找到呈正方形的分生区细胞；换高倍镜时，要先把低倍镜下的物像移到视野中央。

(7) 对细胞有丝分裂的过程观察不可能看到连续的分裂过程，因为在解离过程中细胞已经死亡，观察到的只是一个固定的时期，要不断地移动装片，在不同的视野中找到各个时期的分裂图像，所以在制作装片时要让细胞分散成一层细胞，这样才能找到各个分裂时期的细胞。