

الوحدة 7

تكاثر الإنسان وتطوره

تجربة استهلاكية خصائص الخلية الجنسية

ما معنى أن يكون دور الخلايا الجنسية محصورًا في تكوين اللاحقة؟ التكاثر هو عملية تسير وفق نمط متوقع. إن إنتاج الخلايا الجنسية يُعتبر خطوة مهمة في عملية التكاثر للحيوانات المنوية والبويضات خصائص محددة تدعم أدوارها في عملية التكاثر. في هذه التجربة، ستطلع على الدور الذي يلعبه شكل الخلايا الجنسية في دعم وظيفتها.

المطويات

أنشئ مطوية البايين لتنظيم ملاحظاتك حول إنتاج الحيوانات المنوية والبويضات. وزّدها بتسميات كما هو مبين في الشكل أدناه.



الأجهزة التناسلية

مشكلة الرئيسة تعمل الهرمونات على تنظيم الأجهزة التناسلية لدى الإنسان، بما في ذلك إنتاج الأمشاج.

الربط مع الحياة اليومية ربما تكون قد لاحظت ذات يوم كيف تؤثر درجة حرارة الغرفة في منظم الحرارة الذي يتحكم بتشغيل المدفأة، ففي حال كانت الغرفة دافئة، لا يعطي منظم الحرارة إشارة للمدفأة كي تعمل. وبالعكس، وبالطريقة نفسها، تؤثر الهرمونات الذكورية والأنثوية في تراكيب الجسم والتكاثر لدى الإنسان.

الجهاز التناسلي الذكري في الإنسان

إن التكاثر ضروري لضمان استمرارية الأنواع. تحدث عملية التكاثر في الإنسان عند اتحاد خلية البويضة مع خلية الحيوان المنوي، ثم ينمو الجنين ويولد. وتقوم الأعضاء والغدد والهرمونات في الجهاز التناسلي الذكري والأنثوي بدور فعال في التكاثر.

يبين الشكل 1 تراكيب الجهاز التناسلي الذكري، وتُعرف الغدد التناسلية الذكورية باسم الخصيتين (مفردها الخصية)، وهي موجودة خارج تجويف الجسم في كيس يُسمى كيس الصفن. ويحتاج نمو الحيوانات المنوية إلى درجة حرارة أدنى من متوسط درجة حرارة الجسم البالغة 37°C . ونظراً إلى وجود كيس الصفن خارج تجويف الجسم، تكون درجة حرارته أدنى من درجة حرارة الجسم بعدة درجات، ما يوفر بيئة مناسبة لنمو الحيوانات المنوية بصورة طبيعية.

الأسئلة الرئيسة

- ما تراكيب كلٍّ من جهازَي التناسل الذكري والأنثوي وما وظائف كل منهما؟
- كيف تنظم الهرمونات كلًّا من جهازَي التناسل الذكري والأنثوي؟
- ما الذي يحدث في أثناء دورة الحيض؟

مفردات للمراجعة

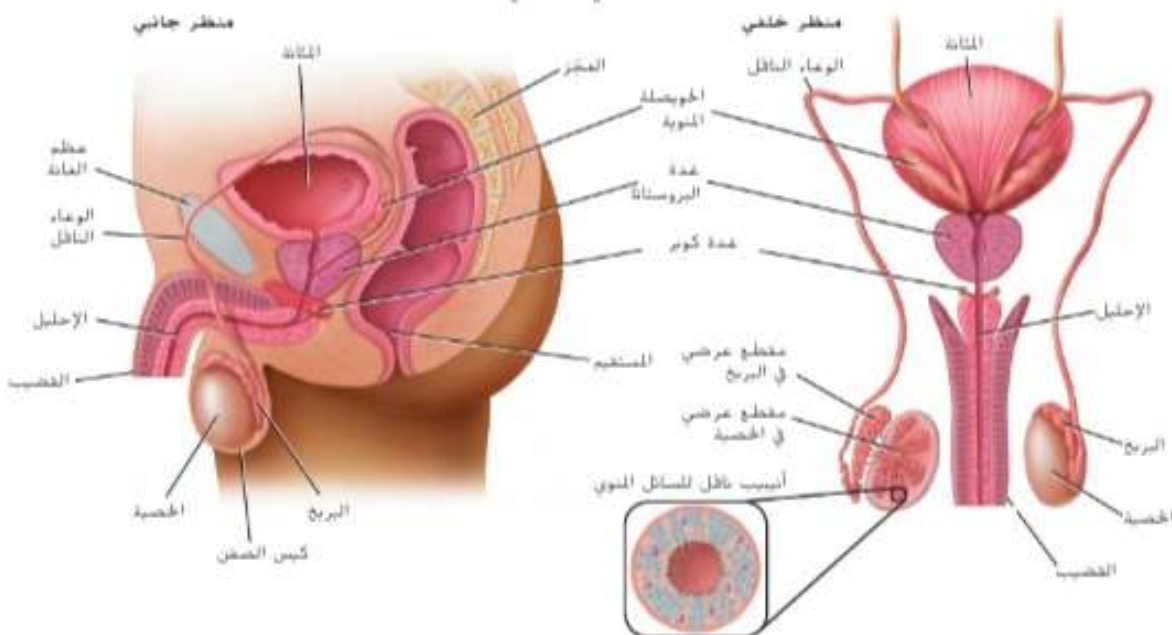
تحت المهاد، hypothalamus جزء من الدماغ يربط بين الغدد الصماء والجهاز العصبي. ويسيطر على الغدة الخامية.

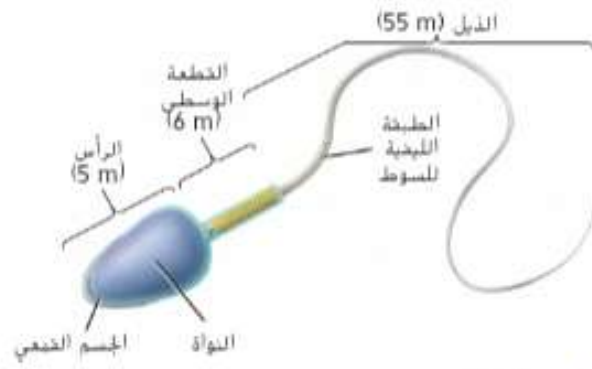
مفردات جديدة

أنابيب ناقل للسانل المنوي	
seminiferous tubule	البربخ
epididymis	وعاء ناقل
vas deferens	الإحليل
urethra	سائل منوي
semen	سن البلوغ
puberty	خلية بيضية
oocyte	قناة فالوب
oviduct	دورة الحيض
menstrual cycle	جسم قطبي
polar body	

■ الشكل 1 ينتج الجهاز التناسلي الذكري في الخصيتين أمشاجاً نسيجاً حيوانات منوية.

الجهاز التناسلي الذكري





■ الشكل 2 الحيوان المنوي خلية سوطية تتكوّن من رأس ومنطقة وسطى وذيل.
حدّد بالتسلسل الصحيح التراكيب التي تصادفها الحيوان المنوي أو يمرّ عبرها في رحلته من داخل الجسم إلى خارجه.

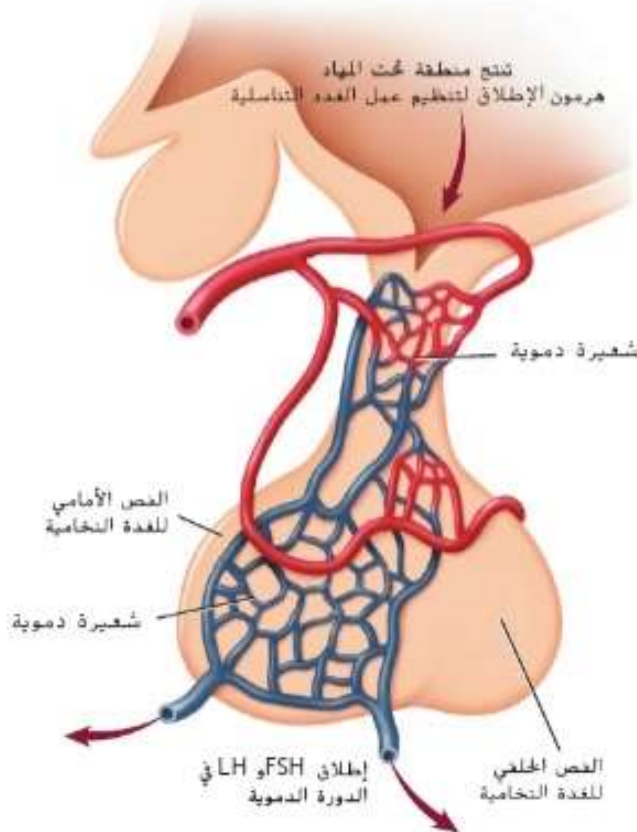
الحيوانات المنوية تُعرف الخلايا التناسلية الذكرية عند الإنسان باسم الحيوانات المنوية. ويتم إنتاجها في الخصيتين. تتنحّ المسار الذي تسلكه الحيوانات المنوية في الشكل 1 أثناء قراءتك عن تراكيب الجهاز التناسلي الذكري. ينمو الحيوان المنوي، كما هو مبين في الشكل 2، في **الأنابيب الناقلة للسائل المنوي** داخل الخصيتين. وتنتج هذه الأنابيب ما بين 100-200 مليون حيوان منوي كل يوم. بعد ذلك، ينتقل الحيوان المنوي إلى **البربخ**. وهو التركيب الذي يقع فوق كل من الخصيتين. حيث يشكل نطح الحيوانات المنوية وتُخزّن فيه. وعندما تنطلق الحيوانات المنوية من جسم الإنسان تمرّ عبر **الوعاء الناقل** وهو قناة تتصل بالخصية، قنّة وعاءان ناقلان، وعاء من كل خصية، وينتهيان في **الإحليل** وهو أنبوب ينقل السائل المنوي والبول عبر القضيب إلى خارج الجسم.

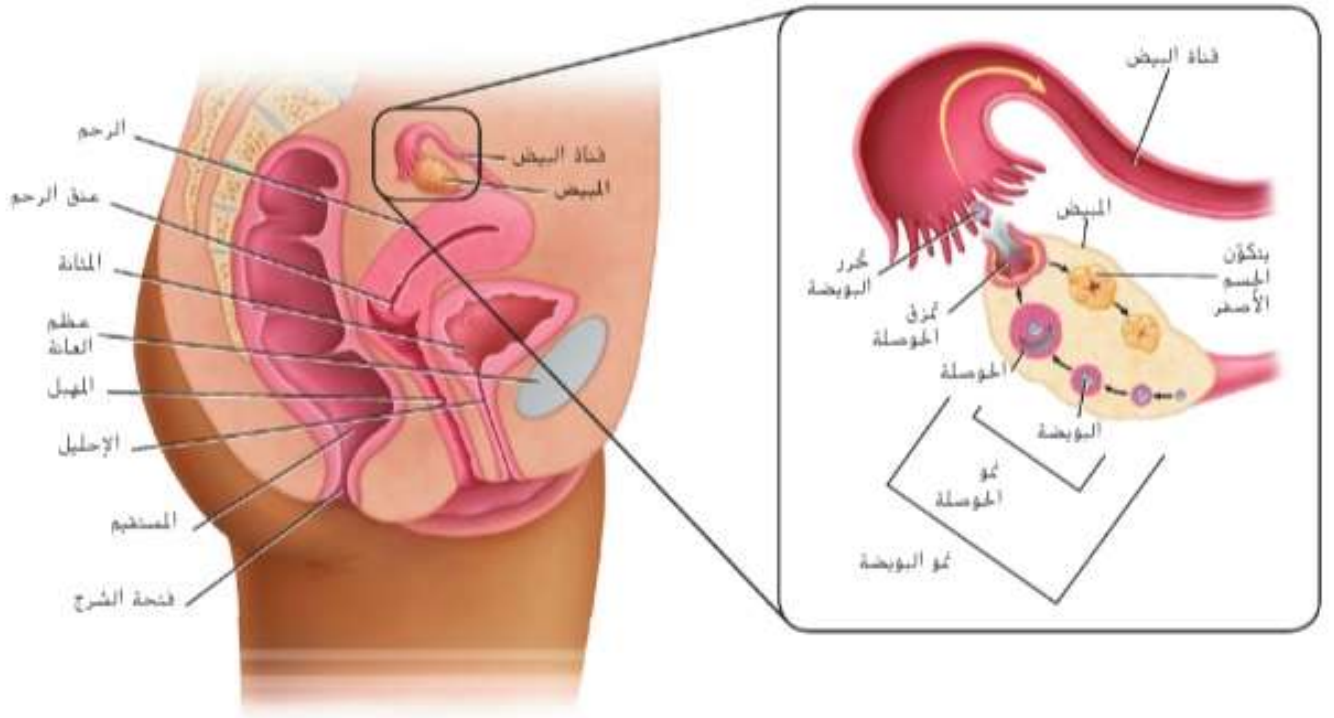
تحتاج الحيوانات المنوية إلى سائل مغذٍ يساعدها في البقاء حية مدة كافية إلى حين تخصيب البويضة. إنّ **السائل المنوي** هو سائل يتكوّن من حيوانات منوية ومواد مغذية وبعض البوائع التي تفرزها الغدد التناسلية الذكرية. تسهم الحويصلات المنوية في إفراز نصف كمية السائل المنوي، بالإضافة إلى إفراز سكر الفركتوز الذي يزود الحيوانات المنوية بالطاقة، والمواد المغذية والبروتينات والإنزيمات. فضلاً عن ذلك، تفرز غدة البروستاتا وغدة كوبر محلولة قاعدياً في البائع ليعادلة الظروف الحمضية التي قد تواجهها الحيوانات المنوية في الإحليل أو في الجهاز التناسلي الأنثوي.

الهرمونات الذكرية يُنتج هرمون التستوستيرون في الخصية، وهو هرمون ستيرويدي ضروري لإنتاج الحيوانات المنوية وإظهار الصفات الذكرية الثانوية مع بداية **سن البلوغ**. وهي المرحلة التي يصل فيها الإنسان إلى النضج الجنسي خلال نموه. ومن هذه الصفات نمو الشعر في الوجه والصدر والازدياد في عرض الأكتاف وحجم العضلات وخشونة الصوت. تذكّر أنّ الحبال الصوتية موجودة في الحنجرة، وهي أطول لدى الذكور مما هي عليه لدى الإناث، لذا يكون صوت الذكور أكثر خشونة. قد يؤدي التستوستيرون في ما بعد إلى ظهور الصلع أو انحسار الشعر عن الجبين.

يتحكّم في إنتاج التستوستيرون ثلاثة هرمونات. يشير الشكل 3 إلى منطقة تحت المهاد تُنتج هرمون الإطلاق المنبه للغدد الجنسية (GnRH) الذي يؤثر في الفص الأمامي للغدة النخامية، يؤدي هذا الهرمون إلى ازدياد في إنتاج هرمونين هما: الهرمون المنشط للحوصلة (FSH) والهرمون المنشط للجسم الأصفر (LH). وينتقل هذان الهرمونان عبر مجرى الدم، من الفص الأمامي للغدة النخامية إلى الخصيتين، فيما يحفّز الهرمون المنشط للحوصلة (FSH) إنتاج الحيوانات المنوية ويحفّز الهرمون المنشط للجسم الأصفر (LH) إفراز التستوستيرون.

تُنظّم مستويات الهرمونات الذكرية من خلال نظام التغذية الراجعة السلبية التي تبدأ في منطقة تحت المهاد، إذ ترصد بعض الخلايا في منطقة تحت المهاد والفص الأمامي للغدة النخامية ارتفاعاً في مستويات هرمون التستوستيرون في الدم، فيقلّ إنتاج الهرمون المنشط للحوصلة والهرمون المنشط للجسم الأصفر. وعند انخفاض مستويات التستوستيرون في الدم، يستجيب الجسم لذلك بإفراز كميات زائدة من الهرمون المنشط للحوصلة والهرمون المنشط للجسم الأصفر، كما يظهر في الشكل 3.





الشكل 4

يساراً، إن المهبل والرحم والمبيض هي التراكيب الرئيسية للجهاز التناسلي الأنثوي.

يمين: خلال كل دورة حيض، تنضج حوصلة واحدة وتطلق بويضة وبشكل ما تبقى من الحوصلة الجسم الأصفر.

توقع ماذا يحدث إذا تضجعت أكثر من حوصلة خلال دورة الحيض.

الجهاز التناسلي الأنثوي في الإنسان

يختص الجهاز التناسلي الأنثوي بإنتاج البويضات واستقبال الحيوانات المنوية كما إنه يوفر بيئة مناسبة لإخصاب البويضة ونمو الجنين. راجع الشكل 4 أثناء قراءتك عن تراكيب الجهاز التناسلي الأنثوي.

البويضات تُسمى الخلايا التناسلية الأنثوية بالبويضات، وتُنتج في المبيضين. كما يظهر في الشكل 4، ويبلغ حجم المبيض حجم حبة اللوز. في داخل كل مبيض **خلايا بيضية** وهي بويضات غير مكتملة النمو. وتتميز خلية بيضية واحدة كل 28 يوماً تقريباً بكونها بويضة ناضجة، وتحاط البويضة الناضجة بخلايا حوصلة توفر لها الحماية والغذاء.

بعد انطلاق البويضة من المبيض، تنتقل إلى **قناة البيض** وهي أنبوب يتصل بالرحم. إن حجم الرحم بحجم قبضة اليد، وينمو فيه الجنين حتى ولادته. إن للجزء السفلي من الرحم المعروف باسم عنق الرحم، فتحة ضيقة تتصل بالمهبل الذي يؤدي إلى خارج جسم الأنثى.

الهرمونات الأنثوية إن البروجسترون والإستروجين هرمونان ستيرويديان تفرزهما خلايا المبيض. يفرز الغدة الأمامية في الأنثى هرمونين هما، الهرمون المنشط للحوصلة والهرمون المنشط للجسم الأصفر، اللذان يؤثران في مستويات كل من الإستروجين والبروجسترون من خلال حلقة تغذية راجعة سلبية، تجدر الإشارة إلى أن تأثير الهرمون المنشط للحوصلة والهرمون المنشط للجسم الأصفر يختلف لدى كل من الذكر والأنثى. فعلى سبيل المثال، خلال سن البلوغ، يتسبب ازدياد تركيز مستويات الإستروجين في نمو الثدي لدى الأنثى واتساع عظام الحوض وازدياد كمية الأنسجة الدهنية. وخلال سن البلوغ، تبدأ **دورة الحيض** الأولى عند الأنثى وهي مجموعة من العمليات تحدث كل شهر تقريباً وتساعد في تهيئة جسم الأنثى للحمل.

إنتاج الخلايا الجنسية

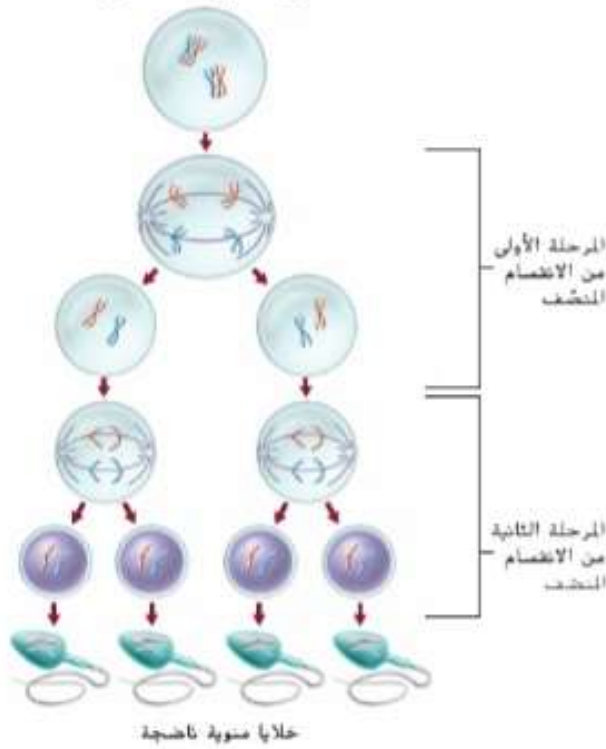
أثناء الانقسام المنصف، تُنتج خلية واحدة في الغدد التناسلية لدى الإنسان، وهي الخصية لدى الذكر والمبيض لدى الأنثى، أربع خلايا جنسية تُسمى بالأَمْشَاج. يتم إنتاج الحيوانات المنوية عند الذكر يوميًا من خلايا منوية أولية، يبدأ إنتاجها في سن البلوغ، ويستمر طوال حياة الذكر تقريبًا. يختلف إنتاج البويضات لدى الأنثى، كما يُظهر الشكل 5، إذ تولد الأنثى حاملة كل البويضات التي ستنتجها، وتتضاعف المادة الوراثية في الخلايا البائية الأولية قبل الولادة وتتوقف عملية الانقسام المنصف قبل اكتمال الانقسام المنصف الأول. عند بداية كل دورة حيض في سنوات الخصوبة، يستكمل الانقسام المنصف وتنمو خلية بيضية واحدة. وفي نهاية الانقسام المنصف الأول للخلية البائية تُنتج تركيبان متماثلان في الحجم، يُسمى التركيب الأصفر حجبًا بينهما **الجسم القطبي**. تنفصل الكروموسومات ويحدث انقسام غير متساو للسيتوبلازم، إذ ينتقل معظم سيتوبلازم الخلية الأصلية إلى الخلية التي ستصبح في ما بعد البويضة. ويحتل الجسم القطبي. تحدث في أثناء الانقسام المنصف الثاني، عملية مشابهة. ففي الطور الاستوائي من الانقسام المنصف الثاني، تنشق البويضة جدار المبيض، ويُطلق على هذه العملية اسم الإباضة. ولا يكتمل الانقسام المنصف الثاني إلا عند إخصاب البويضة. بعد ذلك، تتكون اللاقحة والجسم القطبي الثاني. كما يظهر في الشكل 5. ويحتل الجسم القطبي الثاني أيضًا. بالتالي، ينتج عن مرحلتَي الانقسام المنصف بويضة واحدة بدلًا من أربع.

دورة الحيض

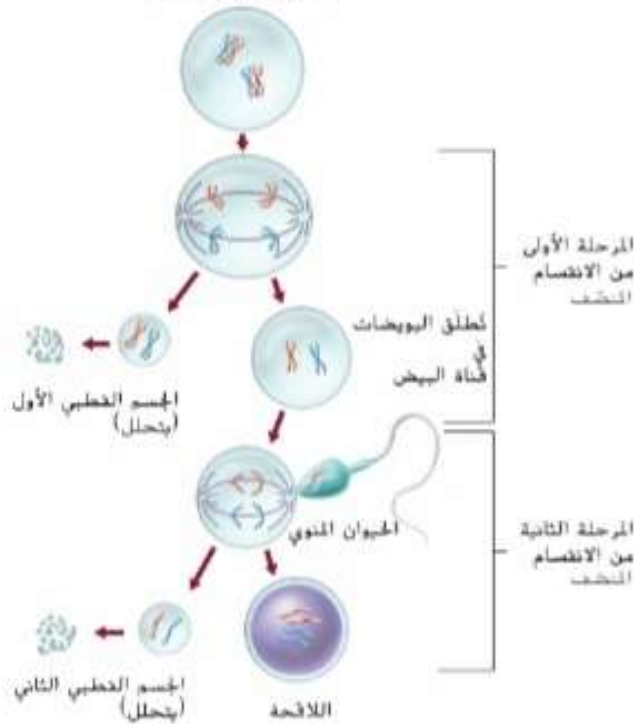
مدة دورة الحيض المعتادة 28 يومًا. وتنقسم دورة الحيض إلى ثلاثة أطوار هي: طور تدفق الطمث وطور تكوين الحوصلة وطور الجسم الأصفر.

طور تدفق الطمث يبدأ تدفق الطمث في اليوم الأول من دورة الحيض. إن تدفق الطمث هو تدفق دم وموائع أنسجة ومخاط وخلايا طلائية من بطانة الرحم، وهي نسيج يبطّن الرحم. ينقرس فيه الجنين عند إخصاب البويضة، وبما أن الجنين يحتاج إلى مواد مغذية وأكسجين، فإن بطانة الرحم تزوده بمقدار كافٍ من الدم. وخلال تدفق الطمث، يحدث نزيف بسبب انفصال الطبقة الخارجية من بطانة الرحم ونزق الأوعية الدموية التي تغذي هذه الطبقة. في اليوم الخامس تقريبًا، يبدأ الرحم بتكوين بطانة جديدة يزداد سمكها مع استمرار الدورة.

تكوّن الحيوانات المنوية

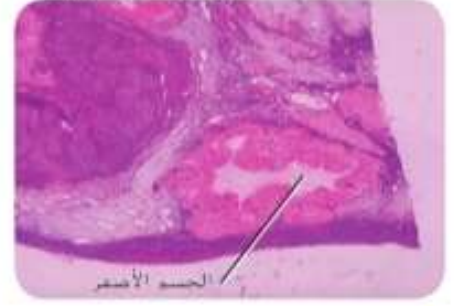


تكوّن البويضات



الشكل 5

أعلى: يتم إنتاج الخلايا الجنسية لدى الذكور النضج العام للانقسام المنصف ويؤدي إلى تكوّن العديد من الحيوانات المنوية. أسفل: يؤدي الانقسام المنصف لدى الأنثى إلى تكوّن بويضة واحدة. ولا يكتمل الانقسام المنصف الثاني إلا بعد إخصاب البويضة.



الشكل 6 يفرز الجسم الأصفر هرمون البروجسترون وكمية قليلة من هرمون الإستروجين.

طور تكوين الحوصلة تحدث خلال دورة الحيض تغيرات في المبيض نتيجة تغيرات في مستويات الهرمونات. كما يظهر في الجدول 1. في بداية دورة الحيض، يكون مستوى الإستروجين منخفضاً، فيبدأ النضج الأمامي للغدة النخامية في زيادة إنتاج الهرمون المنشط للحوصلة والهرمون المنشط للجسم الأصفر مما يؤدي إلى تحفيز نضج بعض الحوصلات في المبيض. بعد ذلك، تبدأ الخلايا الموجودة في الحوصلات بإنتاج الإستروجين وكميات قليلة من البروجسترون. تجدر الإشارة إلى أنه في داخل كل حوصلة، ثمة بويضة غير مكتملة النضج هي الخلية البائية. بعد أسبوع، تبقى في العادة حوصلة واحدة فقط من الحوصلات النامية. وتستمر هذه الحوصلة في النمو وإفراز الإستروجين الذي يحافظ على انخفاض مستويات الهرمون المنشط للحوصلة والهرمون المنشط للجسم الأصفر. وهذا مثال على التغذية الراجعة السلبية.

في اليوم الثاني عشر تقريباً، يحفز التركيز المرتفع من الإستروجين النضج الأمامي للغدة النخامية على إفراز كمية كبيرة من الهرمون المنشط للجسم الأصفر. ويؤدي الإطلاق السريع لهذه الكمية إلى تمزق الحوصلة وتحدث عملية الإباضة.

في اليوم الرابع عشر

طور الجسم الأصفر بعد عملية الإباضة، تتغير خلايا الحوصلة وتتحول إلى تركيب يُسمى الجسم الأصفر. كما يظهر في الشكل 6. يبدأ الجسم الأصفر بالتحلل ببطء أثناء دورة الحيض ويُفرز كميات كبيرة من البروجسترون وكمية قليلة من الإستروجين وبذلك يحافظ على انخفاض مستويات الهرمون المنشط للجسم الأصفر والهرمون المنشط للحوصلة من خلال التغذية الراجعة السلبية. تذّكر أنّ الهرمون المنشط للجسم الأصفر والهرمون المنشط للحوصلة يحفزان نمو حوصلات جديدة، لكن انخفاض مستويات هذين الهرمونين يمنع نضج حوصلات جديدة لفترة مؤقتة. في نهاية دورة الحيض، يتحلل الجسم الأصفر ويتوقف عن إنتاج الإستروجين والبروجسترون، ما يؤدي إلى انخفاض حاد في مستويات الهرمونين. وينتج عن ذلك انسلاخ بطانة الرحم، ويبدأ طور تدفق الطمث في دورة حيض جديدة.

المفردات أصل الكلمة

الجسم الأصفر corpus luteum
مصدرها اللاتينية وتعني الجسم corpus
مصدرها اللاتينية وتعني الأصفر luteum

تجربة مصغرة 1

نمذجة إنتاج الخلايا الجنسية

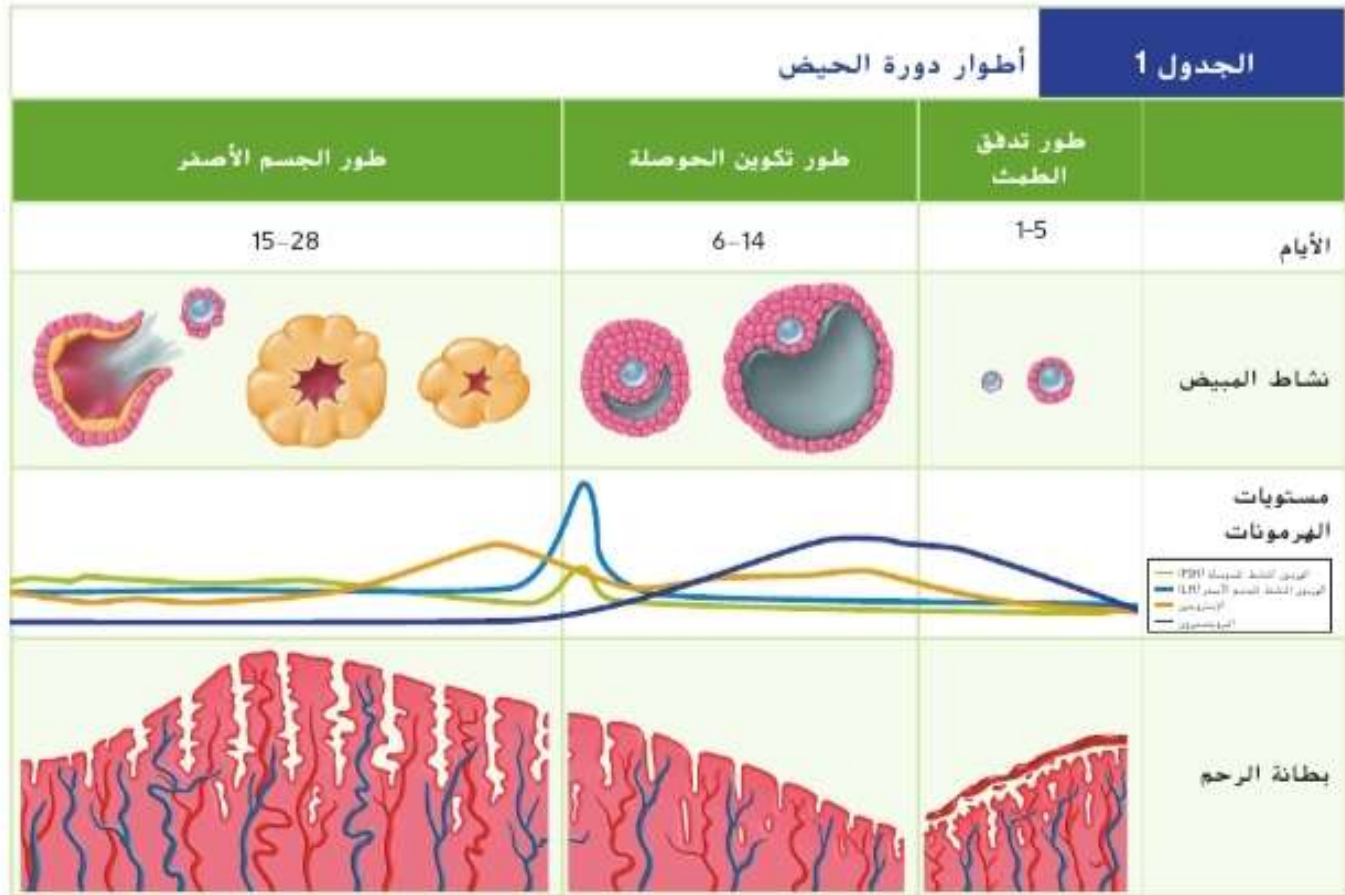
لماذا يُنتج الانقسام المنصف أربعة حيوانات منوية وبويضة واحدة فقط؟ إن الاختلاف في انقسام السيتوبلازم هو السبب الرئيسي للاختلاف على مستوى الانقسام المنصف لدى كل من الذكر والأنثى. استخدم الصلصال لنمذجة طريقة إنتاج الخلايا الجنسية خلال الانقسام المنصف.

الإجراء

1. اقرأ وأكمل نموذج السلامة في المختبر.
2. اختر قطعتي صلصال، مختلفتي اللون. اختر إحدهما لتمثل الخلية المنوية الأولية والأخرى لتمثل الخلية البائية الأولية.
3. استخدم الخلية المنوية الأولية لمحاكاة الانقسام المنصف الذي يحدث لدى الذكور.
4. قم بمحاكاة مرحلة نضج الحيوانات المنوية من خلال إزالة نصف كمية الصلصال من كل حيوان منوي، واستخدام جزء صغير منها لإضافة سوط إلى كل خلية.
5. بعد ذلك، قم بمحاكاة مرحلة الانقسام المنصف الأولى في الإناث.
6. استخدم حيواناً منوياً وألصقه إلى جانب خلية كبيرة. الآن قم بمحاكاة المرحلة الثانية من الانقسام المنصف.

التحليل

1. نمذج أرسم كلاً من الخطوات أعلاه، مع تسمية الأجزاء التالية: الخلية المنوية الأولية، الخلية البائية الأولية، والبويضة والحيوان المنوي والجسم القطني الأول والجسم القطني الثاني والبويضة المخصبة واللاحة.
2. اشرح فائدة عملية الانقسام المنصف التي تركز معظم السيتوبلازم في بويضة واحدة.



في حال تم تخصيب البويضة، تبدأ سلسلة مختلفة من الأحداث ولا تبدأ دورة حيض جديدة. كما تبقى مستويات هرمون البروجيستيرون مرتفعة ويزداد تدفق الدم إلى بطانة الرحم. إضافة إلى ذلك، لا يتحلل الجسم الأصفر ولا تنخفض مستويات الهرمون وتتراكم الدهون في بطانة الرحم وتبدأ في إفراز مائع غني بالمواد المغذية المهمة لنمو الجنين.

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

- تعمل أنظمة التغذية الراجعة السلبية على تنظيم مستويات الهرمونات الذكورية والأنثوية.
- ينتج الجهاز التناسلي الذكري البشري ملايين الحيوانات المنوية يوميًا.
- يختلف عدد الخلايا الجنسية الناتجة عن الانقسام المنصف لدى كل من الذكور والإناث.
- للأنثى دورة تناسلية، تُسمى بدورة الحيض.
- لدورة الحيض ثلاثة أطوار هي: طور تدفق الطمث وتكوين الحوصلة وطور الجسم الأصفر.

فهم الأفكار الرئيسية

1. **انظر > اربط** صف الآلية التي تساعد بها الهرمونات في تنظيم الخلايا المنوية والبويضات.
2. **لخص** تراكيب ووظائف كل من الجهاز التناسلي الأنثوي والذكوري.
3. **صف** كيف تكونت المواد الموجودة في السائل المنوي وأهميتها.
4. **اشرح** الأحداث الأساسية التي تحدث على مستوى بطانة الرحم والمبيض أثناء دورة الحيض.

التفكير الناقد

5. **استدل** في اليوم الثاني عشر، تسبب مستويات الإستروجين ازديادًا حادًا في إفراز الهرمون المنشط للجسم الأصفر. ماذا تتوقع أن يحدث بحسب نموذج التغذية الراجعة السلبية؟

علم الأحياء

6. **افترض** أن دورة الحيض بدأت لدى فتاة في سن الثانية عشرة وفوقعت وهي في سن الخامسة والخمسين. فما عدد البويضات التي تطلقها الفتاة إذا لم تحبل إطلاقًا خلال سنوات الخصوبة وإذا كان متوسط مدة دورة حيضها 28 يومًا؟

مراحل نمو الإنسان قبل الولادة

مقدمة الرئيسة يبدأ تطور الإنسان من خلية واحدة مخصبة تتحول إلى تريليونات من الخلايا، لكل منها وظائف متخصصة.

الربط بالحياة اليومية ثامناً كما تتطور البذرة الواحدة وتتحول إلى نبتة جميلة الزهور. كذلك، يبدأ جسم الإنسان المعقد على صورة خلية واحدة نتيجة اتحاد حيوان منوي ببويضة عند الإخصاب.

الإخصاب

يُظهر الشكل 7 العملية التي يتحد خلالها حيوان منوي ببويضة، والتي تُسمى الإخصاب. يحدث الإخصاب عادةً في الجزء العلوي من قناة فالوب المجاورة للمبيض. تكون الحيوانات المنوية والبويضات لدى الإنسان أحادية الكروموسومات. لكل منها في المعتاد 23 كروموسوماً. في الإخصاب تجتمع هذه الكروموسومات، فتتكون بذلك خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية للشخص البالغ بها 46 كروموسوماً.

يمكن للحيوان المنوي البقاء في الجهاز التناسلي الأنثوي مدة 48 ساعة. لكن البويضة غير المخصبة لا تستطيع البقاء أكثر من 24 ساعة. بصورة عامة، ثمة فترة قصيرة نسبياً لحدوث إخصاب ناجح. لكن من المهم تذكّر أنّ مدة دورة الحيض قد تتفاوت وأنّ الإباضة قد تحدث في أي وقت.

الأسئلة الرئيسة

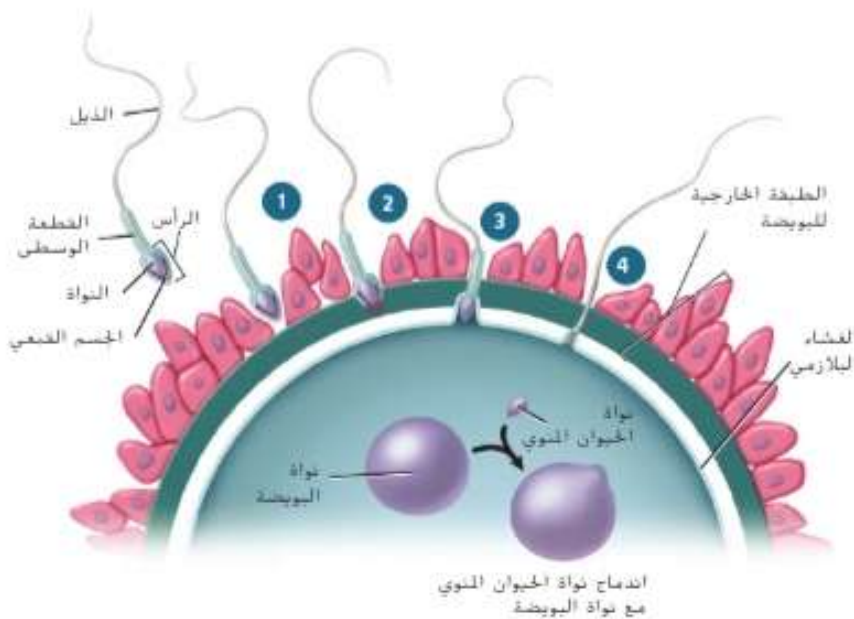
- ما التغيرات التي تحدث خلال الأسبوع الأول بعد الإخصاب؟
- ما التغيرات الأساسية التي تحدث في المراحل الثلاث لتطور الجنين؟
- ما التغيرات التي تطرأ على مستويات الهرمون الأنثوي أثناء فترة الحمل؟

مفردات للمراجعة

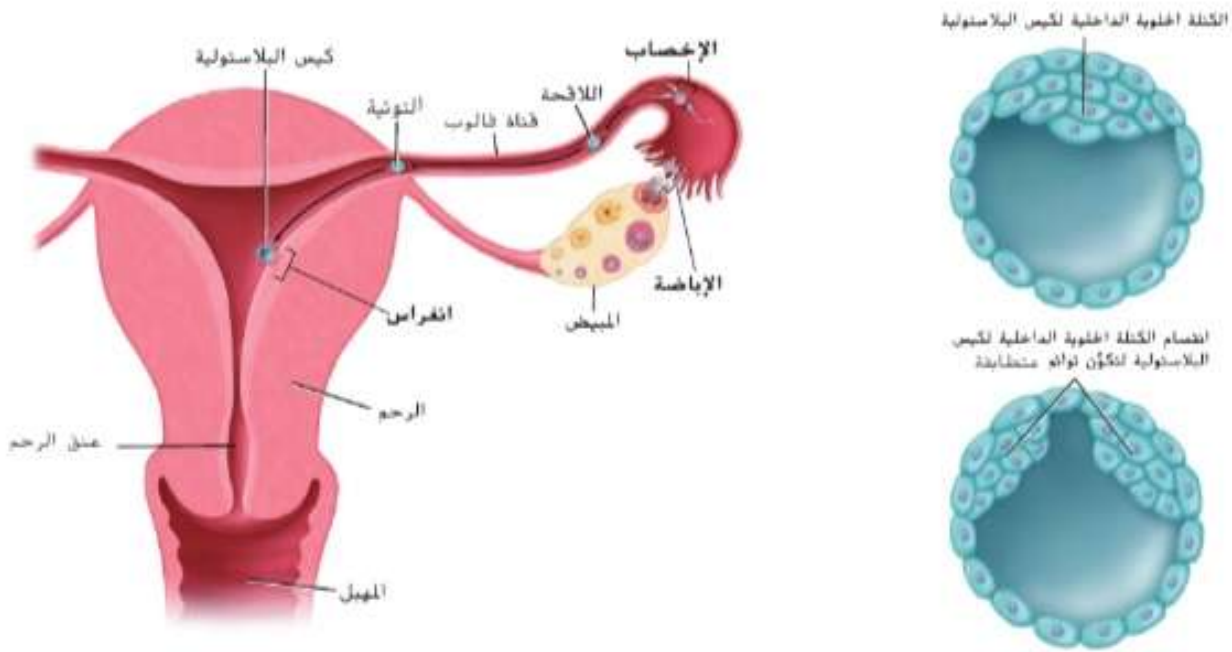
الجسم المحلّل lysosome، عضوية تحوي الإنزيمات الهاضمة

مفردات جديدة

التوتية morula
كيس البلاستولية blastocyst
السائل الأمنيوني amniotic fluid



الشكل 7 بالرغم من إضعاف الحاجز المحيط بالبويضة يحتاج إلى الكثير من الحيوانات المنوية، إلا أن حيواناً منوياً واحداً فقط ينتج في إخصاب البويضة (الخطوات 1-4). ويكتسب الإخصاب عندما تندمج نواة الحيوان المنوي بنواة البويضة.



الشكل 8

يسار: تحدث خلال الأسبوع الأول من مراحل تطور الجنين عدة تغيرات في رحلة اللقحة عبر قناة البيض.
يمين: تتطور الكتلة الخلوية الداخلية لكيس البلاستولية وتحول إلى الجنين (في الشكل الأعلى). لكن في حال انقسمت هذه الكتلة، فقد ينتج منها نواتج متطابقة (في الشكل الأسفل).

يغذف الذكر ما يقارب الـ 300 مليون حيوان منوي أثناء التزاوج، لكن لا ينجح في الوصول إلى البويضة سوى بضع مئات فقط. والعديد منها لا يكمل رحلته في جسم الأنثى. إذ يتعرض بعضها إلى هجمات من كريات الدم البيضاء، فيموت منها الكثير. إضافة إلى ذلك، فإن حيواناً منوياً واحداً فقط يستطيع إخصاب البويضة من بين عدة مئات أخرى تشارك في العملية.

الربط بالكيمياء

لا يمكن لحيوان منوي أن يخترق وحده الغشاء البلازمي الذي يحيط بالبويضة لدى الإنسان. تذكر أنّ الأجسام المحللة عبارة عن عضيات تحوي إنزيمات هاضمة. لاحظ في الشكل 7 أنّ الرأس في كل حيوان منوي هو عبارة عن جسم محلل متخصص يُسمى الجسم القمي. عند مهاجمة عدة مئات من الحيوانات المنوية للبويضة، تقوم الإنزيمات الموجودة داخل الجسم القمي بإضعاف الغشاء البلازمي المحيط بالبويضة شيئاً فشيئاً إلى أن يتكّن حيوان منوي واحد فقط من اختراقها. فور حدوث هذا الاختراق، تتكوّن البويضة حاجزاً يمنع الحيوانات الأخرى من دخول البويضة المخصبة حديثاً.

التأكد من فهم النص اشرح سبب ضرورة وجود مئات الحيوانات المنوية لحدوث الإخصاب.

المراحل الأولى لتطور الجنين

يوضح الشكل 8 ما يحدث في الأسبوع الأول لتطور الجنين لدى الإنسان. إذ تنتقل البويضة المخصبة التي تُسمى اللقحة عبر قناة البيض بفعل الانقباضات الإرادية للعضلات البليساء وكذلك بفعل الأهداب التي تبطّن قناة البيض. وبعد مرور 30 ساعة على الإخصاب، تخضع اللقحة للانقسام المتساوي والانقسام الخلوي الأولين. ثم تستمر الانقسامات الخلوية. وبحلول اليوم الثالث، يفادر الجنين قناة البيض ويدخل الرحم. في هذه المرحلة، يوصف الجنين بأنه توتية. أي كرة صلبة من الخلايا.

بحلول اليوم الخامس، تتطور التوتية إلى كيس البلاستولية، الذي يمكن وصفه بكرة مجوفة مكونة من خلايا. يلتصق كيس البلاستولية ببطانة الرحم في اليوم السادس تقريباً ويكتمل انغراسه في اليوم العاشر. يوضح الشكل 8 أنّ كيس البلاستولية ليس مجوّفاً بالكامل. إذ يوجد بداخله مجموعة من الخلايا تُسمى الكتلة الخلوية الداخلية التي تصبح في نهاية الأمر الجنين. وقد تنقسم هذه الكتلة في بعض الأحيان، مما يؤدي إلى تكوّن نواتج متطابقة أو تماثل.

مهن مرتبطة بعلم الأحياء

اختصاصيو التناسل والغدد الصماء
يعرف الأطباء الحائزون درجة متقدمة من التدريب في مجال علاج العقم واضطرابات الهرمونات التناسلية باختصاصيي التناسل والغدد الصماء. وقد يجري هؤلاء الاختصاصيون الأبحاث أو يدرّبون طلاب الطب.

■ **الشكل 9** ثمة أربعة أغشية تحيط بالجنين هي: الغشاء الأميني والغشاء الكوريوني والكيس المائي والسَّقاء. ولها كلها أهمية في تطوره. حدّد دور الكيس المائي لدى الإنسان.



الأغشية المحيطة بالجنين يُطلق على الأغشية المحيطة بالجنين اسم الأغشية خارج الجنينية. تعرّفت في درس سابق على عملية تطوّر بيضة حيوان السلوي وطريقة تكوّن الحيوانات من التكاثر على اليابسة. لدى الأجنة البشرية النامية مثل تلك الأغشية أيضاً. كما يوضّح **الشكل 9**. إلا أن لها وظائف مختلفة إلى حد ما، وذلك لأن أجنة البشر ومعظم الثدييات الأخرى تنمو داخل جسم الأم.

خلال المراحل الأولى لنمو الإنسان، تتكوّن أربعة أغشية تحيط بالجنين وهي الغشاء الأميني والغشاء الكوريوني والكيس المائي والسَّقاء. كما يوضّح **الشكل 9**. الغشاء الأميني هو عبارة عن طبقة رقيقة تشكّل كيساً يحيط بالجنين. يحتوي في داخله على السائل الأميني الذي يشكّل حشوة تلطف حركة الجنين وتوفّر له الحماية والعزل. خارج الغشاء الأميني، يوجد الغشاء الكوريوني الذي يساهم مع السَّقاء في تكوين المشيمة. أما الكيس المائي، فلا يحتوي على مخّ لكنه يمثّل الموقع الأول لتكوّن خلايا الدم الحمراء للجنين.

المشيمة بعد حوالي أسبوعين من الإخصاب، تبدأ إمدادات صغيرة من الغشاء الكوريوني، على صورة أصابع، بالنمو داخل جدار الرحم، وتسمى خيالات الكوريون. كما يبدأ تكوّن المشيمة، وهي العضو الذي يوفّر الغذاء والأكسجين للجنين، ويتخلص من الفضلات. يكتمل نمو المشيمة في الأسبوع العاشر وتتألف من طبقتين سطحيتين، طبقة مستمدة من الجنين تتشكّل انطلاقاً من الغشاء الكوريوني وتكون في مواجهة الجنين، وطبقة مستمدة من الأم تتكوّن من أنسجة الرحم. عند اكتمال نمو المشيمة، يصبح قطرها 15-20 cm. وسمكها 2.5 cm. وكتلتها 0.45 kg تقريباً. يعمل الحبل السري، وهو أنبوب يحوي أوعية دموية، على الربط بين الجنين والأم. يوضّح **الشكل 10** الارتباط بين الأم والجنين.

تنظم المشيمة انتقال البواد من الجنين إلى الأم ومن الأم إلى الجنين. فيمكن للأوكسجين والمواد المغذية الانتقال من الأم إلى الجنين. كما يمكن أن تنتقل المشيمة المواد المخدرة والعقاقير وغير ذلك من البواد المختلفة. وكذلك فيروس نقص المناعة البشري (HIV) إلى الجنين النامي. تنتقل فضلات عمليات الأيض وثاني أكسيد الكربون من الجنين إلى الأم. ونظراً إلى أنّ لكل من الأم والجنين جهازاً دورياً خاصاً، لا يمكن لخلايا الدم أن تنتقل بينهما عبر المشيمة، لكن الأجسام البضادة في جسم الأم تنتقل إلى الجنين وتساعد في حمايته إلى أن يقوم جهاز المناعة الخاص به بدوره.

المفردات

مفردات أكاديمية

تمكين elbane

منح القدرة أو القابلية للتنفيذ

مثال

توفر الغذاء في بويضات الحيوانات السلوية يمكنها من التكاثر على اليابسة

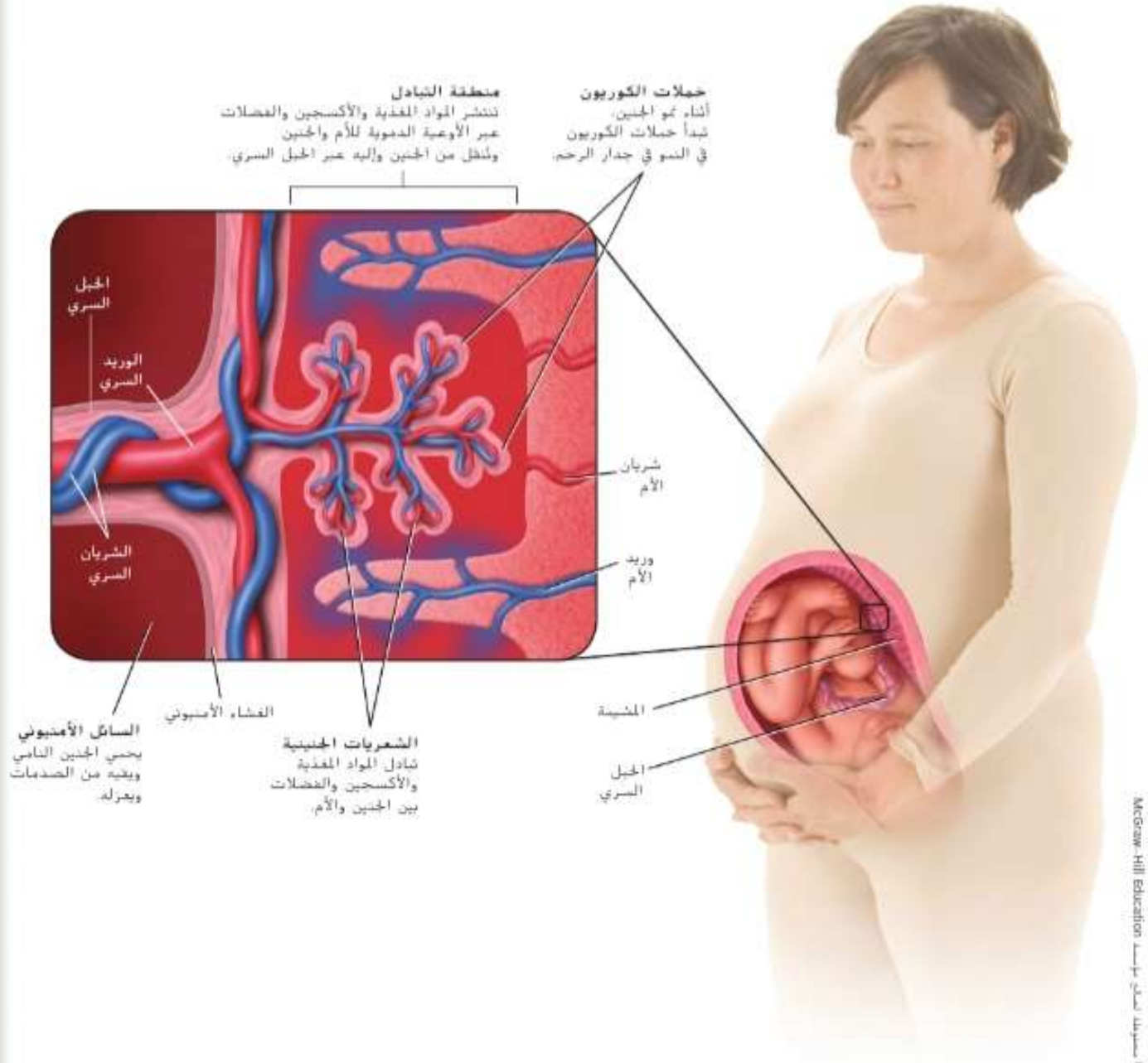
اقترح لدراسة

الجدول الزمني قم بإعداد جدول زمني يعرض تطوّر الإنسان من الإخصاب إلى سن البلوغ. واستخدم متوسط الأعمار لمختلف مراحل التطور واذكر الخصائص الأساسية من هذه المراحل.

تصوّر المشيمة

الشكل 10:

يتبادل الجنين النامي المواد الغذائية والأكسجين والفضلات مع الأم من خلال المشيمة. تحتوي المشيمة على أنسجة من كل من الأم ومن الجنين.



الأشهر الثلاثة الثانية هذه المرحلة في الأساس هي مرحلة نمو. ففي الفترة التي تمتد بين الأسبوع 18 و20، يمكن سماع نبض قلب الجنين باستخدام السماعة الطبية. ويصبح الجنين النامي قادرًا على مضّ إصبعه وقد يُصاب بنوبات الفواق. فضلًا عن ذلك، يمكن أن تشعر الأم بإرثبائه أو حتى بركلاته الخفيفة، كما يتكوّن شعره عادةً وتفتح عيناه خلال هذه الفترة. في نهاية هذه المرحلة، قد يمتدّن الجنين من العيش خارج رحم الأم بواسطة تدخّل طبي، لكنّ احتمالات البقاء لا يكون كبيرة جدًا. إذا حدثت الولادة في هذه المرحلة المبكرة، لا يكون بقدور جسم المولود الحفاظ على درجة حرارة ثابتة كما إنّ رئتيه تكونان غير مكتملتين، لذلك يمثّل فشل التنفس خطرًا كبيرًا. كذلك، يُحتمل كثيرًا أن يمرض المولود على نحو خطير بسبب عدم اكتمال وظيفة جهاز المناعة لديه.

الأشهر الثلاثة الأخيرة أثناء هذه المرحلة، يستمرّ الجنين بالنمو بشكل سريع. وتتراكم الدهون تحت جلده لتوفّر له طبقة عازلة عند ولادته. بالتالي، على الأم تناول كميات كافية من البروتينات خلال هذه الفترة لأنّ البروتينات ضرورية لنمو الدماغ الذي يتمّ بشكل سريع إذ تتكوّن خلايا عصبية جديدة في الدماغ بمعدل 250,000 خلية في الدقيقة. كما قد يُبدي الجنين في هذه المرحلة استجابة للأصوات في البيئة المحيطة، مثل الموسيقى أو صوت أمه.

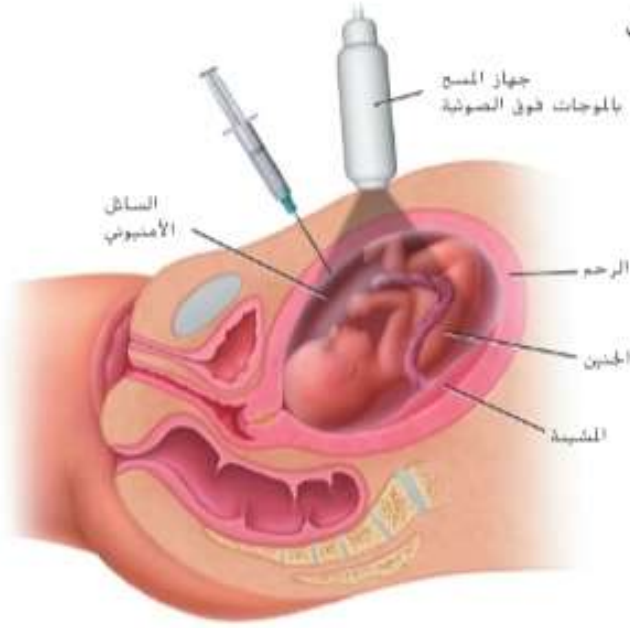


12 أسبوعًا



9-10 أسابيع

■ الشكل 12 في حالة التهاب السائل الأمنيوسي تؤخذ عينة منه ومن الخلايا الجنينية لتحليلها



تشخيص الاختلالات في الجنين

يمكن تشخيص العديد من الحالات قبل ولادة الطفل. إن تحديد بعض الحالات في وقت مبكر يزيد من فرص المعالجة الطبية المناسبة التي تساعد في توفير أفضل نوعية حياة للمولود الجديد.

الموجات فوق الصوتية تُعد استخدام الموجات فوق الصوتية إحدى طرق تحديد حالة الجنين. في التصوير باستخدام هذه الموجات تردد فيها الموجات الصوتية عن الجنين لتتحول إلى صور ضوئية يمكن رؤيتها على شاشة جهاز الفحص. إضافة إلى ذلك، يمكن استخدام الموجات فوق الصوتية لتحديد ما إذا كان الجنين ينمو بصورة جيدة أم لا، وكذلك لتحديد وضعيته داخل الرحم ومعرفة جنسه.

مهن مرتبطة بعلم الأحياء

فني الموجات فوق الصوتية
يتطلب علم الأحياء إتقان مهارات تقنية. ويعمل فني الموجات فوق الصوتية على التقاط الصور فوق الصوتية التي يفترها الطبيب.

تجربة مصفوفة 2

سلسلة المراحل الأولى لتطور الإنسان

ما التغيرات في النمو التي تحدث خلال الأسابيع الثمانية الأولى من حياة الجنين؟ يبدأ الإخصاب عندما يخترق حيوان منوي بويضة ما. ثم تخضع اللاحقة لمجموعة من تغيرات تطورية متوقعة. وينتج عن انقسام الخلية ازدياد في أعداد الخلايا، التي تتحرك لتكوّن أعضاء محددة تسمح للخلايا بأداء وظائف محددة.

الإجراء

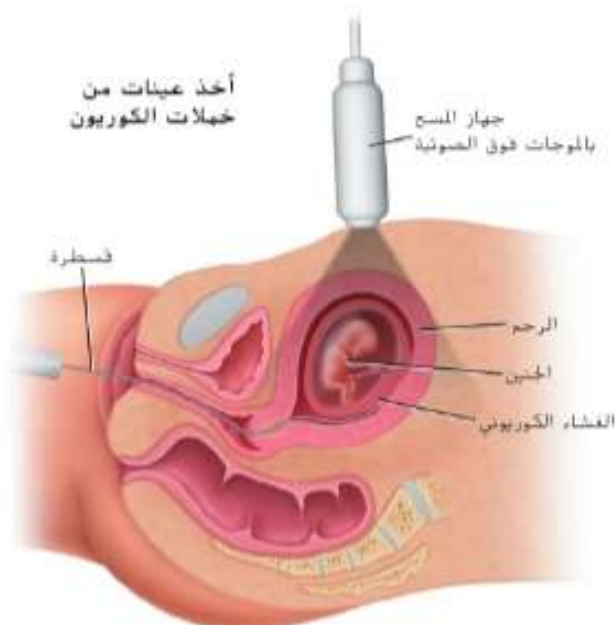
1. راجع الشكل 11 للاطلاع على صور الأجنة.
2. ننحس الصور المتعلقة بمرحلة الأشهر الثلاثة الأولى من الحمل. اختر عاملاً واحداً لتابعته خلال فترة النمو هذه. قد تتضمن العوامل حجم الأجنة أو التغيرات التركيبية العامة أو تكوّن عضو أو جهاز معين. أو غير ذلك.
3. ارسم مخططاً لتطور العامل الذي اخترته بحسب جدول زمني خلال مرحلة الأشهر الثلاثة الأولى من الحمل.

التحليل

1. حلل الجدول الزمني الذي أعدته. وحدد مراحل التطور المتعلقة بهذا العامل خلال فترة الأسابيع العشرة.
2. لخص مستوى تطور العامل الذي فحصته في نهاية فترة الأسابيع الاثني عشر الأولى.



■ الشكل 13



جهاز المسح
بالموجات فوق الصوتية

قسطرة

الرحم —

— 44 —

الفشاء الكوربوني

فحص السائل الأمنيوسي وأخذ عينات من خلايا الكوريون إِنَّ كَلَامَ مَنْ

القسم 2 مراجعة

- الإخصاب هو اندماج البويضة مع الحيوان المنوي.
- ثمة أربعة أغشية خارج جنينية تحيط بالجنين لدى الإنسان.
- تنظم المشيمة المواد التي يمكن تبادلها بين الجنين والأم.
- يختلف النظام الهرموني أثناء الحمل عنه أثناء دورة الحيض.
- ينقسم الحمل إلى ثلاث مراحل.
- يمكن اكتشاف بعض الحالات الطبية للجنين قبل ولادته بواسطة فحص السائل الأمنيوسي.

فهم الأفكار الرئيسية

1. **المقدمة** **الترجمة** صف التفيدات التي تخضع لها اللافتة خلال الأسبوع الأول بعد الإخصاب.
2. صف طريقة تأثير الأجسام الغشمية البغمية في عملية الإخصاب.
3. لخص التطور الذي يحدث خلال كل من المراحل وذلك في خريطة مفاهيم.
4. قارن وقابل بين النظام الهرموني أثناء الحمل والنظام الهرموني أثناء دورة الحيض.

التفكير الناقد

الكتاب: **عند الأحياء**

5. اكتب فقرة تشرح وظائف الأغشية الخارج جنينية لدى الإنسان، وقابل بينها وبين وظائفها لدى بعض الحيوانات.

الرياضيات في علم الأحياء

6. حدّد تاريخ الولادة (المنوّع) ليولود ما إذا كانت النويضة قد خُصّيت في 1 يناير.

الموضوع المحوري **التغير** بمجرد أن يحدث الإخصاب، ينطوي نمو الإنسان وتطوره على تغيّرات مستمرة في التراكيب والعمليات.

الفترة الرئيسة يحدث تكاثر الإنسان نتيجة اندماج الحيوان المنوي والبويضة.

القسم 1 الأجهزة التناسلية

مقدمة > ملاحظة تنظّم الهرمونات الجهاز التناسلي لدى الإنسان، بما في ذلك إنتاج الأمشاج.	أنبيب ناقل للسائل المنوي seminiferous tubule
• تعمل أنظمة التغذية الراجعة السالبة على تنظيم مستويات الهرمونات الذكورية والأنثوية.	البربخ epididymis
• ينتج ذكر الإنسان ملايين الحيوانات المنوية يوميًا.	الوعاء الناقل vas deferens
• يختلف عدد الخلايا الجنسية الناتجة عن الانقسام المتخالف لدى كل من الذكور والإناث.	الإحليل urethra
• للأُنثى دورة تناسلية، تُسمى دورة الحيض.	السائل المنوي semen
• لدورة الحيض ثلاثة أطوار هي: طور تدفق الطمث وطور تكوين الحوصلة وطور الجسم الأصفر.	سن البلوغ puberty
	الخلية البويضية oocyte
	قناة فالوب oviduct
	دورة الحيض menstrual cycle
	الجسم القلبي polar body

القسم 2 مراحل نمو الإنسان قبل الولادة

مقدمة > ملاحظة يبدأ تطور الإنسان من خلية واحدة مخصّبة تتحوّل إلى تريليونات من الخلايا لكلّ منها وظائف متخصصة.	التوتبة morula
• الإخصاب هو اندماج البويضة مع الحيوان المنوي.	كيس البلاستولية blastocyst
• ثمة أربعة أغشية خارج جنينية تحيط بالجنين لدى الإنسان.	السائل الأمنيوني amniotic fluid
• تنظّم المشيمة المواد التي يمكن تبادلها بين الجنين والأم.	
• يختلف النظام الهرموني أثناء الحمل عنه أثناء دورة الحيض.	
• ينشأ الحمل إلى ثلاث مراحل.	
• يمكن اكتشاف بعض الحالات الطبية للجنين قبل ولادته.	

القسم 1

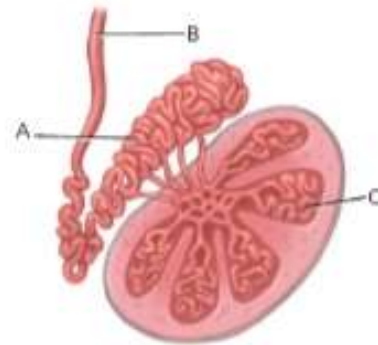
مراجعة المفردات

اشرح الفرق بين كل مصطلحين واردين في كل من النجوعات الشائبة أدناه. ثم اشرح أوجه الارتباط بين المصطلحات.

1. الإحليل. السائل المنوي
2. الخلية البنية، قناة البيض
3. دورة الحيض. الجسم الأصفر

فهم الأفكار الرئيسة

4. ما الذي يمكن أن يحدث لو أنّ الخصيتين موجودتان داخل تجويف الجسم؟
A. لا يتم إنتاج الحيوانات المنوية بسبب ارتفاع درجة الحرارة.
B. تزداد مستويات التستوستيرون بسبب ارتفاع درجة الحرارة.
C. لن يكون هنالك ضرورة لوجود الحويصلات المنوية.
D. يصعب وصول الهرمونات من الخصيتين إلى مجرى الدم.
- استخدم الرسم التخطيطي التالي للإجابة عن السؤالين 5 و 6.



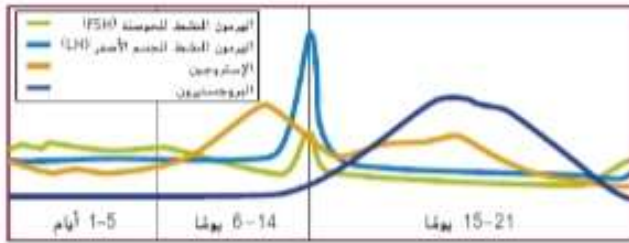
5. ما الذي يحدث داخل التركيب C في الرسم التوضيحي؟
A. تخزين الحيوانات المنوية وتزوجها
B. إنتاج الخلايا المنوية
C. إفراز السكر
D. إنتاج الهرمون المنشط للحوصلة (FSH)
6. ما وظيفة التركيب A في الرسم التوضيحي؟
A. تخزين الحيوانات المنوية وتزوجها
B. إنتاج الخلايا المنوية
C. إفراز السكر
D. إنتاج الهرمون المنشط للحوصلة (FSH)

أسئلة ذات إجابات قصيرة

7. ما سبب أهمية إفرازات الغدة التناسلية الذكرية للحيوانات المنوية؟
8. **التفكير الناقد** قارن بين أثر كل من الهرمون المنشط للحوصلة (FSH) والهرمون المنشط للجسم الأصفر (LH) في البيض والخصيتين.
9. ما إيجابيات تكوّن بويضة واحدة وأجسام قطبية بدلاً من أربع بويضات؟

التفكير الناقد

استخدم الرسم التخطيطي التالي للإجابة عن السؤال 10.



10. السبب والنتيجة بناء على ما تعرفه عن النظام الهرموني للدورة التناسلية للمرأة المبين أعلاه. اشرح سبب عدم تكوّن المرأة من الحمل مرة أخرى خلال فترة حملها.
11. ضع فرضية الهرمونات التناسلية الذكرية جميعها موجودة لدى الإنسان الذكر منذ ولادته. ضع فرضية تشرح فيها سبب التأثير الكبير لهذه الهرمونات في الجسم عند الاقتراب من سن البلوغ.

القسم 2

مراجعة المفردات

- بالنسبة إلى الأسئلة 12-14. صف كلاً من المصطلحات التالية.
12. التوتية
 13. كيس البلاستولية
 14. السائل الأمنيوسي

فهم الأفكار الرئيسة

15. أين يحدث الإخصاب عادة في الجهاز التناسلي الأنثوي؟
A. في الرحم
B. في البهبل
C. في الجسم الأصفر
D. في قناة البيض

16. أي مما يلي هو التسلسل الصحيح للتطور؟

- A. اللاقحة، كيس البلاستولية، التوتية
- B. التوتية، اللاقحة، كيس البلاستولية
- C. اللاقحة، التوتية، كيس البلاستولية
- D. التوتية، كيس البلاستولية، اللاقحة

17. ما الذي تنتجه المشيمة؟

- A. الهرمون الكريوني الموجه للغدد التناسلية
- B. الإستروجين والبروجسترون
- C. الأوكسيتوسين
- D. هرمون الولادة لبطانة الرحم

استخدم الرسم التخطيطي التالي للإجابة عن السؤال 18.



18. لماذا يكون الكيس المحي عند الإنسان، المبتين في الرسم

- التوضيحي، أصغر منه عند الدجاج؟
- A. لأن الكيس المحي عند الإنسان يتحول إلى عضلات.
- B. لأن الكيس المحي عند الدجاج يحافظ على حرارة الجنين.
- C. لأن جنين الإنسان النامي يحصل على غذائه من المشيمة.
- D. لأن الكيس المحي لا وظيفة له بالنسبة إلى الإنسان النامي.

19. متى تشعر الأم الحامل بحركة الجنين لأول مرة؟

- A. في مرحلة الأشهر الثلاثة الأولى
- B. في مرحلة الأشهر الثلاثة الثانية
- C. في مرحلة الأشهر الثلاثة الثالثة
- D. في الشهر الأخير فقط

أسئلة ذات إجابات مفتوحة

20. ما سبب أهمية تجدد بطانة الرحم مع كل دورة؟

21. **مهن مرتبطة بعلم الأحياء** يستشير بعض الأزواج أطباء مختصين في الغدد الصماء التناسلية بسبب مواجهتهم صعوبات في إنجاب أطفال، ما الأسباب البيولوجية التي قد تساهم في هذه الصعوبات؟

22. **مختبر** أنت في رأيك، ما أسباب الغدر الكبير من الضرر الذي قد يلحق بالجنين بسبب تناول العقاقير أو المواد المخدرة خلال الأشهر الثلاثة الأولى؟

التفكير الناقد

23. **قارن وقابل** بين انقسام الكتلة الخلوية الداخلية خلال نمو عادي وخلال نمو نواتم متطابقة.

24. **صمم نموذجاً** امرأة حامل تعاني نقصاً في الهرمون الكريوني الموجه للغدد التناسلية في جهازها، اقترح علاجاً يمكن أن يسمح بإنقاذ الجنين.

تدريب على الاختبار المعياري

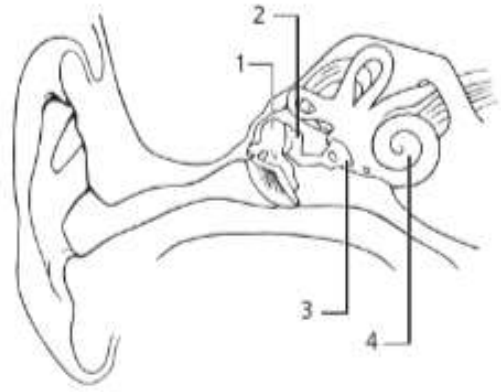
تراكمي

أسئلة ذات إجابات مفتوحة تحاكي PISA

1. ما دور الشرايين في الجهاز الدوري؟

- A. نقل الدم من القلب
- B. إعادة الدم إلى القلب
- C. إمداد الخلايا الفردية بالمواد الغذائية
- D. منع الدم من الارتداد إلى الخلف

استخدم الرسم التخطيطي التالي للإجابة عن السؤال 2.



2. أي من التراكيب يحتوي على مستشعرات العصب السمع؟

- 1. A
- 2. B
- 3. C
- 4. D

3. ما دور الهرمونات في الجسم؟

- A. تعمل كحفازات للتفاعلات.
- B. تتحكم بعملية التنفس.
- C. تساعد في بناء البروتينات.
- D. تنظم العديد من وظائف الجسم.

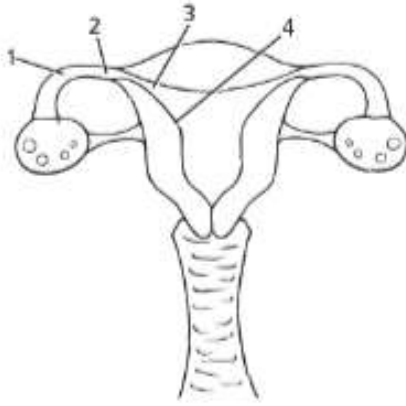
4. أي مما يلي يمثل تسلسل نمو الجنين خلال الأسبوع الأول؟

- A. بويضة ← ثوية ← كيس بلاستولية ← لاقحة
- B. بويضة ← لاقحة ← ثوية ← كيس بلاستولية
- C. ثوية ← كيس بلاستولية ← بويضة ← لاقحة
- D. ثوية ← بويضة ← لاقحة ← كيس بلاستولية

5. ما وظيفة الكلى؟

- A. إخراج ثاني أكسيد الكربون من الدم
- B. التخلص من الطعام الذي لم يتم هضمه
- C. استخراج الماء والفضلات الزائدة من الدم
- D. التخلص من البروتينات الزائدة في الدم

استخدم الرسم التخطيطي التالي للإجابة عن السؤال 6.



6. أين يحدث الإخصاب؟

- 1. A
- 2. B
- 3. C
- 4. D

7. عند ارتفاع مستويات الجلوكوز في الدم بدرجة كبيرة.

ما الذي يفرزه البنكرياس؟

- A. الجلايكوجين
- B. الأنسولين
- C. الأنسولين والجلايكوجين
- D. لا الأنسولين ولا الجلايكوجين

8. أي مما يلي يصف الجهاز الدوري لدى الإنسان؟

- A. قلب مكون من أربع حجرات، ودورة دموية واحدة
- B. قلب مكون من أربع حجرات، ودورتين دمويتين
- C. قلب مكون من حجرتين، ودورة دموية واحدة
- D. قلب مكون من حجرتين، ودورتين دمويتين

9. أي من التعبيرات التالية يصف ما يحدث أثناء التنفس الداخلي؟

- A. استخدام ثاني أكسيد الكربون لإنتاج الطاقة من الجلوكوز.
- B. تبادل الغازات بين الغلاف الجوي والدم.
- C. تبادل الغازات بين الدم وخلايا الجسم.
- D. استخدام الأكسجين لاستخلاص الطاقة من الجلوكوز.

