

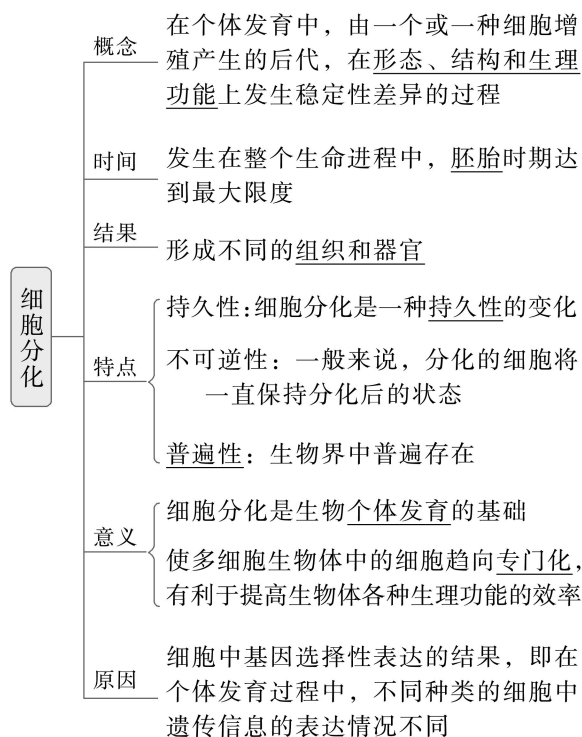
第 19 课时 细胞的分化、衰老和死亡

课标要求	1.说明在个体发育过程中，细胞在形态、结构和功能方面发生特异性的分化，形成了复杂的多细胞生物体。2.描述在正常情况下，细胞衰老和死亡是一种自然的生理过程。
考情分析	1.细胞的分化与细胞的全能性：2025·安徽·T3 2024·重庆·T8 2024·安徽·T4 2024·浙江 6 月选考·T4 2023·海南·T7 2022·重庆·T6 2022·湖北·T5 2022·河北·T14 2022·辽宁·T8 2021·山东·T3 2021·辽宁·T18 2021·重庆·T5 2021·辽宁·T9
	2.细胞衰老、死亡和自噬：2025·山东·T3 2025·四川·T3 2025·北京·T4 2025·甘肃·T4 2025·陕晋宁青·T4 2025·湖北·T13 2024·湖南·T4 2024·河北·T3 2024·山东·T2 2024·甘肃·T4 2023·海南·T4 2023·湖南·T7 2023·山东·T3 2023·天津·T4 2022·福建·T2
	3.细胞的生命历程综合：2025·江苏·T9 2025·河南·T5 2024·贵州·T2 2024·江苏·T11 2024·黑吉辽·T2 2023·江苏·T1 2022·江苏·T2 2022·海南·T2 2021·江苏·T2 2021·河北·T5

考点一 细胞的分化与细胞的全能性

整合·必备知识

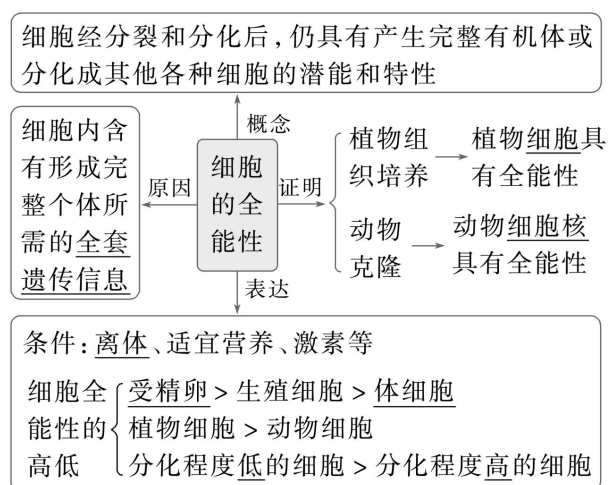
1. 细胞分化



提醒 (1)细胞分化程度越高，细胞分裂的能力一般就越低。

(2)分化的细胞不一定不再进行分裂，如 **B** 淋巴细胞，接受抗原和细胞因子等刺激后仍可再分裂。

2. 细胞的全能性



3. 干细胞

(1)概念：动物和人体内仍保留着少数具有分裂和分化能力的细胞，这些细胞叫作干细胞。

(2)类型

项目	胚胎干细胞	成体干细胞
来源	来自 <u>早期胚胎</u>	来自各式各样的组织
功能	可以分化成 <u>各种组织</u> 和器官	具有分化成 <u>特定功能</u> 的组织或细胞的能力

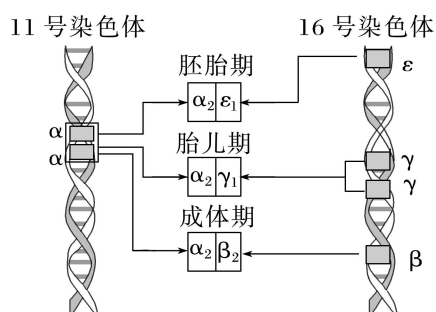
举例	来自囊胚的内细胞团细胞	精原干细胞、造血干细胞、神经干细胞
----	-------------	-------------------

提醒 干细胞分裂后一部分细胞发生分化，成为具有特定功能的组织细胞；还有一部分保持分裂能力，用于干细胞的自我更新。

形成·解题能力

细胞的分化

血红蛋白的主要生理功能是运输氧气。人的血红蛋白基因位于第 11 号和第 16 号染色体上，其编码基因有 α 、 β 、 γ 、 ϵ 等，在人的不同发育阶段，血红蛋白由不同分子组成。



(1)在人的不同发育时期，血红蛋白分子组成不同的原因是同一种细胞在人的不同发育时期会表达不同的基因。

(2)请分析以下基因在不同分化细胞内的表达情况并将其进行分类。

- ①胰岛素基因 ②ATP 合成酶基因 ③血红蛋白基因 ④呼吸酶基因 ⑤抗体基因
⑥核糖体合成酶基因

管家基因(所有细胞均表达的一类基因): ②④⑥。

奢侈基因(不同类型细胞特异性表达的一类基因): ①③⑤。

(3)下列①~④过程能说明人体中某细胞已经发生分化的是③，你的推断理由是所有细胞都能合成 ATP，几乎所有细胞都能转录合成 mRNA，几乎所有细胞中都存在纤维蛋白原基因，所以①②④均不能判断细胞已经分化；只有甲状腺细胞才能合成甲状腺激素，可判断细胞已经分化。

- ①进行 ATP 的合成 ②进行 mRNA 的合成 ③存在甲状腺激素 ④存在纤维蛋白原基因

强化·迁移应用

考向一 细胞的分化

1. (2024·黑龙江, 2)手术切除大鼠部分肝脏后，残留肝细胞可重新进入细胞周期进行增殖；肝脏中的卵圆细胞发生分化也可形成新的肝细胞，使肝脏恢复到原来体积。下列叙述错误的是()

- A. 肝细胞增殖过程中，需要进行 DNA 复制

- B. 肝细胞的自然更新伴随着细胞凋亡的过程
- C. 卵圆细胞分化过程中会出现基因的选择性表达
- D. 卵圆细胞能形成新的肝细胞，证明其具有全能性

答案 D

解析 细胞的全能性是指细胞经分裂和分化后，仍具有产生完整有机体或分化成其他各种细胞的潜能和特性，卵圆细胞能形成新的肝细胞，未证明其具有全能性，D 错误。

2. (2025·安徽, 3)胰岛类器官是由干细胞在体外诱导分化形成的具有器官特性的细胞集合体，可模拟胰岛的结构和功能，具有广泛的应用价值。下列叙述错误的是()
- A. 胰岛类器官中不同细胞在结构和功能上存在差异，这是基因选择性表达的结果
 - B. 胰岛类器官中胰岛 A 细胞是由干细胞诱导分化而来的，其细胞核不具有全能性
 - C. 对胰岛类器官中细胞的 mRNA 序列进行分析，可判断其细胞类型
 - D. 胰岛类器官模型可应用于胰岛发育和糖尿病发病机制等研究

答案 B

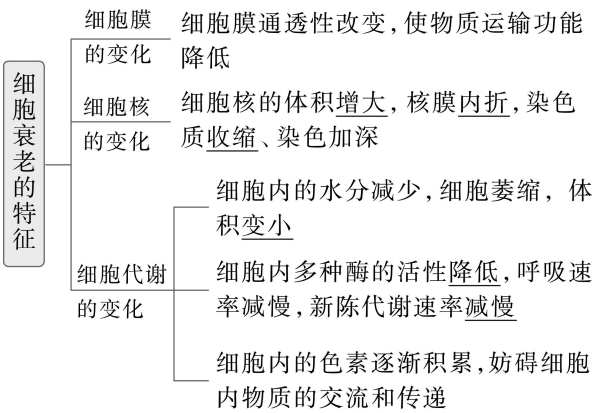
解析 胰岛类器官中不同细胞在结构和功能上存在差异，这是细胞分化的结果，其实质是基因选择性表达，A 正确；干细胞诱导分化的胰岛 A 细胞，其细胞核仍含全套遗传信息，具有全能性，B 错误；不同细胞的 mRNA 差异反映基因表达情况，可判断细胞类型，C 正确；胰岛类器官可模拟胰岛结构和功能，因此可应用于胰岛发育和糖尿病发病机制等研究，D 正确。

考点二 细胞的衰老和死亡

整合·必备知识

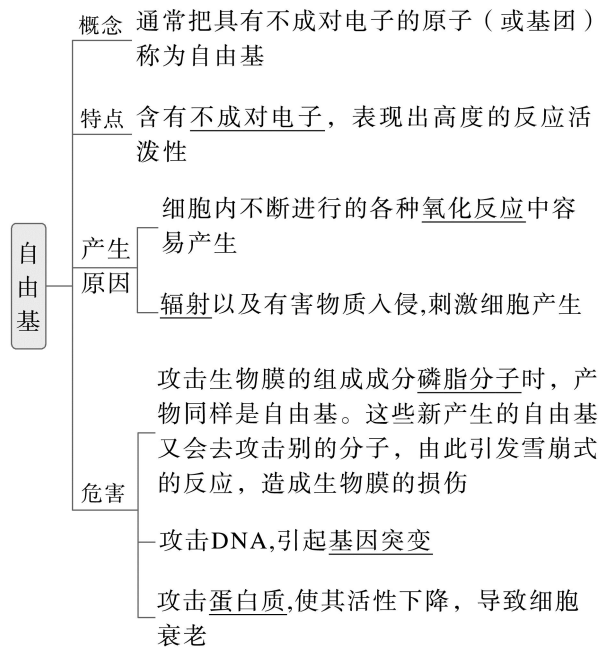
1. 细胞衰老

(1)特征

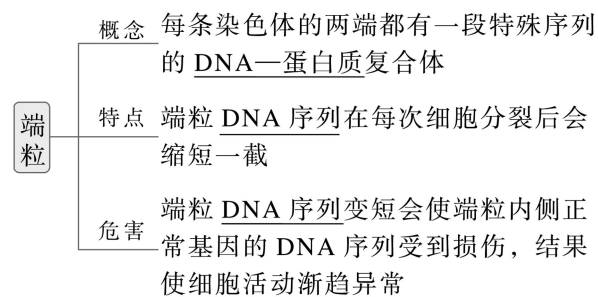


(2)原因

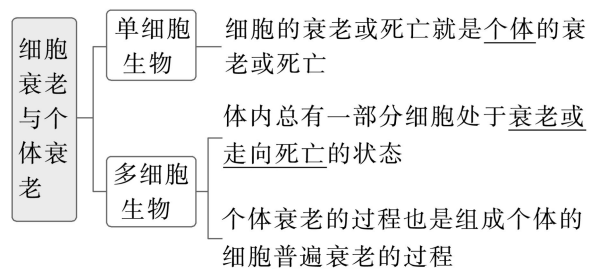
①自由基学说



②端粒学说

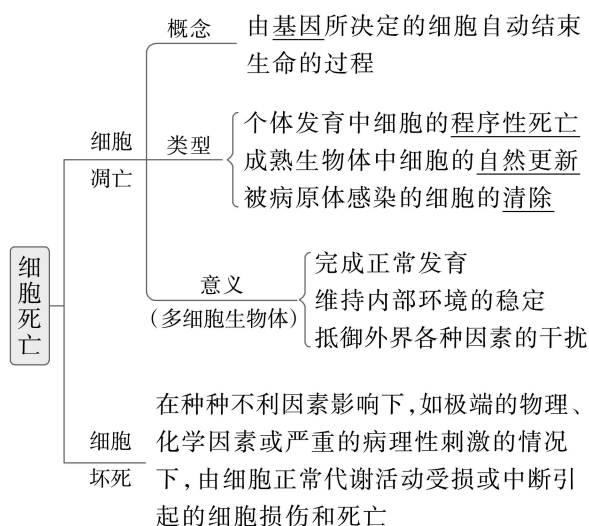


(3)细胞衰老与个体衰老的关系



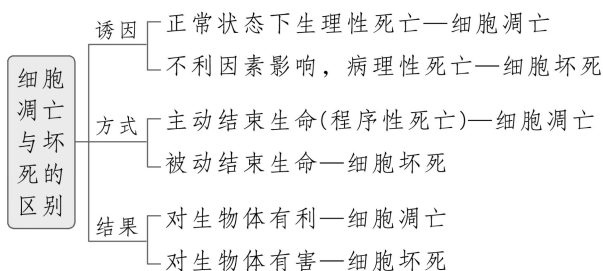
(4)意义：细胞衰老是人体内发生的正常生命现象，正常的细胞衰老有利于机体更好地实现自我更新。

2. 细胞死亡



提醒 注意区分与病原体感染有关的细胞死亡的不同情况：若是被病原体感染而死亡，则属于细胞坏死；若感染后被机体免疫系统清除，则属于细胞凋亡。

归纳总结 细胞凋亡和细胞坏死的区别



3. 细胞自噬

(1)概念：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，这就是细胞自噬。

(2)意义

- ①处于营养缺乏条件下的细胞，通过细胞自噬可以获得维持生存所需的物质和能量。
- ②在细胞受到损伤、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细胞自噬机制的研究对许多疾病的防治有重要意义。

■ 自我诊断 ■

(1)抑制细胞端粒酶的活性有助于延缓细胞衰老(2023·江苏, 1B)(×)

提示 提高端粒酶的活性有助于延缓细胞衰老。

(2)人体各组织细胞的衰老总是同步的(2022·浙江 6 月选考, 4C)(×)

提示 人体各组织细胞的衰老通常是不同步的。

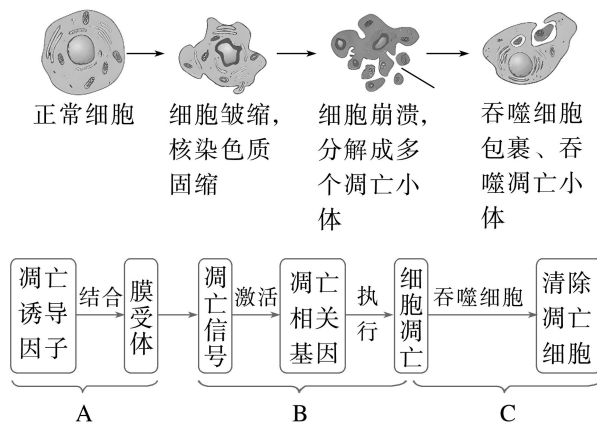
(3)细胞凋亡过程中不需要新合成蛋白质(2021·河北, 5A)(×)

提示 细胞凋亡过程中与凋亡有关的基因需要表达，即有相应蛋白质的合成。

形成·解题能力

1. 细胞凋亡

细胞凋亡大致过程和机理如图所示。请分析回答相关问题。



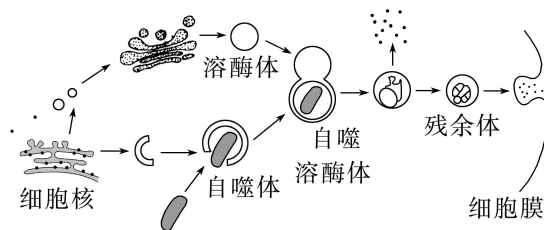
(1)过程 A 体现了生物膜的进行细胞间的信息交流功能,说明细胞凋亡有特异性,在特定时期凋亡特定细胞。

(2)从过程 B 中可以看出,细胞凋亡是相关基因选择性表达的结果,该过程中形成具膜的凋亡小体,体现了膜的流动性。

(3)过程 C 中凋亡小体被吞噬消化,此过程需要溶酶体(细胞器)的参与。

2. 细胞自噬

通俗地说,细胞自噬就是细胞“吃掉”自身的结构和物质。在一定条件下,细胞可通过溶酶体的作用,分解衰老、损伤的细胞器,吞噬并杀死侵入细胞的病毒或细菌,其局部过程如图所示。



(1)细胞凋亡一定(填“一定”或“不一定”)引起细胞死亡;细胞自噬不一定(填“一定”或“不一定”)引起细胞死亡。

(2)细胞凋亡与细胞自噬的联系:有些激烈的细胞自噬,可能诱导细胞凋亡。

(3)自噬体内的物质被水解后,其产物可以被细胞重新利用。由此推测,当细胞养分不足时,细胞自噬作用会增强(填“增强”“不变”或“减弱”)。

(4)研究显示,细胞自噬能力的减弱导致了细胞内有毒物质的积累,从而使细胞进入衰老状态。随着年龄增长,肌肉细胞的自噬作用减弱(填“增强”“不变”或“减弱”),肌肉功能下降。

强化·迁移应用

考向二 细胞衰老与细胞死亡

3. (2025·四川, 3)通俗地说, 细胞自噬就是细胞“吃掉”自身的结构和物质。下列叙述错误的是()

- A. 溶酶体作为“消化车间”可为细胞自噬过程提供水解酶
- B. 线粒体作为“动力车间”为细胞自噬过程提供所需能量
- C. 细胞自噬产生的氨基酸可作为原料重新用于蛋白质合成
- D. 细胞自噬“吃掉”细胞器不利于维持细胞内部环境稳定

答案 D

解析 溶酶体含有多种水解酶, 能分解衰老、损伤的细胞器等, 可为细胞自噬提供水解酶,

A 正确; 线粒体是有氧呼吸的主要场所, 能为细胞生命活动(包括细胞自噬)提供能量(ATP), B 正确; 细胞自噬分解衰老细胞器等产生氨基酸, 氨基酸可作为原料参与蛋白质合成, 实现物质再利用, C 正确; 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, D 错误。

4. (2025·甘肃, 4)绝大多数细胞在经历有限次数的分裂后, 不再具有增殖能力而是进入衰老状态。癌细胞具有较高的端粒酶活性, 能防止端粒缩短, 体外培养时可无限增殖不衰老。关于细胞衰老, 下列叙述错误的是()

- A. 衰老的细胞中细胞核形态异常, 核质间的物质交换频率降低
- B. 细胞产生的自由基可以通过攻击 DNA 和蛋白质引起细胞衰老
- C. 体外培养癌细胞时, 培养液中加入端粒酶抑制剂可诱导癌细胞衰老
- D. 将衰老细胞与去细胞核的年轻细胞融合, 获得的融合细胞可以增殖

答案 D

解析 衰老细胞的细胞核体积增大, 核膜内折, 染色质固缩, 导致核质间物质交换频率降低,

A 正确; 自由基学说指出, 自由基攻击 DNA、蛋白质等生物大分子, 引起结构和功能损伤, 导致细胞衰老, B 正确; 癌细胞依赖端粒酶维持端粒长度以无限增殖, 抑制端粒酶活性会导致端粒缩短, 最终引发癌细胞衰老, C 正确; 衰老与细胞核密切相关, 融合细胞的核来自衰老细胞, 即使细胞质年轻, 仍无法恢复增殖能力, D 错误。

考向三 细胞的生命历程

5. (2025·河南, 5)导管是被子植物木质部中运输水分和无机盐的主要输导组织, 由导管的原始细胞分裂、分化、死亡后形成。下列叙述正确的是()

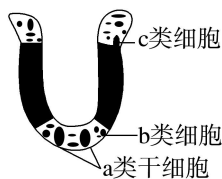
- A. 细胞坏死形成导管的过程是一种自然的生理过程
- B. 分化成熟后的导管仍具备脱分化和再分化的能力
- C. 导管的原始细胞与叶肉细胞的基因表达情况存在差异

D. 细胞骨架在维持导管的形态及物质的运输中发挥作用

答案 C

解析 导管由导管的原始细胞分裂、分化、死亡后形成，这种死亡方式属于细胞凋亡，并非细胞坏死，A 错误；分化成熟后的导管细胞是死细胞，已丧失生物活性，不具备脱分化和再分化的能力，B 错误；导管的原始细胞和叶肉细胞在形态、结构、生理功能上等存在差异，是基因选择性表达的结果，C 正确；导管是死细胞，其中的细胞骨架已失去活性，在维持导管的形态及物质运输中不再发挥作用，D 错误。

6. (2025·江苏, 9)如图表示小肠上皮组织，a~c 表示 3 类不同功能的细胞。下列叙述错误的是()



- A. a 类干细胞分裂产生的子细胞都继续分化成 b 类或 c 类细胞
- B. 压力应激引起 a 类干细胞膜通透性改变，可促使干细胞衰老
- C. c 类细胞凋亡和坏死，对细胞外液的影响不同
- D. 3 类不同功能的细胞都表达细胞骨架基因

答案 A

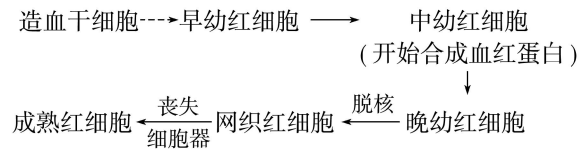
解析 a 类干细胞分裂产生的子细胞，一部分继续保持干细胞的状态，另一部分分化成 b 类或 c 类细胞，A 错误；压力应激引起 a 类干细胞膜通透性改变，使物质运输功能降低，会影响细胞内的正常代谢等，可促使干细胞衰老，B 正确；细胞凋亡是由基因所决定的细胞自动结束生命的过程，不释放内含物，对机体是有利的，细胞坏死是指在种种不利因素影响下，由细胞正常代谢活动受损或中断引起的细胞损伤和死亡，释放内含物，对机体是有害的，所以 c 类细胞凋亡和坏死对细胞外液的影响不同，C 正确；细胞骨架是由蛋白质纤维组成的网架结构，与细胞运动、分裂、分化以及物质运输等多种生命活动密切相关，3 类不同功能的细胞都需要细胞骨架发挥作用，都表达细胞骨架基因，D 正确。

课时精练

选择题 1~14 题，每小题 6 分，共 84 分。

一、选择题

1. (2025·华南师大附中月考)哺乳动物红细胞的部分生命历程如图所示，哺乳动物成熟红细胞和早幼红细胞都具有的结构或组成成分是()



- A. DNA 和染色质 B. mRNA 和核糖体
C. 磷脂和血红蛋白 D. 葡萄糖和丙酮酸

答案 D

解析 哺乳动物成熟红细胞不具有细胞核和众多的细胞器，故不含核糖体，且 DNA 存在于细胞质和线粒体，染色质存在于细胞核，所以其不含 DNA 和染色质，A、B 不符合题意；早幼红细胞和哺乳动物成熟红细胞的细胞膜中含有磷脂，但早幼红细胞中不含有血红蛋白，C 不符合题意；哺乳动物成熟红细胞和早幼红细胞均要进行细胞呼吸，为细胞中的代谢提供能量，所以两者都能在细胞质基质中将葡萄糖分解成丙酮酸，D 符合题意。

2. (2022·河北, 14 改编)骨骼肌受牵拉或轻微损伤时，卫星细胞(一种成肌干细胞)被激活，增殖、分化为新的肌细胞后与原有肌细胞融合，使肌肉增粗或修复损伤。下列叙述错误的是 ()

- A. 卫星细胞具有自我更新和分化的能力
B. 肌动蛋白在肌细胞中特异性表达，其编码基因不存在于其他类型的细胞中
C. 激活的卫星细胞中，多种细胞器分工合作，为细胞分裂进行物质准备
D. 适当进行抗阻性有氧运动，有助于塑造健美体型

答案 B

解析 因为同一个体的所有细胞最初均来源于受精卵，所以遗传物质相同，肌动蛋白在肌细胞中特异性表达，其编码基因也存在于其他类型的细胞中，只是没有在其他类型细胞中表达，B 错误。

3. (2021·辽宁, 9)被子植物的无融合生殖是指卵细胞、助细胞和珠心细胞等直接发育成胚的现象。助细胞与卵细胞染色体组成相同，珠心细胞是植物的体细胞。下列有关某二倍体被子植物无融合生殖的叙述，错误的是()

- A. 由无融合生殖产生的植株有的是高度不育的
B. 由卵细胞直接发育成完整个体体现了植物细胞的全能性
C. 由助细胞无融合生殖产生的个体保持了亲本的全部遗传特性
D. 由珠心细胞无融合生殖产生的植株体细胞中有两个染色体组

答案 C

解析 二倍体被子植物中卵细胞和助细胞不存在同源染色体，则它们直接发育成的植株是高度不育的，A 正确；一个细胞(如卵细胞)直接发育成一个完整的个体，这体现了细胞的全能性，B 正确；助细胞与卵细胞染色体组成相同，染色体数目减半，则由助细胞无融合生殖产生的个体与亲本的遗传特性不完全相同，C 错误；珠心细胞是植物的体细胞，发育成的植物

为二倍体植株，体细胞中含有两个染色体组，D 正确。

4. (2024·佛山顺德三模)研究发现，人类基因组中包含了约 8%的内源性逆转录病毒(ERV)的遗传信息，通常情况下，这些遗传信息被严密调控而处于沉默状态。在细胞衰老过程中，这些遗传信息被激活，产生的病毒颗粒被释放后经内环境传递和放大衰老信号，使年轻细胞因受“感染”而衰老。下列有关说法错误的是()

- A. 年轻细胞借助细胞膜上的受体接受衰老信号
- B. 衰老的细胞中的多种酶活性降低，代谢速率减慢
- C. 细胞衰老过程中基因表达情况不发生改变
- D. 可研制逆转录酶抑制剂来延缓年轻细胞的衰老

答案 C

解析 信号分子在调节细胞生命活动时往往与细胞膜上的受体结合来发挥作用，A 正确；细胞中的多种酶活性降低，水分减少，代谢速率减慢是衰老细胞的特征，B 正确；根据题干信息推测，细胞衰老过程中基因表达情况会发生改变，与细胞衰老有关的基因会表达，C 错误；根据题意可知，在细胞衰老过程中，逆转录病毒(ERV)的遗传信息被激活，所以研制逆转录酶抑制剂，可以抑制逆转录病毒(ERV)的遗传信息被激活，从而延缓年轻细胞的衰老，D 正确。

5. (2024·河北，3)核 DNA 受到损伤时 ATM 蛋白与受损部位结合，被激活后参与 DNA 修复，同时可诱导抗氧化酶基因 *H* 的表达。下列分析错误的是()

- A. 细胞在修复受损的 DNA 时，抗氧化能力也会提高
- B. ATM 在细胞质合成和加工后，经核孔进入细胞核发挥作用
- C. *H* 蛋白可减缓氧化产生的自由基导致的细胞衰老
- D. *ATM* 基因表达增强的个体受辐射后更易患癌

答案 D

解析 核 DNA 受到损伤时 ATM 蛋白与受损部位结合，被激活后参与 DNA 修复，*ATM* 基因表达增强的个体受辐射后不易患癌，D 错误。

6. (2021·广东，4)研究表明，激活某种蛋白激酶 PKR，可诱导被病毒感染的细胞发生凋亡。下列叙述正确的是()

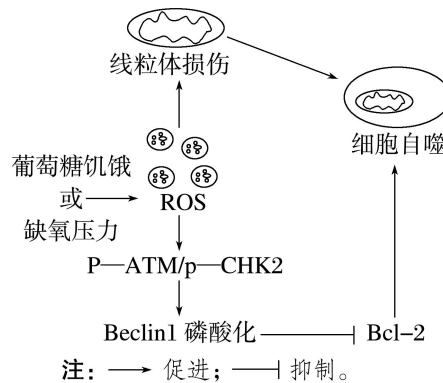
- A. 上述病毒感染的细胞凋亡后其功能可恢复
- B. 上述病毒感染细胞的凋亡不是程序性死亡
- C. 上述病毒感染细胞的凋亡过程不受基因控制
- D. PKR 激活剂可作为潜在的抗病毒药物加以研究

答案 D

解析 被病毒感染的细胞凋亡后，丧失其功能且不可恢复，A 错误；细胞凋亡是由基因所决定的细胞自动结束生命的过程，是程序性死亡，B、C 错误；由题意可知，激活蛋白激酶 PKR，

可诱导被病毒感染的细胞发生凋亡,故 PKR 激活剂可作为潜在的抗病毒药物加以研究, D 正确。

7. (2025·揭阳阶段考)葡萄糖饥饿或缺氧压力使细胞中活性氧自由基(ROS)的水平上升,从而导致自噬通路蛋白(Beclin1)磷酸化,阻碍 Beclin1 和 Bcl-2 结合,进而诱导细胞自噬。包裹损伤线粒体的双层膜结构称为自噬体,其与溶酶体融合后可降解受损的线粒体,维持细胞稳态。下列说法错误的是()



- A. 细胞内 ROS 增多会影响能量供应
- B. 降解受损的线粒体与溶酶体内的水解酶有关
- C. Beclin1 磷酸化后,其空间结构发生改变
- D. Beclin1 与 Bcl-2 分离能抑制细胞自噬

答案 D

解析 分析题图可知,葡萄糖饥饿或缺氧压力使细胞中 ROS 增多,导致线粒体损伤,进而影响细胞的有氧呼吸,减少能量供应, A 正确;溶酶体与自噬体融合后,利用溶酶体内的水解酶将受损的线粒体降解, B 正确;Beclin1 磷酸化会阻碍 Beclin1 和 Bcl-2 结合,进而诱导细胞自噬,说明 Beclin1 磷酸化后,其空间结构发生改变,导致其不能与 Bcl-2 结合,不能抑制细胞自噬, C 正确, D 错误。

8. (2024·梅州一模)人的角膜是覆盖眼睛的透明组织层,主要由角膜干细胞维持。角膜干细胞通过增殖分化产生角膜上皮细胞来取代垂死的细胞,并修复较小的角膜损伤。相关研究显示,短期睡眠不足增加了角膜干细胞的增殖分化速度,长期睡眠不足会造成角膜严重受损,如角膜变薄。下列相关叙述正确的是()

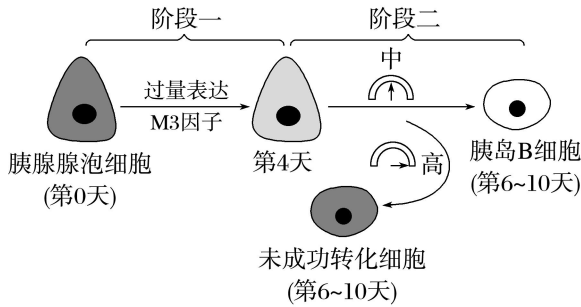
- A. 角膜干细胞中的染色体数目为 92 条时说明细胞正在进行分化
- B. 角膜干细胞增殖分化产生角膜上皮细胞的过程体现了细胞的全能性
- C. 短期睡眠不足能减缓角膜上皮细胞衰老的进程
- D. 角膜上皮细胞的自然更新过程中存在细胞凋亡

答案 D

解析 人的体细胞含有 46 条染色体,当角膜干细胞中的染色体数目为 92 条时,说明该细胞

处于有丝分裂后期，即正在进行细胞分裂，A 错误；细胞的全能性是指细胞经分裂和分化后，仍具有产生完整有机体或分化成其他各种细胞的潜能和特性，而角膜干细胞增殖分化产生角膜上皮细胞的过程不能体现细胞的全能性，B 错误；短期睡眠不足增加了角膜干细胞的增殖分化速度，以更新角膜上皮细胞，说明角膜上皮细胞衰老的速度加快，C 错误。

9. (2024·深圳中学适应考)转分化是一种类型的分化细胞转变成另一种类型的分化细胞的现象。研究人员对诱导成年小鼠胰腺腺泡细胞转分化为胰岛 B 细胞进行了相关研究，部分过程如图所示，图中指针表示 *Dnmt3a* 基因的表达量。下列相关说法正确的是()

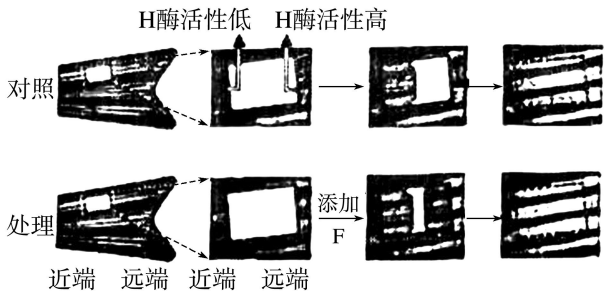


- A. 转分化过程体现了动物细胞的全能性
- B. 转分化过程与植物组织细胞脱分化过程相同
- C. 胰腺腺泡细胞和胰岛 B 细胞中的蛋白质种类完全不同
- D. 适当降低 *Dnmt3a* 基因的表达，可提高胰岛 B 细胞的比例

答案 D

解析 转分化是一种类型的分化细胞转变成另一种类型的分化细胞的现象，不能体现动物细胞的全能性，A 错误；脱分化为已分化的细胞经脱分化失去其特有的结构和功能，转变成未分化的细胞，与转分化不同，B 错误；胰腺腺泡细胞经转分化形成胰岛 B 细胞，细胞分化的本质为基因的选择性表达，因此两种细胞中的蛋白质种类不完全相同，C 错误；结合题图分析可知，当 *Dnmt3a* 基因的表达量中等时可转化成胰岛 B 细胞，当 *Dnmt3a* 基因的表达量过高时导致未成功转化的细胞增多，因此适当降低 *Dnmt3a* 基因的表达，可提高胰岛 B 细胞的比例，D 正确。

10. (2024·重庆，8)科研小组以某种硬骨鱼为材料在鱼鳍(由不同组织构成)“开窗”研究组织再生的方向性和机制(题图所示)，下列叙述不合理的是()



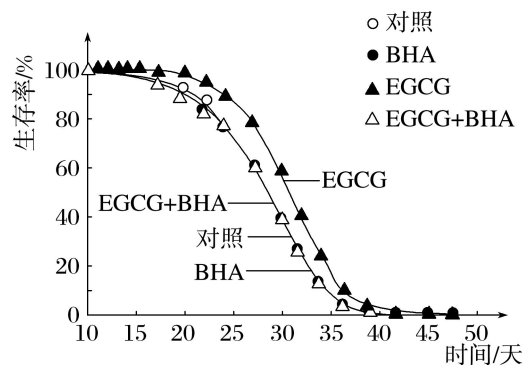
- A. “窗口”愈合过程中，细胞之间的接触会影响细胞增殖

- B. 对照组“窗口”远端，细胞不具有增殖和分化的潜能
- C. “窗口”再生的方向与两端 H 酶的活性高低有关，F 可抑制远端 H 酶活性
- D. 若要比较尾鳍近、远端的再生能力，则需沿鳍近、远端各开“窗口”观察

答案 B

解析 “窗口”愈合过程中存在细胞增殖以增加细胞的数量，正常细胞增殖过程中存在接触抑制，即细胞之间的接触会影响细胞增殖，A 正确；处理组与对照组比较发现，添加 F 后，“窗口”远端的细胞继续增殖和分化，说明对照组“窗口”远端的细胞保留了增殖分化的能力，B 错误；由图可知，“窗口”再生的方向与两端 H 酶的活性高低有关，由活性低的向活性高的方向再生，添加 F 后可抑制远端 H 酶活性，使组织再生的方向往中间延伸，C 正确；图中的近端和远端为同一个“窗口”，只能判断出再生的方向，若要判断出再生的能力，则需沿鳍近、远端各开“窗口”分别观察，D 正确。

11. (2025·湛江模拟)儿茶素一直被认为是一种抗氧化剂，通过中和或防止由氧自由基(ROS)引起的氧化应激反应，来发挥抗衰老的作用。为验证以上观点的准确性，某研究员以秀丽隐杆线虫为实验材料，将其随机均分为 4 组，利用 BHA(常用的抗氧化剂)和 EGCG(一种儿茶素)进行相关实验，定期检测秀丽隐杆线虫的生存率，结果如图所示。下列叙述错误的是()



- A. 细胞代谢产生的自由基会攻击细胞膜的蛋白质，产生更多的自由基导致细胞衰老
- B. 实验对照组培养在不含 BHA 和 EGCG 的培养基中
- C. 实验自变量是处理时间和培养基中添加的物质，因变量是秀丽隐杆线虫的生存率
- D. 据图推测，EGCG 不是通过抗氧化的方式来发挥抗衰老的作用

答案 A

解析 细胞代谢会产生自由基，自由基会攻击细胞膜上的磷脂分子，不是蛋白质，这个过程又会产生更多的自由基导致细胞衰老，A 错误；该实验探究的是儿茶素的抗衰老原理，对照组应培养在不含 BHA 和 EGCG 的培养基中，遵循对照原则，B 正确；由题图可得知，实验的自变量不仅是处理时间，还有不同物质的处理，因变量是秀丽隐杆线虫的生存率，C 正确；BHA 是常用的抗氧化剂，但是分析题图可知，单独加入 EGCG 的实验组中秀丽隐杆线虫的生存率高于对照组、单独加入 BHA 组和 EGCG+BHA 组，且后三组的秀丽隐杆线虫的生存率大致相同，所以推测 EGCG 不是通过抗氧化的方式来发挥抗衰老的作用，D 正确。

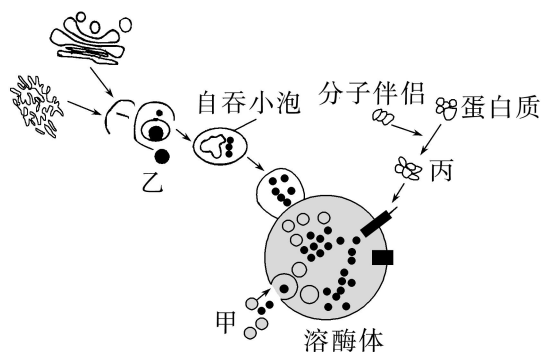
12. (2024·山东, 2)心肌损伤诱导某种巨噬细胞吞噬、清除死亡的细胞, 随后该巨噬细胞线粒体中 NAD^+ 浓度降低, 生成 NADH 的速率减小, 引起有机酸 ITA 的生成增加。ITA 可被细胞膜上的载体蛋白 L 转运到细胞外。下列说法错误的是()

- A. 细胞呼吸为巨噬细胞吞噬死亡细胞的过程提供能量
- B. 转运 ITA 时, 载体蛋白 L 的构象会发生改变
- C. 该巨噬细胞清除死亡细胞后, 有氧呼吸产生 CO_2 的速率增大
- D. 被吞噬的死亡细胞可由巨噬细胞的溶酶体分解

答案 C

解析 心肌损伤诱导某种巨噬细胞吞噬、清除死亡的细胞, 随后该巨噬细胞线粒体中 NAD^+ 浓度降低, 生成 NADH 的速率减小, 说明有氧呼吸减弱, 即该巨噬细胞清除死亡细胞后, 有氧呼吸产生 CO_2 的速率减小, C 错误。

13. 细胞自噬是指细胞将自身受损或衰老的细胞器及蛋白质等通过溶酶体降解的过程。细胞自噬能通过激活原癌基因过度表达和抑制 $p53$ 基因表达来促发肝癌。如图中的甲、乙、丙过程分别对应细胞自噬中的微自噬、巨自噬和分子伴侣介导型自噬三种类型, 且研究发现丙过程的活性与溶酶体膜上可利用的受体蛋白 LAMP-2a 的数量呈正相关。下列相关说法正确的是()

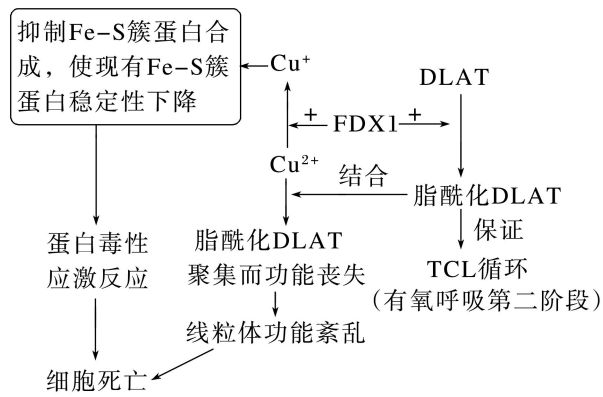


- A. 细胞自噬会导致肝癌细胞中的原癌基因和 $p53$ 基因发生突变
- B. 自吞小泡是由内质网或高尔基体的双层膜脱落后形成的
- C. 丙过程中待清除的蛋白质需要经过受体蛋白 LAMP-2a 介导才能进入溶酶体内
- D. 细胞自噬与细胞坏死不存在本质区别

答案 C

解析 根据题干信息可知, 细胞自噬能通过激活原癌基因过度表达和抑制 $p53$ 基因表达来促发肝癌, 基因没有发生突变, A 错误; 自吞小泡是由内质网或高尔基体的单层膜脱落后形成的, B 错误; 由“丙过程的活性与溶酶体膜上可利用的受体蛋白 LAMP-2a 的数量呈正相关”可知, 丙过程中待清除的蛋白质需要经过受体蛋白 LAMP-2a 介导才能进入溶酶体, C 正确; 细胞坏死是被动的病理性死亡, 对机体是有害的, 细胞自噬是指细胞将自身受损或衰老的细胞器及蛋白质等通过溶酶体降解的过程, 对机体是有利的, 二者有着本质的区别, D 错误。

14. (2024·茂名二模)“铜死亡”是一种依赖铜的细胞死亡方式，具体过程如图所示。其中 FDX1 和 DLAT 都是特定的功能蛋白。下列说法正确的是()



- A. 铜离子诱导的细胞死亡属于细胞凋亡
- B. 敲除 *FDXI* 基因后，可能会导致细胞质基质中丙酮酸含量升高
- C. 在高浓度铜的诱导下，只进行无氧呼吸的细胞更易发生“铜死亡”
- D. 通过抑制 *FDXI* 基因的表达来减弱蛋白毒性应激反应，即可避免细胞死亡

答案 B

解析 铜离子会抑制 Fe—S 簇蛋白合成，使现有 Fe—S 簇蛋白稳定性下降，机体产生蛋白毒性应激反应，且还会使线粒体功能紊乱，从而引起细胞死亡，属于细胞坏死，A 错误；敲除 *FDXI* 基因后，会抑制有氧呼吸第二阶段的进行，可能会导致细胞质基质中丙酮酸含量升高，B 正确；线粒体功能紊乱会促进细胞死亡，只进行无氧呼吸的细胞不含线粒体，所以在高浓度铜的诱导下，不易发生“铜死亡”，C 错误；通过抑制 *FDXI* 基因的表达来减弱蛋白毒性应激反应，即可抑制细胞坏死，但不能避免细胞死亡，D 错误。

二、非选择题

15. (16 分)(2024·华附、省实、深中、广雅四校联考)铁皮石斛多糖(DOP)是铁皮石斛的主要活性成分，为探究其对动物衰老的影响，进行了以下实验。请根据结果回答问题：

(1)(8 分)实验 1：以添加不同浓度 DOP 的培养基培养秀丽隐杆线虫，测定相关指标，结果如表。

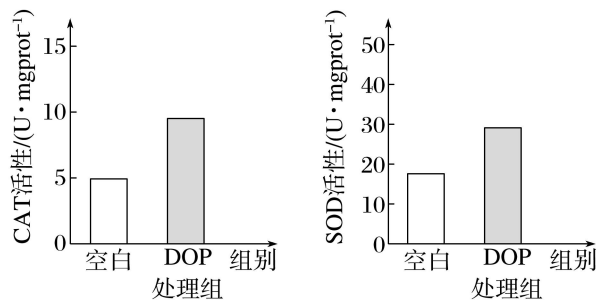
组别	DOP 浓度/ ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	平均寿命/天	最大寿命/天	培养不同天数细胞活性氧相对含量		
				5 天	10 天	15 天
1	空白	14.67	20.44	7.2	26.5	31.8
2	50	14.77	22.20	—	—	—
3	250	16.53	23.17	6.9	17.5	28.2
4	750	16.27	21.50	—	—	—

注：活性氧包括 O_2^- 、 H_2O_2 等；“—”代表没有进行该项实验。

①秀丽隐杆线虫隶属线虫动物门，成体约 1.5 mm，平均寿命 2~3 周，其用于衰老研究最主要的优势是_____。

②根据结果可知，铁皮石斛多糖具有_____衰老的作用，其原因可能是增强了生物体_____。

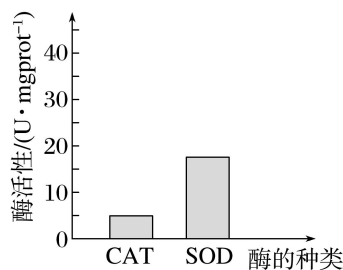
(2)(4 分)实验 2：进一步分析 DOP 对细胞中过氧化氢酶(CAT)和超氧化物歧化酶(SOD，能催化 O_2^- 转化为 H_2O_2)活性的影响，结果如图所示。



请据此解释上表中第 1、3 两组实验结果差异的原因_____。

(3)(4 分)实验 3：对 *skn-1* 基因失活突变体进行研究，发现 DOP 对衰老的作用被抑制。推测 DOP 的作用依赖 *skn-1* 基因的调控。若以 *skn-1* 基因失活突变体为材料进行实验 2，请依例绘图表示 DOP 处理组该突变体细胞中 CAT 和 SOD 的活性。

答案 (1)①生命周期短，在很短的时间就可以观察衰老的过程 ②延缓 对活性氧的清除能力 (2)DOP 提高了细胞中 SOD 和 CAT 的活性，催化 O_2^- 转化为 H_2O_2 和 H_2O_2 的分解加快，从而降低了活性氧的含量，延长了寿命 (3)如图所示



解析 (1)②由表分析可知，组别 3 和 4(DOP 浓度分别为 $250 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、 $750 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)处理的秀丽隐杆线虫的平均寿命大于对照组 1(DOP 浓度为 0)，因此推测铁皮石斛多糖(DOP)具有延缓衰老的作用。由于组别 3 的不同天数活性氧相对含量都比组别 1 的低，结合细胞衰老的自由基学说，推测 DOP 可能是通过增强生物体对活性氧(自由基)的清除能力，从而延缓衰老。(2)由柱形图分析可知，DOP 可增强 CAT 和 SOD 的活性，而 CAT 和 SOD 能催化相关氧化物的分解，据此可解释表中组别 3 中活性氧相对含量较组别 1 低，原因是组别 3 中添加了 DOP，提高了细胞中 SOD 和 CAT 的活性，催化 O_2^- 转化为 H_2O_2 和 H_2O_2 的分解加快，从而降低了活性氧的含量，延长了寿命。(3)根据题意可知，*skn-1* 基因失活突变体中，DOP 对衰老的作用被抑制，因而推测 *skn-1* 基因失活突变体中，SOD 和 CAT 的活性较 DOP 处理的正常

个体的低，并且应与空白处理的正常个体相似。即 *skn-1* 基因失活突变体经 DOP 处理后，CAT 和 SOD 的活性应分别约为 5、18 (参照实验 2 的图)。