

CH 6.3 细胞的衰老和死亡

Y. K. Fu



本节聚焦

- 细胞衰老的特征是什么？细胞衰老的原因有哪些？
- 个体衰老与细胞衰老有什么关系？
- 细胞凋亡的含义是什么？怎样理解细胞凋亡的生物学意义？

问题探讨

人到了一定的年龄就会出现白头发，并且随着年龄的增长，白头发往往会越来越多。白头发生成的直接原因是毛囊细胞合成黑色素的功能下降。



满头白发的老人

1.老年人白头发的形成与毛囊细胞的衰老有怎样的关系？

老年人白头发的形成与毛囊细胞的衰老有密切关系，毛囊黑色素细胞衰老，细胞中的酪氨酸酶活性降低，黑色素合成减少，头发就会变白。

问题探讨

2.老年人体内有没有幼嫩的细胞？年轻人体内有没有衰老的细胞？

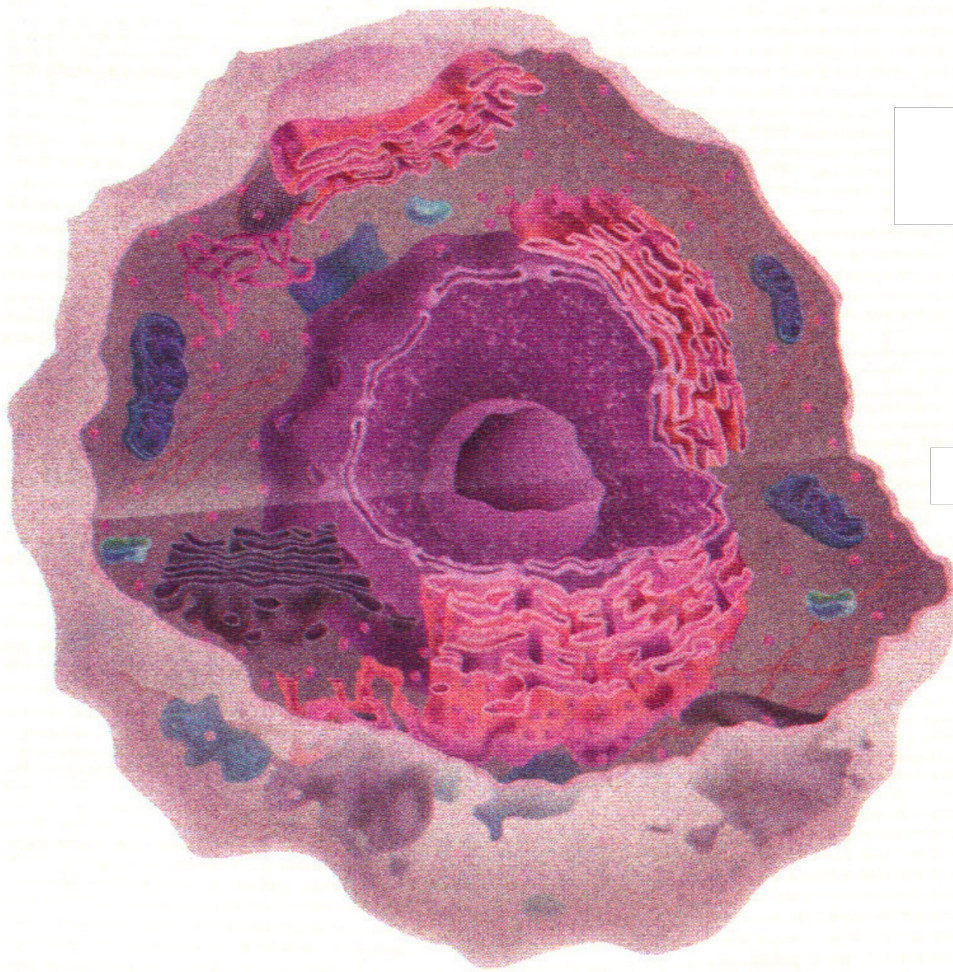
老年人体内还会有幼嫩细胞，如造血干细胞一生都能增殖和产生各种类型的血细胞；年轻人体内也有衰老的细胞，如皮肤表皮细胞衰老成角质层细胞，最后凋亡、脱落。

问题探讨

3.细胞衰老与个体衰老有什么关系？

人体衰老与细胞衰老并不是一回事。人体内的细胞总是不断更新着，总有一部分细胞处于衰老或走向死亡状态。但从总体上看，个体衰老过程也是组成人体细胞普遍衰老的过程。

CH 6.3.1 细胞衰老的特征：一大一小一多一少两降低



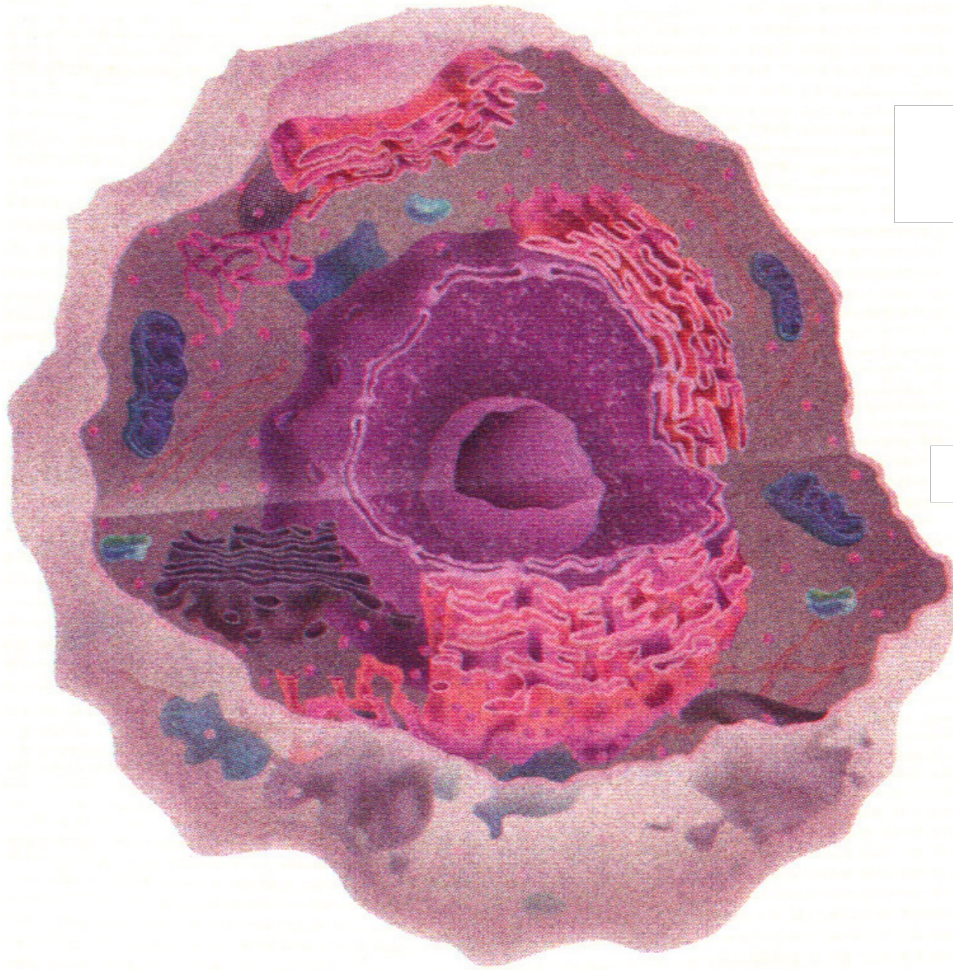
1.细胞膜

细胞膜通透性改变，
使物质运输功能降低

2.细胞核

细胞核的体积增大，
核膜内折，
染色质收缩，
染色加深

CH 6.3.1 细胞衰老的特征：一大一小一多一少两降低



3.细胞质

- ①细胞内水分减少，
细胞萎缩，体积变小
- ②细胞内多种酶活性降低，
呼吸速率减慢，新陈代谢
速率减慢
- ③细胞内的色素逐渐积累，
妨碍细胞内物质的交流和
传递

CH 6.3.1 细胞衰老的特征

老年人头发变白的原因

酪氨酸 $\xrightarrow[\text{活性下降}]{\text{酪氨酸酶}}$ 黑色素减少 $\longrightarrow$ 白发



CH 6.3.1 细胞衰老的特征

为什么老年人的皮肤上会长出老年斑？

老年斑是由于细胞内的色素随着细胞衰老而逐渐积累造成的。衰老细胞中出现色素聚集，主要是脂褐素的堆积。脂褐素是不饱和脂肪酸的氧化产物，是一种不溶性颗粒物。不同的细胞在衰老过程中脂褐素颗粒的大小也有一定的差异。皮肤细胞的脂褐素颗粒较大，就出现了老年斑。

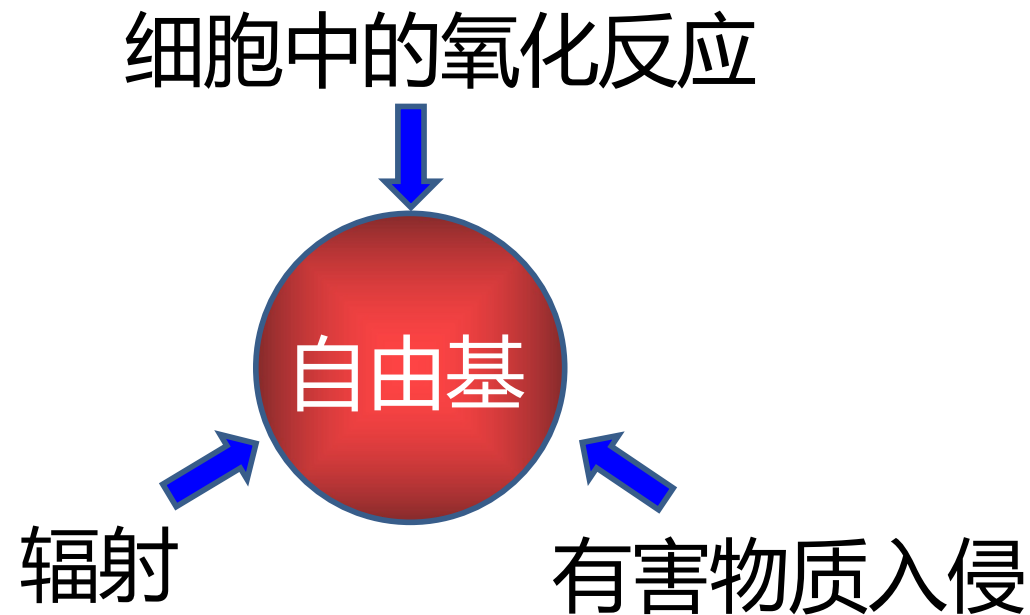
CH 6.3.1 细胞衰老的特征

衰老症状	原因分析
皮肤干燥发皱	细胞水分减少，体积变小
头发变白	细胞内的酪氨酸酶活性降低，产生的黑色素减少
老年斑	细胞内色素(脂褐素)的累积
无力	细胞内呼吸速率减慢
吸收能力下降	细胞膜通透性功能改变

CH 6.3.2 细胞衰老的原因

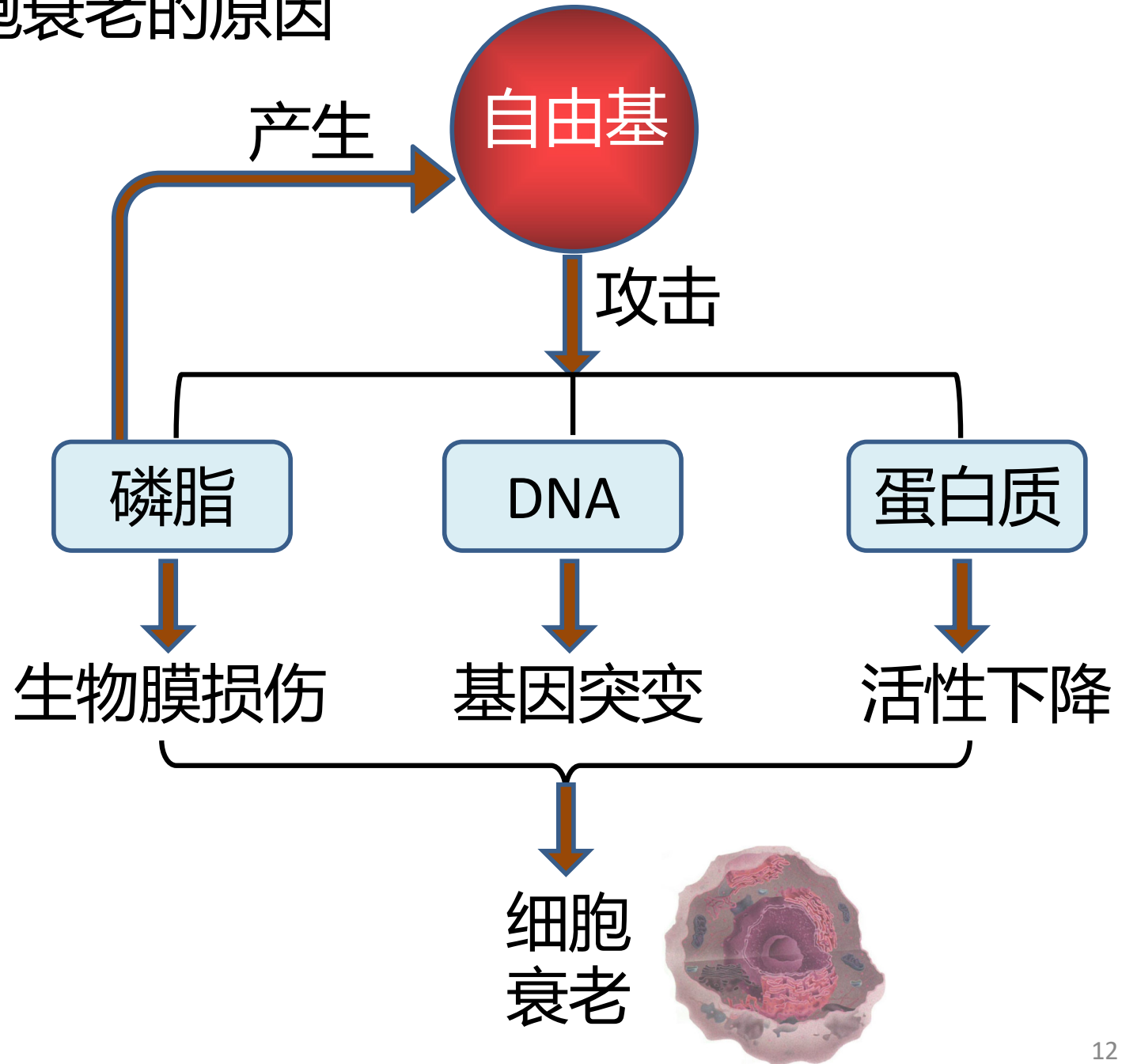
1. 自由基学说

异常活泼的带电分子或基团称为自由基。自由基含有未配对的电子，表现出高的反应活性。



CH 6.3.2 细胞衰老的原因

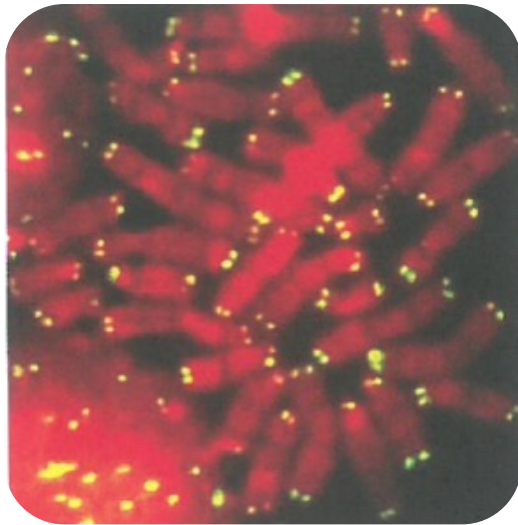
当自由基攻击生物膜的成分磷脂分子时，产生同样的自由基，这些新产生的自由基又会去攻击别的分子



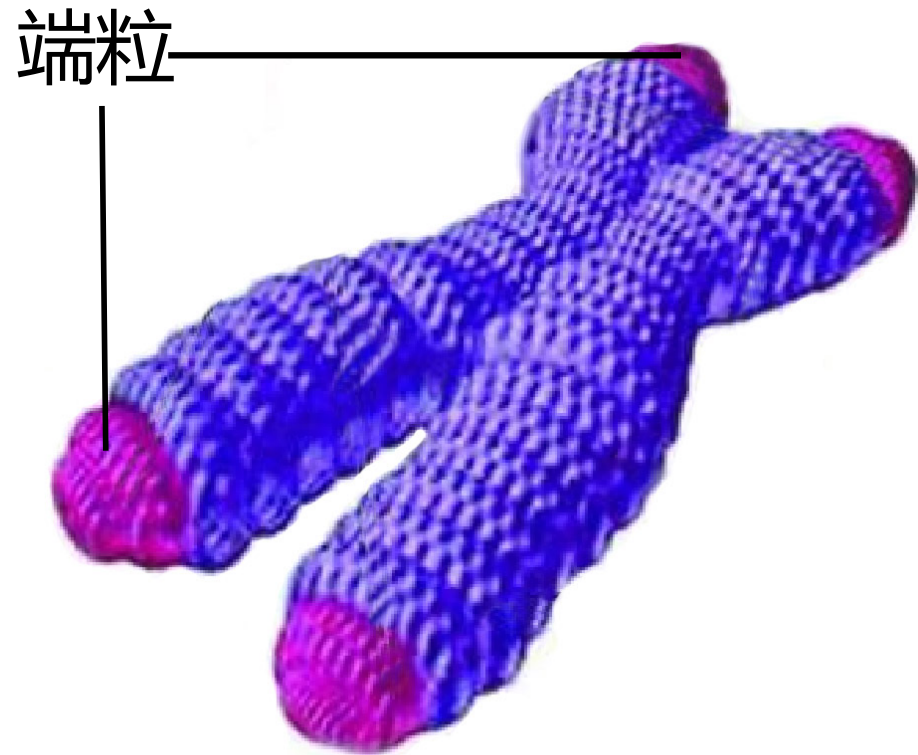
CH 6.3.2 细胞衰老的原因

2. 端粒学说

每条染色体的两端都有一段特殊序列的DNA—蛋白质复合物，称为端粒。

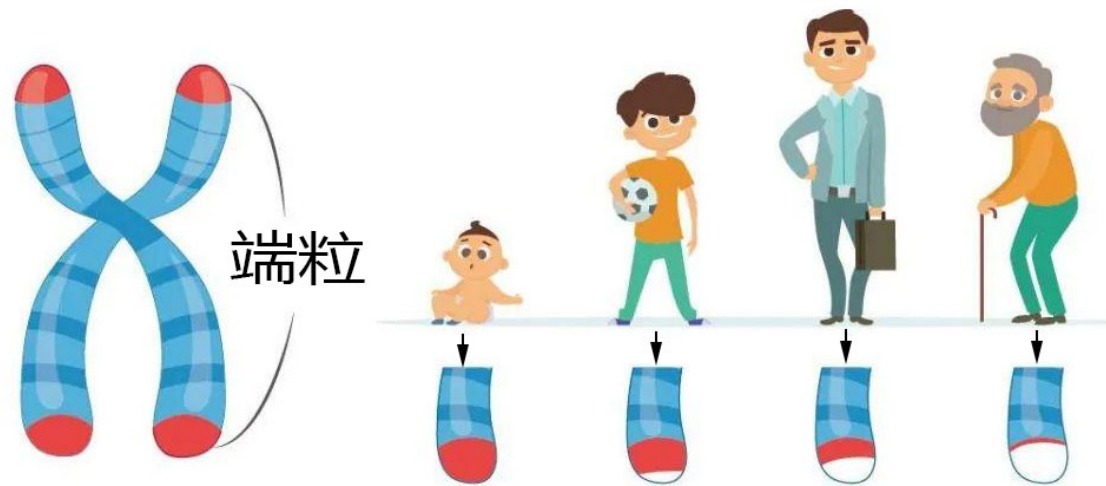


端粒的显微镜照片
(染色体为红色，黄色荧光显示端粒)



CH 6.3.2 细胞衰老的原因

端粒DNA序列在每次细胞分裂后会**缩短一截**，随着细胞分裂次数的增加，截短的部分会逐渐向内延伸。在端粒DNA序列被截短后，端粒内侧的正常基因的DNA序列就会受到损伤，结果使细胞活动逐渐趋异常。

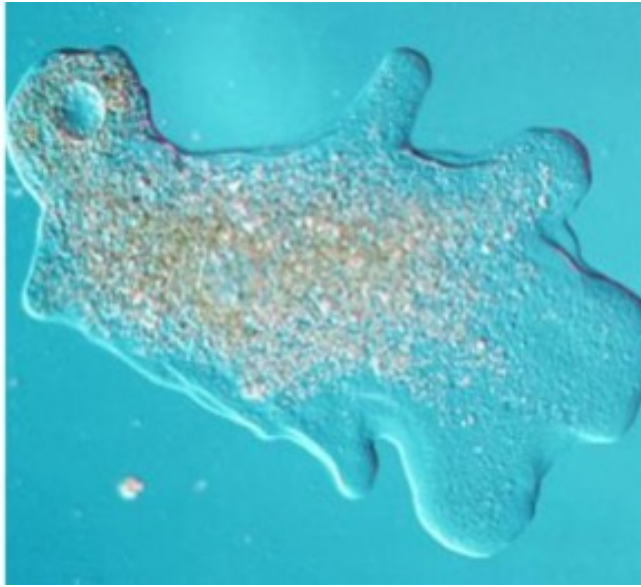


CH 6.3.3 细胞衰老与个体衰老的关系

1.单细胞生物体：细胞衰老=个体衰老



大肠杆菌



变形虫



酵母菌

CH 6.3.3 细胞衰老与个体衰老的关系

2.多细胞生物体：细胞衰老 $\neq$ 个体衰老

①多细胞生物体内的细胞总是在不断更新这，总有一部分细胞处于衰老或走向死亡的状态。

人体细胞每天更新率为1%~2%。如：肝细胞寿命约为18个月；皮肤细胞的寿命为十多天；消化道内壁细胞寿命只有几十个小时。

②从总体上看，个体衰老的过程也是组成个体的细胞普遍衰老的过程。

思考·讨论：年龄因素与细胞衰老的关系

实验1 在相同的条件下，分别单独培养胎儿、中年人和老年人的肺成纤维细胞，结果如下表所示。

细胞来源	胎儿	中年人	老年人
增殖代数	50	20	2~4

Q1. 从实验1中你能得出什么结论？

年龄越大的个体的体细胞可增殖代数越少，年龄越小的个体的体细胞可增殖代数越多，细胞增殖的能力与个体的年龄有密切的关系。

思考·讨论：年龄因素与细胞衰老的关系

实验2 将年轻人的体细胞去核后与老年人的细胞核融合；
将老年人的体细胞去核后与年轻人的细胞核融合。分
别在体外培养。结果是前者不分裂，后者分裂旺盛。

嫩质” + “老核” v.s. “老质” + “嫩核”

Q2.是细胞核还是细胞质对细胞分裂影响大一些？

细胞核对细胞分裂影响大一些。

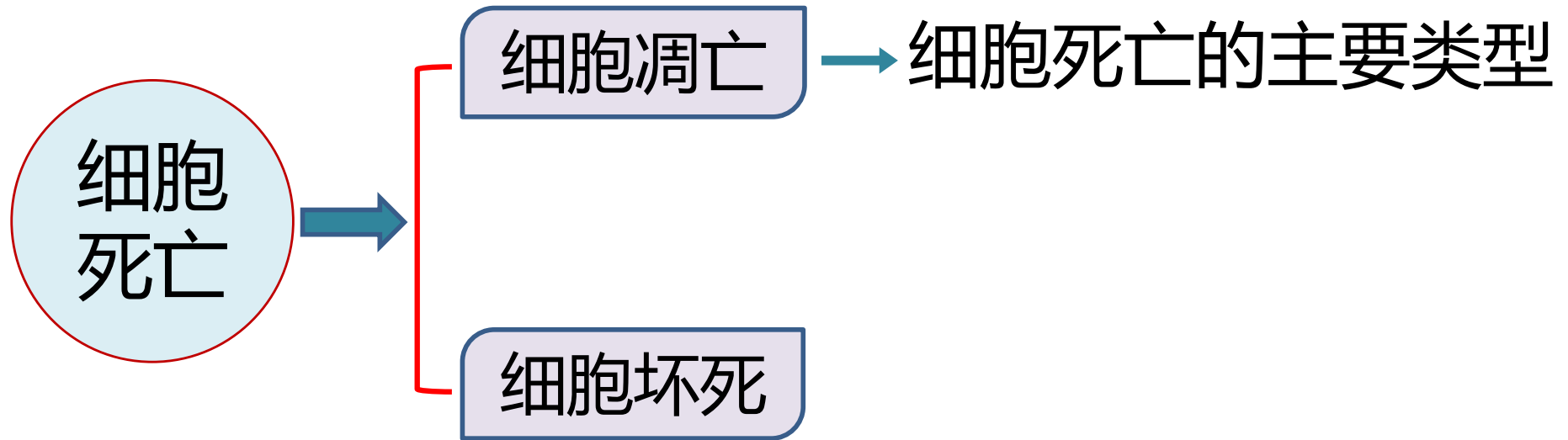
细胞衰老的意义

细胞衰老是人体内发生的正常生命现象，正常的细胞衰老有利于机体更好的实现自我更新。

e.g.1 人体皮肤生发层细胞不断分裂产生新的细胞以替代衰老细胞。

e.g.2 血液中的红细胞快速更新，可以保障机体所需氧气的供应。

CH 6.3.4 细胞的死亡



英文凋亡源自古希腊语，意思是花瓣或树叶的脱落、凋零。选用这一名词，是强调细胞凋亡是一种自然的生理过程。

CH 6.3.4 细胞的死亡

由基因所决定的细胞自动结束生命的过程，就叫细胞凋亡，又称程序性死亡。

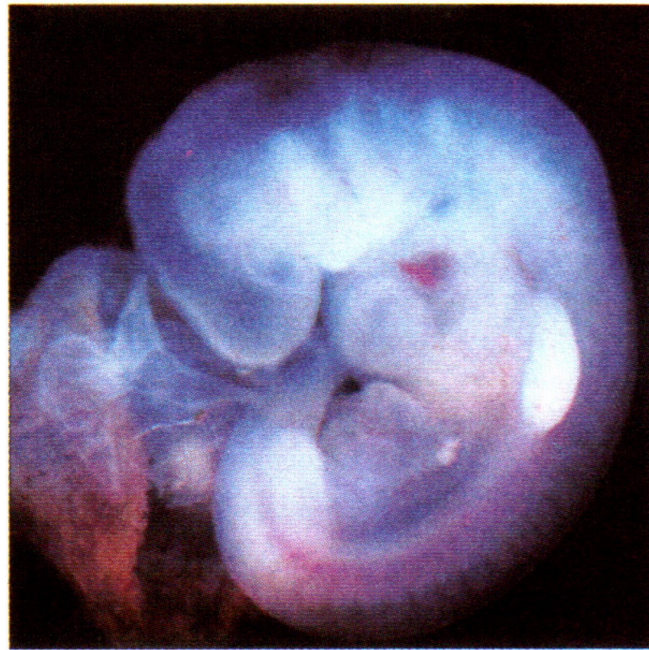
Q：细胞凋亡过程中有没有基因选择性表达？

A：负责凋亡的基因选择性表达。

细胞凋亡举例

①个体发育中细胞的程序性死亡

a.人在胚胎时期，要经历有尾的阶段，后来尾部细胞自动死亡，尾才消失。b.蝌蚪尾的消失也是通过细胞自动死亡实现的。

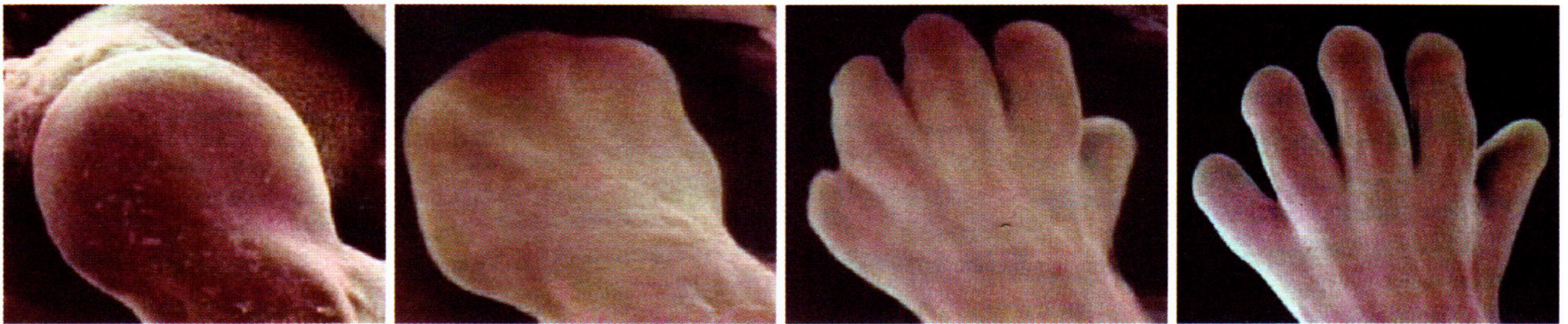


人的胚胎要经历有尾阶段
(上图为3周胚胎)

细胞凋亡举例

①个体发育中细胞的程序性死亡

c.在胎儿手的发育过程中，五个手指最初连在一起，像一把铲子，后来随着指间的细胞自动死亡，才发育为成形的手指。



胎儿手的发育

细胞凋亡举例

②在成熟的生物体中，细胞的自然更新

正在发育以及发育成熟的生物体中，细胞发生凋亡的数量是惊人的。健康的成人體內，在骨髓和肠中，每小时约有10亿个细胞凋亡。脊椎动物的神经系统在发育过程中，约有50%的细胞凋亡

③被病原体感染的细胞的清除

细胞凋亡的意义

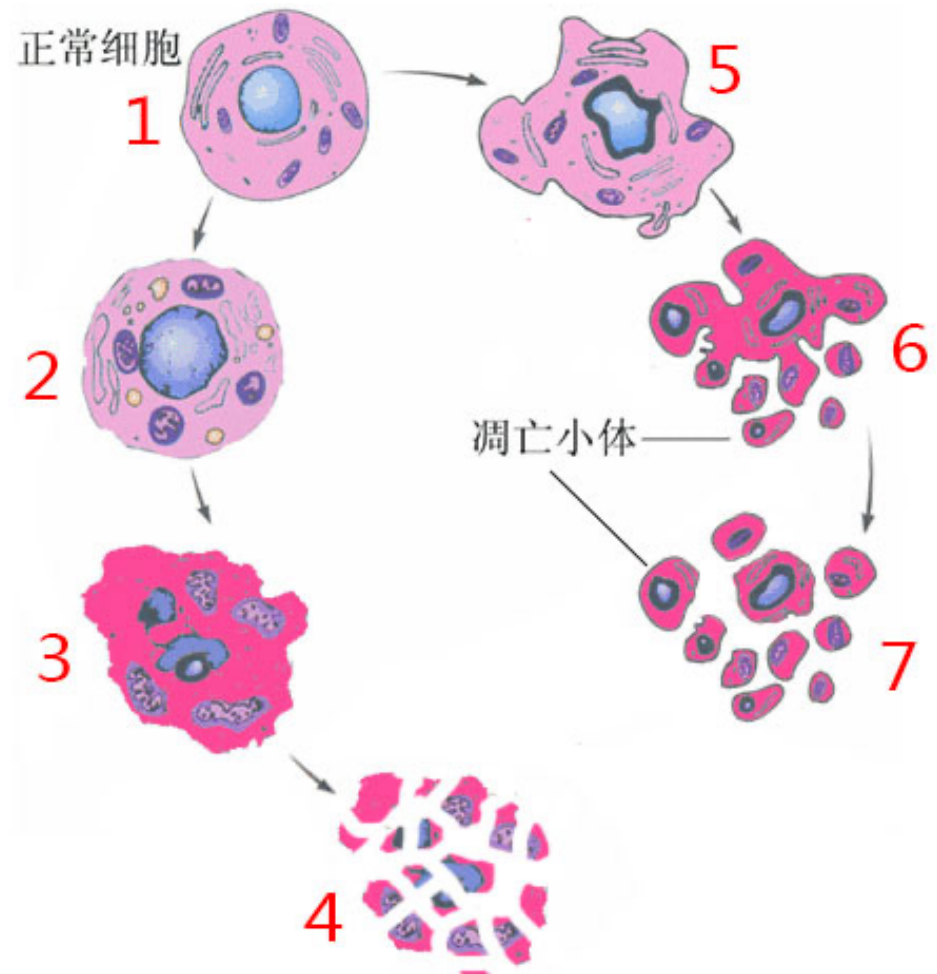
- ①保证多细胞生物体完成正常发育
- ②维持内部环境的稳定
- ③抵御外界各种因素的干扰

细胞的坏死

在种种不利因素影响下，如极端的物理、化学因素或严重的病理性刺激的情况下，由细胞正常代谢活动受损或中断引起的细胞损伤和死亡。

细胞坏死：1→2→3→4

细胞凋亡：1→5→6→7



细胞的坏死

项目	细胞坏死	细胞凋亡
基因调控	无	有
诱因	强烈的病理因子刺激，随机发生	生理性刺激，非随机发生
生化特征	被动过程，无新蛋白质合成，不耗能。	主动过程，有新蛋白质合成，耗能。
形态变化	细胞结构全面解体、破坏	膜泡、细胞器相对完整，形成凋亡小体
炎症反应	有	无

09年天津卷第4题

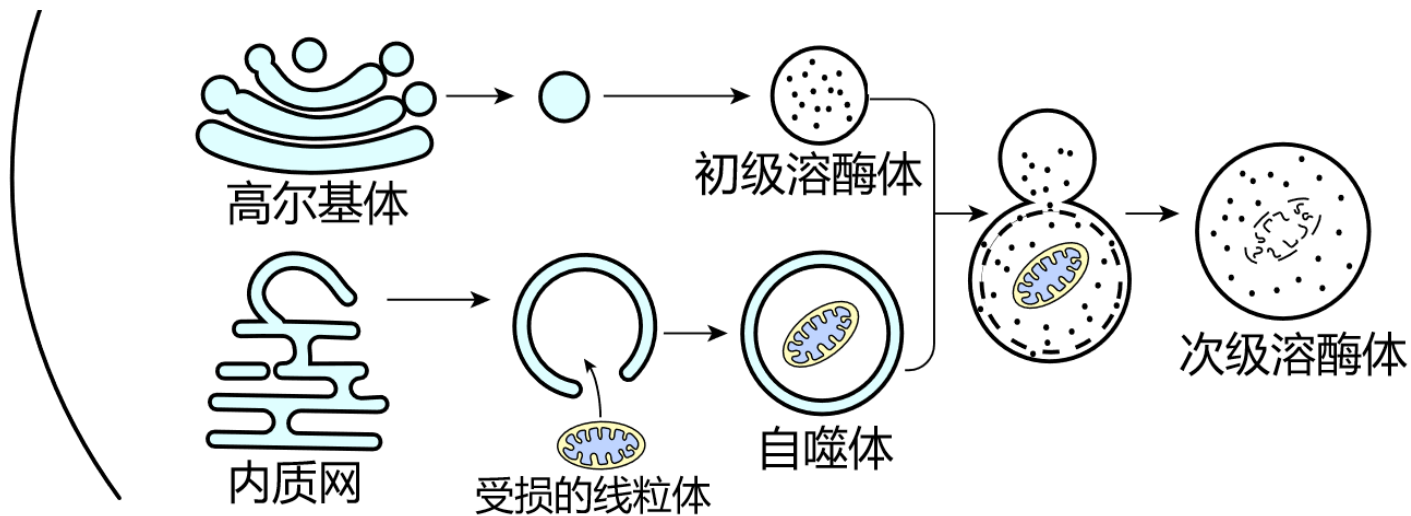
下面为动物机体的细胞凋亡及清除示意图。据图分析，不正确的是 **C**



- A. ①过程表明细胞凋亡是特异性的，体现了生物膜的信息传递功能
- B. 细胞凋亡过程中有新蛋白质合成，体现了基因的选择性表达
- C. ②过程中凋亡细胞被吞噬，表明细胞凋亡是细胞被动死亡过程
- D. 凋亡相关基因是机体固有的，在动物生长发育过程中发挥重要作用

自噬

在一定条件下，细胞会将受损或功能退化的细胞结构等，通过溶酶体降解后再利用。



自噬

- ①处于营养条件缺乏下的细胞，通过细胞自噬获得维持生存所需的物质和能量。
- ②在细胞受损、微生物入侵或细胞衰老时，通过细胞自噬可以清除受损或衰老的细胞器，以及感染的微生物和毒素，从而维持细胞内部环境的稳定。
- ③有些激烈的细胞自噬可能诱导细胞凋亡，细胞自噬障碍会引发疾病。

思维训练：分析数据

细胞种类	小肠上皮细胞	平滑肌细胞	心肌细胞	神经细胞	白细胞
寿命	1~2d	很长	很长	很长	5~7d
能否分裂	能	能	不能	绝大多数不能	不能

Q1.细胞的寿命与分裂能力之间有对应关系吗？比如寿命短的细胞是否一定能分裂？

细胞的寿命与分裂能力无关。寿命短的细胞不一定能分裂，如白细胞的寿命只有5~7d，但也不能分裂。



思维训练：分析数据

Q2.细胞的寿命和分裂能力与它们承担的功能有关系吗？

有关系。

3.根据以上数据分析，请推测皮肤表皮细胞的寿命和分裂能力？

皮肤表皮细胞的寿命约为10d，生发层细胞分裂能力强。

练习与应用：一、概念检测

1.同生物体一样，细胞也会衰老和死亡。细胞的衰老和死亡与个体的生命历程密切相关。判断下列相关表述是否正确。

- (1) 衰老的生物体中，细胞都处于衰老状态 ×
- (2) 端粒受损可能会导致细胞衰老 ✓
- (3) 细胞凋亡使细胞自主有序地死亡，对生物体是有利的 ✓
- (4) 细胞死亡是细胞凋亡的同义词 ×

练习与应用：一、概念检测

2.与个体的衰老一样，细胞衰老会表现出明显的特征。

下列不是细胞衰老特征的是 C

A.细胞内水分减少

B.细胞代谢缓慢

C.细胞不能继续分化

D.细胞内色素积累较多

练习与应用：二、拓展应用

同样是血细胞，白细胞与红细胞的功能不同，凋亡的速率也不一样，白细胞凋亡的速率比红细胞快得多。细胞凋亡的速率与它们的功能有关系吗？请结合这一实例说明细胞凋亡的生物学意义。

细胞凋亡的速率与它们的功能有关系。因为白细胞的主要功能是吞噬病菌等，所以白细胞凋亡的速率很快。细胞凋亡不仅保证了多细胞生物个体发育的正常进行，而且在维持生物体内部环境的稳定、抵御外界各种因素的干扰方面也都起着非常关键的作用。

复习与提高：一、选择题

1.真核细胞的增殖主要是通过有丝分裂来进行的。下列关于有丝分裂的重要性的说法，不正确的是 **C**

- A.产生新细胞，使生物体生长
- B.产生新细胞，替换死亡的细胞
- C.是细胞增殖的唯一方式
- D.维持细胞遗传的稳定性

复习与提高：一、选择题

2.在细胞有丝分裂过程中，DNA、染色体和染色单体三者数量比是2：1：2的时期是 **A**

A.前期和中期

B.中期和后期

C.后期和末期

D.前期和末期

复习与提高：一、选择题

3. 下列关于蛙的细胞中最容易表达出全能性的是 **C**

A. 神经细胞

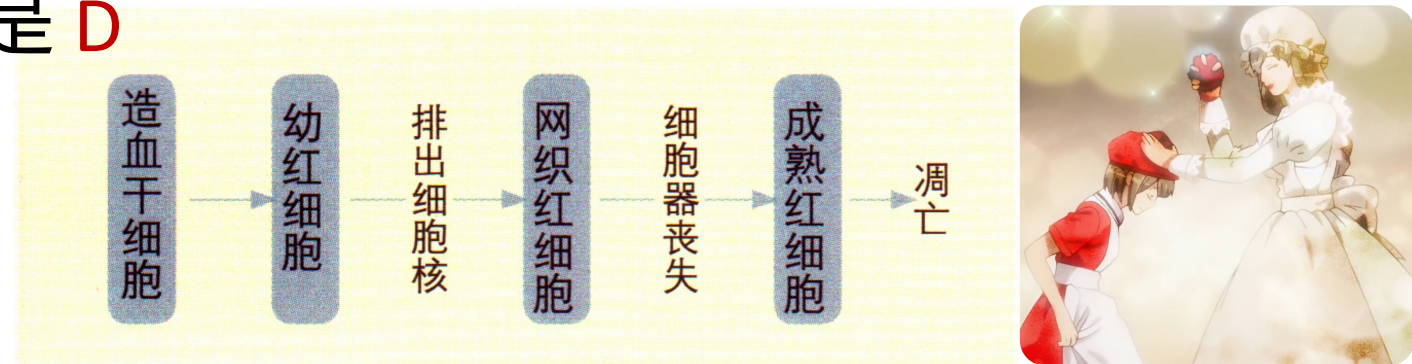
B. 肌肉细胞

C. 受精卵细胞

D. 口腔上皮细胞

复习与提高：一、选择题

4.哺乳动物红细胞的部分生命历程如下图所示，下列叙述不正确的是 **D**



- A.成熟红细胞在细胞呼吸过程中不产生二氧化碳
- B.网织红细胞和成熟红细胞的分化程度各不相同
- C.造血干细胞与幼红细胞中基因的执行情况不同
- D.成熟红细胞衰老后控制其凋亡的基因开始表达

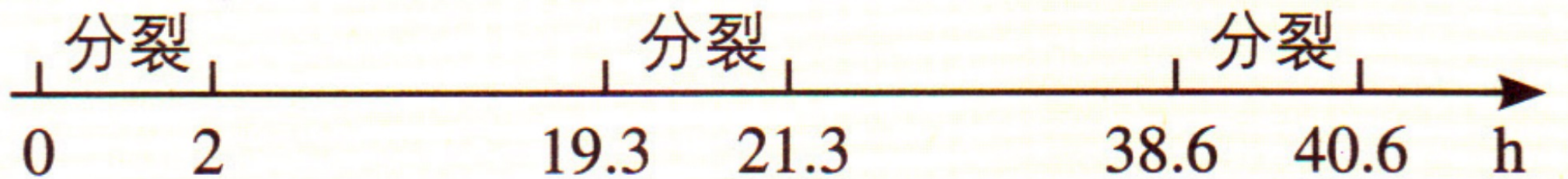
复习与提高：一、选择题

5.衰老细胞在生理功能上会发生明显变化，下列有关衰老细胞特征的叙述，不正确的是 **A**

- A.新陈代谢速率加快
- B.有些酶的活性降低
- C.呼吸速率减慢
- D.细胞膜的物质运输功能降低

复习与提高：二、非选择题

1. 科学家用含 ^{32}P 的磷酸盐作为标记物浸泡蚕豆幼苗,追踪蚕豆根尖细胞分裂情况,得到蚕豆根尖分生区细胞连续分裂数据如下。



(1) 细胞分裂具有周期性,请在数轴上画出一个细胞周期。(2) 蚕豆根尖细胞分裂时,细胞周期的时间为19.3 h,分裂间期的时间为17.3 h,分裂期的时间为2 h。

复习与提高：二、非选择题

2.鸡爪与鸭掌的最大不同在于，鸡爪的趾骨间没有蹼状结构，但在胚胎发育形成趾的时期，这两种动物的趾间都有蹼状结构。为了探究蹼状结构的形成和消失是如何进行的，科学家进行了如下实验：①将鸭胚胎中预定形成鸭掌部分的细胞移植到鸡胚胎的相应部位，结果鸡爪长成了鸭掌；②将鸡胚胎中预定形成鸡爪部分的细胞移植到鸭胚胎的相应部位，结果鸭掌长成了鸡爪。

复习与提高：二、非选择题



鸡爪



鸭掌



实验①

鸡爪长成了鸭掌



实验②

鸭掌长成了鸡爪

复习与提高：二、非选择题

依据实验回答下列问题。

(1) 如何判断鸡爪胚胎发育时期蹼的消亡是细胞凋亡，而不是细胞坏死造成的结果？

判断的依据是：鸡爪胚胎发育时期有蹼，长成鸡爪后蹼消失，所有鸡爪的形成都经历了这样的过程，可见受到了严格的由遗传机制决定的程序性控制，因此是细胞凋亡的结果。另外，细胞坏死是指在种种不利因素影响下而导致的死亡。鸡爪的形成没有出现不利因素的影响，因此不可能是细胞坏死而引起的结果。

复习与提高：二、非选择题

依据实验回答下列问题。

(2) 上述实验说明细胞凋亡具有什么特点？

细胞凋亡的特点是:严格的由遗传机制决定的程序性控制，是由基因所决定的细胞自自动结束生命的过程。

复习与提高：二、非选择题

依据实验回答下列问题。

(3) 依据鸡爪和鸭掌的结构及功能特点，说明细胞凋亡对于个体发育的重要意义。

鸡爪和鸭掌在胚胎发育时期都有蹼，但鸡爪的蹼由于细胞凋亡而消失，使得鸡爪能够适应陆地生活，而鸭掌形成的蹼没有消失，这有利于鸭适应水生生活。由此可见，细胞凋亡有利于生物体的生存。

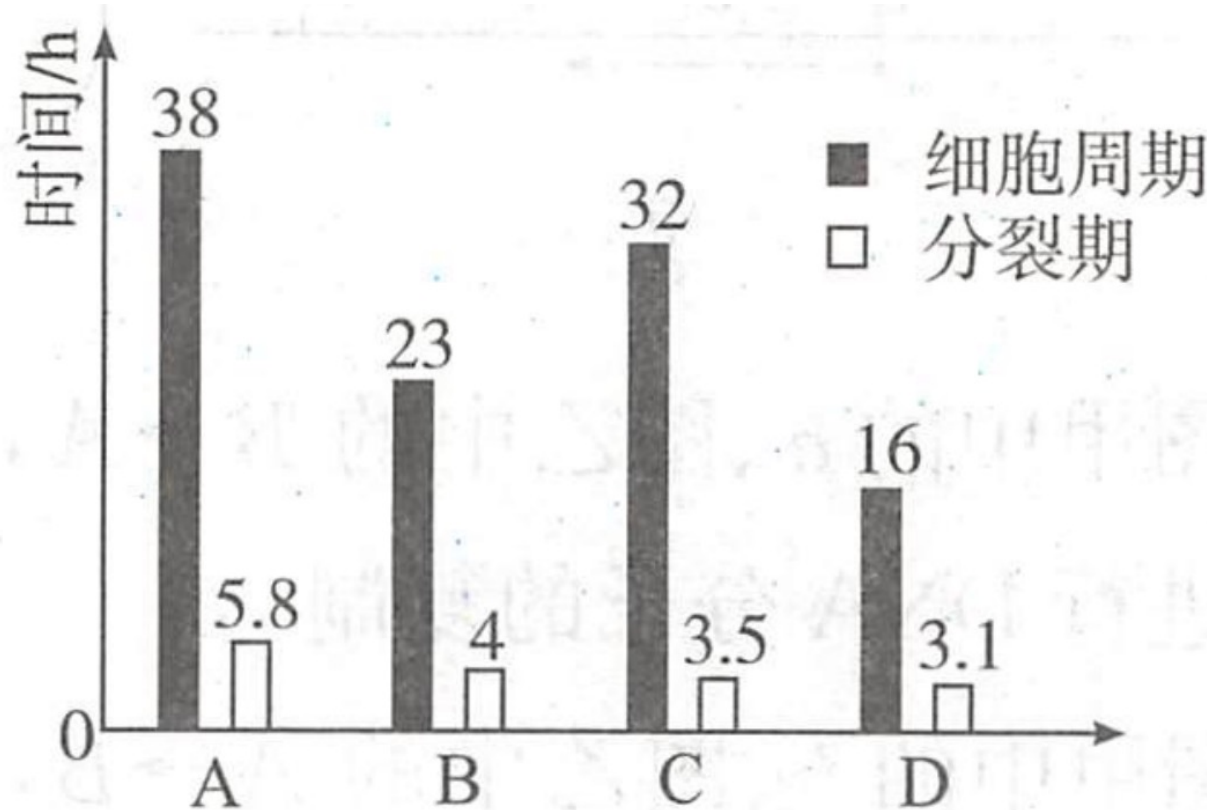
复习与提高：二、非选择题

3. 回顾本章章首页的小诗，结合本学期生物课所学内容，写一篇文章谈谈你对生命历程的感悟，题目自拟，文体、字数不限。

略。

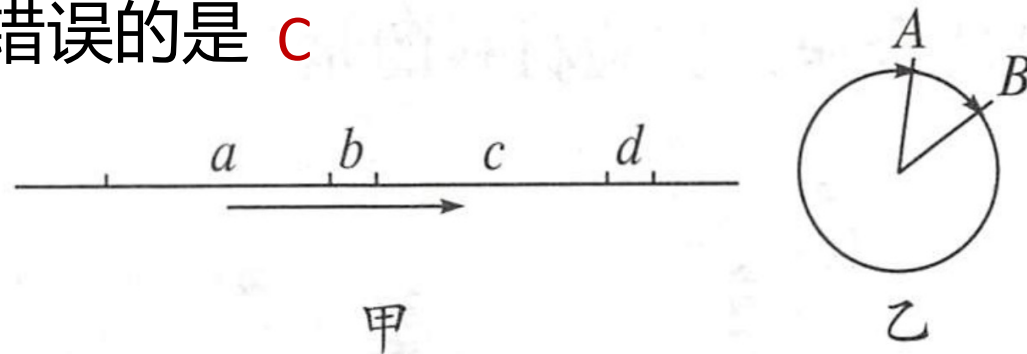
《阳光课堂》习题

1.用光学显微镜观察有丝分裂过程，如果仅从细胞周期来看，图中A、B、C、D四种植物最适合作为实验材料的是 **D**



《阳光课堂》习题

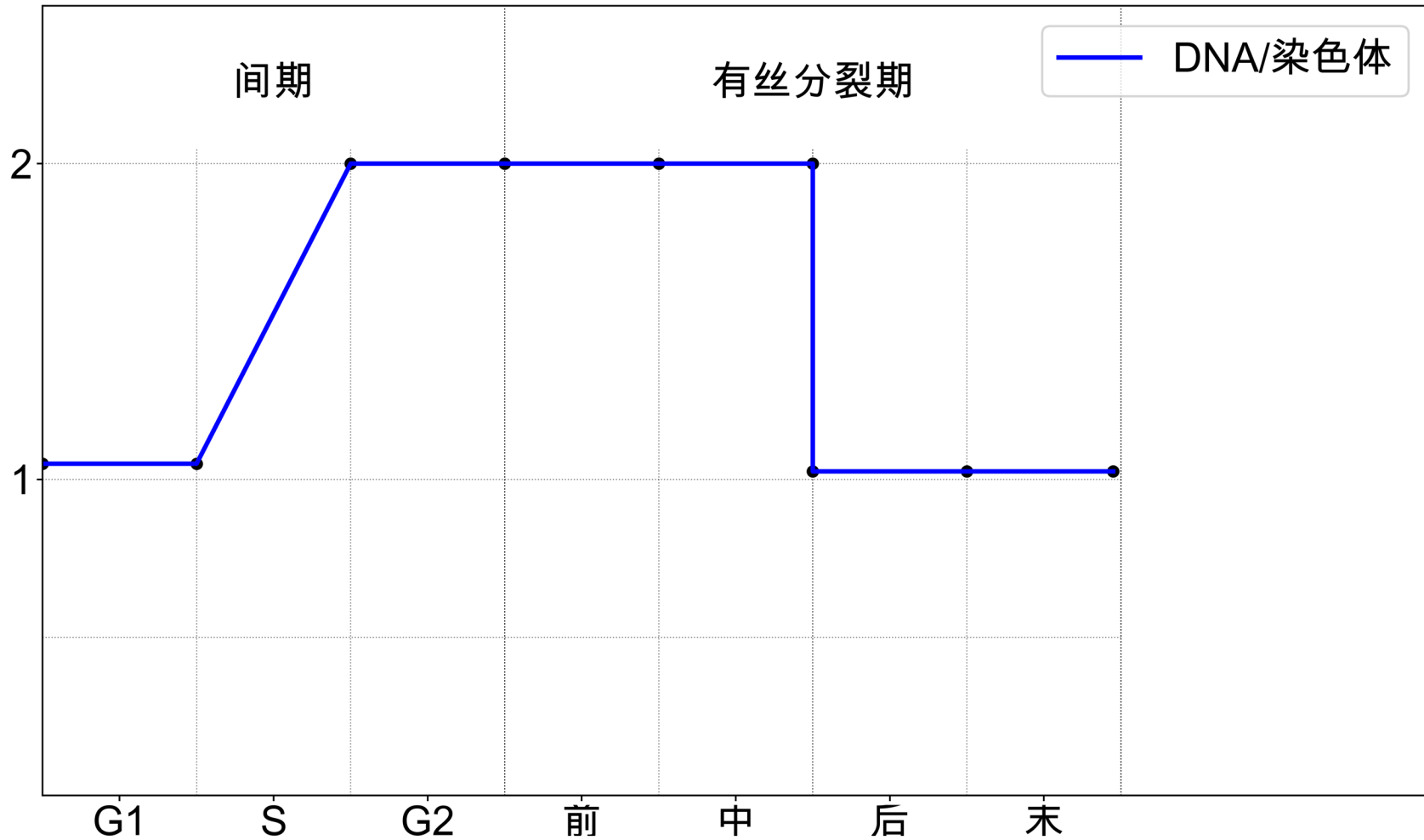
2.图甲中a+b表示一个细胞周期，c+d表示另一个细胞周期。图乙中，按箭头方向表示细胞周期。从图中所示结果分析其细胞周期，下列说法错误的是 **C**



- A.图甲中的a、图乙中的B→A，细胞正在进行DNA分子的复制
- B.图甲中的b、图乙中的A→B，会出现染色体数目加倍的时期
- C.图乙中的细胞周期可以是A→B→A
- D.图乙中的细胞周期可以是B→A→B

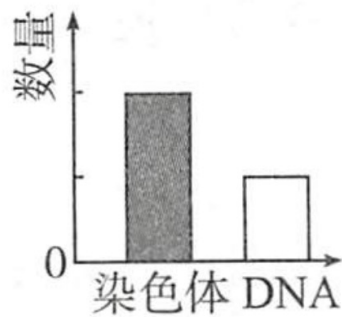
《阳光课堂》习题

3. 每条染色体上DNA含量在一个细胞周期中的变化

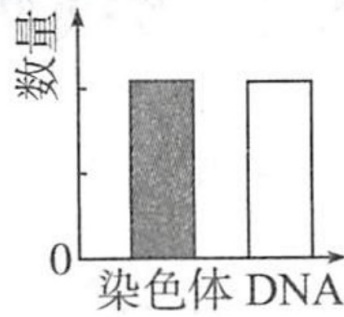


《阳光课堂》习题

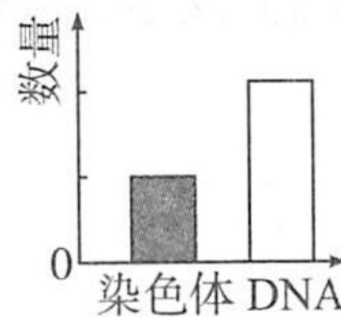
4.在有丝分裂过程中，一个细胞中的染色体数和DNA分子数不可能是 **A**



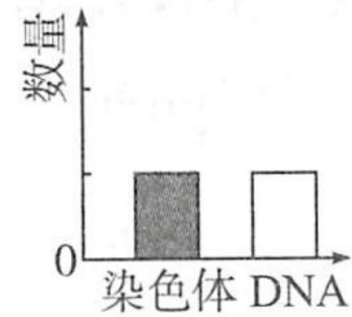
A



B



C



D

《阳光课堂》习题

5.下列有关细胞增殖的说法，错误的是：**B**

A.单细胞生物通过细胞增殖而繁衍

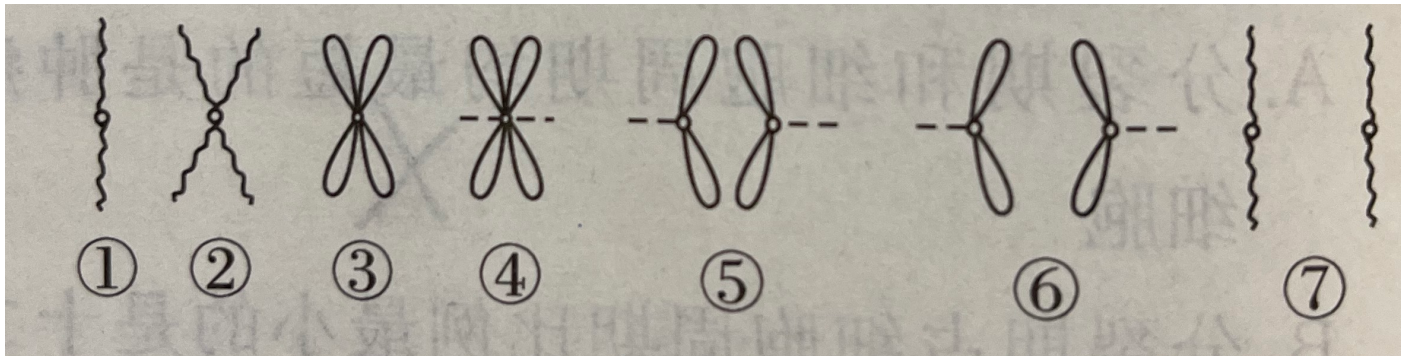
B.多细胞生物通过细胞增殖发育为成体

C.细胞增殖是生物体生长、发育、繁殖、遗传的基础

D.细胞增殖包括物质准备和细胞分裂两个练习的过程

《阳光课堂》习题

6. 下图为某种植物根尖细胞分裂过程中染色质与染色体规律性变化的模式图。下列相关判断错误的是C

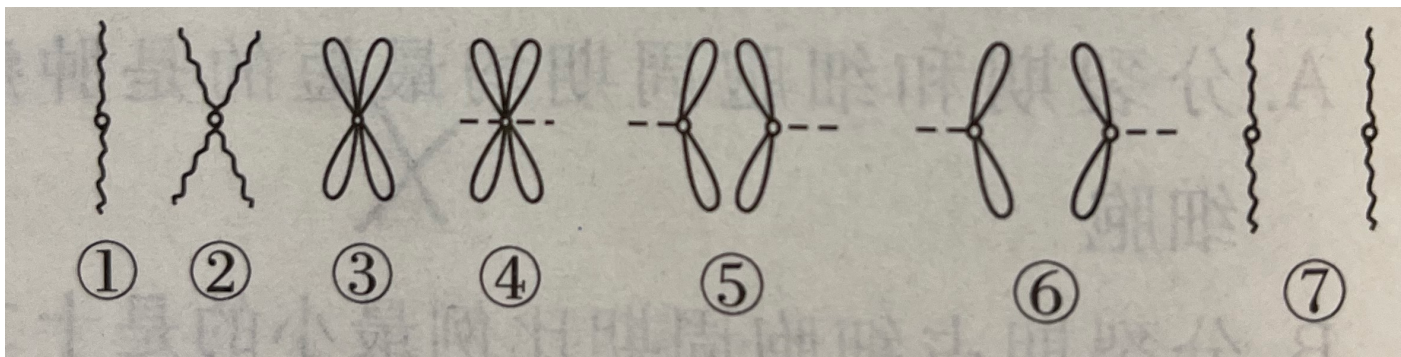


- A. ①→②过程是有丝分裂间期，此时细胞内核DNA数量加倍
- B. 假设低温处理导致细胞的纺锤体不能形成，则④→⑤过程中染色单体分开使染色体数目加倍
- C. ⑤→⑥过程处于有丝分裂后期，细胞中的DNA再次增加一倍
- D. ⑥→⑦过程中染色体逐渐变成细长而盘曲的染色质丝

《阳光课堂》习题

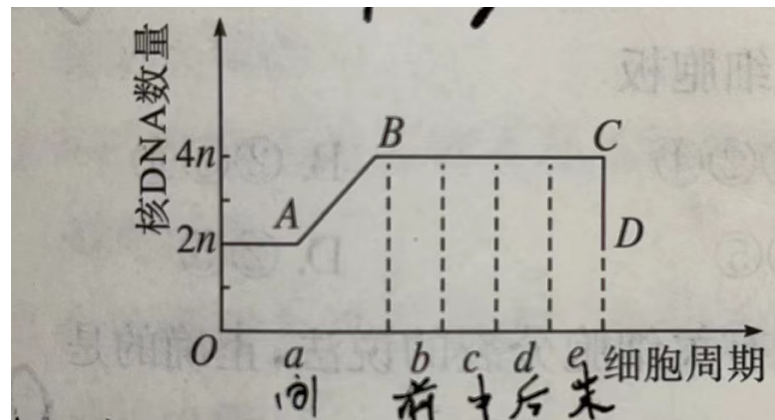
7.在细胞有丝分裂过程中，细胞核内下列各组之间的数量关系一定不相等的是 **B**

- A.染色体数目与着丝粒数目
- B.染色体数目与染色单体数目
- C.DNA分子数量与染色单体数目
- D.染色体数目与DNA分子数量



《阳光课堂》习题

8. (不定项选择题) 下图表示某生物有丝分裂过程中核DNA数量变化的曲线，下列相关叙述正确的是 **ABD**



- A. e表示的是分裂末期，则b时期核DNA数量和d时期相同
- B. AB段上升的原因是DNA复制
- C. CD段下降是着丝粒分裂的结果
- D. BC段染色体和DNA的比并非始终为1:2

《阳光课堂》习题

9. (不定项选择题) 真核细胞分裂过程中，染色质凝集成染色体后，姐妹染色单体仍由黏连蛋白在着丝粒处连在一起；黏连蛋白被酶X水解后，姐妹染色单体分离，并在纺锤丝的作用下分别被拉向两极。下列有关分析正确的是 **AB**

- A. 上述事实表明姐妹染色单体的分离与纺锤丝无关
- B. 黏连蛋白被水解能导致细胞中染色体数目加倍
- C. 在有丝分裂后期，酶X通过核孔进入细胞核发挥作用
- D. 酶X是在细胞核内合成的

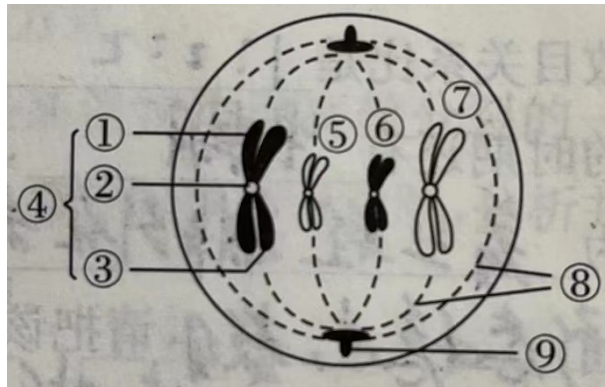
《阳光课堂》习题

10.在细胞有丝分裂的分裂期开始时，如果它的染色体数为 N ，核DNA含量为 Q ，则该细胞分裂后每个子细胞中的染色体数和核DNA含量分别为 **B**

- A. N 和 Q
- B. N 和 $Q/2$
- C. $N/2$ 和 $Q/2$
- D. $N/2$ 和 Q

《阳光课堂》习题

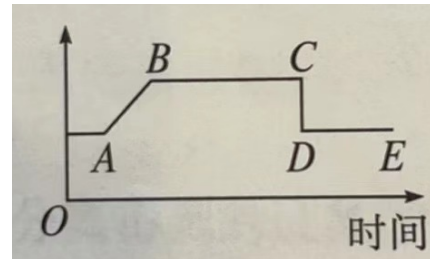
11. 下列关于下图所示细胞的叙述，错误的是 **D**



- A. 该细胞为动物细胞
- B. ④是一条染色体，包含2条染色单体，2条染色单体由一个着丝粒②相连
- C. 细胞中有8条染色单体
- D. 在后期时，移向同一极的染色体形态、大小相同

《阳光课堂》习题

12. (不定项选择题) 下图为有丝分裂相关的坐标曲线，下列相关说法正确的是 **ABC**



- A. 若纵坐标表示一条染色体中DNA的含量，则C→D过程细胞中核DNA含量不变。
- B. 若纵坐标表示一个细胞中核DNA的含量，则E点时一条染色体中DNA的含量与A点相同。
- C. 若纵坐标表示一条染色体中DNA的含量，则A→C过程染色体数目不变
- D. 若纵坐标表示一个细胞中核DNA的含量，则A→C过程染色体数目不变

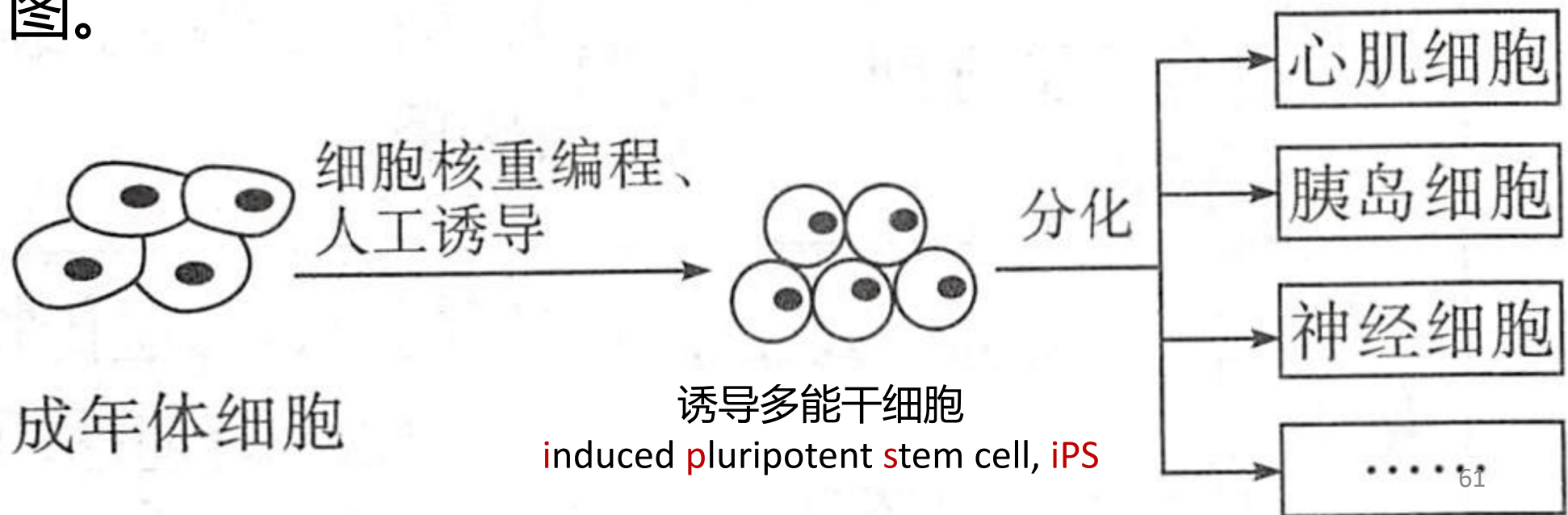
《阳光课堂》习题

13. 下列关于细胞分化的叙述，错误的是 **B**

- A. 植物器官的形成是细胞分化的结果
- B. 造血干细胞属于未分化的细胞
- C. 机体不同的组织细胞中，蛋白质种类和数量不同
- D. 细胞分化一般是不可逆的

《阳光课堂》习题

14. 2012年诺贝尔生理学或医学奖于2012年10月8日产生，英国发育生物学家约翰·格登和日本医学教授山中伸弥，因在“细胞核重编程技术”领域作出的革命性贡献而获得诺贝尔奖。下面为该技术的操作流程模式图。



《阳光课堂》习题

据图推断，下列说法错误的是 **B**

A. 干细胞的线粒体、细胞核均具有双层膜结构

B. 干细胞分化形成的表皮细胞中的染色体数目发生了变化

C. 干细胞分化形成各种类型的细胞体现了细胞的全能性

D. 干细胞可以用于治疗因胰岛B细胞受损而引起的糖尿病

《阳光课堂》习题

我国科学家利用iPS细胞，通过四倍体囊胚注射得到存活并具有繁殖能力的小鼠，从而第一次证明了iPS细胞的全能性。下列对iPS细胞的叙述，正确的是 **C**

- A. iPS细胞即胚胎干细胞
- B. iPS细胞的形成证明动物细胞的分化是不可逆的
- C. 小鼠的iPS细胞含有小鼠生长发育所需的全部遗传信息
- D. 体细胞形成iPS细胞的过程为细胞分化

《阳光课堂》习题

下列有关细胞全能性的叙述错误的是 **A**

- A. 克隆猴“中中”和“华华”的诞生证明了动物细胞具有全能性
- B. 细胞全能性产生的根本原因是细胞内有能发育成整个个体所需的全套遗传信息
- C. 斯图尔德组织培养的成功表面植物细胞具有全能性
- D. 一般来说，细胞分化程度越高，它的全能性就越低。

《阳光课堂》习题

15. 下列关于细胞分化的叙述，错误的是 **D**

A. 细胞分化意味着不同细胞内合成了功能不同的特异性蛋白质

B. 细胞分化是动物和植物发育的基础，且贯穿于其整个生命进程中

C. 通常体内已分化的细胞将一直保持分化后的状态直至细胞衰老死亡

D. **具有分裂能力的细胞一定会分化**，并且分化程度越高，分裂能力就越低。