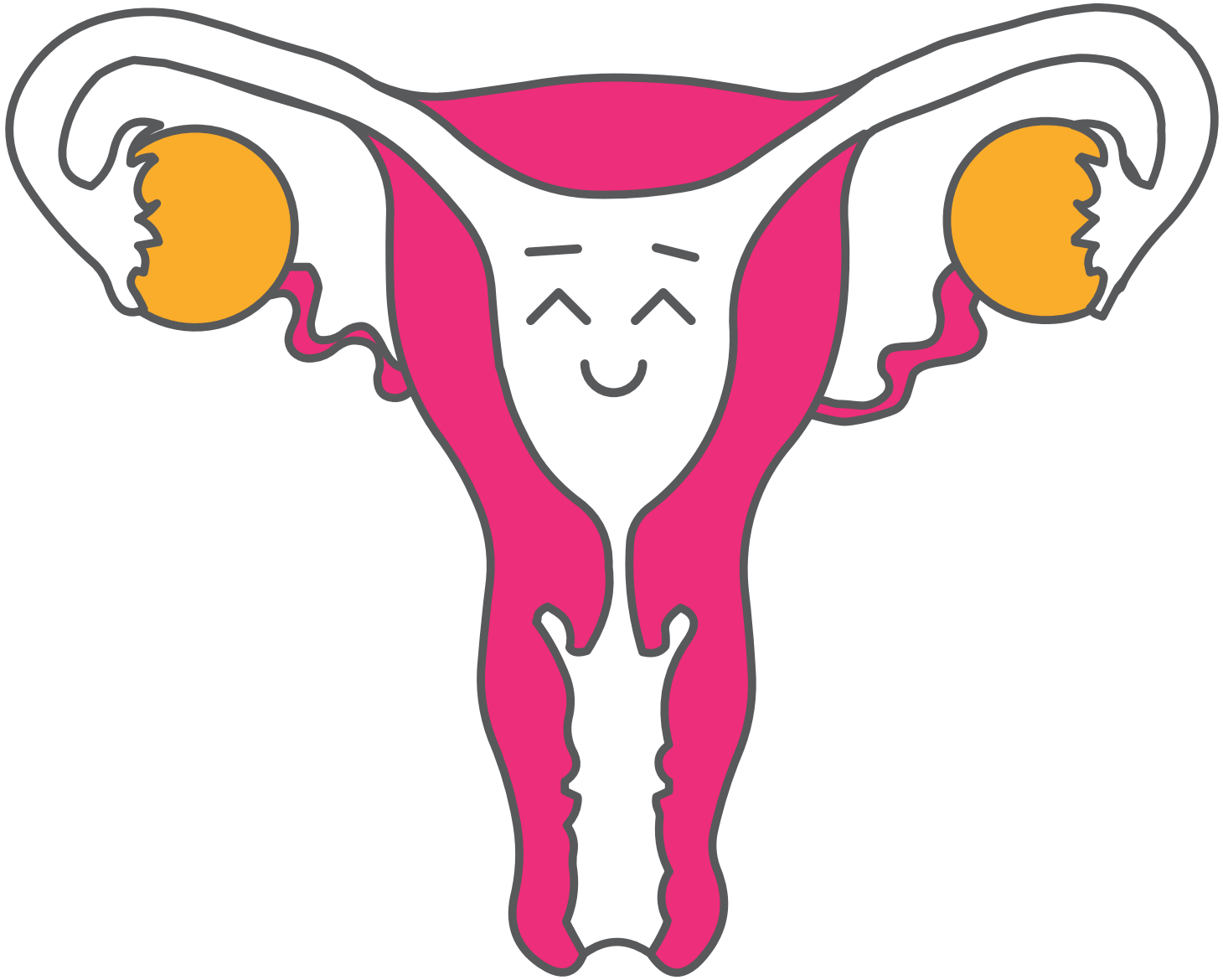


الجهاز التناسلي الأنثوي

أهداف الدرس

ستتمكَّن من:

- وصف تركيب الجهاز التناسلي الأنثوي، وفي ذلك المبيضان، وقناتا فالوب، والرحم، والمهبل
- وصف تراكيب ووظائف الجهاز التناسلي الأنثوي، وفي ذلك التراكيب الموجودة في مقطع عرضي في مبيض
- تحديد مراحل تكوين البويضة، وهي: التضاعف، والنمو، والنضج
- وصف الأحداث التي تقع عند كل مرحلة من تكوين البويضة من أجل إنتاج بويضة أحادية الصيغة الصبغية
- تذكُّر أن الانقسام الميوزي الثاني يكتمل عند اختراق خلية الحيوان المنوي للخلية البيضية
- المقارنة بين عمليتي تكوين البويضة وتكوين الحيوانات المنوية

حقائق حول عدد البويضات في الإناث

هل تعلم أن الأنثى عند ولادتها يكون لديها مليون بويضة تقريبًا؟ عند وصولها إلى سنِّ البلوغ، يقلُّ هذا العدد إلى حوالي 300 000 بويضة. وخلال سنوات الإنجاب، تُطلِق 300–400 بويضة فقط من هذه البويضات!

البويضات (ومفردها: البويضة)، هي الأمشاج الأنثوية، أو الخلايا الجنسية.

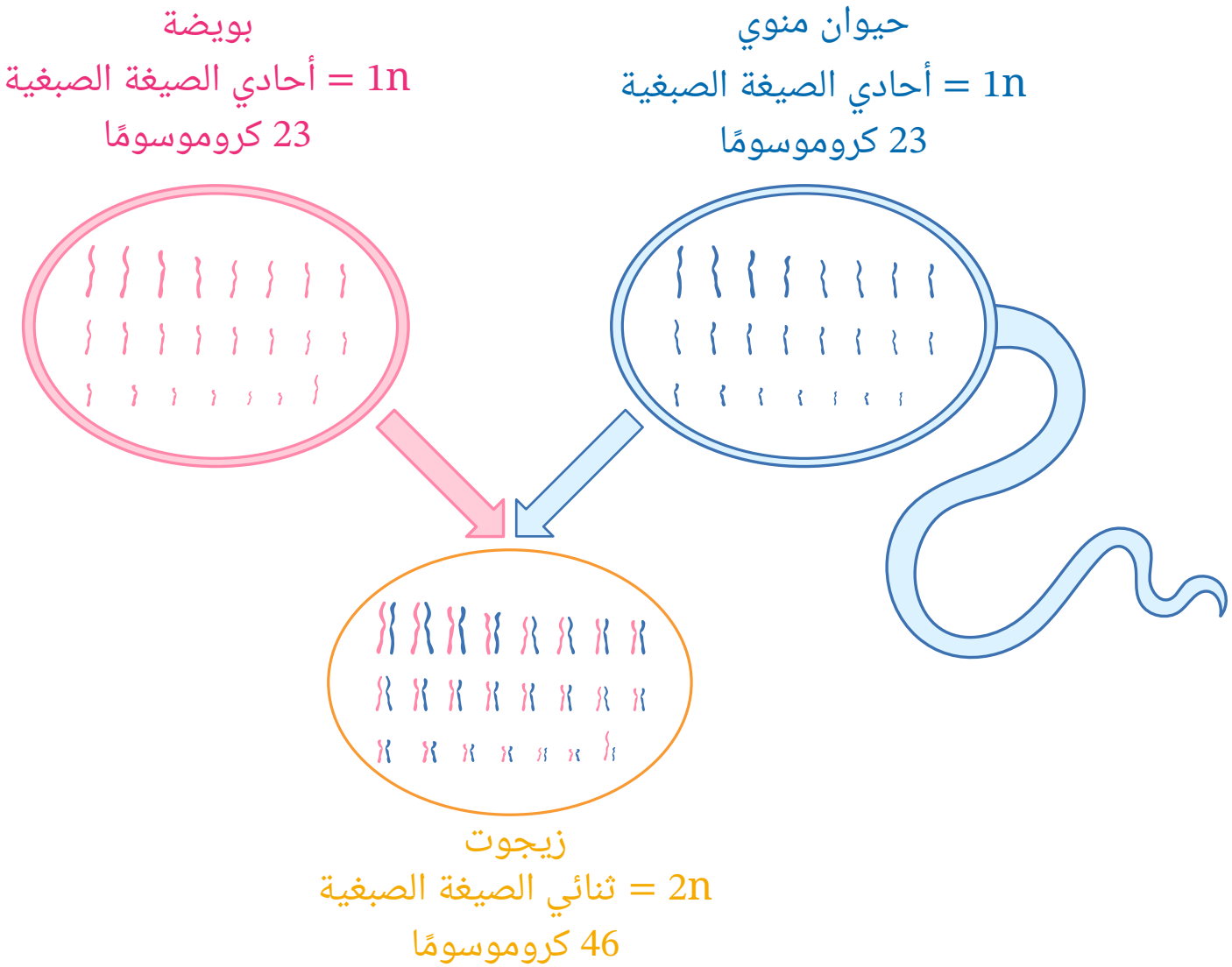
مصطلح رئيسي: البويضة

البويضة هي الخلية التناسلية الأنثوية أو المشيج الأنثوي.

تعريف: المشيج

الأمشاج هي الخلايا التناسلية في الكائن الحي، التي تحتوي على نِصْف المادة الوراثية للخلية الجسمية العادية.

الإخصاب وتكوين الزيجوت



تحتوي كلُّ بويضة على نِصْف المادة الوراثية للخلية الجسمية العادية، وبذلك تكون البويضات خلايا أحادية الصيغة الصبغية. وتُعَدُّ خلايا الحيوانات المنوية أيضًا أحادية الصيغة الصبغية.

ويرجع ذلك إلى أنه خلال عملية الإخصاب، عندما تندمج البويضة مع خلية الحيوان المنوي، يكوِّنان زيجوتًا تحتوي نواته على مجموعة كاملة من المادة الوراثية.

إذن الزيجوت يكون ثنائي الصيغة الصبغية؛ لأن نواته تحتوي على مجموعة كاملة من الكروموسومات عددها 46 كروموسومًا.

مصطلحان رئيسيان: الخلية الأحادية الصيغة الصبغية، والخلية الثنائية الصيغة الصبغية

الخلية الأحادية الصيغة الصبغية

الخلية الأحادية الصيغة الصبغية خليةٌ تحتوي على مجموعةٍ واحدةٍ فقط من الكروموسومات (n).

الخلية الثنائية الصيغة الصبغية

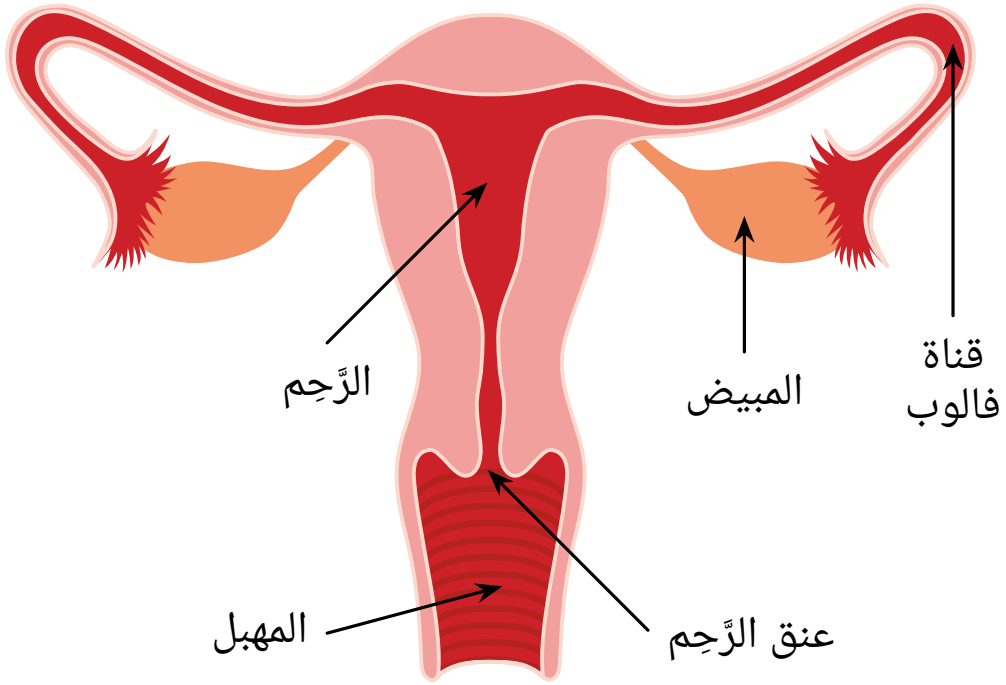
الخلية الثنائية الصيغة الصبغية خليةٌ تحتوي على مجموعتين كاملتين من الكروموسومات (2n) مرتَّبتين في أزواج متماثِلة.

تركيب الجهاز التناسلي الأنثوي

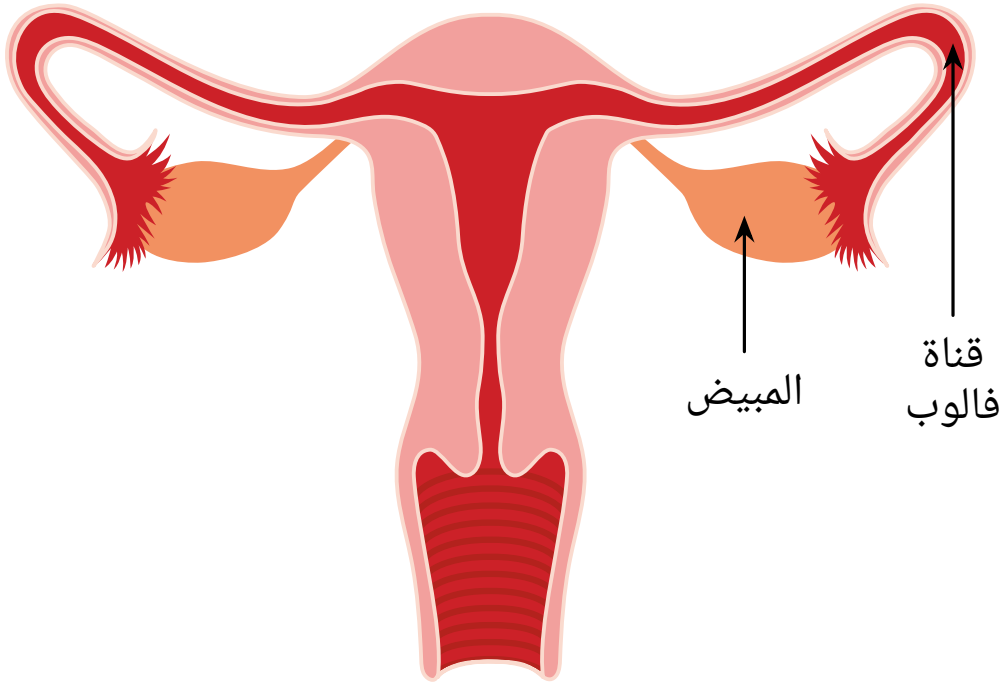
الأعضاء الأساسية للجهاز التناسلي الأنثوي هي:

- المبيضان
- قناتا فالوب
- الرَّحِم
- المهبل
- عُنُق الرَّحِم

يُوضِّح الشكل المقابل تركيب الجهاز التناسلي الأنثوي. ويحتوي على مبيضين، يتصِّل كل مبيض منهما بالرَّحِم عن طريق إحدى قناتي فالوب. يؤدي الرَّحِم إلى عضو يُشبه الأنبوب يُسمى بالمهبل عَبْرَ نسيج يُسمى بعنق الرَّحِم.



الجهاز التناسلي الأنثوي: المبيضان وقناتا فالوب



يحتوي الجهاز التناسلي الأنثوي على مبيضين، وهما عضوان صغيران بيضاوان في الشكل، في حجم حبَّة اللوز تقريبًا. يُعَدُّ المبيضان هما المسئولين عن إطلاق البويضات والهرمونات الجنسية.

يرتبط كلُّ مبيض بقناة تُسمَّى قناة فالوب أو قناة البويضات، لها فتحة على شكل قمع بالقرب من المبيض.

عند إطلاق البويضات من المبيض، تستقبلها بروزات إصبعية الشكل عند طرف قناة فالوب المتصلة بها، ثم تنتقل عبر قناة فالوب نحو الرَّحِم.

مصطلحان رئيسيان: المبيضان وقناتا فالوب

المبيضان

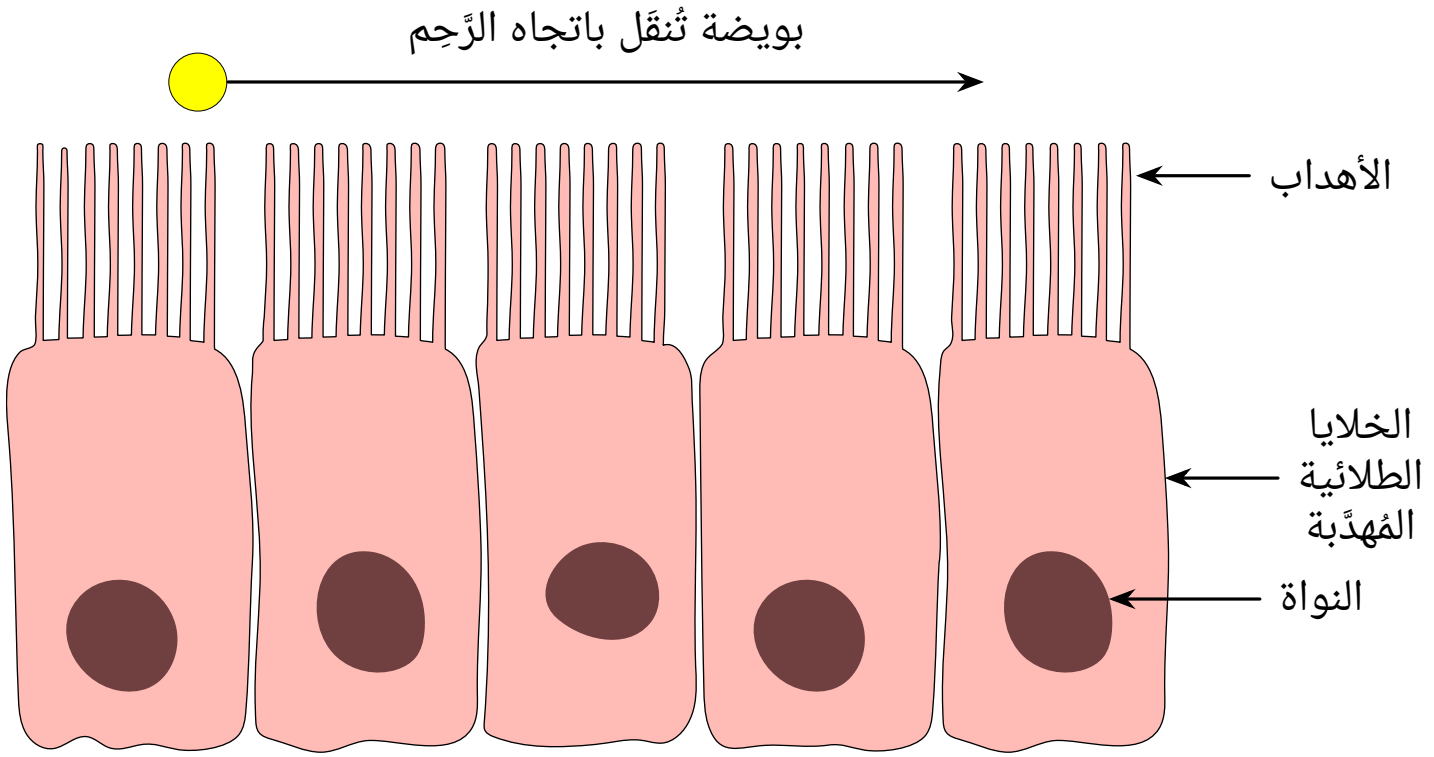
المبيضان (ومفردهما: مبيض) عضوان تناسليان أنثويان تُطلَق منهما البويضات والهرمونات.

قناتا فالوب (قناتا البويضات)

تربط قناتا فالوب كلَّ مبيض برَحِم الأنثى. بعد التبويض، تنتقل البويضة في قناة فالوب نحو الرَّحِم. إذا خَصَّبت خلية الحيوان المنوي البويضة، فسيَحدُث ذلك على الأرجح في قناة فالوب.

أوجه ملاءمة قناة فالوب تدعم وظيفتها

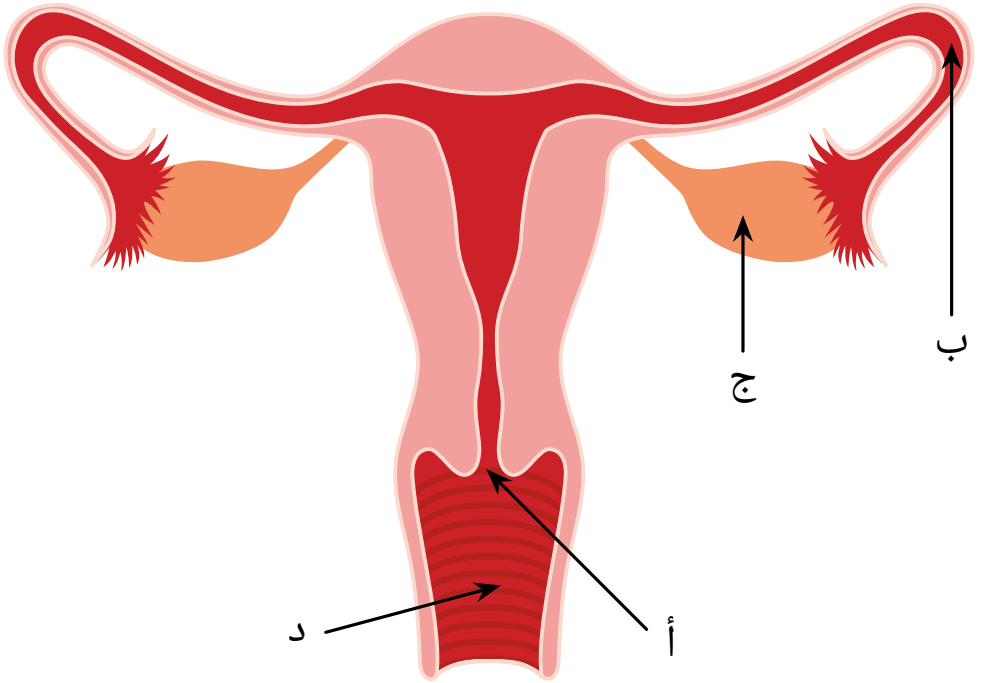
تُبطَّن قناة فالوب بخلايا طلائية مُهدَّبة مُزوَّدة بتراكيب على سطحها تُسمَّى الأهداب.
تُساعِد هذه الأهداب في توجيه البويضة أو تحريكها في قناة فالوب نحو الرَّحِم، كما هو موضَّح في الشكل المُبيَّن.
بين الخلايا المُهدَّبة، هناك بعض الخلايا أيضًا تفرز المُخاط، والذي يُبقي البويضة حية ويساعد في حركتها.
وعادةً ما تكون قناتا فالوب الموقع الذي تندمج فيه خلية الحيوان المنوي مع البويضة إذا نجحت عملية الإخصاب.



مثال ١: تحديد التراكيب التي تحتوي على الخلايا المُهدَّبة

يوضِّح الشكل الآتي المنظر الأمامي للجهاز التناسلي الأنثوي.

في أيِّ جزء يَكثُر وجود الخلايا الطلائية المُهدَّبة؟

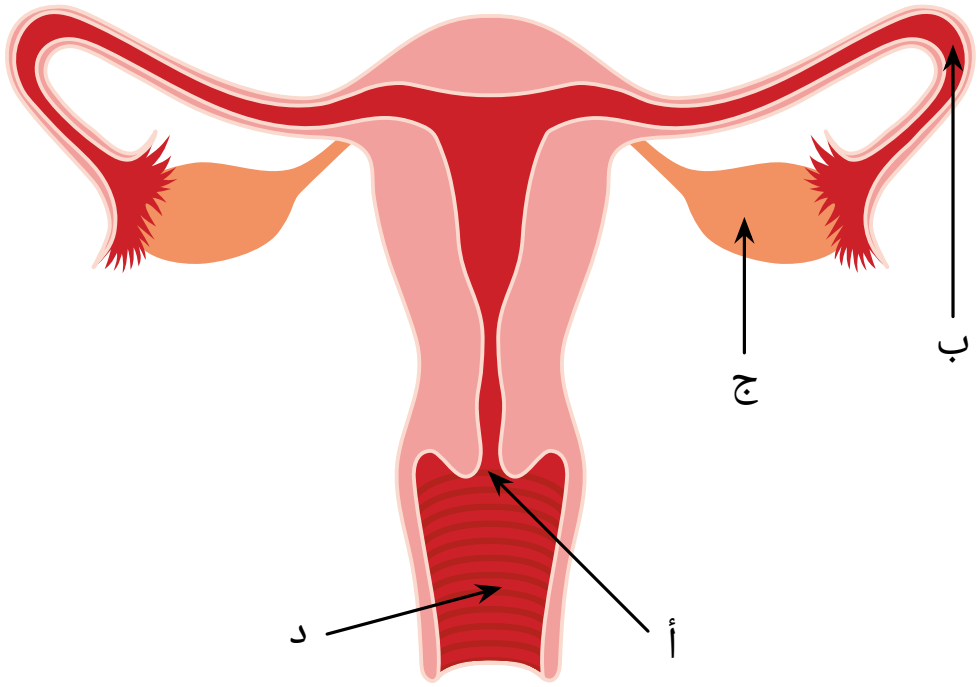


مثال ١ (متابعة)

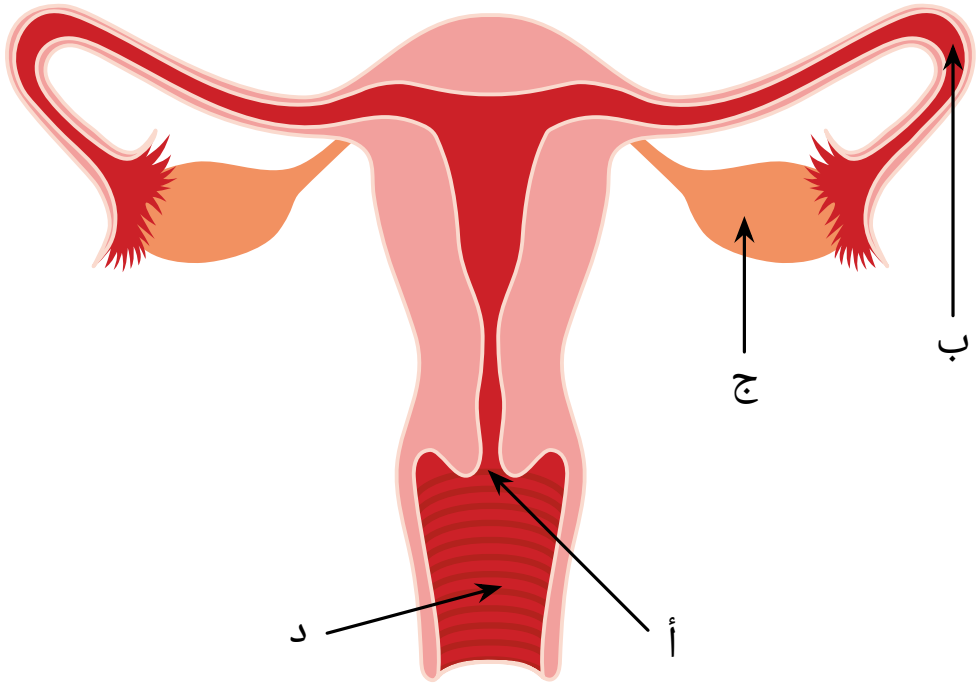
الحل

تؤدِّي الخلايا الطلائية المُهدَّبة دَوْرًا مُهِمًّا في تحريك المواد عبر المسارات والقنوات في جسم الإنسان. على سبيل المثال، ثمَّة خلايا طلائية مُهدَّبة في الجهاز التناسلي الأنثوي مسئولة عن توجيه البويضة من المبيض في قناة فالوب نحو الرَّحِم.

تُطلَق البويضة من المبيض، وهو ما يُشير إليه الحرف ج في الشكل، من خلال عملية تُسمَّى التبويض. بعد ذلك، تتحرَّك البويضة نحو الرَّحِم؛ حيث ينغرس الجنين إذا خَصَّبت خلية الحيوان المنوي البويضة. إذن الجنين مرحلة مبكرة من نمو الإنسان تَعقُب انقسام هذه البويضة المُخصَّبة.
ومعظم هذه الحركة تُحدِثها الخلايا المُهدَّبة الموجودة في قناتَيْ فالوب. إذا خَصَّبت خلية الحيوان المنوي البويضة، فسيَحدُث ذلك على الأرجح في إحدى قناتَيْ فالوب.



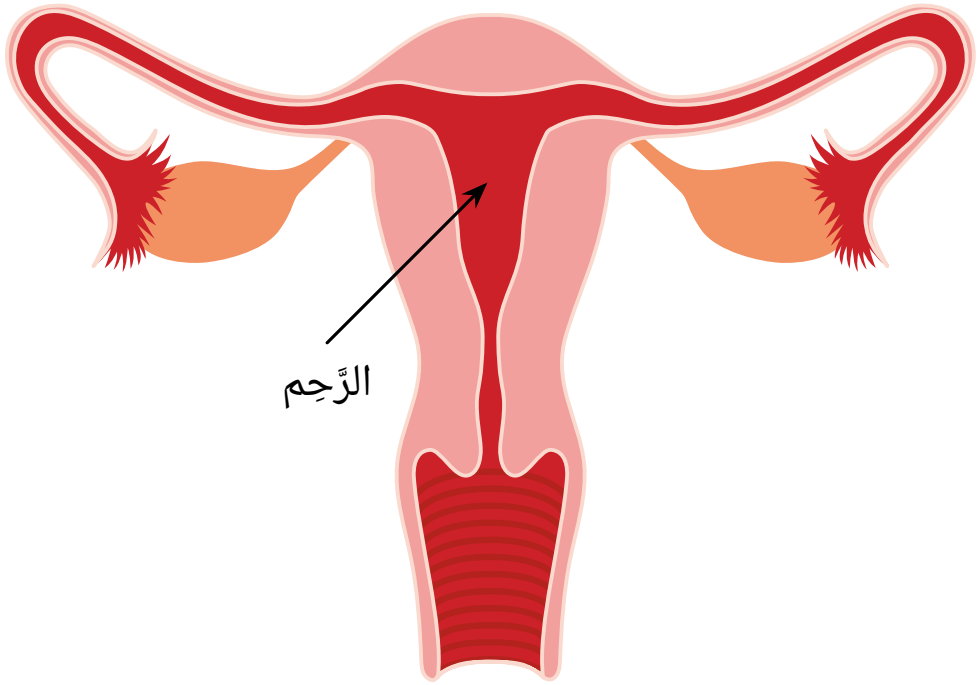
مثال ١ (متابعة)



يُمثِّل الحرف أ في الشكل عنق الرَّحِم، وهو نسيج يُوجَد أسفل الرَّحِم. ويمثِّل الحرف د المهبل، الذي يستقبل عادةً الحيوانات المنوية بداخله خلال الاتصال الجنسي لكي تُخصِّب البويضة. وقناة فالوب يُشير إليها الحرف ب.

إذن الجزء الذي يَكثُر فيه وجود الخلايا الطلائية المُهدَّبة بالجهاز التناسلي الأنثوي هو الجزء ب؛ أيْ قناة فالوب.

الجهاز التناسلي الأنثوي: الرَّحِم

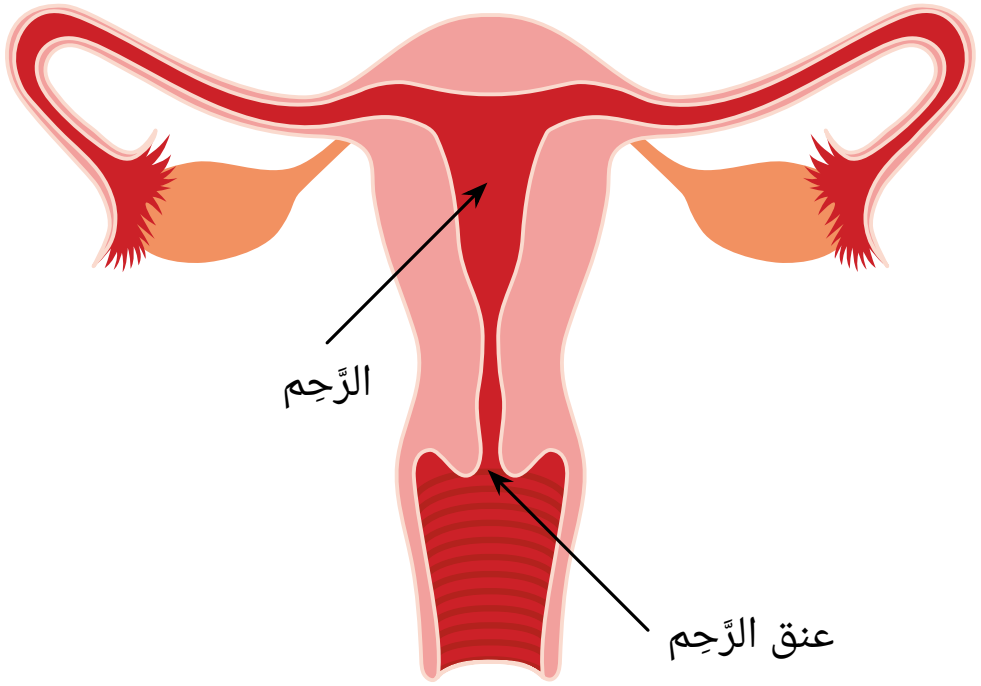


يُعَدُّ الرَّحِم عضوًا مجوَّفًا في منطقة الحوض عند المرأة. للرَّحِم جدار عضلي غني بالأوعية الدموية وعضلات ملساء تَسمَح له بالانقباض.

الدَّوْر الرئيسي للرَّحِم هو توفير مكان لانغراس الجنين.

عندما تُخصِّب خلية الحيوان المنوي البويضة، تتكوَّن في البداية خلية تُسمَّى زيجوتًا. وبعد أن ينقسم هذا الزيجوت، يُسمَّى جنينًا. لا يوفِّر الرَّحِم مكانًا لانغراس هذا الجنين فحسب، لكنه يمثِّل أيضًا مكانًا يتطوَّر فيه الجنين الذي ينمو خلال فترة الحمل التي تبلغ 9 شهور.

الجهاز التناسلي الأنثوي: الرَّحِم وعنق الرَّحِم



إذا انغرست البويضة المخصَّبة في جدار الرَّحِم، فبعد مرور 9 شهور تقريبًا، تؤدِّي العضلات الملساء الموجودة في الرَّحِم دَوْرًا آخَر في الانقباضات التي تدفع الطفل خارج الرَّحِم في عملية الولادة.

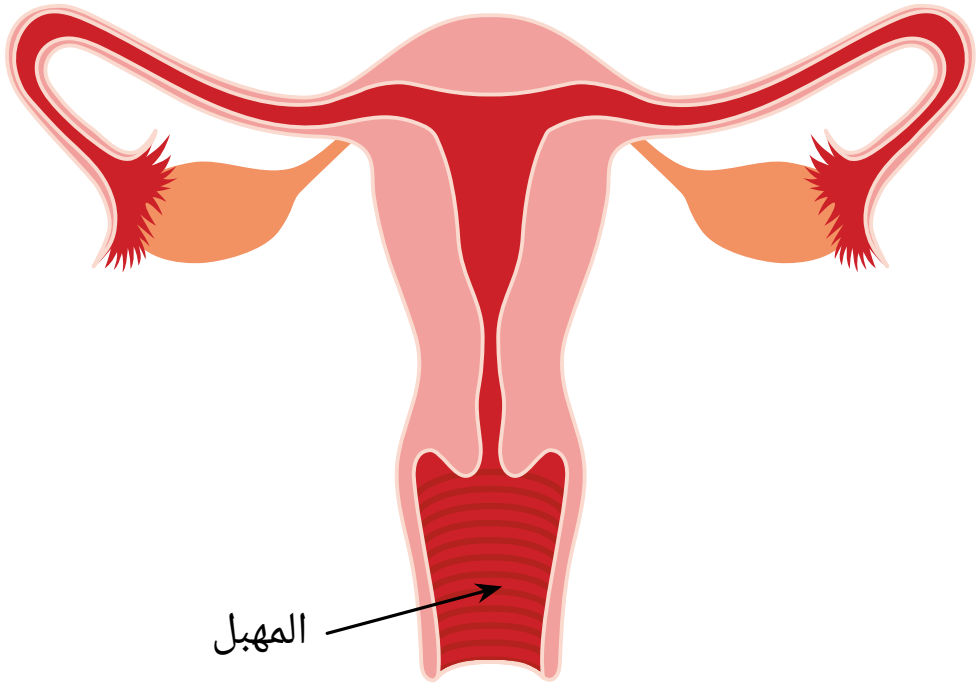
ثمَّة أربطة داخل الجهاز التناسلي الأنثوي تؤدِّي دَوْرًا في دعم الرَّحِم والإبقاء عليه في مكانه خلال فترة الحمل.

أسفل الرَّحِم، يُوجَد نسيج يُسمَّى عُنق الرَّحِم. هذا العنق يَصِل الرَّحِم بالتجويف المهبلي.

مصطلح رئيسي: الرَّحِم

الرَّحِم عضوٌ مجوَّف في منطقة الحوض عند المرأة وهو يُمثِّل موقعًا لنمو الجنين وتطوُّره.

الجهاز التناسلي الأنثوي: المهبل



المهبل قناةٌ يحتوي جدارها على عضلات ملساء يَصِل طوله إلى حوالي 7 cm، ويختلف هذا من امرأة لأخرى.

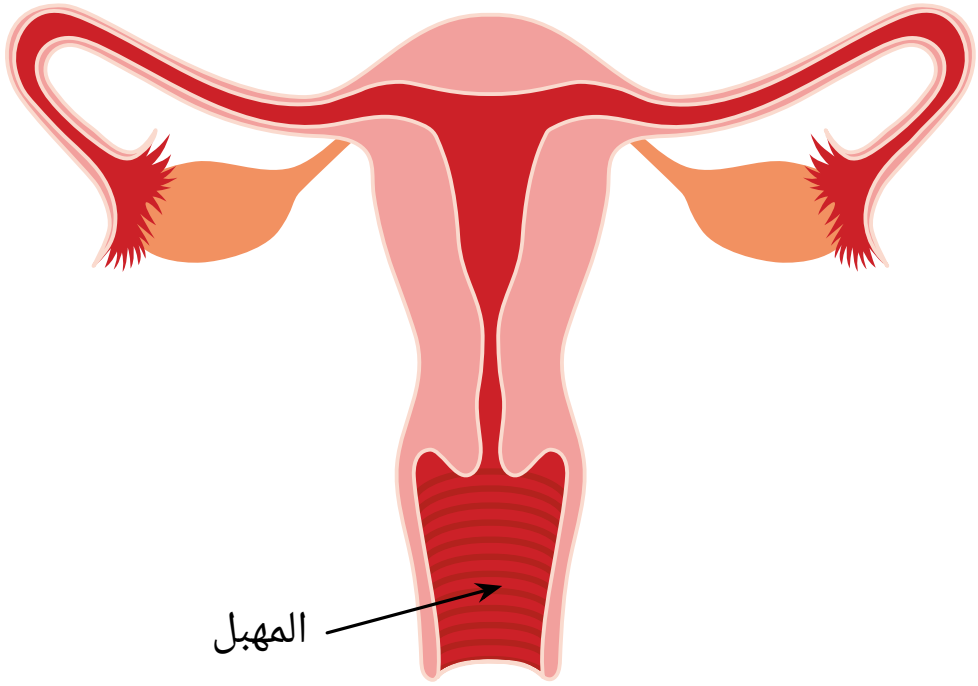
يمتدُّ المهبل من عُنق الرَّحِم إلى الأعضاء التناسلية الخارجية، وهو التركيب الذي يكون عادةً مسئولًا عن استقبال الحيوانات المنوية من قضيب الرجل أثناء الاتِّصال الجنسي.

بمجرد دخول الحيوانات المنوية إلى المهبل، ستحاول معظم خلايا الحيوانات المنوية التوجُّه إلى داخل الرَّحِم عبر عنق الرَّحِم. ومن ثَمَّ، يُمكن للحيوانات المنوية الوصول إلى إحدى قناتَيْ فالوب في محاولة لإخصاب البويضة.

مصطلح رئيسي: المهبل

المهبل قناةٌ عضلية في الجهاز التناسلي الأنثوي تمتدُّ من الأعضاء التناسلية الخارجية إلى عُنق الرَّحِم.

أوجه ملاءمة المهبل تدعم وظيفته



المهبل مُبطَّن بغشاء مخاطي؛ لكي يُحافِظ على ترطيبه بشكلٍ أساسي من خلال السائل المرطِّب الذي تُفرِزه غُدَد عُنق الرَّحِم والغُدَد الموجودة في الجزء الخلفي من الفتحة المهبلية، التي تُفرِز سوائل لترطيب المهبل.

كما يتمدَّد المهبل أثناء المخاض، وهو ما يُطلَق عليه عادةً عملية الولادة أو الوضْع.

وللمهبل أوجُه ملاءمة أخرى مُفيدة، مثل أن الأس الهيدروجيني الحمضي له يتراوح عادةً ما بين 3.8 و4.5، وبيئته الداخلية تضم بكتيريا «نافعة»؛ لكي تَحميه من الكائنات الحية الدقيقة الخَطِرة.

التغيُّرات في الجهاز التناسلي الأنثوي شهريًّا عند سن البلوغ: دورة الطمث

عندما يبدأ سن البلوغ، يبدأ جسم المرأة بالاستعداد لإمكانية التكاثر من خلال تغيُّرات جسدية وعاطفية وعقلية.

ويتحكَّم في التغيُّرات التي تَحدُث خلال سن البلوغ إطلاق بعض الهرمونات، مثل الإستروجين والبروجسترون، والتي تُفرَز بشكل أساسي من المبيضين.

أحد هذه التغيُّرات التي تتعرَّض لها المرأة عادةً عند بدء سن البلوغ هو بداية دورة الطمث. تَصِف دورة الطمث التغيُّرات الشهرية المنتظِمة تقريبًا في إفراز الهرمونات التي تسبِّب حدوث التغيُّرات في الجهاز التناسلي الأنثوي.

سُمك بطانة الرحم أثناء دورة الطمث

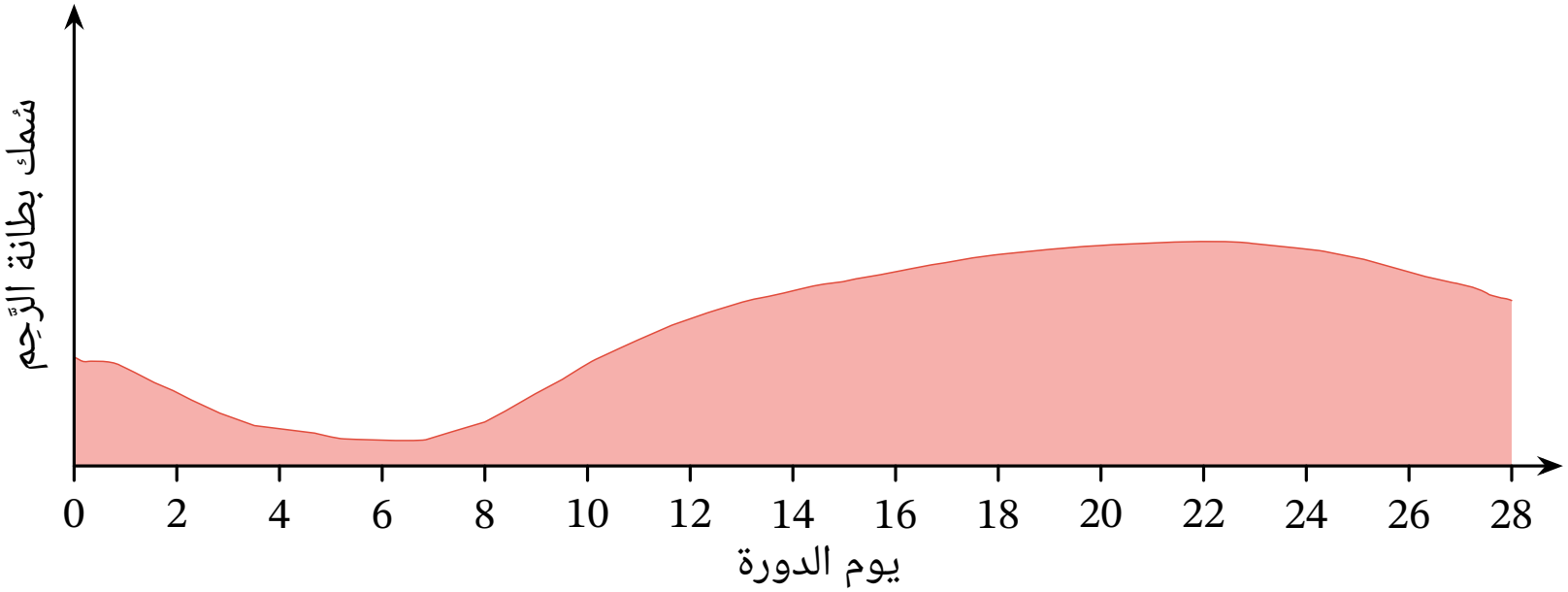
أحد التغيُّرات التي تَحدُث خلال دورة الطمث هي سُمك بطانة الرَّحِم، والموضَّح في الشكل.

تبدأ دورة الطمث بالحيض، الذي يعرف أحيانًا بالطمث.

يمكننا ملاحظة استمرارها من اليوم 0 إلى 6 تقريبًا في الشكل الموضَّح.

تكون بطانة الرَّحِم، التي تُعرَف أحيانًا بالغشاء المبطِّن للرَّحِم، غنية بالإمداد الدموي.

أثناء فترة حيض الأنثى، تَخرُج بطانة الرَّحِم من المهبل مصحوبة بدم، ويبدأ ذلك أحيانًا بانقباضات مؤلِمة في العضلات الملساء الموجودة في جدار الرَّحِم. على الرغم من أن هذا التمثيل البياني يوضِّح أن مدَّة ذلك حوالي 6 أيام، فإن مدَّة فترة الحيض تتفاوت.



تعريف: الطمث

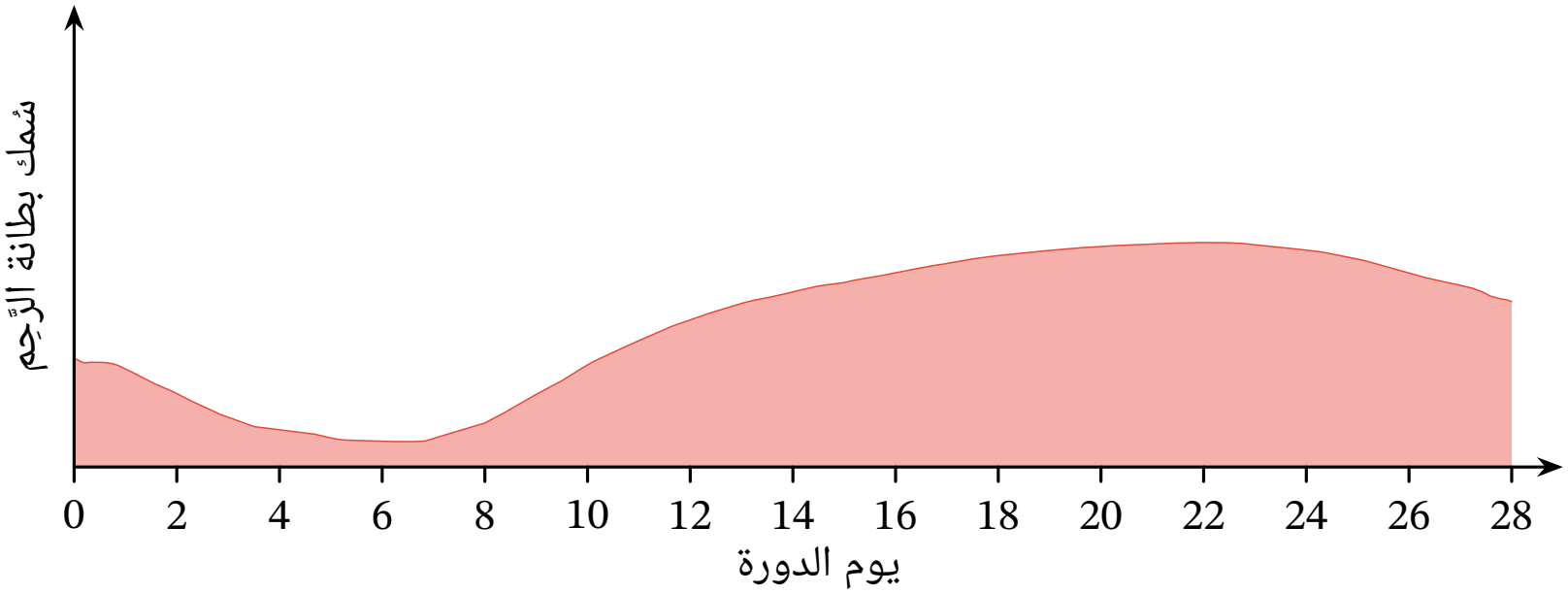
الطمث عمليةٌ تَحدُث في معظم الإناث تقريبًا مرَّة كلَّ شهر بدايةً من سن البلوغ حتى سن انقطاع الطمث، ما عدا أثناء فترة الحمل. خلال فترة الطمث، تتهدم بطانة الرَّحِم، ويَخرُج الدم ومواد أخرى من المهبل.

سُمك بطانة الرَّحِم أثناء دورة الطمث (متابعة)

بعد فترة الطمث، يبدأ تكوين بطانة الرَّحِم مجدَّدًا، كما تلاحِظ من يوم 8 إلى 18 تقريبًا في الشكل الموضَّح. تتحكَّم أيضًا في هذه العملية الهرمونات الجنسية التي تُطلَق بشكل أساسي من المبيضين. عندما يكتمل تكوين بطانة الرَّحِم، تكون جاهزة لاستقبال البويضة المُخصَّبة في عملية تُسمَّى الانغراس.

تظلُّ بطانة الرَّحِم سميكة حتى 28 يومًا تقريبًا قبل تكرار دورة الطمث مرَّة أخرى.

يُمكن أن تتغيَّر دَوْرة الطمث، وتتفاوت بين النساء، لكن الدَّوْرة الكاملة تستمرُّ عادة حوالي 28 يومًا من بداية فترة الحيض إلى بداية الدورة التالية.



مرحلة التبويض خلال دورة الطمث

لكي تُخصِّب خلية الحيوان المنوي البويضة، يجب أن تُطلَق البويضة أولًا من المبيض في عملية تُسمَّى التبويض.

تتحكَّم في هذه العملية أيضًا الهرمونات الجنسية، وتَحدُث شهريًّا تقريبًا عندما تكون بطانة الرَّحِم سميكة.

تُطلَق عادةً بويضةٌ واحدةٌ فقط في كلِّ دورة طمث، ويتبادل المبيضان إطلاقها كلَّ شهر.

تعريف: التبويض

التبويض جزءٌ من دَوْرة الطمث، ويَحدُث عندما تُطلَق البويضة من أحد مبيضي المرأة.

ما الذي قد يُسبِّب غياب دورة الطمث؟

تستمرُّ دَوْرة الطمث، كلَّ شهر تقريبًا، حتى حدوث الحمل أو الوصول إلى سن انقطاع الطمث.

بعد حدوث الحمل، تبدأ عادةً دورة طمث جديدة مرَّة أخرى، لكن عند الوصول إلى سن انقطاع الطمث يتوقَّف ذلك تمامًا. هذا يعني أن المرأة لم يَعُد بإمكانها الحيض أو التبويض.

يتوقَّف التبويض عندما يصبح مبيضاها غير نَشِطين بسبب انخفاض في الإفرازات الهرمونية.

يَتمتَّع معظم النساء بالخصوبة، والقُدْرة على الإنجاب بين البلوغ وسن انقطاع الطمث، وهو ما يَحدُث عند الاقتراب من منتصف العُمر الذي يبلغ 51 سنة.

تعريف: سن انقطاع الطمث

سن انقطاع الطمث فترةٌ في حياة المرأة يتوقَّف عندها الطمث.

إنتاج البويضة وتطوُّرها (عملية تكوين البويضة)

يتكوَّن المبيض الأنثوي من العديد من الأكياس الصغيرة المملوءة بالسوائل تُسمَّى الحويصلات، وتحتوي كلٌّ منها على بويضة غير ناضجة.

يُطلَق على عملية إنتاج بويضة ناضجة وتطوُّرها تكوين البويضة، وتبدأ حتى قبل ولادة المرأة وهي ما تزال جنينًا!

ثمَّة ثلاث مراحل رئيسية لتكوين البويضة:

- التضاعُف
- النمو
- النضج

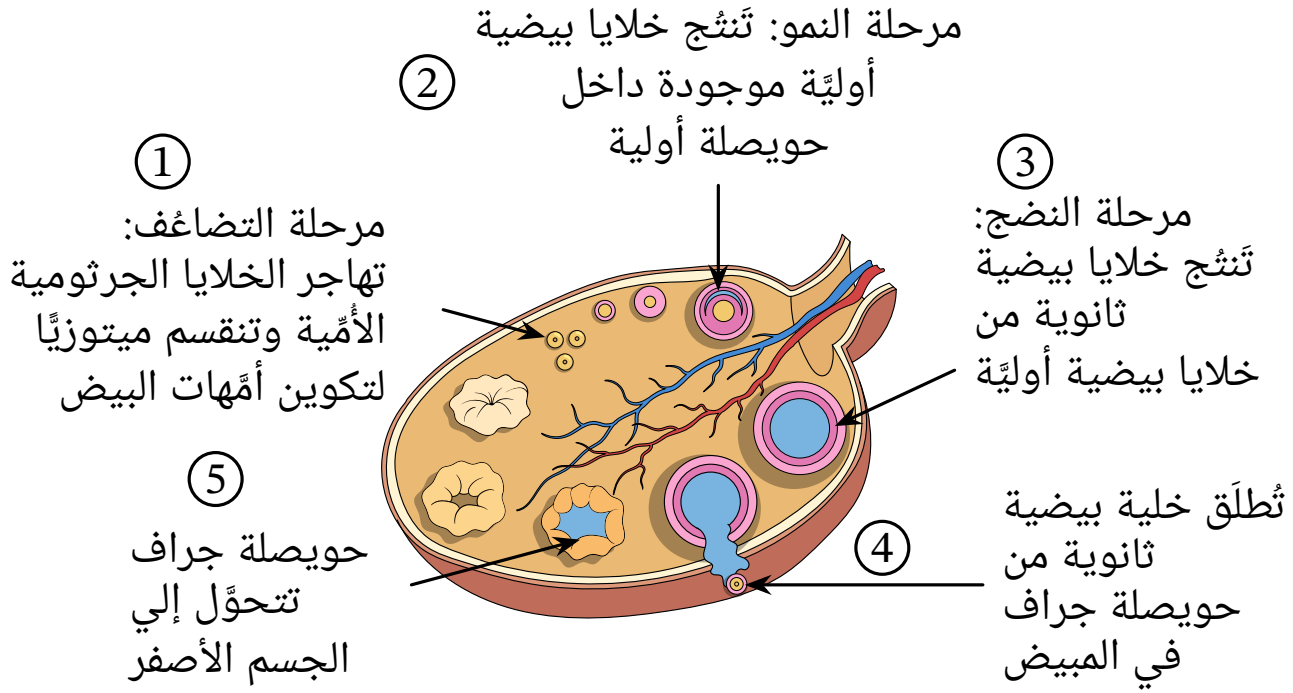
تعريف: تكوين البويضة

تكوين البويضة عمليةٌ تَنتُج خلالها البويضة وتتطوَّر.

مقطع عرضي في مبيض يحتوي على خلايا خلال مراحل تطوُّر مختلفة أثناء تكوين البويضة

يُمكنك الاطِّلاع على الخلايا خلال مراحل التطور المختلفة في الصورة المجهرية لمقطع عرضي في المبيض.

يوضِّح الشكل على اليسار ما يَحدُث في الصورة المجهرية على اليمين بمزيد من التفصيل. كما يوضَّح الأحداث التي تحدث في المبيض بعد إطلاق خلية بيضية ثانوية.

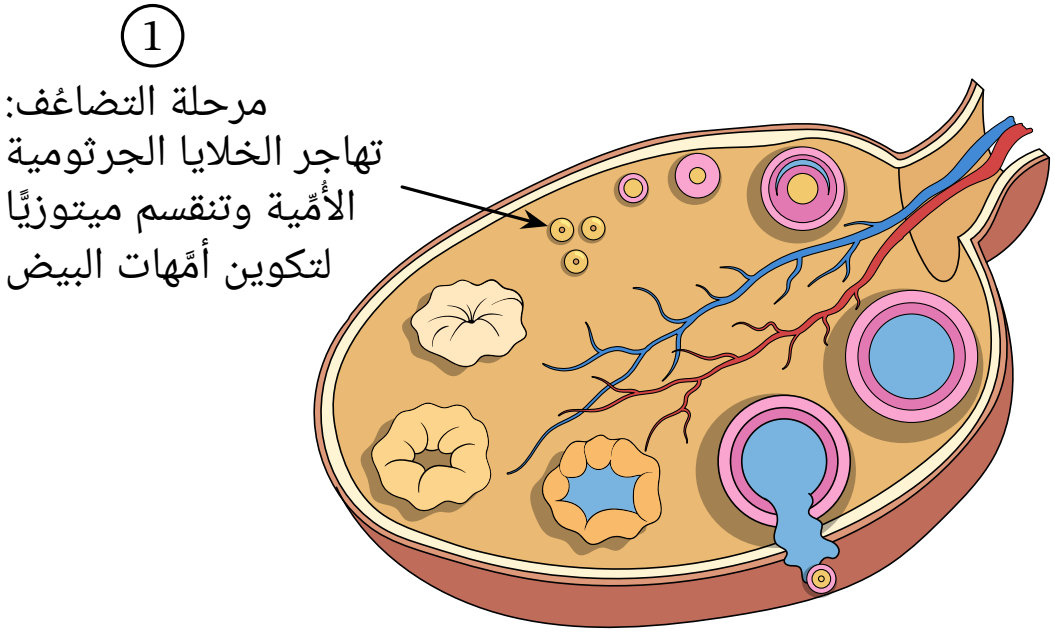


تكوين البويضة: مرحلة التضاعُف

عندما تكون الأنثى جنينًا، يَنقسم العديد من خلاياها ويتضاعف من خلال الانقسام الميتوزي. يُطلَق على البويضات غير الناضجة في هذه المرحلة البويضات الأوَّلية، أو الخلايا الجرثومية الأمِّية. الخلايا الجرثومية الأمِّية خلايا ثنائية الصيغة الصبغية تُنتِج الخلايا التناسلية عند كلٍّ من الذكور والإناث.

في الذكور تتحوَّل الخلايا الجرثومية الأمِّية إلى حيوانات منوية في الخصيتين، وفي الإناث تتحوَّل الخلايا الجرثومية الأمِّية إلى خلايا بيضية في المبيضين. وبما أن الخلايا الجرثومية الأمِّية خلايا ثنائية الصيغة الصبغية، فهي تحتوي على مجموعة كاملة من الكروموسومات عددها 46 كروموسومًا.

مرحلة تضاعُف الخلايا هي المرحلة الأولى من تكوين البويضة، وتُنتِج خلايا ثنائية الصيغة الصبغية تُسمَّى أمَّهات البيض (ومفردها: خلية أم البيض)، كما ترى في الشكل الموضَّح. تستمرُّ هذه العملية حتى بضعة أسابيع قبل الولادة.



مصطلح رئيسي: مرحلة التضاعُف

مرحلة التضاعُف هي المرحلة الأولى من عملية تكوين الأمشاج؛ حيث تتحوَّل خلالها الخلايا الجرثومية (الأولية) (2n) إلى أمَّهات المني (2n) في عملية تكوين الحيوانات المنوية، أو إلى أمَّهات البيض (2n) خلال عملية تكوين البويضة.

تكوين البويضة: مرحلة النمو

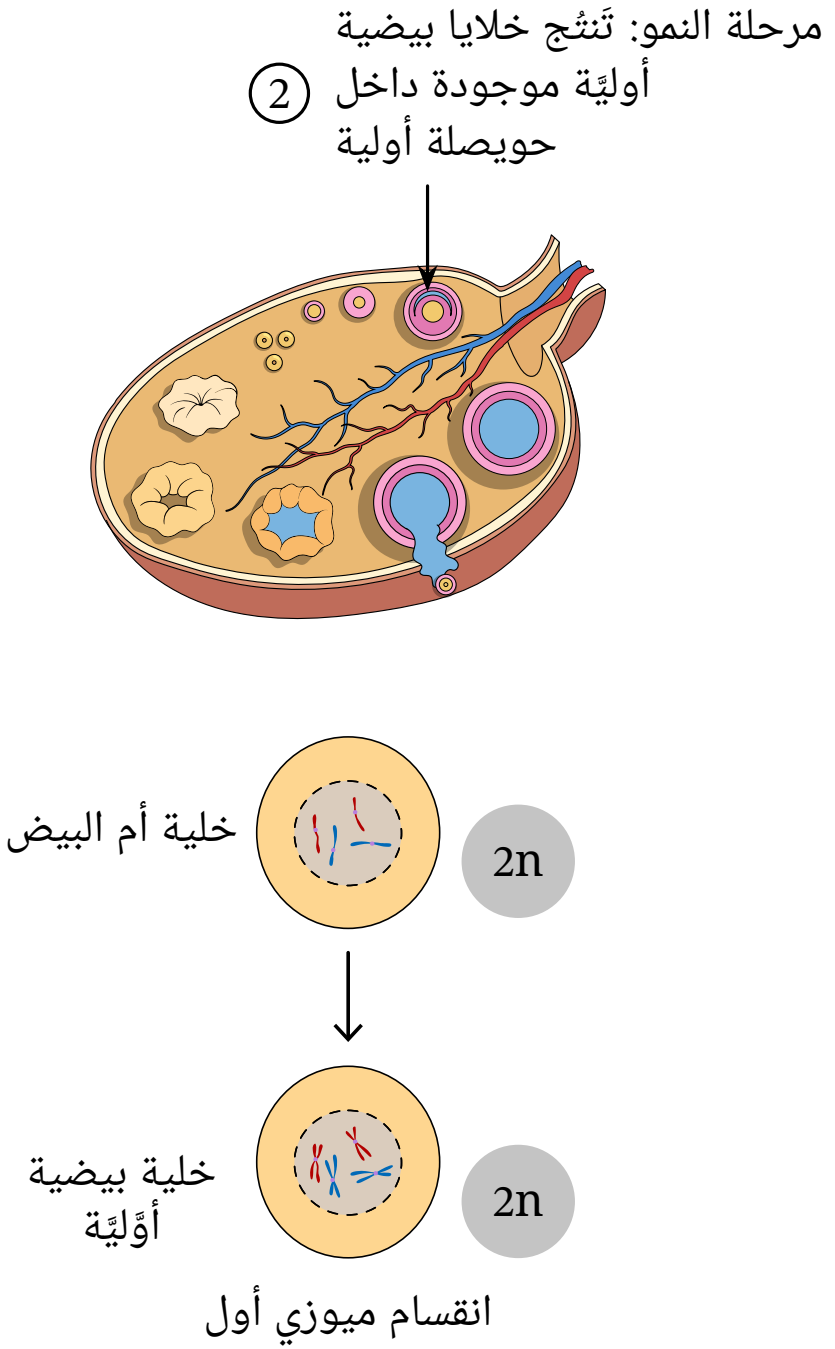
المرحلة الثانية من عملية تكوين البويضة هي مرحلة النمو، التي تَحدُث أيضًا في المبيضين، وما تزال الأنثى جنينًا.

يزداد حجم كلِّ خلية من خلايا أمَّهات البيض لتصبح خلية بيضية أوَّليَّة في مرحلة النمو، كما نلاحظ في الشكل الموضَّح.

كما تصبح الحويصلة التي تحتوي على الخلية البيضية غنية بالمغذِّيات مثل البروتينات والهرمونات.

تبدأ الخلايا البيضية الأوَّليَّة الانقسام الميوزي الأوَّل، لكنها تظل في مرحلة مبكرة عند الطور التمهيدي. وبما أن الخلايا البيضية الأوَّليَّة لم تُكمِل بعد الانقسام الميوزي، فهي أيضًا خلايا ثنائية الصيغة الصبغية.

تظلُّ الخلايا البيضية الأوَّليَّة خاملة في حويصلاتها حتى يبدأ التبويض عند البلوغ.



مصطلحان رئيسيان: مرحلة النمو والخلية البيضية الأوَّليَّة

مرحلة النمو

مرحلة النمو هي المرحلة الثانية من عملية تكوين الأمشاج التي تَنقسم خلالها أمَّهات المني أو أمَّهات البيض وتتمايَز إلى خلايا منوية أوَّليَّة وخلايا بيضية أوَّليَّة على الترتيب.

الخلية البيضية الأوَّليَّة

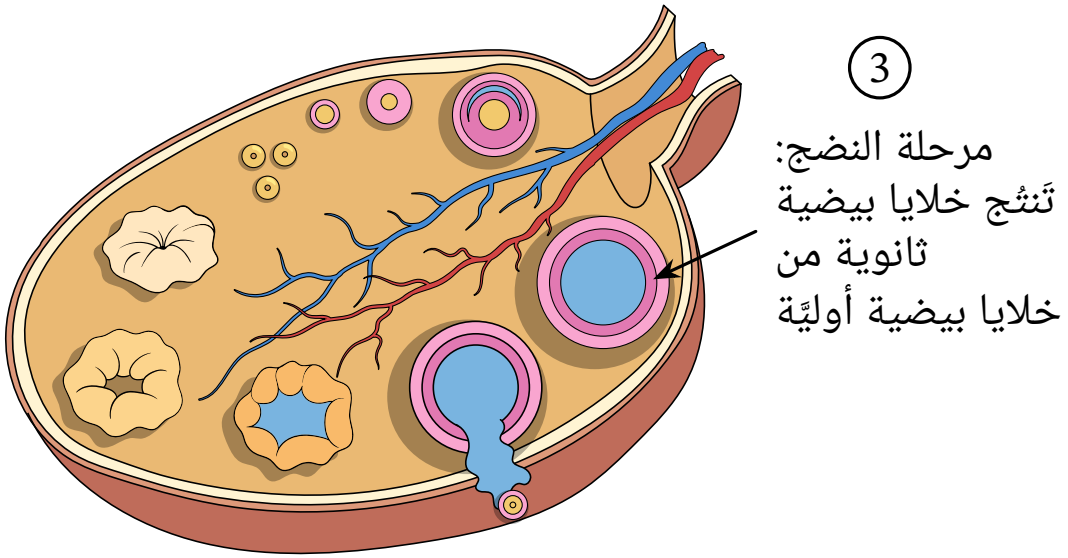
الخلية البيضية الأوَّليَّة خليةٌ ثنائية الصيغة الصبغية تكوَّنت خلال تكوين البويضة من خلال نمو خلية أم البيض.

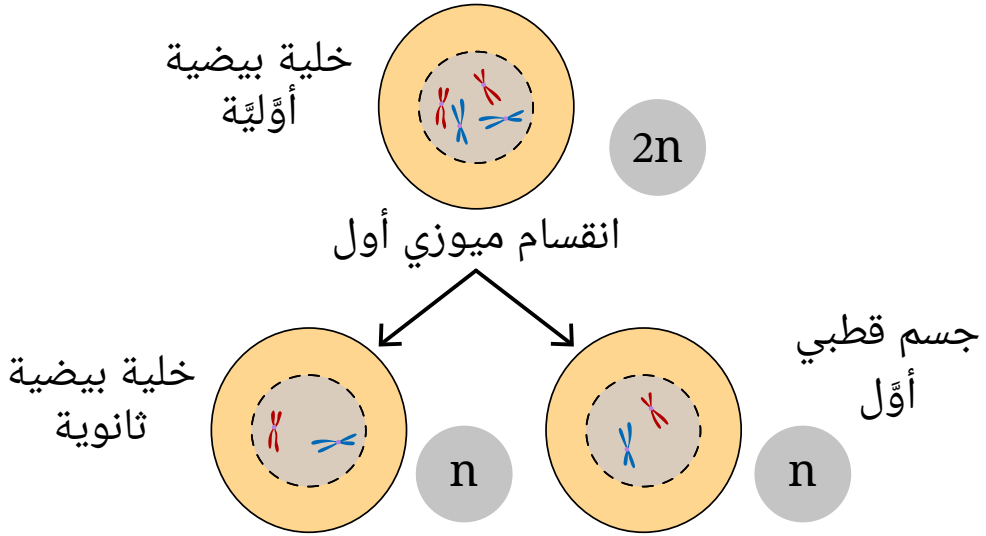
تكوين البويضة: مرحلة النضج

مرحلة النضج تمثِّل كيفية تحوُّل الخلايا البيضية الأوَّليَّة إلى خلايا بيضية ثانوية، كما نلاحظ في الشكل الموضَّح.

ويشتمل الانقسام الميوزي على مرحلتين من الانقسام. تُكمِل الخلايا البيضية الأوَّليَّة المرحلة الأولى من الانقسام الميوزي، وهو الانقسام الميوزي الأول، يَقسم النواة لإنتاج خليتين بنويتين أحاديتي الصيغة الصبغية. تذكَّر أن هذه العملية بدأت خلال مرحلة تكوين البويضة قبل الولادة، لكنها توقَّفت خلال الطَّوْر التمهيدي الأول.

ينتقل نصْف المادة الوراثية للخلية البيضية الأوَّليَّة إلى خلية تُسمَّى الخلية البيضية الثانوية، وينتقل النصْف الآخَر من المادة الوراثية إلى خلية غير وظيفية أصغر بكثير تُسمَّى الجسم القطبي الأول.

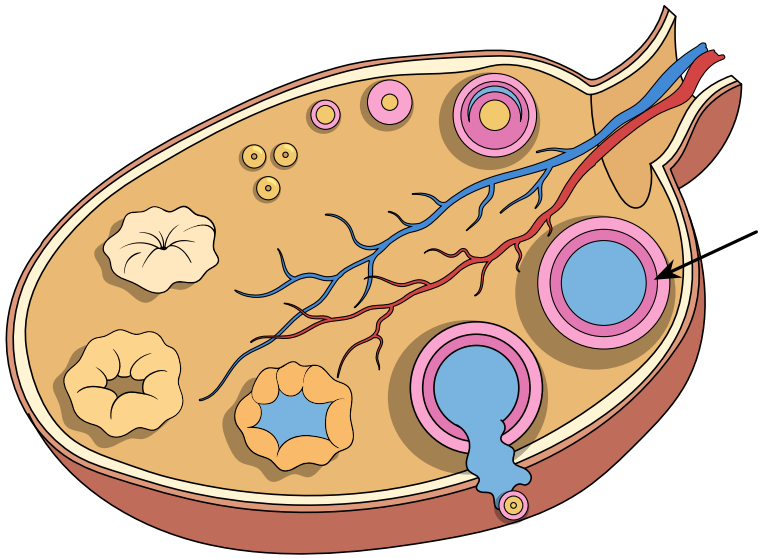




تكوين البويضة: مرحلة النضج (متابعة)

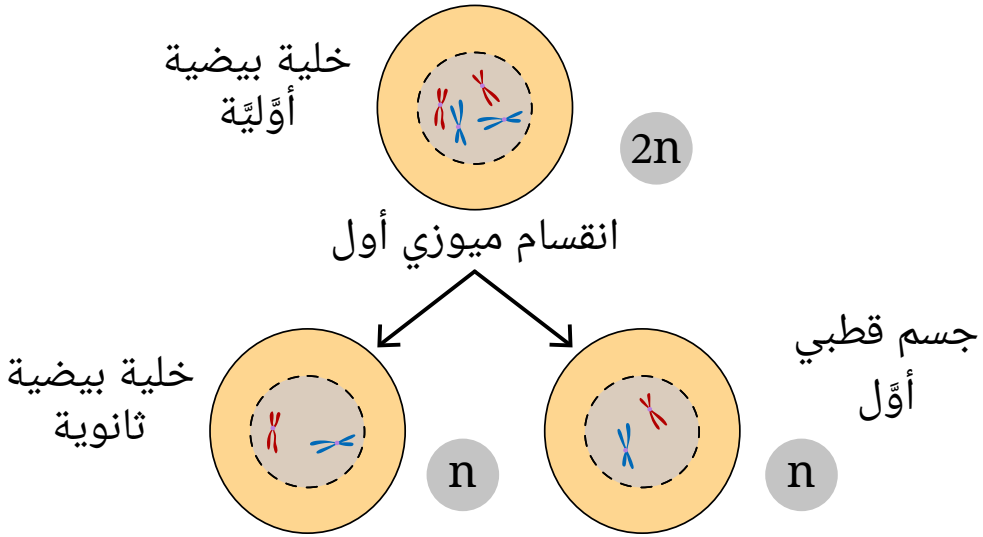
بما أنهما يحتويان على نصْف المادة الوراثية للخلية الجسمية العادية، فإن كلًّا من الخلية البيضية الثانوية والجسم القطبي الأوَّل يكونان أحاديي الصيغة الصبغية.

الجسم القطبي خليةٌ أصغر بكثير تحتوي على مقدار ضئيل جدًّا من السيتوبلازم، وأحيانًا يُوصَف بأنه غير وظيفي؛ لأنه لن يتحوَّل إلى بويضة ناضجة.



3

مرحلة النضج:
تَنتُج خلايا بيضية ثانوية من خلايا بيضية أوليَّة



مصطلحات رئيسية: مرحلة النضج، والخلية البيضية الثانوية، والجسم القطبي

مرحلة النضج

مرحلة النضج هي المرحلة الثالثة من عملية الأمشاج. في عملية تكوين الحيوانات المنوية، يخضع الخلية المنوية الأولية لانقسام ميوزي أوَّل وثانٍ، لإنتاج خليتين منويتين ثانويتين ثم أربع طلائع منوية. في عملية تكوين البويضة، تخضع الخلايا البيضية الأوَّليَّة لانقسام ميوزي أوَّل؛ لتصبح خلايا بيضية ثانوية، ويتوقَّف الانقسام الميوزي الثاني في الطَّوْر الاستوائي، ولا يكتمل ذلك إلَّا عندما تنجح خلية حيوان منوي في إخصاب البويضة.

الخلية البيضية الثانوية

الخلية البيضية الثانوية خليةٌ أحادية الصيغة الصبغية تكونت من خلية بيضية أوَّليَّة تَخضَع لانقسام ميوزي أوَّل في المرحلة النهائية من عملية تكوين البويضة.

الجسم القطبي

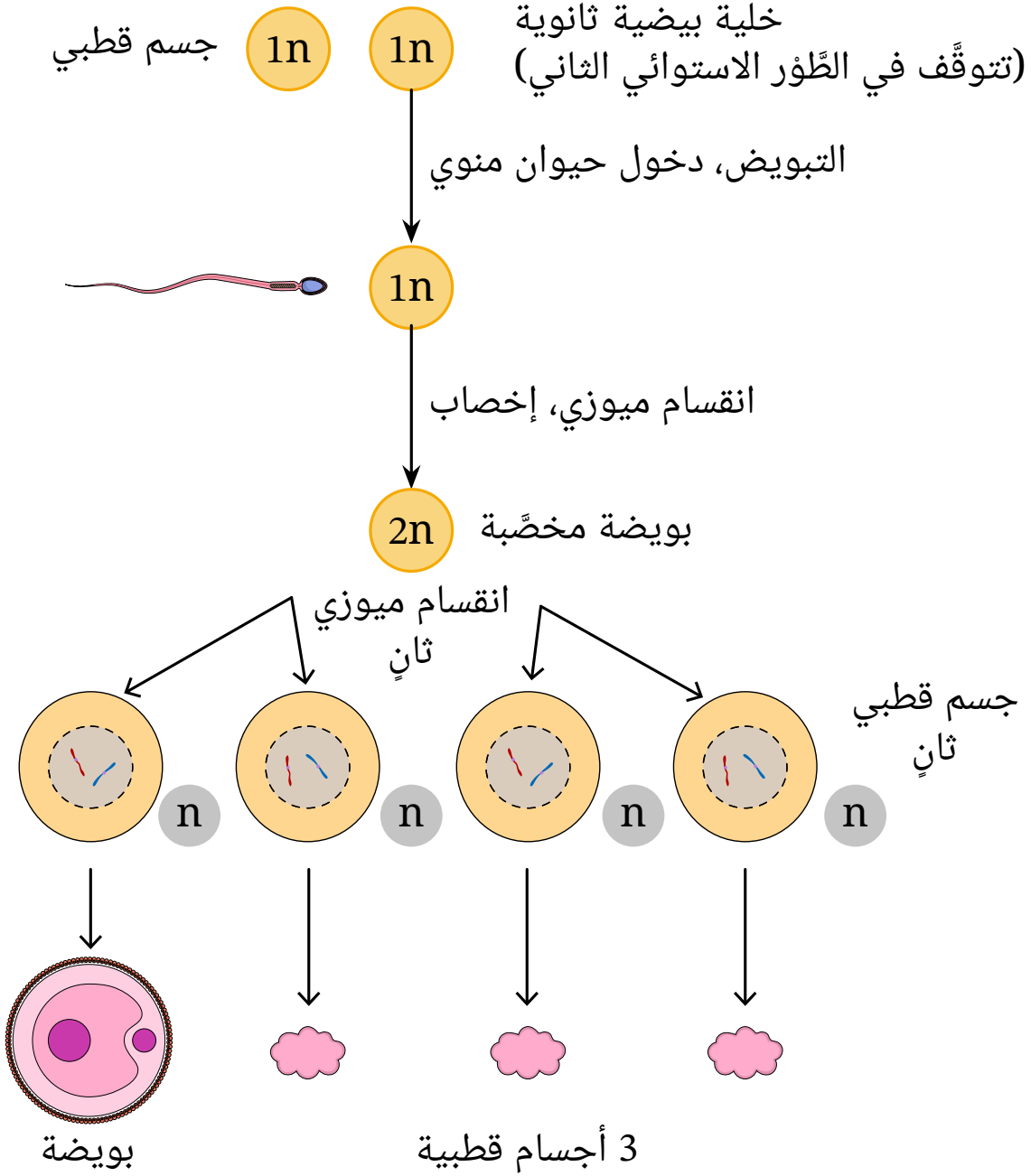
الجسم القطبي خلية صغيرة غير وظيفية تَنتُج خلال كلٍّ مرحلة من الانقسام الميوزي خلال تكوين البويضات، ولا تتطور إلى بويضة ناضجة.

أهمية الإخصاب في نضج البويضة

يبدأ الانقسام الميوزي الثاني، وهو المرحلة الثانية من الانقسام الميوزي، بعد اكتمال الانقسام الميوزي الأوَّل، لكنه سيتوقَّف في الطَّوْر الاستوائي قبل انقسام الخلية البيضية الثانوية والجسم القطبي الأول.

ولن يكتمل الانقسام الميوزي الثاني لتكوين بويضة ناضجة إلَّا إذا خصَّبت خلية حيوان منوي الخلية البيضية الثانوية بنجاح.

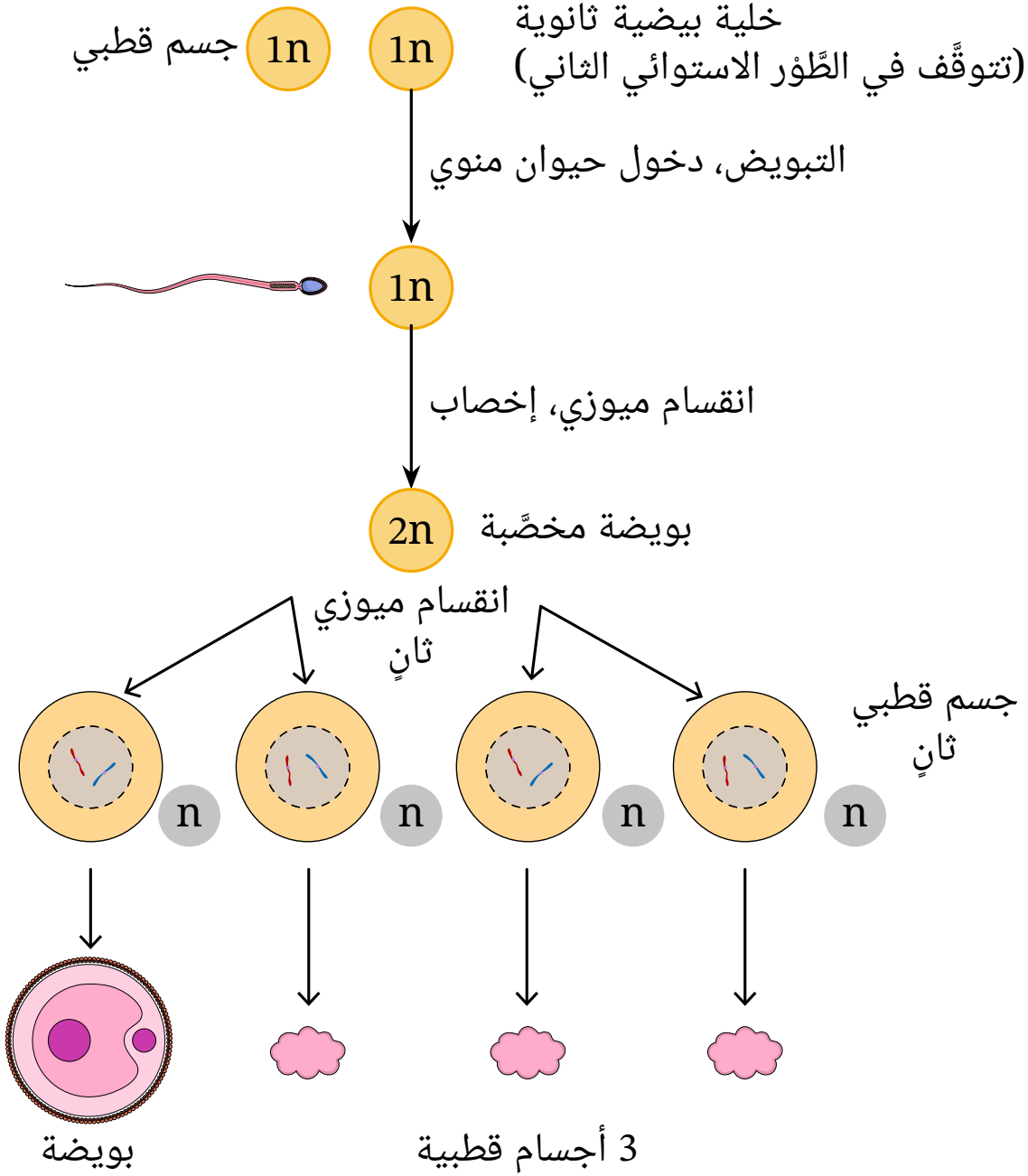
لن يكتمل الانقسام الميوزي إلَّا إذا خصَّبت خلية حيوان منوي البويضة. وعندما يحدث الإخصاب، ستنقسم الخلية البيضية الثانوية مرة ثانية، مكونة بويضة وجسمًا قطبيًّا ثانيًا.



أهمية الإخصاب في نضج البويضة (متابعة)

سينقسم الجسم القطبي الأول أيضًا مرة ثانية، مُنتِجًا جسمين قطبيين إضافيين.

ومن ثَمَّ، فالنواتج النهائية للانقسام الميوزي هي ثلاثة أجسام قطبية سوف تتحلَّل عادةً، وبويضة ناضجة خُصِّبت بواسطة خلية حيوان منوي. في بعض الأحيان، تظل الأجسام القطبية وتؤدي دورًا في أحداث دورة الحياة المستقبلية للكائن الحي.

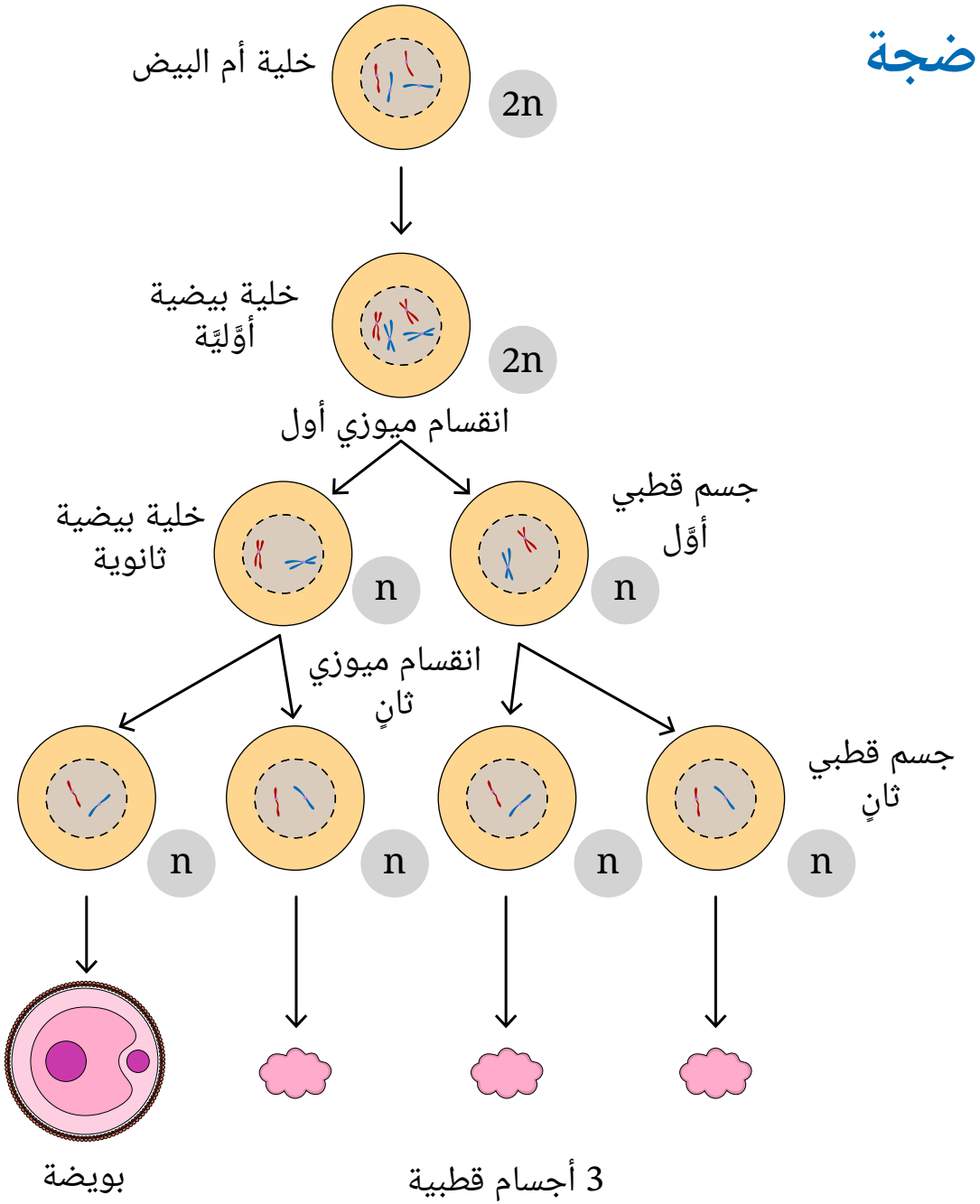


ملخص مراحل عملية تكوين البويضة لتكوين بويضة ناضجة

دعونا نُلخِّص عملية تكوين البويضة كما نلاحظها في الشكل الموضَّح.

- تتضاعف خلية أم البيض (2n) بواسطة الانقسام الميتوزي أثناء حياة الجنين، ثم تَنضج لتصبح خلية بيضية أوَّليَّة (2n).
- تخضع الخلية البيضية الأوَّليَّة لانقسام ميوزي أول لتكوين خلية بيضية ثانوية (n) وجسم قطبي أول (n).
- ثم يخضع كلٌّ من هذه الخلايا الأحادية الصيغة الصبغية إلى انقسام ميوزي ثانٍ، يكتمل فور إخصاب خلية حيوان منوي للخلية البيضية الثانوية بنجاح، لتكوين 3 أجسام قطبية ثانوية وبويضة واحدة ناضجة.

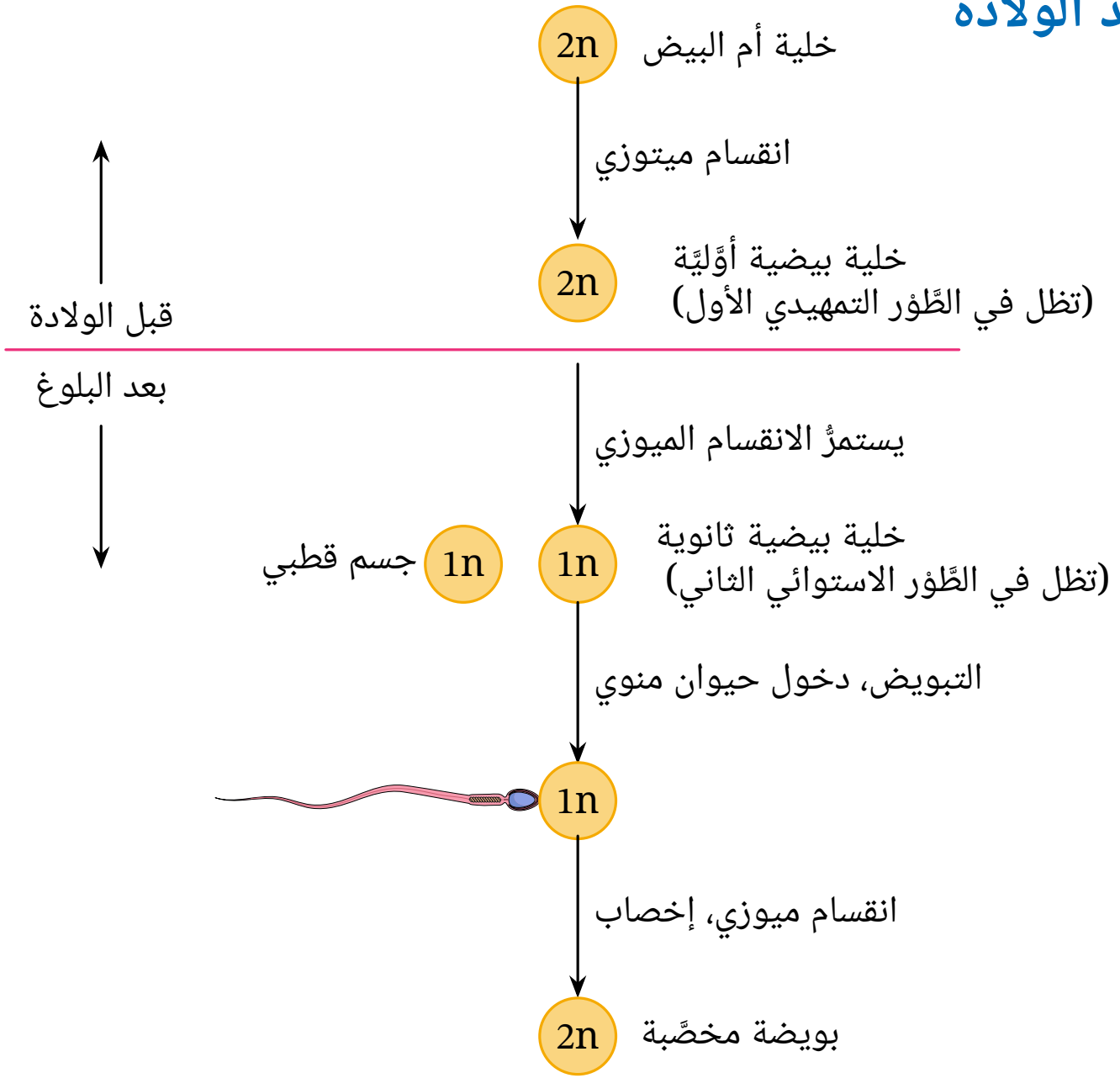
يوضِّح الشكل المقابل مراحل عملية تكوين التي تتضمن الانقسامين الميتوزي والميوزي لتكوين بويضة ناضجة.



تكوين البويضة قبل الولادة مقابل تكوينها بعد الولادة

في بعض الأحيان تُصنَّف مراحل عملية تكوين البويضة وفقًا لما إذا كانت تحدث قبل ولادة الجنين، وتُسمَّى أحيانًا مرحلة تكوين البويضة قبل الولادة، أو عند حدوثها بعد الولادة، تُسمَّى مرحلة تكوين البويضة بعد الولادة.

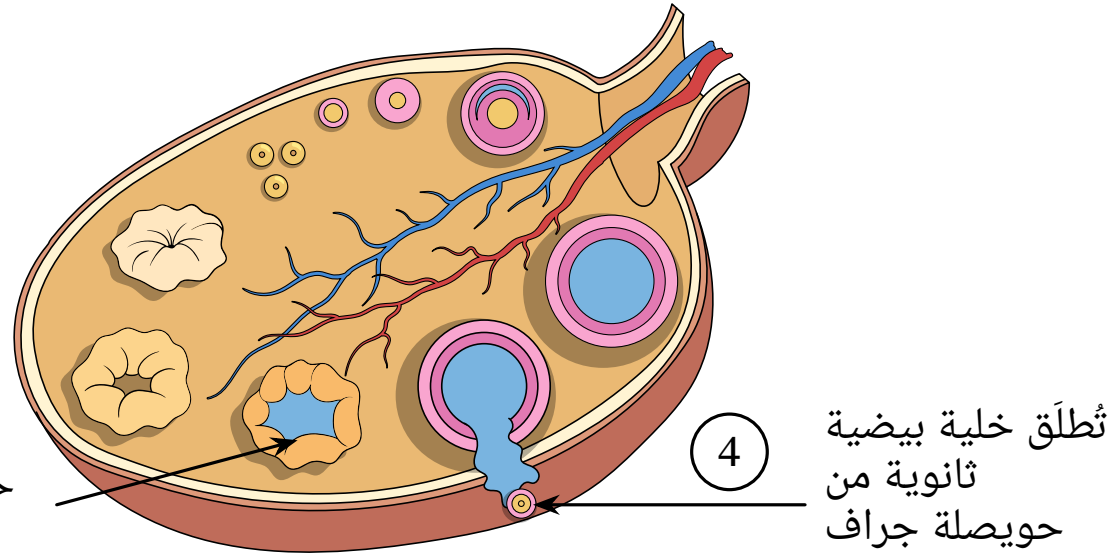
بالرغم من أن أوَّل مرحلتين من تكوين البويضة تكونان قبل الولادة، فإن المرحلة الأخيرة من تكوين البويضة تكون بعد الولادة، وخلالها تَصِل الخلايا البيضية إلى مرحلة النضج. يَحدُث هذا في الأنثى بمجرد أن تبدأ دورة الطمث، ويَحدُث ذلك بتحفيز من الهرمونات خلال التبويض.



الأحداث التي تحدث في المبيض بعد إطلاق الخلية البيضية الثانوية

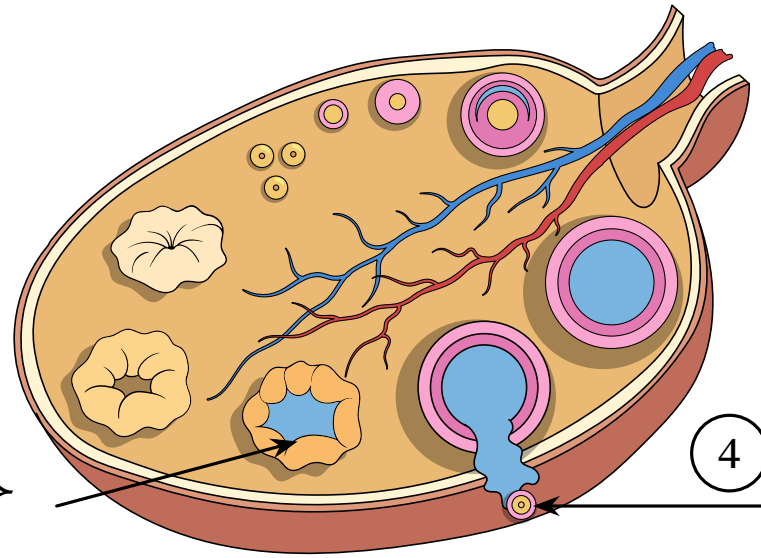
تُوجَد الخلية البيضية الثانوية داخل حويصلة تُسمَّى حويصلة جراف. عند حدوث التبويض وإنتاج الخلية البيضية الثانوية، تنفجر حويصلة جراف، كما ترى في المرحلة 4 في الشكل الموضَّح، وتُطلَق الخلية البيضية الثانوية داخل قناة فالوب.

بمجرد خروج الخلية البيضية الثانوية من المبيض، تتحوَّل حويصلة جراف إلى تركيب يُسمَّى الجسم الأصفر، وهو الموضَّح في المرحلة 5 من الشكل الموضَّح.



الأحداث التي تحدث في المبيض بعد إطلاق الخلية البيضية الثانوية (متابعة)

إذا خُصِّبت الخلية البيضية الثانوية، فسيقوم الجسم الأصفر بإطلاق الهرمونات التي للتحكم في مراحل الحمل المبكِّرة. إذا لم تُخصَّب الخلية البيضية الثانوية، يبدأ الجسم الأصفر في الضمور، وهو ما يتسبَّب في تقليل إفراز الهرمونات وتحفيز بدء الطمث.



4 تُطلَق خلية بيضية ثانوية من حويصلة جراف في المبيض

5 حويصلة جراف تتحوَّل إلي الجسم الأصفر

مصطلحان رئيسيان: حويصلة جراف والجسم الأصفر

حويصلة جراف

حويصلة جراف تركيبٌ مملوءٌ بسائل في المبيض، تنمو داخله بويضة غير ناضجة قبل التبويض.

الجسم الأصفر

الجسم الأصفر تركيبٌ مُفرِز للهرمونات، ينمو في أحد المبيضين بعد تحرُّر البويضة في عملية التبويض، لكنه يتحلَّل بعد بضعة أيام ما لم يبدأ الحمل.

مثال ٢: التعرُّف على التركيب الذي يتكوَّن في المبيض بعد حدوث التبويض

ما التركيب الذي يتكوَّن في المبيض كلَّ شهر بعد حدوث التبويض؟

الحل

التبويض عمليةٌ تُطلَق خلالها بويضة، من مبيض الأنثى.

في المبيض، تُوجَد البويضة غير الناضجة داخل تركيب يُسمَّى حويصلة جراف. وعندما يُحفَّز التبويض بواسطة الهرمونات، عادةً تنفجر بويضة واحدة غير ناضجة من حويصلة جراف، وتغادر المبيض حتى تنتقل إلى قناة فالوب، ويُحتمَل إخصابها بواسطة خلية حيوان منوي. عند حدوث الإخصاب، تصبح البويضة غير الناضجة الآن بويضة مُخصَّبة ناضجة يمكنها تكوين زيجوت وربما جنين.

بعد مغادرة البويضة للمبيض، تتحول حويصلة جراف إلى الجسم الأصفر. وإذا حدث الإخصاب، يكون الجسم الأصفر مفيدًا في إنتاج الهرمونات للتأثير على مراحل الحمل المبكِّرة. وفي حالة عدم حدوث الإخصاب، يصبح الجسم الأصفر غير نشط ويضمر. هذا يقلل من إفراز الهرمونات ويُحفِّز على حدوث المحيض.

ومن ثَمَّ فالتركيب الذي يتكوَّن في المبيض كل شهر بعد حدوث التبويض هو الجسم الأصفر.

مثال ٣: التعرُّف على الخلايا الموجودة في المبيض عند الولادة

ما المرحلة التي تَصِل إليها الخلايا في مبيض طفلة سليمة حديثة الولادة؟

أ. الخلية البيضية الثانوية
ب. الأجسام القطبية
ج. الخلايا الجرثومية الأمِّية
د. الخلية البيضية الأوَّليَّة
هـ. أمَّهات البيض

مثال ٣ (متابعة)

الحل

يُطلَق على عملية إنتاج بويضة ناضجة وتطوُّرها تكوين البويضة، وتبدأ حتى قبل ولادة المرأة وهي ما تزال جنينًا! ثمَّة ثلاث مراحل رئيسية لتكوين البويضة: التضاعُف، والنمو، والنضج.

في مرحلة التضاعف، تنقسم الخلايا الجرثومية الأمِّية إلى العديد من أمَّهات البيض في عملية تُسمى الانقسام الميتوزي. وفي مرحلة النمو، تنمو أمَّهات البيض هذه لتصبح خلايا بيضية أوَّليَّة. تحدث هاتان العمليتان في حين لا تزال الأنثى في مرحلة نموها الجنيني.

عندما تُولَد الأنثى وتبدأ بعد ذلك بسنوات في سن البلوغ أثناء المراهقة، تبدأ في التبويض مرة كل شهر تقريبًا. تحدث مرحلة النضج عند هذه المرحلة، وتتحوَّل الخلية البيضية الأوَّليَّة إلى خلية بيضية ثانوية كبيرة وجسم قطبي أصغر حجمًا. ستُطلَق هذه الخلية البيضية الثانوية غالبًا من المبيض بحلول وقت التبويض كل شهر، وقد تُخصَّب بواسطة خلية حيوان منوي.

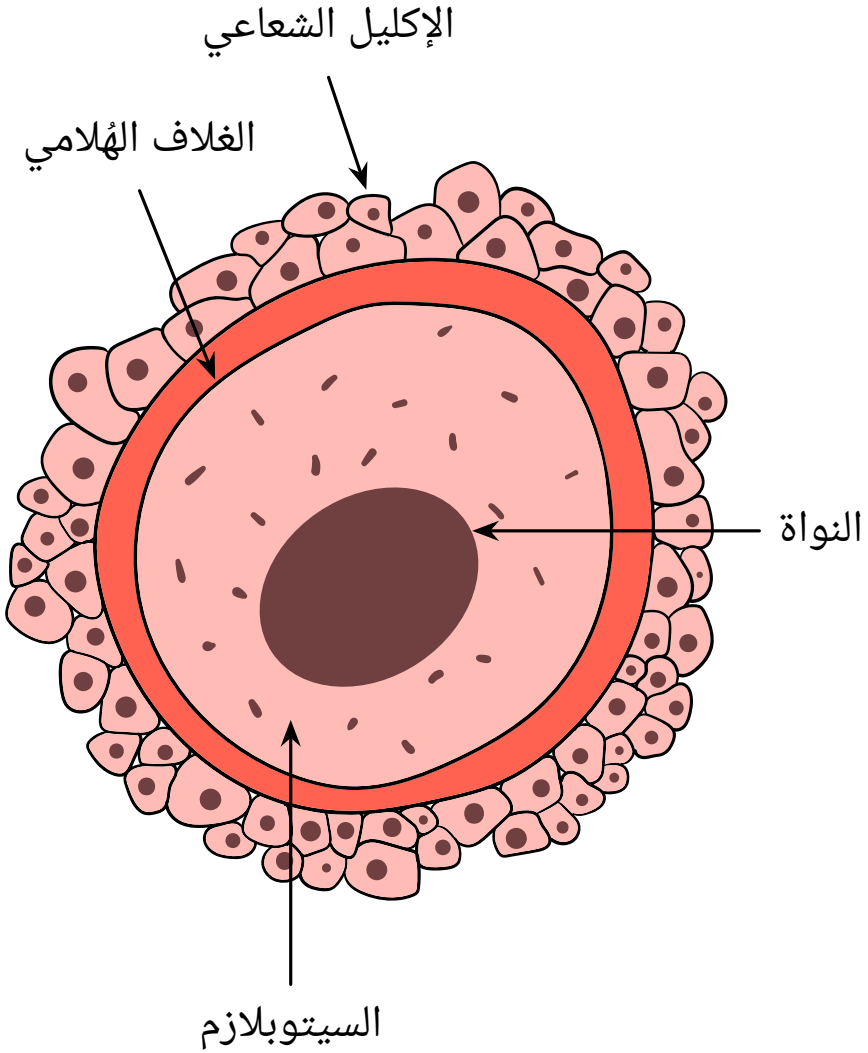
مثال ٣ (متابعة)

إذن، الإجابة ليست الخلايا البيضية الثانوية ولا الأجسام القطبية؛ حيث إنها لا تُنتَج حتى سن البلوغ عند بدء التبويض وحدوث مرحلة النضج.

الخلايا الجرثومية الأمِّية هي الخلايا الأولى التي توجد في المبيض، وأثناء مرحلة التطوُّر الجنيني لمبيض الأنثى، ستتحوَّل هذه الخلايا الجرثومية الأمِّية لتصبح أمَّهات البيض والخلايا البيضية الأوَّليَّة في النهاية. نظرًا لأن كلًّا من مرحلة التضاعف التي تُنتِج أمَّهات البيض ومرحلة النمو التي تُنتِج الخلايا البيضية الأوَّليَّة تحدث في الأنثى قبل مولدها، فإن الشكل النهائي للخلايا التي ستكون موجودة في مبيضيها عندما تكون طفلة هو الخلايا البيضية الأوَّليَّة.

ومن ثَمَّ، الخلايا التي توجد في مبيض طفلة سليمة حديثة الولادة هي الخلايا البيضية الأوَّليَّة.

تركيب الخلية البيضية الثانوية



تحتوي حويصلة جراف التي تُحيط بالخلية البيضية الثانوية على العديد من خلايا حويصلية صغيرة حين تكون في المبيض. وعندما تُطلَق من المبيض عند حدوث التبويض، يظل بعض هذه الخلايا الحويصلية مرتبطًا بسطح الخلية البيضية الثانوية، مكوِّنًا تركيبًا طبقيًّا يُعرف بالإكليل الشعاعي الذي يُحيط بالبويضة.

يتكوَّن الإكليل الشعاعي من عدَّة طبقات خلوية سميكة.

يُعتقَد أن الخلية البيضية تُفرِز حشوة جليكوبروتين خارج خلوية خارج الغشاء الخلوي للخلية البيضية تحتوي على كربوهيدرات، وبروتينات، ومادة تُسمَّى حمض الهيالويورنيك.

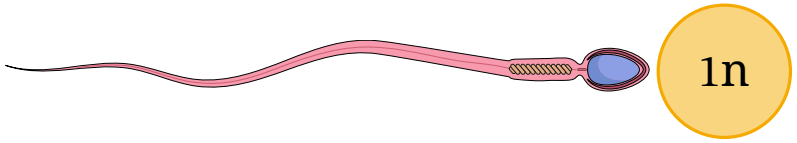
طبقة الحشوة يُشار إليها عادةً باعتبارها الغلاف الهُلامي، أو بشكلٍ أكثر دقَّة المنطقة الشفَّافة في الثدييات مثل البشر. يجب أن تَخترِق خلية الحيوان المنوي هذه الطبقة الهلامية الشكل لكي يَحدُث الإخصاب.

تفاعل الحيوان المنوي مع البويضة

عندما تخترق خلية الحيوان المنوي الإكليل الشعاعي للخلية البيضية الثانوية، فإنها تُفرِز إنزيمات من جزء في رأس الحيوان المنوي يُسمَّى الجسم القِمِّي. تُساعِد هذه الأنزيمات في اختراق الطبقات الخارجية للبويضة.

على الرغم من أن العديد من إنزيمات الحيوانات المنوية تَعمَل على إذابة الطبقات الخارجية للبويضة، فإن خلية حيوان منوي واحدة فقط يُمكنها الدخول إلى سيتوبلازم الخلية البيضية الثانوية.

يُنشِّط ذلك اكتمال الانقسام الميوزي الثاني في الخلية البيضية الثانوية، مكوِّنًا بويضةً ناضجةً، ويُمكن أن تندمج البويضة والحيوان المنوي معًا أثناء الإخصاب.

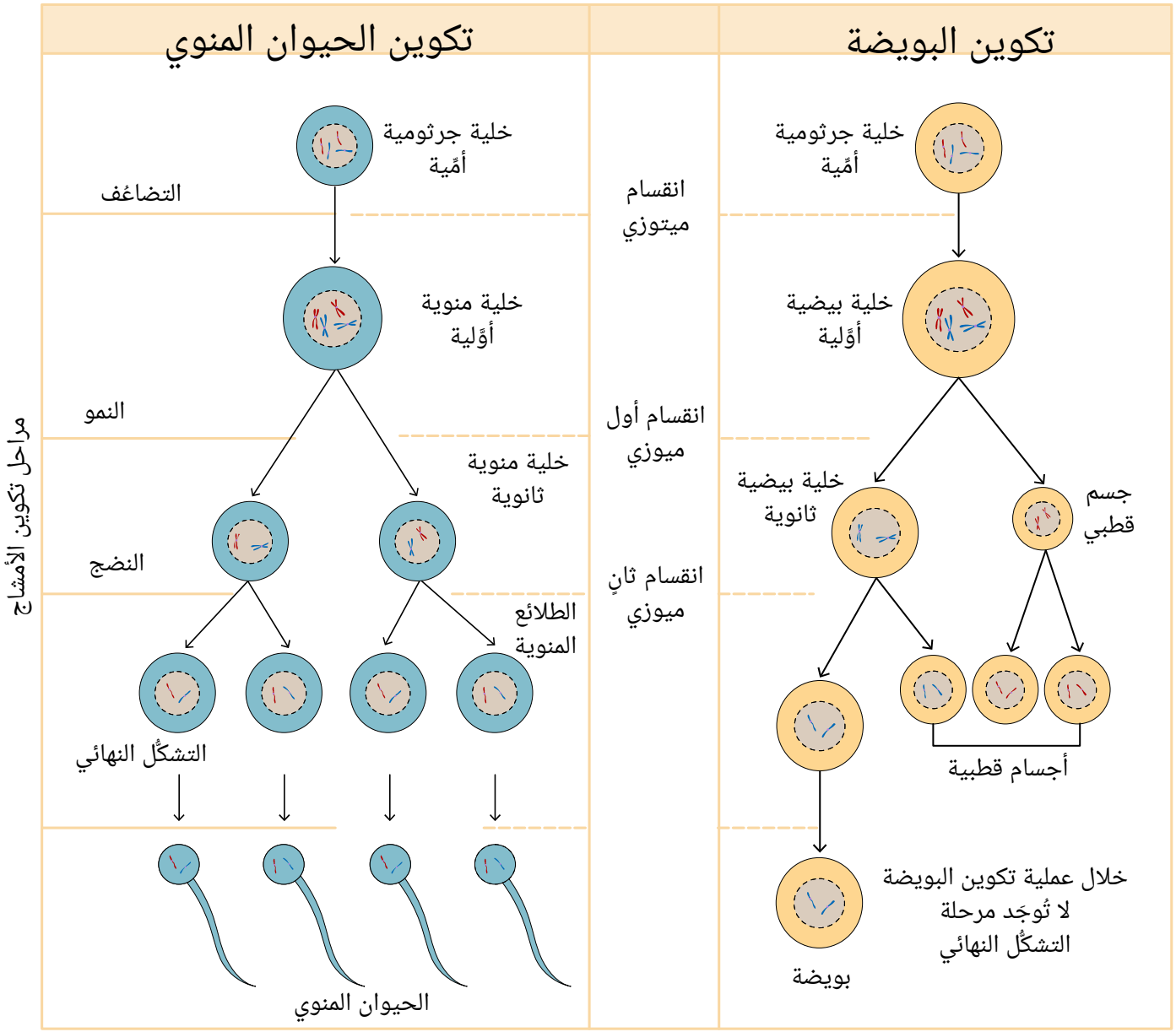


عملية تكوين البويضة مقابل عملية تكوين الحيوانات المنوية

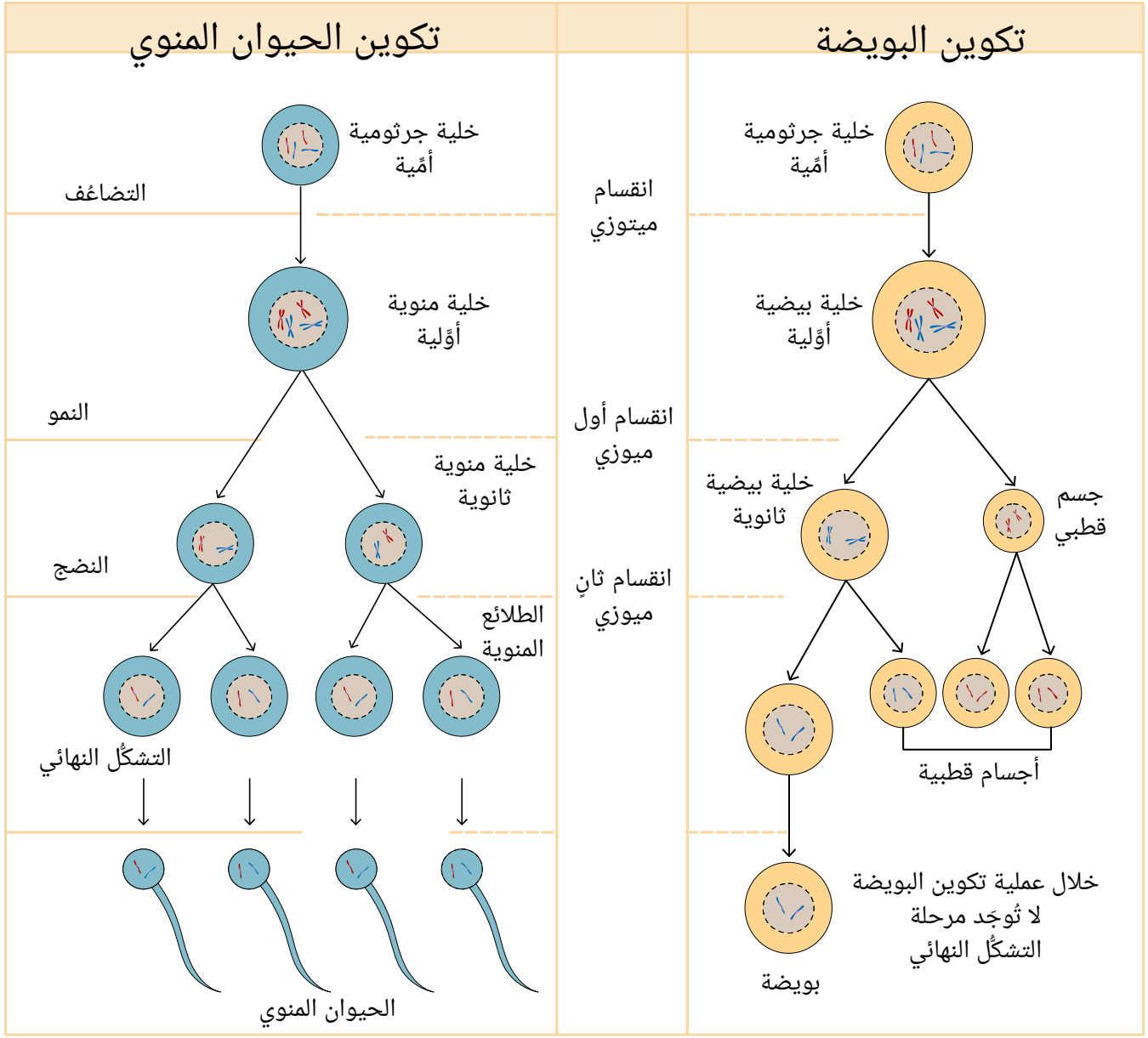
في عمليتَيْ تكوين الحيوانات المنوية وتكوين البويضة، تكون المراحل الأوَّلية للتضاعُف هي نفسها من خلال الانقسام الميتوزي والنمو. عند هذه المرحلة تختلف العمليتان.

خلال مرحلة النضج في تكوين البويضة، تَنتُج خلايا بيضية ثانوية كبيرة وجسم قطبي صغير في الانقسام الميوزي الأول. ويَنقسم الجسم القطبي الصغير في النهاية إلى جسمين، ثم يتحلَّل عادةً كلٌّ منهما.

لكن خلال مرحلة النضج في تكوين الحيوانات المنوية، تَنتُج خليتان منويتان ثانويتان من خلية منوية أوَّليَّة واحدة في الانقسام الميوزي الأول.



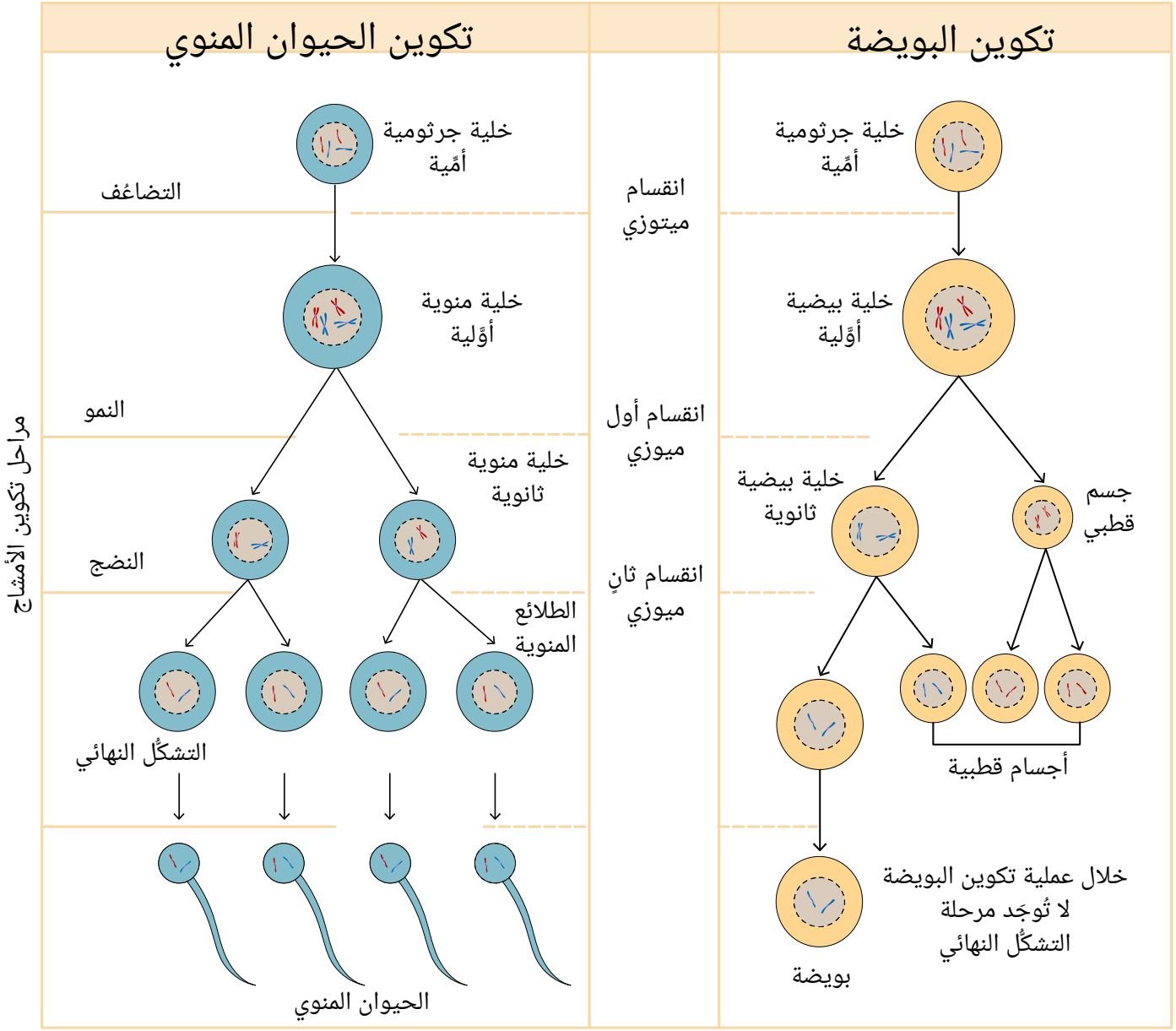
عملية تكوين البويضة مقابل عملية تكوين الحيوانات المنوية (متابعة)



يتطلَّب تكوين البويضة حدوث التبويض وبعد ذلك الإخصاب من خلال خلية حيوان منوي لتكتمل عملية الانقسام الميوزي الثاني، التي تُنتِج بويضةً كبيرةً وجسمًا قطبيًّا آخَر يتحلَّل عادةً في النهاية.

يكتمل تكوين الحيوانات المنوية بشكلٍ مستقلٍّ عن عملية الإخصاب، ويَحدُث الانقسام الميوزي الثاني في خليتين منويتين ثانويتين، وهو ما يكوِّن أربع طلائع منوية أحادية الصيغة الصبغية.

عملية تكوين البويضة مقابل عملية تكوين الحيوانات المنوية (متابعة)



كما يتضمَّن تكوين الحيوانات المنوية مرحلة أخيرة؛ حيث تتحوَّل الطلائع المنوية إلى حيوانات منوية أحادية الصيغة الصبغية قادِرة على إخصاب البويضة.

إذن بينما تنتج عملية تكوين البويضة في النهاية بويضةً كبيرةً من خلية جرثومية أمِّية، تنتج عملية تكوين الحيوانات المنوية في النهاية أربع خلايا حيوانات منوية أصغر بكثير من خلية جرثومية أمِّية.

مثال ٤: تحديد عدد البويضات التي يُمكن إنتاجها من كلِّ خلية تبدأ في الانقسام الميوزي

ما عدد البويضات التي تَنتُج من كلِّ خلية تبدأ في الانقسام الميوزي؟

الحل

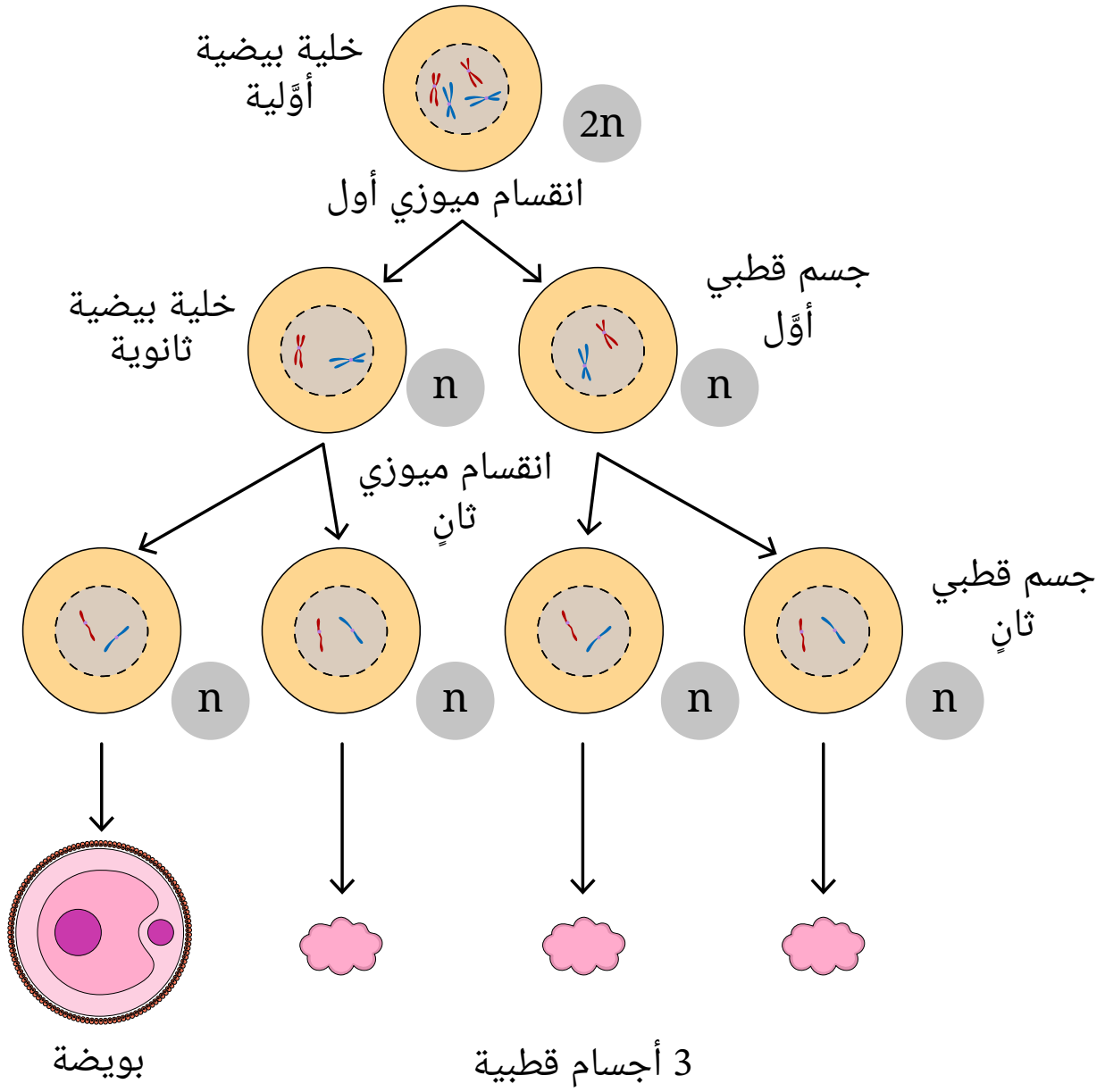
الانقسام الميوزي عمليةٌ تتكوَّن فيها الأمشاج أو الخلايا الجنسية. وبما أن الانقسام الميوزي يتضمَّن انقسامين، فسيؤدِّي ذلك إلى إنتاج خلايا أحادية الصيغة الصبغية تحتوي على نصْف المادة الوراثية للخلية الجسمية العادية، ونمثِّلها بالرمز «n». وخلايا ثنائية الصيغة الصبغية تحتوي على المادة الوراثية الكاملة للخلية الجسمية العادية، ونمثِّلها بالرمز «2n».

مثال ٤ (متابعة)

يَحدُث الانقسام الميوزي عند الاقتراب من نهاية عملية تكوين البويضة، التي تَنتُج خلالها البويضة. يُمكنك أن ترى مراحل حدوث هذه العملية التي تتضمَّن الانقسام الميوزي في الشكل الموضَّح.

يُستأنَف الانقسام الميوزي الأول في الأنثى عندما تبدأ التبويض. يُحوِّل الانقسام الميوزي الأوَّل الخلية البيضية الأوَّليَّة إلى خلية بيضية ثانوية وخلية أصغر بكثير تُسمَّى الجسم القطبي الأول. وسيبدأ الانقسام الميوزي الثاني، لكنَّه لن يكتمل إلَّا عندما تخصِّب خلية الحيوان المنوي البويضة. تنقسم الخلية البيضية الثانوية خلال الانقسام الميوزي الثاني، لتُنتِج بويضةً كبيرةً أحادية الصيغة الصبغية وجسمًا قطبيًّا آخَر صغيرًا. كما يَنقسم الجسم القطبي الأوَّل خلال الانقسام الميوزي الثاني؛ ومن ثَمَّ يُنتِج الانقسام الميوزي الثاني في المجمل بويضةً كبيرةً وثلاثة أجسام قطبية صغيرة. وتتحلَّل عادةً الأجسام القطبية في النهاية.

إذن عدد البويضات التي تَنتُج من كلِّ خلية تبدأ في الانقسام الميوزي هو بويضةٌ واحدةٌ.



النقاط الرئيسية

- التراكيب الأساسية في الجهاز التناسلي الأنثوي هي: المبيضان، وقناتا فالوب، والرَّحِم، وعنق الرَّحِم، والمهبل.
- يُطلِق المبيضان الهرمونات والبويضات خلال عملية التبويض.
- تَنتقل البويضات إلى قناة فالوب، وتُساعِدها الخلايا الطلائية المُهدَّبة الموجودة في بطانتها، نحو الرَّحِم حيث يُمكن لأي بويضة تُخصَّب بواسطة الحيوان المنوي أن تتطور إلى جنين.
- تكوين البويضة عمليةٌ تتحوَّل خلالها الخلية الجرثومية الأمِّية إلى بويضة واحدة ناضجة وثلاثة أجسام قطبية صغيرة تتحلَّل عادة.
- تتضمَّن المراحل الثلاث لتكوين البويضة الانقسامين الميتوزي والميوزي. وهي مراحل التضاعُف، والنمو، والنضج، التي يُمكن تصنيفها إلى مراحل قبل الولادة وما بعدها.
- بعد مرحلة النضج، يكتمل الانقسام الميوزي الثاني عندما تخصِّب خلية الحيوان المنوي البويضة.