

第4章 细胞的生命历程

第1节 细胞的增殖

刷基础

1. B 考查点 ▶ 细胞增殖的方式

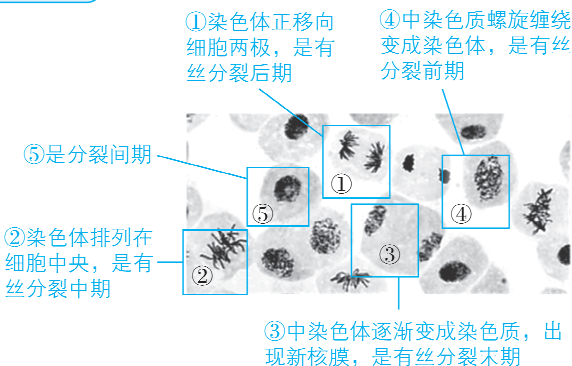
【解析】细胞增殖包括物质准备(主要完成DNA复制和有关蛋白质的合成)和细胞分裂两个相连续的过程,A正确;有丝分裂分裂期时间长短与分裂间期时间长短无直接关系,B错误;有丝分裂形成的子细胞可能再次进入分裂间期继续分裂,C正确;动物细胞的中心体能发出星射线形成纺锤体,牵引染色体运动,D正确。

2. A 考查点 ▶ 有丝分裂的相关实验

【解析】根尖分生区太小,无法精确剪取,应取根尖2~3 mm,A错误;甲紫溶液和醋酸洋红液都是用醋酸溶液配制而成的,染液的pH呈酸性,卡诺氏液固定细胞形态后,用体积分数为95%的酒精冲洗2次,B正确;分析题图可知,题图A中染色体整齐排列在赤道板的位置,处于有丝分裂中期,题图B中染色体正在移向细胞两极,处于有丝分裂后期,C正确;断裂后没有着丝粒的染色体片段不能被纺锤丝牵引,会造成染色体分离异常,D正确。

3. D 突破点 ▶ 图表分析—细胞分裂过程中的数量关系

题图解读



【解析】题图1是洋葱根尖分生区细胞分裂图,根尖细胞进行的是有丝分裂,细胞内的染色体数不会出现减半形成 n 的情况,而题图2中的乙染色体数为 n ,染色单体数为 $2n$ (易错:染色单体形成的原因是染色体复制,消失的原因是着丝粒分裂),可表示减数第二次分裂的前期和中期,A错误;洋葱根尖分生区细胞为高等植物细胞,不含中心体,B错误;题图1是洋葱根尖分生区细胞分裂图,根尖细胞进行的是有丝分裂,不会发生同源染色体联会,C错误;花药中的花粉母细胞可进行有丝分裂和减数分裂,有丝分裂后期和末期细胞内的染色体数为 $4n$,有丝分裂前期和中期染色体数为 $2n$,减数第一次分裂时细胞内的染色体数为 $2n$,减数第二次分裂前期和中期细胞内染色体数为 n ,减数第二次分裂后期和末期细胞内染色体数为 $2n$,减数第二次分裂结束形成的子细胞内染色体数为 n ,因此采集洋葱花药放在显微镜下观察,可看到3种染色体数目的细胞,D正确。

4. ABD 考查点 ▶ 有丝分裂过程分析

题图解读

分析题图1:BC段形成的原因是核DNA复制;AD表示分裂间期;DE段每条染色体上含有2个DNA,表示有丝分裂前期和中期;EF段形成的原因是着丝粒分裂;FG段每条染色体上含有1个DNA,表示有丝分裂后期和末期。分析题图2:该细胞处于有丝分裂中期。分析题图3:该细胞处于有丝分裂末期,结构H为细胞板。

【解析】高等动物甲、高等植物乙有丝分裂过程中存在显著差异的时期为有丝分裂前期(动物细胞的纺锤体由中心体发出的星射线形成,而高等植物细胞的纺锤体由细胞两极发出的纺锤丝形成)和有丝分裂末期(在植物细胞有丝分裂末期,细胞板由细胞的中央向四周扩展,最终形成新的细胞壁,将细胞一分为二,动物细胞有丝分裂末期细胞膜向内凹陷,将细胞一分为二),题图3所示细胞处于有丝分裂末期,题图2所示细胞处于有丝分裂中期,A错误;题图1中BC段为分裂间期的S期,核DNA数加倍的原因是核DNA的复制,EF段形成的原因是着丝粒分裂,染色体数目加倍,B错误;题图2所示时期为有丝分裂中期,下一时期为有丝分裂后期,后期没有染色单体,细胞中染色体数:核DNA数=1:1,C正确;结构H为细胞板,该细胞处于有丝分裂末期,结构H最终形成子细胞的细胞壁,与其形成密切相关的细胞器是高尔基体,D错误。

易错警示

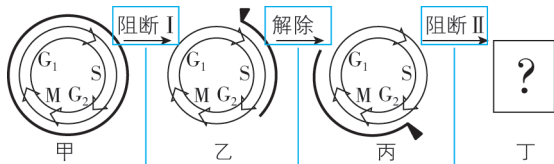
(1)赤道板不是真实的结构,只表示一个位置,在光学显微镜下看不到;细胞板是真实结构,在光学显微镜下能看到,出现在植物细胞有丝分裂的末期。

(2)除了动物,低等植物细胞中也有中心体,故不能通过中心体或纺锤体的形成方式鉴别动植物细胞,可以通过有无细胞壁或末期是否形成细胞板(细胞质的分裂方式)鉴别。

刷提分

1. B 突破点 信息提取—细胞周期同步化

题图解读



要使细胞都停留在图乙所示的S期,应将细胞培养在含有过量的DNA合成抑制剂的培养液中,即在培养液中加入TdR,培养时间不短于G₂+M+G₁的时间,C错误

更换正常的新鲜培养液,培养的时间应控制在大于S,小于G₂+M+G₁,这样大部分细胞都停留在细胞周期的G₂~G₁期,D错误

处理与阻断 I 相同,经过以上处理后,所有细胞都停留在细胞周期的G₁/S交界处,从而实现细胞周期的同步化,B正确

【解析】TdR为DNA合成抑制剂,S期进行DNA的复制,故培养液中加入TdR后,S期细胞停滞不动,A错误。

2. A 突破点 信息提取—有丝分裂的物质变化规律

题图解读

由题干可知,A、B处于同一时期,其细胞中含有染色单体,染色体散乱地分布在细胞中,故处于有丝分裂前期;C、D处于同一时期,题图C中的染色体移向细胞两极,故C、D处于有丝分裂后期。

【解析】题图B中染色体数目较题图A多,推测突变体中染色体着丝粒易分裂,A正确;秋水仙素主要作用于前期,即题图A所处时期,而不是中期,B错误;题图C处于有丝分裂后期,着丝粒分裂,姐妹染色单体分离,染色体数加倍,故题图A、题图C中的同源染色体对数不同,核DNA分子数相同,C错误;SMC3基因缺失突变体主要影响有丝分裂,对减数分裂可能没有影响,所以野生型和突变体杂交后代,染色体数目不一定异常,D错误。

3. ABD 突破点 ▶ 信息提取—细胞停滞

题图解读

NSC 中 *Trbl* 基因的表达会使 NSC 进入暂不增殖的状态,且有相当部分(约 75%)的细胞停滞在了 G_2 期;停滞期 *Trbl* 对 *Akt* 起抑制作用;*dILPs* 通过细胞内信号激活 *Akt*,从而抑制 *Trbl* 的作用,使细胞进入增殖期。

【解析】成体干细胞是指存在于一种已经分化组织中的未分化细胞,这种细胞能够自我更新并且能够分化形成组成该类型组织的细胞,神经干细胞可增殖、分化为神经细胞、神经胶质细胞等多种细胞,因此神经干细胞属于成体干细胞,其全能性比胚胎干细胞的低,A 正确;由题图可知,*Trbl* 可促进 NSC 进入停滞期,并抑制 *Akt* 的作用,从而使部分 NSC 进入暂不增殖的状态,B 正确;停滞期的细胞可能停滞在多个不同阶段,约 75%的细胞停滞在了 G_2 期,若细胞停滞在了完成 DNA 复制之前,则处于停滞期的 NSC 中的核 DNA 数不为正常体细胞的 2 倍,C 错误;由题图可知,*dILPs* 通过激活 *Akt* 来抑制 *Trbl* 的作用,进而解除细胞的停滞状态,D 正确。

4. B 突破点 ▶ 信息提取—有丝分裂的物质变化规律

【解析】据题图可知,TPX2(纺锤体装配因子)可以确保有丝分裂中期 EG5 在纺锤丝上的正确分布,A 正确;由题图可知,核蛋白 UHRF1 在有丝分裂中催化驱动蛋白 EG5 泛素化,EG5 泛素化后与 TPX2 结合,促进 TPX2(纺锤体装配因子)参与调控组装纺锤体和维持染色体正常行为,当缺乏核蛋白 UHRF1 时,EG5 无法泛素化,即不会与 TPX2 结合,但 EG5 依然能结合到纺锤丝上,由此可知缺乏 TPX2 时,EG5 也能结合到纺锤丝上,B 错误;由上述分析可知,UHRF1 蛋白缺失可能导致无法形成纺锤体,致使有丝分裂过程受阻,C 正确;由上述分析可知,EG5 无法泛素化细胞就不能正常分裂,所以该研究为 UHRF1 作为潜在抗癌药物靶点提供理论依据,D 正确。

第 2 节 减数分裂和受精作用

刷基础

1. B 考查点 ▶ 减数分裂模型构建

【解析】物理模型构建法是一种常用的科学研究方法,可以直观地观察和理解复杂的生物过程,建立减数分裂中染色体的模型采用了物理模型构建法,A 正确;该昆虫 $2n=6$,即含有 3 对同源染色体,制作模型时应用 2 种颜色的橡皮泥表示来自父方和母方的染色体,而不是 3 种颜色,B 错误;不考虑减数分裂四分体时期非姐妹染色单体的互换,由于该昆虫含有 3 对同源染色体,根据基因的自由组合定律,减数分裂形成配子时,非同源染色体自由组合,故可形成 $2^3=8$ (种)精细胞,C 正确;若发生了四分体时期非姐妹染色单体的互换,导致同源染色体上有来自另一条同源染色体上的片段,则 MI 所有子细胞都存在 2 种颜色的染色体,D 正确。

2. ACD 考查点 ▶ 减数分裂产生的配子的种类

【解析】由题图可知,若互换区段在基因 A/a 所在位置,则经初级卵母细胞分裂产生的两个子细胞基因组成为 AaBB 和 Aabb,因经次级卵母细胞分裂得到一个基因型为 ab 的卵细胞,则三个极体的基因型为 Ab、AB、aB,A 正确;若互换区段在基因 B/b 所在位置,则经初级卵母细胞分裂产生的两个子细胞基因组成为 AABb 和 aaBb,因经次级卵母细胞分裂得到一个基因型为 ab 的卵细胞,则三个极体的基因型为 Ab、AB、aB,B 错误;若互换区段在 A/a、B/b 之外的位置,则染色体上 A/a、B/b 基因位置不变,初级卵母细胞分裂产生的两个子细胞的基因组成为 aabb 和 AABB,则三个极体的基因型为 ab、AB、AB,C 正确;结合 A、B、C 选项分析可知,D 正确。

3.D 考查点 ▶ 减数分裂和有丝分裂的综合

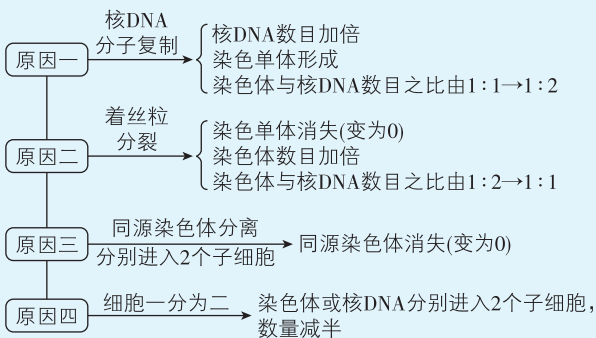
题图解读

分析题图甲：细胞中不含同源染色体，且着丝粒都排列在赤道板上，处于减数第二次分裂中期。分析题图乙：ab 段形成的原因是 DNA 复制；bc 段表示 G_2 期、有丝分裂前期和中期、减数第一次分裂、减数第二次分裂前期和中期；cd 段形成的原因是着丝粒分裂；ce 段表示有丝分裂后期和末期、减数第二次分裂后期和末期。分析题图丙：染色体组数的变化与染色体数目的变化同步，题图丙为有丝分裂过程中细胞染色体组数的变化，fg 段代表的是有丝分裂的前期和中期，gi 段代表的是有丝分裂后期和末期，其变化的原因是着丝粒分裂，ij 段形成的原因是细胞膜凹陷形成子细胞。

【解析】由题可知该二倍体动物基因型为 Aa，题图甲中染色体上出现基因 A、a 可能是同源染色体的非姐妹染色单体发生互换的结果，也可能是基因突变的结果，A 错误；题图甲细胞中每条染色体含有 2 个 DNA 分子，对应题图乙中的 bc 段，B 错误；由题图解读可知，题图丙表示有丝分裂，题图甲表示减数分裂，两者的细胞分裂方式不相同，C 错误；题图乙中 cd 段形成的原因是着丝粒分裂，每条染色体上的 DNA 分子由 2 个变为 1 个，题图丙中 gh 段形成的原因是着丝粒分裂，染色体组数目加倍，D 正确。

刷有所得

有丝分裂与减数分裂过程中引发相关物质数量变化的四大原因



4.D 考查点 ▶ 减数分裂和有丝分裂综合

【解析】题图 1 中④发生同源染色体分离，为初级精母细胞，处于减数分裂 I 后期，故其产生的子细胞名称为次级精母细胞，A 正确；题图 1 中⑤处于有丝分裂后期，染色体数目加倍，染色体组数目也加倍，故含有 4 个染色体组，题图 1 中的②处于减数分裂 II 后期，无姐妹染色单体，可能对应题图 2 中的 d 时期，题图 1 中的③处于有丝分裂中期，有姐妹染色单体，核 DNA 数目加倍，可能对应题图 2 中的 c 时期，B 正确；基因的分离定律和自由组合定律可发生在减数分裂 I 后期，题图 2 中 c 时期可表示减数分裂 I 后期，C 正确；题图 2 中 b 时期（减数分裂 II 前、中期）的细胞中含 Y 染色体的数目可能是 0 或 1，不可能含有 2 条 Y 染色体，D 错误。

易错警示

减数分裂和有丝分裂直方图的辨析

- 染色单体的数目可能是 0，染色体和核 DNA 的数量均不可能是 0。染色单体会因着丝粒的分裂而消失，所以若直方图中表示的某结构数量为 0，则其一定表示染色单体。
- 核 DNA 分子未复制时，其数目与染色体一样多，而复制后，每条染色体上含有 2 个核 DNA 分子，即核 DNA 分子数：染色体数可能为 1:1 或 2:1，但不可能是 1:2。

刷提分

1.A 突破点 ▶ 信息提取—减数分裂异常情况分析

【解析】据题图可知，初级卵母细胞发生了细胞质的不均等分裂，但细胞质的分裂发生于分裂末期，而不是分裂后期，A 错误；题

图中“非减数分裂”方式,DNA 分子复制和姐妹染色单体分离正常进行,B 正确;六倍体银鲫的卵原细胞和卵细胞中都具有 6 个染色体组,所以卵细胞中有同源染色体,C 正确;据题图可知,分裂中期的细胞中每条染色体均含染色单体,所以分裂后期细胞中染色体数目会加倍,然后均分到极体和卵细胞中,极体和卵细胞中的染色体组数目相等,但极体不参与受精,D 正确。

2. D 考查点 ▶ 减数分裂过程中物质变化规律

【解析】子囊孢子(n)无同源染色体,故处于过程①的细胞中无同源染色体,不发生联会,A 错误;处于过程③④⑤的细胞中,染色体数最多时都是 $2n$,B 错误;a 的染色体数目与 b、c 相等,C 错误;按顺序前四个孢子应该基因组成相同,若子囊中第一、二个孢子与第三、四个孢子基因型不同,可能是减数分裂中同源染色体的非姐妹染色单体发生互换或发生了基因突变,导致一个染色体上的染色单体基因不同,进而导致前 4 个孢子的基因型不同,D 正确。

3. C 突破点 ▶ 信息提取—减数分裂异常情况分析

【解析】若都是 $Xg1$,则是精母细胞减数分裂 I 和 II 同时异常形成的异常精子与不含性染色体的异常卵细胞结合形成的,A 错误;若都是 $Xg2$,只可能是卵母细胞减数分裂异常,但是减数分裂 I 和 II 不能同时异常,应是卵母细胞减数分裂 I 或减数分裂 II 发生一次异常,B 错误;若分别是 $Xg1$ 和 $Xg2$,则是精母细胞减数分裂 I 异常,卵母细胞减数分裂正常,C 正确,D 错误。

4. ABD 突破点 ▶ 图表分析—特殊染色体组成

思路分析

正常情况下,睾丸决定因子基因(SRY 基因)存在于 Y 染色体上,具有 Y 染色体的受精卵发育为男性。而人群中发现有 XX 染色体男性、XY 染色体女性,有可能是发生了 X 和 Y 染色体上片段的转移,导致 SRY 转移到 X 染色体上,而 Y 染色体丢失了该基因,这属于染色体的结构变异。

【解析】由题意可知, SRY 基因(睾丸决定因子基因)的存在对男性特征的维持至关重要,故 Y 染色体上 SRY 基因控制合成的物质可能与促进原始性腺向睾丸的分化有关,A 正确;由题图正常 XY 染色体男性可知, SRY 基因位于 Y 染色体的男性特异区,故 XX 染色体男性出现的原因可能是其父亲初级精母细胞中 Y 染色体上含 SRY 基因的片段移接到了 X 染色体上,导致产生了 X 染色体上含 SRY 基因的精子,该精子参与受精,最后发育形成了 XX 染色体男性,B 正确;XY 染色体女性出现的原因可能是其父亲初级精母细胞或次级精母细胞中 Y 染色体上含 SRY 基因的片段缺失,导致产生了 Y 染色体上不含 SRY 基因的精子,该精子参与受精,最后发育形成了 XY 染色体女性,C 错误;由题干信息可知,含有 SRY 基因时,个体表现为男性,染色体组成分别为 XXY 和 XYY 的个体因均具有 Y 染色体(正常情况下其上带有 SRY 基因),故其性别一般为男性,D 正确。

5. D 突破点 ▶ 信息提取—黏连蛋白

【解析】间期完成染色体的复制,黏连蛋白给予姐妹染色单体间的黏附力,因此,黏连蛋白可能是在间期合成的,可黏连两条姐妹染色单体,A 正确;依题意,SCC4 负责决定 Cohesin 在染色体上的结合位点,且黏连蛋白沿着两条姐妹染色单体,形成多个环状蛋白复合物,故可知 SCC4 负责决定 Cohesin 在染色体上的多个结合位点,B 正确;依题意,黏连蛋白有利于四分体的维持,四分体在减数分裂 I 前期形成,可知 Cohesin 可在减数分裂 I 前期起保护作用,C 正确;减数分裂 I 后期着丝粒不分裂,姐妹染色单体不分离,D 错误。

6. ABC 突破点 ▶ 信息提取—减数分裂中的特殊变异

【解析】题图乙表示一对同源染色体在减数分裂时断裂、联结形成同源双着丝粒染色体,减数第二次分裂后期没有同源染色体,

因此乙只能发生在减数第一次分裂时期,A 错误。果蝇有 4 对同源染色体,发生情况甲时,有 2 对同源染色体正常分离,融合染色体和 2 条正常染色体随机分配,其中 2 条移向一极,另 1 条移向另一极,融合的染色体失去了着丝粒分裂的功能,若形成的 2 个次级精母细胞的染色体组成分别为 2 条正常染色体+1 条融合的染色体、4 条正常染色体,则最终形成的精子中染色体数目为 2 或 3 或 4;若形成的 2 个次级精母细胞的染色体组成分别为 3 条正常染色体+1 条融合的染色体、3 条正常染色体,则最终形成的精子中染色体数目为 3 或 4,因此情况甲分裂形成的精子中含染色体数目为 2 或 3 或 4,B 错误。结合题图乙分析,一对同源染色体结合形成一条染色体,一条染色单体上的基因是 Aa,另一条染色单体上的基因是 aa,减数第一次分裂,同源染色体分离,减数第二次分裂着丝粒分裂,姐妹染色单体分离,因此只考虑 A/a,情况乙分裂产生的精子基因型有 3 种,一种不含 A、a 基因,一种基因型是 Aa,一种是 aa,C 错误。情况乙中,一条染色体的姐妹染色单体上出现了等位基因,是基因突变的结果,乙过程中有染色体片段的断裂,属于染色体结构变异,两条染色体最终形成了一条染色体,属于染色体数目变异,D 正确。

7. (1) ②和③ B_1C_1 (2) D_2E_2 (3) 甲 ① (4) Ab (5) 减数第一次分裂后期,含有 B、b 的同源染色体没有分开,移向了细胞的同一极 $\frac{1}{12}$ (6) 4

突破点 ▶ 图表分析—减数分裂过程中的数量变化

【解析】(1) 题图 1 中①→②过程出现同源染色体联会,细胞中③→④为同源染色体分离,所以含有四分体的时期用题图 1 中数字表示为②和③。细胞中③→④为同源染色体分离,发生在减数第一次分裂后期,此时每条染色体上含有 2 个 DNA 分子,对应题图 2 中 B_1C_1 段。

(2) 题图 2 减数分裂中 C_1D_1 表示减数第二次分裂后期着丝粒断裂,染色体数目加倍,与题图 3 中 D_2E_2 段变化原因相同。

(3) 非同源染色体的自由组合发生在减数第一次分裂后期,此时染色体数目:核 DNA 数目:染色单体数目 = $2n:4n:4n$,对应题图 4 中的甲时期。等位基因的分离发生在减数第一次分裂后期,对应题图 5 中的①过程。

(4) 题图 5 中细胞 II 的名称为次级卵母细胞。若细胞 III 的基因型是 aaBB,则细胞 II 的基因型是 AAbb,可推知细胞 IV 的基因型是 Ab。

(5) 若细胞 IV 的基因型为 ABb,存在等位基因,则最可能的原因是减数第一次分裂后期含有 B、b 这对等位基因的同源染色体没有分离。卵细胞 IV 与基因型为 ab 的精子形成的受精卵的基因型为 AaBbb,减数分裂产生 a 的概率为 $\frac{1}{2}$,产生 bb 的概率为 $\frac{1}{6}$,

则产生基因型为 abb 的配子的概率是 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{6} = \frac{1}{12}$ 。

(6) 若不考虑染色体互换与基因突变,一个精原细胞减数分裂能形成 2 种精子,题干中 AB 和 ab 可能来自一个精原细胞,而 Ab 和 aB 可能来自另一个精原细胞,次级精母细胞产生基因型相同的 2 个子细胞,所以这四种精子可能来自 2 个精原细胞,4 个次级精母细胞。

第 3 节 细胞的分化、衰老和死亡

刷基础

1. D 考查点 ▶ 细胞的分化

【解析】成熟的肝组织中的肝脏祖细胞是组织维持和修复所需新生肝细胞的重要来源,所以健康成鼠肝脏中的肝脏祖细胞可分化形成成熟肝细胞,肝脏祖细胞的持续存在可能有助于组织的

维持和修复,A、B 正确;已知肝脏祖细胞与 LPC 的区别是随着小鼠年龄增长,肝脏祖细胞能持续存在于肝脏中,由此推测随着年龄增长,LPC 可能发生细胞凋亡,数量减少,C 正确;细胞分化的实质是基因的选择性表达,并不是存在特有基因的表达,细胞一般都含有本物种全套的基因,LPC 分化成为肝细胞的过程是基因选择性表达的结果,D 错误。

2. A 考查点 ▶ 细胞的衰老

【解析】由题可知,年轻小鼠胶原蛋白 *COL17A1* 基因表达水平较低的干细胞比表达水平高的干细胞更容易被淘汰,这一竞争有利于维持皮肤年轻态,随着年龄的增长,胶原蛋白 *COL17A1* 基因的表达水平较低的干细胞增多即衰老细胞增多,由此可知,个体衰老的过程是组成个体的细胞普遍衰老的过程,A 正确;衰老皮肤中出现老年斑的原因是衰老细胞物质运输功能降低,从而导致细胞色素沉积形成老年斑,而控制黑色素形成的酪氨酸酶活性降低主要导致老年人头发变白,B 错误;体细胞中 *COL17A1* 基因含量一般相同,由题干信息可知,*COL17A1* 基因表达水平的高低可以作为判断皮肤是否衰老的一个依据,而不是基因含量的高低,C 错误;皮肤干细胞分化为表皮细胞的过程中发生了基因的选择性表达,该过程不是 *COL17A1* 基因表达的结果,D 错误。

刷有所得

细胞衰老特征的记忆方法

一大(细胞核变大,染色质收缩、染色加深);一多(细胞内色素逐渐积累增多);一小(细胞内水分减少,细胞萎缩,体积变小);三低(细胞膜运输功能降低,多种酶的活性降低,细胞代谢速率降低)。

3. C 考查点 ▶ 细胞的全能性

【解析】细胞分化使多细胞生物中的细胞功能趋向专门化,有利于提高生物体各种生理功能的效率,A 错误;细胞分化是基因选择性表达导致细胞结构和功能专一化的过程,HGFs 分化成的细胞中蛋白质的种类往往不完全相同,B 错误;HGFs 在不同的诱导条件下分化成不同细胞的过程中,DNA 序列不发生改变,C 正确;细胞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,HGFs 在不同诱导条件下可分化为血管内皮样细胞、骨骼肌样细胞及神经样细胞,不能说明 HGFs 具有全能性,也不能体现只有已经分化后的细胞才具有全能性,D 错误。

4. A 考查点 ▶ 端粒

【解析】端粒是染色体两端的结构,线粒体中不含染色体,因此没有端粒,A 错误;端粒学说显示,位于染色体两端的端粒随细胞分裂次数的增加而缩短,造血干细胞具备分裂能力,由此推知造血干细胞的端粒 DNA 长度会随着细胞分裂次数的增加而变短,B 正确;端粒是存在于线性染色体两端的一段特殊序列的 DNA—蛋白质复合体,C 正确;衰老细胞的细胞膜通透性发生改变,细胞中部分酶的活性降低,与细胞衰老相关的酶的活性提高,D 正确。

5. ACD 考查点 ▶ 细胞凋亡的原理

【解析】*HER2* 基因发生甲基化会引起 *HER2* 合成减少,由题干信息可知肺癌细胞过量表达 *HER2*,所以 *HER2* 基因发生甲基化不利于细胞癌变,A 错误;某抗体类药物能特异性结合肺癌细胞的 *HER2*,阻断受体功能,引起肺癌细胞凋亡,推测 *HER2* 基因表达量下降可能会引起细胞凋亡有关基因的表达,B 正确;抗体与抗原的结合具有特异性,该抗体类药物能与肺癌细胞的 *HER2* 特异性结合,靶向杀伤肺癌细胞,不影响正常细胞的功能,C 错误;细胞凋亡有利于维持内部环境的稳定,不会引起炎症反应,D 错误。

易错警示

细胞凋亡与细胞坏死的易错辨析

- (1) 从“方式”看 $\begin{cases} \text{主动结束生命活动} \Rightarrow \text{细胞凋亡} \\ \text{被动结束生命活动} \Rightarrow \text{细胞坏死} \end{cases}$
- (2) 从“机制”看 $\begin{cases} \text{受“基因控制”的程序性死亡} \Rightarrow \text{细胞凋亡} \\ \text{由不利因素诱发, 不受基因控制} \Rightarrow \text{细胞坏死} \end{cases}$
- (3) 从“结果”看 $\begin{cases} \text{对生物体是有利的} \Rightarrow \text{细胞凋亡} \\ \text{对生物体是有害的} \Rightarrow \text{细胞坏死} \end{cases}$

刷提分

1. C 突破点 ▶ 信息提取—E16-uPA₂₄ 的抗衰老机制

题图解读

由题图可知, E16-uPA₂₄ 的抗衰老机制为谷氨酸受体识别并结合 E16-uPA₂₄, 促进 NK 细胞释放穿孔素和颗粒酶, 穿孔素作用于衰老细胞, 在靶细胞膜上形成管道, 颗粒酶通过管道进入衰老细胞, 从而促进衰老细胞的清除。

【解析】结合题图分析, 谷氨酸受体识别并结合 E16-uPA₂₄, 促进 NK 细胞释放穿孔素和颗粒酶, 穿孔素和颗粒酶作用于衰老细胞, 从而促进衰老细胞的清除, A 正确; 由于 uPAR 是衰老细胞特异性表达的膜蛋白, 因此 E16-uPA₂₄ 能在纤维化肝组织中精确定位衰老的细胞, B 正确; NK 细胞释放的穿孔素会在靶细胞膜上形成管道, 穿孔素不进入衰老细胞, 颗粒酶通过管道进入衰老细胞, C 错误; 免疫自稳是指机体清除体内衰老、损伤的细胞, E16-uPA₂₄ 促进衰老细胞的清除, 主要通过增强机体免疫自稳功能延缓衰老, D 正确。

2. ABD 突破点 ▶ 图表分析—细胞凋亡异常

【解析】凋亡小体是内含细胞器及核碎片的膜被小体, 细胞骨架参与维持细胞形态等功能, 细胞接受凋亡信号后, 活化的蛋白酶 caspaseY 切割细胞质蛋白质, 故凋亡小体的形成可能与活化的蛋白酶 caspaseY 切割细胞骨架蛋白有关, A 正确; 由题图可知, 细胞接受凋亡信号后, caspase 发生放大效应, 这样有利于迅速产生凋亡效应, B 正确; 抑制 caspase 活性会抑制癌细胞凋亡, 不利于癌症的治疗, C 错误; 吞噬细胞以胞吞方式吞噬凋亡小体后, 凋亡小体进入吞噬细胞形成吞噬体, 吞噬体与溶酶体融合, 溶酶体中的水解酶将其分解消化, D 正确。

3. C 突破点 ▶ 信息提取—细胞自噬

【解析】细胞自噬发生在细胞内部, 由题干“细胞自噬过程中, 细胞质基质中的 LC3-I 蛋白被剪切转化为 LC3-II, LC3-II 定位到自噬体膜上, 位于自噬体内膜上的 LC3-II 最终被降解”可知, 细胞自噬过程主要与自噬体膜上蛋白质的识别有关, A 错误; 溶酶体与自噬体融合主要体现了膜的流动性, B 错误; 脑细胞衰老过程中, 细胞内水分减少, 细胞萎缩, 体积变小, 但细胞核体积增大, 核膜内折, C 正确; 端粒是位于染色体两端的特殊结构, D 错误。

4. D 突破点 ▶ 实验探究—运动对线粒体碎片化的影响

【解析】衰老细胞的特征之一是细胞核体积变大、染色质染色加深, A 正确。相同日龄野生型的运动组与对照组比较, 可发现运动会使线粒体碎片化程度降低, B 正确。分析题图可知, 运动对 *fzo-1* 突变体的线粒体碎片化程度影响不大, 而对野生型的作用效果较明显, C 正确。由题意可知, 野生型线虫线粒体的变化过程受 *DRP-1* 和 *FZO-1* 等基因的调控, *drp-1* 的对照组与 10 日龄野生型对照组相比较, 线粒体碎片化程度降低, 说明 *DRP-1* 基因突变能抑制线粒体碎片化, 故 *DRP-1* 基因并不会抑制线粒体碎片化; 同理, 可得 *FZO-1* 基因能抑制线粒体碎片化, D 错误。

全章综合提升

刷素养

1. C 考查点 ▶ 细胞分裂中物质变化规律

信息提取

由题干信息可知,动粒与染色体的移动有关,既可以将染色体拉向细胞两极,又可以牵引染色体移动,染色体移向细胞两极需要纺锤丝的牵拉,而纺锤丝需附着在动粒上,才能牵引染色体移动,所以动粒不仅在有丝分裂后期和减数第二次分裂后期发挥作用,还在前期等其他时期发挥作用,若没有动粒,染色体无法移动。

【解析】在减数第一次分裂前期,同源染色体的非姐妹染色单体发生互换,可能会导致一条染色体的姐妹染色单体上含有等位基因,A 正确;有丝分裂中期的细胞中,染色体形态固定、数目清晰,每条染色体的着丝粒整齐地排列在细胞中央的赤道板的位置上,故有丝分裂中期是观察染色体形态和数目的最佳时期,B 正确;由信息提取可知,C 错误;染色体移向细胞两极需要纺锤丝的牵拉,而纺锤丝需附着在动粒上,才能牵引染色体移动并将染色体拉向细胞两极,所以若细胞中某染色体上的动粒缺失,则可能导致该染色体无法移向细胞两极,D 正确。

2. C 突破点 ▶ 图表分析—有丝分裂和减数分裂

题图解读

分析题图 2:A 是染色体、B 是染色单体、C 是核 DNA。Ⅰ表示正常体细胞未进行 DNA 复制时;Ⅱ中染色体数、染色单体数和核 DNA 分子数之比为 1:2:2,且核 DNA 数为 $4n$,可能是有丝分裂前期、中期或减数分裂Ⅰ过程;Ⅲ中染色体数、染色单体数和核 DNA 分子数之比为 1:2:2,但数目均只有Ⅱ中的一半,可能是减数分裂Ⅱ前期和中期;Ⅳ表示减数分裂Ⅱ后期;Ⅴ中染色体数和核 DNA 分子数均为体细胞的一半,没有染色单体,可能对应减数分裂Ⅱ完成后的细胞。

【解析】分析题图 1 可知,c 细胞正在进行同源染色体分离,且细胞质均等分裂,所以该动物为雄性,题图 1 中 d 细胞处于有丝分裂后期,染色体数目加倍,含有 4 条性染色体,A 错误;题图 2 中的 A 代表染色体,B 代表染色单体,C 代表核 DNA,B 错误;题图 1 中②③④表示由一个细胞分化形成不同细胞的过程,这个过程称为细胞分化,产生的细胞结构和功能不同的根本原因是细胞中基因的选择性表达,即细胞中 mRNA 不完全相同,从而使得不同细胞中合成的蛋白质不完全相同,最终导致细胞结构和功能不同,所以题图 1 中细胞 f 与细胞 e 的 mRNA 和蛋白质不完全相同,C 正确;c 细胞正在进行同源染色体分离,此时细胞中染色体数:染色单体数:核 DNA 数=1:2:2,核 DNA 数相对体细胞加倍,所以对应图 2 中的Ⅱ,D 错误。

3. (1)赤道板 纺锤丝 (2)缺失 LBR 蛋白,细胞周期被阻断在分裂期 与 WT 组相比,KO 组中期细胞占比高,后期细胞占比低 (3)形成特异性 ERM 内质网 线粒体 (4)纺锤丝牵引染色体向两极移动需要消耗 ATP (5)可研制阻断 LBR 作用的药物 突破点 ▶ 实验探究—LBR 蛋白在有丝分裂中的作用

【解析】(1)有丝分裂中期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,称为赤道板;有丝分裂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。

(2)由题图可知,与 WT 组相比,KO 组间期细胞所占百分比降低而分裂期细胞所占百分比升高,说明缺失 LBR 蛋白,细胞周期被阻断在分裂期;为进一步确定 LBR 作用的具体时期,用药物对细胞进行同步化处理。根据有丝分裂中期和后期的顺序可知,若与 WT 组相比,KO 组中期细胞占比高,后期细胞占比低,则说明 LBR 作用于中期向后期的过渡时期。

(3)由题意可知,在有丝分裂过程中,内质网与线粒体之间的接

触位点(ERM)数量显著增加;跨膜蛋白 LBR 可与特定蛋白质互作,形成特异性的 ERM;内质网是真核生物中的钙库之一;有丝分裂过程中,中期细胞的线粒体 Ca^{2+} 内流激增,促进了 ATP 的产生;充足的能量供应对于中期向后期的过渡和细胞分裂的完成至关重要;通过分析可知,LBR 的作用机制为 LBR 与特定分子结合→形成特异性 ERM→ Ca^{2+} 由内质网进入线粒体→ATP 合成,细胞分裂进入后期。

(4) ATP 是细胞生命活动的直接能源物质,足量 ATP 对于中期向后期过渡至关重要的原因是纺锤丝牵引染色体向两极移动需要消耗 ATP。

(5) 由题干信息可知,敲除 LBR 基因的肿瘤细胞(KO),与正常肿瘤细胞(WT)进行对照实验,统计分裂间期和分裂期的细胞占比,结果说明缺失 LBR 蛋白,细胞周期被阻断在分裂期;由此可知,可以通过研制阻断 LBR 作用的药物为肿瘤治疗提供新思路。

刷真题

1. B 命题点 ▶ 细胞的增殖

【解析】根据题意,T 基因突变影响的是细胞有丝分裂后期,所以 T 基因突变的细胞可在有丝分裂前期形成一个梭形纺锤体,在分裂中期染色体着丝粒能正常排列在赤道板上,B 错误。

2. A 命题点 ▶ 细胞增殖

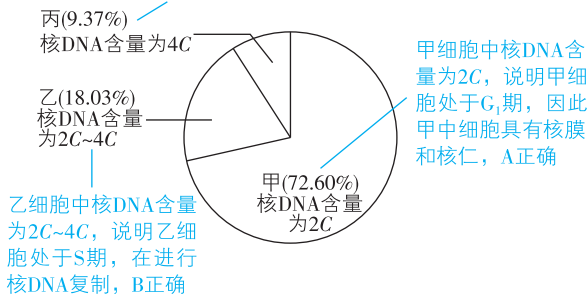
【解析】核 DNA 在分裂间期进行复制,由题干“出芽与核 DNA 复制同时开始”可知,芽殖酵母进入细胞分裂前的间期时开始出芽,A 错误;由题图 2 实验结果可知,与对照组相比,基因甲超量表达组的最大分裂次数明显提高,敲除基因乙组和溶液丙处理组的最大分裂次数降低,结合题意可知,芽殖酵母最大分裂次数与其寿命呈正相关,因此基因和环境都可影响芽殖酵母的寿命,该实验结果为延长细胞生命周期的研究提供新思路,B、D 正确;芽殖酵母通过出芽形成芽体进行无性繁殖,故成熟芽体的染色体数目与母体细胞的相同,C 正确。

3. D 命题点 ▶ 有丝分裂过程和秋水仙素的作用

题图解读

细胞周期包括分裂间期和分裂期;分裂间期分为 G_1 、S、 G_2 期,分裂期(即 M 期)分为前、中、后、末期。 G_1 期主要是合成 DNA 复制所需的蛋白质,以及核糖体的增生;S 期主要完成 DNA 复制; G_2 期合成 M 期所必需的一些蛋白质。

丙细胞中的核 DNA 含量为 $4C$, 说明丙细胞处于 G_2 期和 M 期,在有丝分裂中期染色体着丝粒排列在细胞中央的平面上,因此丙中部分细胞染色体着丝粒排列在细胞中央的平面上, C 正确



【解析】培养液中加入秋水仙素会抑制有丝分裂前期纺锤体形成,导致着丝粒分裂后的染色体无法均分移向两极,细胞中的核 DNA 加倍,因此丙占细胞总数的百分比会增加,D 错误。

4. AB 命题点 ▶ 细胞分裂

【解析】核膜破裂、染色质凝缩以及纺锤体形成属于分裂前期的特点,即 M 蛋白可促进细胞进入分裂前期,因此该突变体变小可能是 M 增多且被激活后造成细胞分裂间期变短所致,A 正确;M 蛋白磷酸化和去磷酸化后,空间结构都会发生改变,活性也会改

变,故 P 和 K 都可改变 M 的空间结构,从而改变其活性,B 正确;K 不足或 P 过量都可使 M 被激活,导致分裂间期时间变短,细胞体积变小,C 错误;由题图可知,M 和 P 之间的活性调控属于正反馈调节,D 错误。

5. B 命题点 ▶ 细胞分裂及实验探究

思路分析

该实验研究的是组织再生的方向和机制,由图可知,组织再生的方向为由 H 酶活性低向 H 酶活性高延伸;添加 F 后,能抑制远端 H 酶的活性,使远端组织可以再生。

【解析】正常细胞增殖过程中存在接触抑制,“窗口”愈合过程中细胞之间的接触会影响细胞增殖,A 正确。由图中对照组结果可知,“窗口”再生的方向与两端 H 酶的活性高低有关,由 H 酶活性低的一端向活性高的一端再生;实验组添加 F 后,“窗口”远端的细胞可以增殖和分化,推测 F 可抑制远端 H 酶活性,使组织再生由两端向中间延伸,说明对照组“窗口”远端的细胞有增殖和分化的能力,B 错误,C 正确。图中的近端和远端位于同一个“窗口”,只能判断出单个窗口组织再生的方向,若要比尾鳍远端和近端的再生能力,则需在尾鳍近、远端各开“窗口”分别观察,D 正确。

6. C 命题点 ▶ 有丝分裂

【解析】丙、丁计数的差异体现在分裂间期和末期细胞数量不同,原因是有丝分裂是一个连续过程,某些细胞所处时期易混淆,并且丁同学可能还对同一细胞重复计数,A 正确;有丝分裂中期染色体排列在细胞中央,染色体形态稳定、数目清晰,易区分,故五位同学记录的中期细胞数一致,B 正确;细胞周期的大部分时间处于分裂间期,分裂间期占细胞周期的 90%~95%,五位同学记录的间期细胞数不多,原因可能是他们所统计的只是一个视野,而该视野内间期细胞数少,C 错误;戊统计的细胞数量较多,可能是该同学的细胞计数规则与其他同学不同,D 正确。

7. B 命题点 ▶ 减数分裂的过程

信息提取

基因	突变效应	对应的减数分裂时期及特点
M	影响联会配对	减数分裂 I 前期:减数分裂 I 开始不久,细胞中原来分散的染色质缩短变粗并两两配对,进行联会,形成四分体,此时核膜尚未完全消失
O	影响姐妹染色单体分离	减数分裂 II 后期:染色体的着丝粒分裂,两条姐妹染色单体随之分离
P	影响着丝粒与纺锤丝结合	减数分裂 I 前期:减数分裂 I 进行一段时间,核仁消失、核膜解体后,纺锤丝附着在着丝粒上,纺锤丝与着丝粒结合
W	影响同源染色体分离	减数分裂 I 后期:在纺锤丝的牵引下,配对的两条同源染色体彼此分离,非同源染色体自由组合

【解析】由信息提取可知,各基因影响减数分裂的先后顺序是 M-P-W-O,B 符合题意。

8. D 命题点 ▶ 减数分裂

【解析】减数分裂过程中,同源染色体的非姐妹染色单体之间可

发生缠绕,并交换相应的片段。1个初级精母细胞发生交换会产生如图所示的4个精细胞,已知精细胞2、3所占比例均为4%,即重组型配子的比例为8%,而发生交换的初级精母细胞的比例是重组型配子比例的2倍,故减数分裂过程中初级精母细胞发生交换的比例是16%,D正确。

易错警示

交换发生在两条非姐妹染色单体之间时,会产生两个重组型配子;而未发生交换的两条非姐妹染色单体则形成正常配子,但其也是由发生交换的初级精母细胞分裂产生的,在计算时不能忽略。

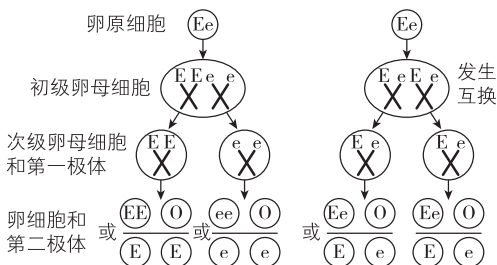
9. C 命题点 ▶ 减数分裂和有丝分裂

【解析】该动物($2n=4$)为二倍体,体细胞中有2个染色体组,一个染色体组中有2条非同源染色体。据题图分析,甲细胞同源染色体分离并移向细胞两极,处于减数第一次分裂后期,细胞中染色体数目未减半,A错误。乙细胞中存在同源染色体,且发生了着丝粒分裂,染色体为8条,处于有丝分裂后期,染色体组数加倍,此时有4对同源染色体和4个染色体组,B错误。 X^D 与b属于非同源染色体上的非等位基因,甲细胞中同源染色体分离,非同源染色体自由组合,此时 X^D 及b所在的非同源染色体可能未组合在一起,因此二者的分离可在甲细胞中发生;B与B为姐妹染色单体上的相同基因,随着着丝粒的分裂,姐妹染色单体分离后形成独立的两条染色体,因此B与B的分离可在乙细胞中发生,C正确。正常情况下,甲细胞产生4个配子,2种类型,即BY(2个)、 bX^D (2个)或 BX^D (2个)、bY(2个),因此甲细胞产生的精细胞基因型为BY的概率为0或 $\frac{1}{2}$;正常情况下,乙细胞经有丝分裂产生的子细胞基因型相同,D错误。

10. C 命题点 ▶ 减数分裂及其应用

思路分析

减数分裂Ⅰ时,可能会发生同源染色体的非姐妹染色单体互换。减数分裂Ⅱ时,姐妹染色单体可以进行部分大小可不相等、位置随机的交换,分裂过程如图所示。



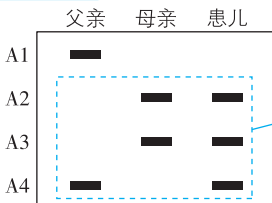
【解析】由以上分析可知,卵细胞最多有E、e、EE、ee、Ee、O,共6种可能,A错误;若卵细胞为Ee,则由思路分析可知,次级卵母细胞和第一极体均为Ee,则第二极体可能为E、e、Ee、O,不可能为EE、ee,B错误;若卵细胞为E,且第一极体不含E,则次级卵母细胞为EE,第一极体为ee,次级卵母细胞产生的第二极体一定为E,第一极体产生的第二极体可能为ee、e、O三种可能,所以第二极体最多有4种可能,C正确;若卵细胞不含E、e,且一个第二极体为E,则该第二极体是第一极体分裂产生的,第一极体应为EE或Ee两种可能,D错误。

易错警示

突变包括基因突变和染色体变异,不包括基因重组。不考虑其他突变和基因被破坏的情况,但是不排除基因重组。

11. D 命题点 ▶ 21 三体综合征形成的细胞学基础

题图解读

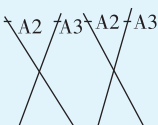


患儿的A4来自父亲，A2、A3均来自母亲，可知是卵原细胞减数分裂异常导致孩子患病

【解析】患儿含有来自母亲的 A2、A3，如果发生交叉互换，A2、A3 所在的两条染色体可能是同源染色体，卵原细胞减数第一次分裂 21 号染色体分离异常可能导致该患儿致病，A 正确；考虑同源染色体交叉互换，致病原因也可能是卵原细胞减数第二次分裂 21 号染色体分离异常，B 正确；不考虑同源染色体交叉互换，可能是卵原细胞减数第一次分裂 21 号染色体分离异常，C 正确；不考虑同源染色体交叉互换，患儿含有两个不同的来自母亲的等位基因，致病原因不可能是卵原细胞减数第二次分裂 21 号染色体分离异常，D 错误。

刷有所得

由电泳结果可知，患儿获得了母亲的 2 个等位基因和父亲的 1 个基因，所以异常染色体应来自母亲。A2 和 A3 属于等位基因，不考虑交叉互换，则两个基因出现在一个卵细胞中的原因是减数第一次分裂后期同源染色体未分开；若考虑交叉互

换，如图所示：，则减数第一次分裂同源染色体没

分开或减数第二次分裂两条姐妹染色单体未分开，均能导致同时含有 A2 和 A3 的卵细胞出现。

12. C 命题点 ▶ 细胞衰老

【解析】哺乳动物成熟红细胞的程序性死亡属于细胞凋亡，对于多细胞生物而言，细胞的衰老和死亡与个体的衰老和死亡并不是一回事（常考点：对于单细胞生物而言，细胞的衰老和死亡=个体的衰老和死亡；对于多细胞生物而言，细胞的衰老和死亡与个体的衰老和死亡并不是一回事），C 错误。

刷有所得

“口诀法”简记细胞衰老的特征

“一大一小”：细胞核体积增大，细胞体积变小；
“一多一少”：细胞内色素积累增多，细胞内水分减少；
“二低”：细胞内多种酶的活性降低，新陈代谢速率减慢；细胞膜的通透性改变，物质运输功能降低。

13. B 命题点 ▶ 细胞分化及其应用

【解析】胰岛类器官中不同细胞在结构和功能上存在差异，是基因选择性表达的结果，A 正确；动物干细胞的细胞核和动物体细胞的细胞核均具有全能性，B 错误；胰岛类器官中不同细胞内 DNA 相同，而 mRNA 和蛋白质不完全相同，即一些 mRNA 具有细胞特异性，因此可以对胰岛类器官中细胞的 mRNA 序列进行分析，进而判断细胞类型，C 正确；胰岛发育存在胰岛内细胞分化的过程，而某些糖尿病与胰岛 B 细胞异常相关，故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，D 正确。

易错警示

基因的选择性表达会使同一个体不同细胞中 mRNA 和蛋白质不完全相同。

14. D 命题点 ▶ 细胞凋亡、细胞自噬

【解析】细胞发生焦亡，细胞肿胀破裂，释放大量的细胞因子，可

能会引发机体的免疫反应,A 正确;细胞凋亡是由基因所决定的程序性细胞死亡,B 正确;细胞接收执行蛋白后,若激活蛋白 P,则诱导细胞凋亡,若激活蛋白 Q,则诱导细胞焦亡,说明细胞凋亡和细胞焦亡受不同蛋白活性变化的影响,C 正确;通过细胞自噬清除衰老的线粒体,该过程没有引起细胞死亡,不属于细胞凋亡,D 错误。

15. A 命题点 ▶ 细胞的生命历程、干细胞的特点及功能

【解析】一部分干细胞发生分化,成为具有特定功能的组织细胞,还有一部分干细胞保持分裂能力,用于干细胞的自我更新,故 a 类干细胞分裂产生的子细胞不一定都能分化为 b 类或 c 类细胞,A 错误;压力应激等外界不利因素引起细胞质膜通透性发生改变,会促使细胞衰老,B 正确;细胞凋亡对细胞外液基本不会产生影响,但细胞坏死可能会造成细胞内容物的释放,导致细胞外液发生改变,C 正确;这 3 类细胞都存在细胞骨架,细胞骨架基因为管家基因(**易错点:管家基因是指某生物体中所有细胞均要表达的一类基因,其表达产物是维持细胞基本生命活动所必需的**),因此这 3 类功能不同的细胞中都表达细胞骨架基因,D 正确。