

第6章

细胞的生命历程

生物会经历出生、生长、成熟、繁殖、衰老直至最后死亡的生命历程。活细胞也一样。

就在你阅读本书的时候，你身体内就有许多细胞在进行分裂，有些细胞在生长，有些细胞在变老，有些细胞刚刚结束自己的生命历程。

生长、增殖、衰老、死亡……细胞的生命历程大都短暂，但对个体的生命有一份贡献。



鲜花吐蕊，绿叶葱茏，
抑或花瓣凋落，枯叶飘零，
展示着个体的生命现象，
折射出细胞的生命历程。

第1节

细胞的增殖

问题探讨

象与鼠的个体大小相差十分悬殊。

讨论

1. 请推测象与鼠相应器官或组织的细胞大小是否也有很大差异。
2. 生物体的长大，是靠细胞数量的增多还是靠细胞体积的增大？



象与鼠

本节聚焦

- 细胞通过什么方式增殖？
- 什么叫作细胞周期？
- 细胞有丝分裂的过程是怎样的？它有什么生物学意义？

多细胞生物体体积的增大，即生物体的生长，既靠细胞生长增大细胞的体积，还要靠细胞分裂增加细胞的数量。事实上，不同动（植）物同类器官或组织的细胞大小一般无明显差异，器官大小主要取决于细胞数量的多少。而细胞数量的增多，是通过细胞分裂来实现的。

细胞增殖

细胞通过细胞分裂增加细胞数量的过程，叫作细胞增殖（cell proliferation）。单细胞生物通过细胞增殖而繁衍。多细胞生物从受精卵开始，要经过细胞增殖和分化逐渐发育为成体。生物体内也不断地有细胞衰老、死亡，需要通过细胞增殖加以补充。因此，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。

细胞分裂不是简单地一个分为两个。试想一下，在受精卵发育为个体的过程中，如果细胞分裂只是简单地一分为二，细胞中的遗传物质不是越分越少吗？细胞分裂通过怎样的机制保证子细胞的遗传物质与亲代细胞的相同呢？原来，细胞在分裂之前，必须进行一定的物质准备，特别是遗传物质要进行复制。细胞增殖包括物质准备和细胞分裂两个相连续的过程，“物质准备—分裂—物质准备—再分裂……”可见细胞增殖具有周期性。

细胞周期

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（cell cycle）。一个细胞周期包括两个阶段：分裂间期和分裂期。

从细胞一次分裂结束到下一次分裂之前，是分裂间期（interphase）。细胞周期的大部分时间处于分裂间期（表6-1），占细胞周期的90%~95%。分裂间期为分裂期进行活跃的物质准备，完成DNA分子的复制和有关蛋白质的合成，同时细胞有适度的生长。

▼ 表 6-1 不同细胞的细胞周期持续时间 / h

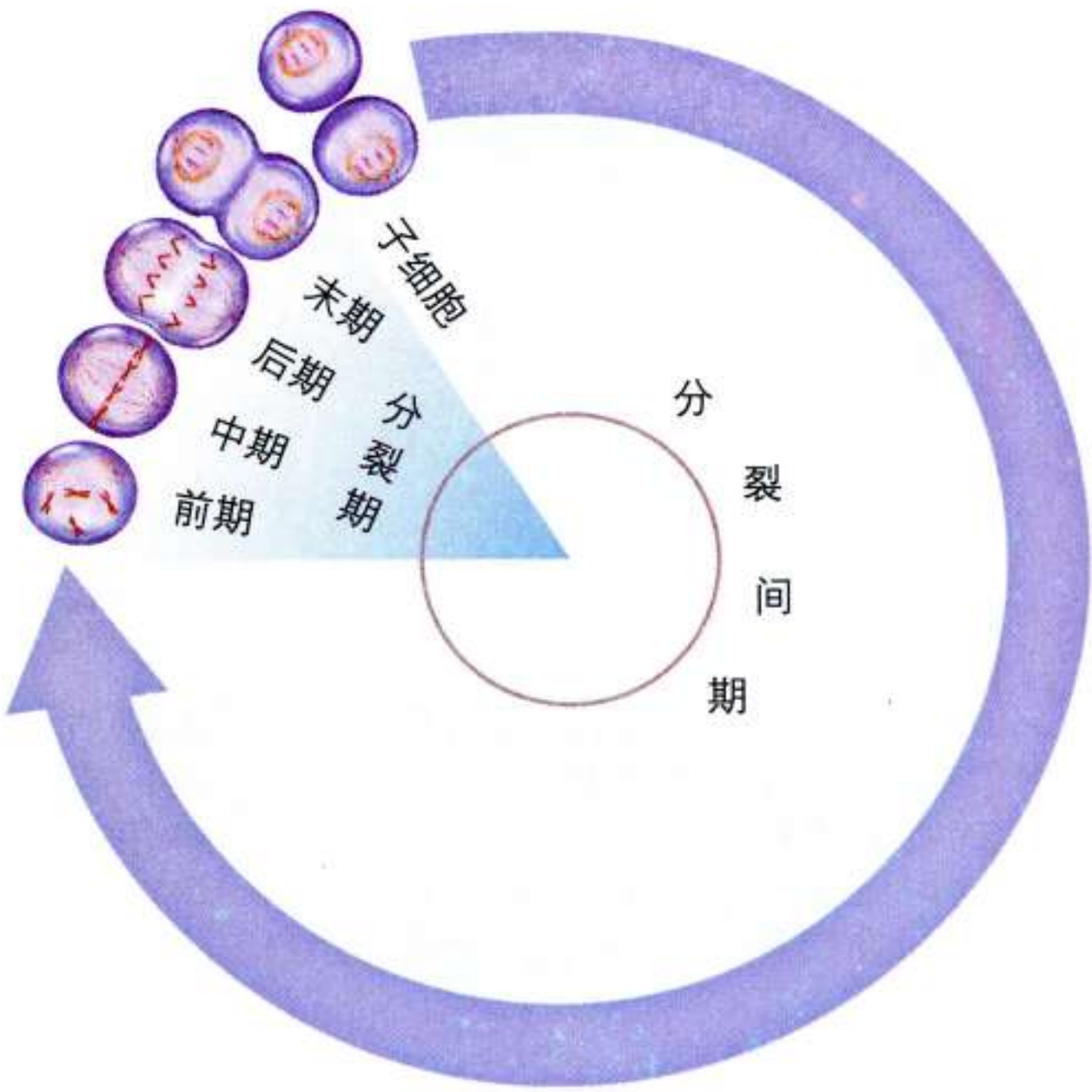
细胞类型	分裂间期	分裂期	细胞周期
蚕豆根尖分生区细胞	15.3	2.0	17.3
小鼠十二指肠上皮细胞	13.5	1.8	15.3
人的肝细胞	21	1	22
人的宫颈癌细胞	20.5	1.5	22

在分裂间期结束之后，细胞就进入分裂期（mitotic phase），开始进行细胞分裂。对于真核生物来说，有丝分裂（mitosis）是其进行细胞分裂的主要方式，分裂结束后，形成的子细胞又可以进入分裂间期（图6-1）。

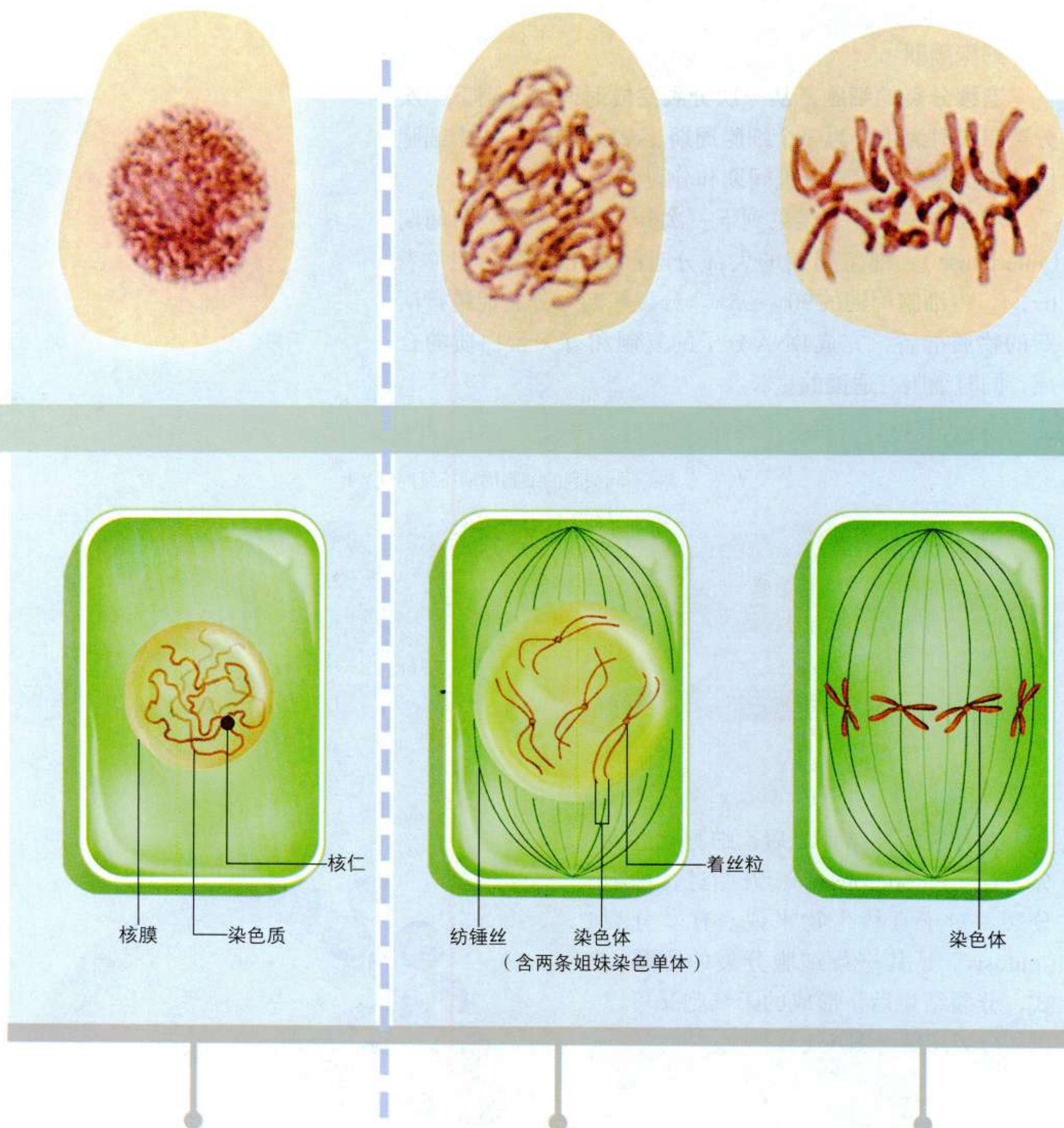
有丝分裂

细胞进入分裂期后，在分裂间期复制成的DNA 如何平均分配到两个子细胞中呢？在真核细胞内，这主要是通过有丝分裂来完成的。有丝分裂是一个连续的过程，人们根据染色体的行为，把它分为四个时期：前期、中期、后期、末期。

下面以高等植物细胞为例，了解有丝分裂的基本过程（图6-2）。



▲ 图 6-1 细胞周期(以进行有丝分裂的细胞为例)



分裂间期

分裂间期为分裂期进行活跃的物质准备，完成 DNA 分子的复制和有关蛋白质的合成，同时细胞有适度的生长。分裂间期结束后，开始进行有丝分裂。

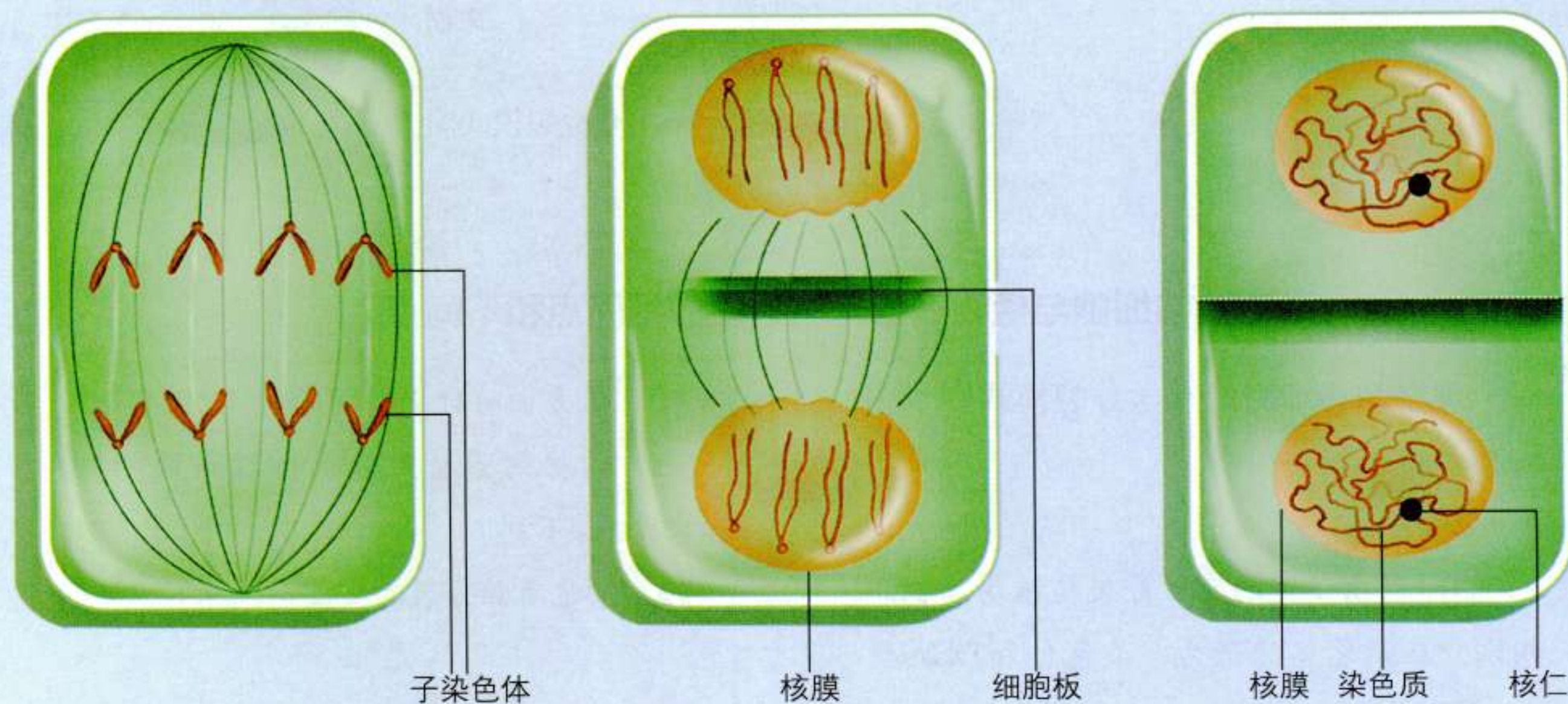
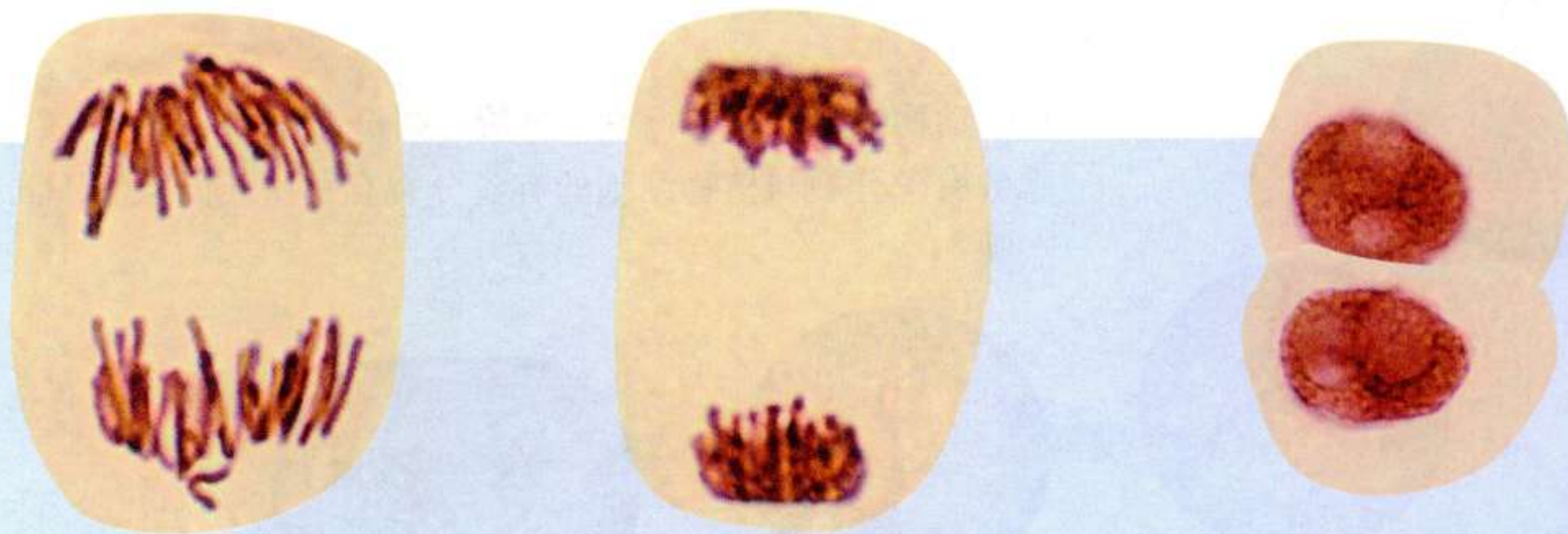
前期

染色质丝螺旋缠绕，缩短变粗，成为染色体。每条染色体包括两条并列的姐妹染色单体，这两条染色单体由一个共同的着丝粒连接着。核仁逐渐解体，核膜逐渐消失。从细胞的两极发出纺锤丝，形成一个梭形的纺锤体。

中期

每条染色体的着丝粒两侧，都有纺锤丝附着在上面，纺锤丝牵引着染色体运动，使每条染色体的着丝粒排列在细胞中央的一个平面上。这个平面与纺锤体的中轴相垂直，类似于地球上赤道的位置，称为赤道板。

▲ 图 6-2 植物细胞有丝分裂的过程（上图为洋葱根尖细胞有丝分裂显微照片，放大 500 倍；下图为模式图）



后期

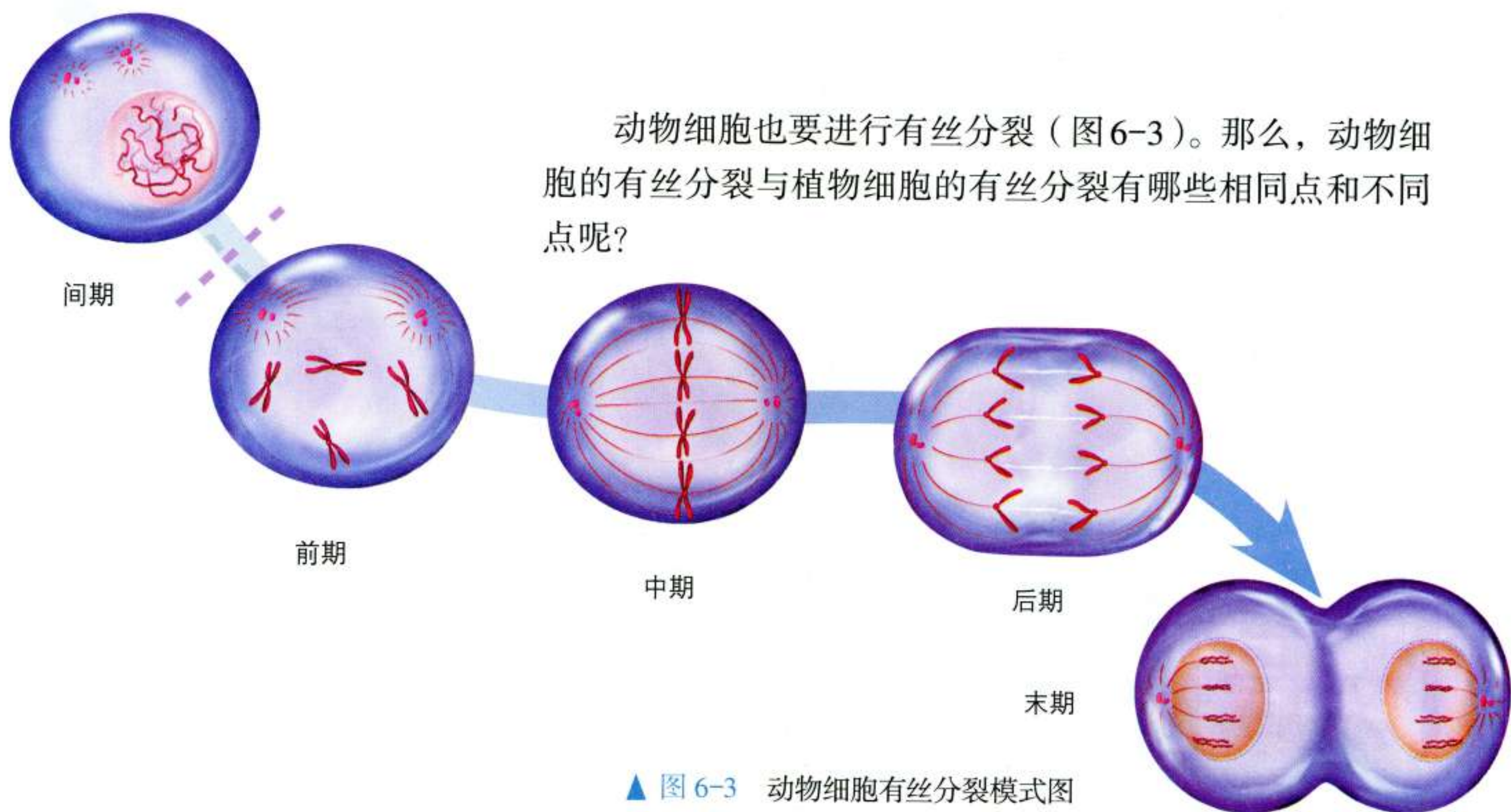
每个着丝粒分裂成两个，姐妹染色单体分开，成为两条染色体，由纺锤丝牵引着分别向细胞的两极移动，结果是细胞的两极各有一套染色体。这两套染色体的形态和数目完全相同，每一套染色体与分裂前亲代细胞中的染色体的形态和数目也相同。

末期

当这两套染色体分别到达细胞的两极以后，每条染色体逐渐变成细长而盘曲的染色质丝。同时，纺锤丝逐渐消失，出现了新的核膜和核仁，形成两个新的细胞核。这时候，在赤道板的位置出现一个细胞板，细胞板逐渐扩展，形成新的细胞壁。

子细胞

一个细胞分裂成为两个子细胞，每个子细胞中含有的染色体数目与亲代细胞的相等。分裂后形成的子细胞若继续分裂，就进入下一个细胞周期的分裂间期状态。



思考·讨论

动物细胞与植物细胞有丝分裂的相同点和不同点

观察动物细胞的有丝分裂模式图（图6-3）。

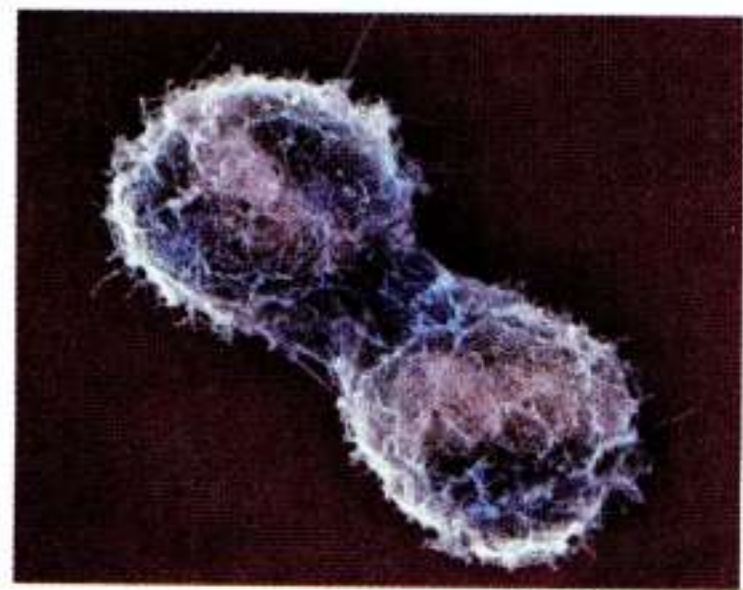
讨论

1. 动物细胞的有丝分裂与植物细胞的相比，在染色体的行为、染色体和DNA数

量的变化等方面有什么共同的规律？

2. 动物细胞有丝分裂过程与植物细胞的有什么不同？

3. 细胞有丝分裂的重要意义是什么？



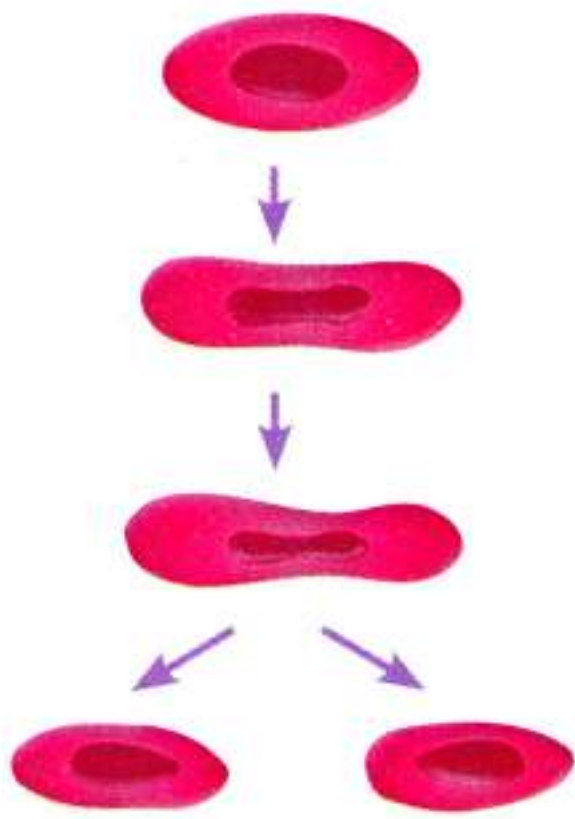
▲ 图 6-4 动物细胞有丝分裂电镜照片

动物细胞有丝分裂的过程，与植物细胞的基本相同。不同的特点是：第一，动物细胞有由一对中心粒构成的中心体，中心粒在间期倍增，成为两组。进入分裂期后，两组中心粒分别移向细胞两极。在这两组中心粒的周围，发出大量放射状的星射线，两组中心粒之间的星射线形成了纺锤体。第二，动物细胞分裂的末期不形成细胞板，而是细胞膜从细胞的中部向内凹陷，最后把细胞缢裂成两部分，每部分都含有一个细胞核。这样，一个细胞就分裂成了两个子细胞（图6-4）。

细胞有丝分裂的重要意义，是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。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。可见，细胞的有丝分裂对于生物的遗传有重要意义。

正常细胞的分裂是在机体的精确调控之下进行的，在人的的一生中，体细胞一般能够分裂50~60次。但是，有的细胞受到致癌因子的作用，细胞中遗传物质发生变化，就变成不受机体控制的、连续进行分裂的恶性增殖细胞，这种细胞就是癌细胞。

无丝分裂 细胞无丝分裂的过程比较简单，一般是细胞核先延长，核的中部向内凹陷，缢裂成为两个细胞核；接着，整个细胞从中部缢裂成两部分，形成两个子细胞。因为在分裂过程中没有出现纺锤丝和染色体的变化，所以叫作无丝分裂，如蛙的红细胞的无丝分裂。



蛙的红细胞无丝分裂示意图

思维训练

运用模型作解释

细胞不能无限长大的原因有很多。细胞的大小影响物质运输的效率，可以作为一种解释。

1. 现有3个大小不同的细胞模型，如下图所示，计算每个“细胞”的表面积与体积的比值。

2 mm

2 mm

2 mm

表面积 = mm²

体积 = mm³

4 mm

4 mm

4 mm

表面积 = mm²

体积 = mm³

8 mm

8 mm

8 mm

表面积 = mm²

体积 = mm³

讨论

1. 细胞的表面积和体积的比值与细胞的大小有什么关系？
2. 从物质运输的效率看，细胞为什么不能太大？

3. 细胞越小，越有利于细胞与外界的物质交换，那么，细胞是越小越好吗？

观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂

在高等植物体内，有丝分裂常见于根尖、芽尖等分生区细胞。由于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看到处于不同分裂时期的细胞。通过在高倍显微镜下观察各个时期细胞内染色体的存在状态，就可以判断这些细胞分别处于有丝分裂的哪个时期。染色体容易被碱性染料（如甲紫溶液，旧称龙胆紫溶液）着色。

目的要求

1. 制作洋葱根尖细胞有丝分裂装片。
2. 观察植物细胞有丝分裂的过程，识别有丝分裂的不同时期，比较细胞周期中不同时期的时间长短。
3. 绘制植物细胞有丝分裂简图。

材料用具

洋葱（可用葱、蒜代替）。

显微镜，载玻片，盖玻片，玻璃皿，剪刀，镊子，滴管。

质量浓度为0.01 g/mL或0.02 g/mL的甲紫溶液（将甲紫溶解在质量分数为2%的醋酸溶液中配制而成）或醋酸洋红液，质量分数为15%的盐酸，体积分数为95%的酒精，洋葱根尖细胞有丝分裂固定装片。

方法步骤

一、洋葱根尖的培养

在上实验课之前的3~4 d，取洋葱一个，放在广口瓶上。瓶内装满清水，让洋葱的底部接触到瓶内的水面。把这个装置放在温暖的地方培养。待根长约5 cm时，取生长健壮的根尖制成临时装片观察。

二、装片的制作

制片流程为：解离→漂洗→染色→制片。

过程	方法	时间	目的
解离	上午10时至下午2时（洋葱根尖分生区有较多的细胞处于分裂期，这会因洋葱品种、室温等的差异而有所不同），剪取洋葱根尖2~3 mm，立即放入盛有盐酸和酒精混合液（1:1）的玻璃皿中，在室温下解离。	3~5 min	用药液使组织中的细胞相互分离开来。
漂洗	待根尖软化后，用镊子取出，放入盛有清水的玻璃皿中漂洗。	约10 min	洗去药液，防止解离过度。
染色	把根尖放入盛有质量浓度为0.01 g/mL或0.02 g/mL的甲紫溶液（或醋酸洋红液）的玻璃皿中染色。	3~5 min	甲紫溶液或醋酸洋红液能使染色体着色。
制片	用镊子将这段根尖取出来，放在载玻片上，加一滴清水，并用镊子尖把根尖弄碎，盖上盖玻片。然后，用拇指轻轻地按压盖玻片。		使细胞分散开来，有利于观察。

三、洋葱根尖细胞有丝分裂的观察

1. 把制成的装片先放在低倍镜下观察，扫视整个装片，找到分生区细胞：细胞呈正方形，排列紧密。再换成高倍镜仔细观察，首先找出分裂中期的细胞，然后再找

前期、后期、末期的细胞，注意观察各时期细胞内染色体形态和分布的特点。最后观察分裂间期的细胞。

2. 如果自制装片的效果不太理想，可以观察洋葱根尖有丝分裂固定装片。