جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم)

علم الاجنة النظري

المحاضرة الثالثة

قسم علوم الحياة

المرحلة الثانية

2026-2025

مدرسو المادة

الاستاذ الدكتورة نهلة عبد الرضا البكري

الاستاذ الدكتورة وجدان بشير عبد

الاستاذ مساعد الدكتورة استبرق عزالدين محمود

الاستاذ مساعد الدكتورة اسماء بشير عبد

الدكتورة داليا حسن ظاهر

عملية تكوين البيوض Oogenesis

تتكون البويضات في المبيض Ovary ويمر تكوينها بنفس المراحل التي يمر بها تكوين النطف مع وجود الفروق الآتية:

1- توجد فروقات أساسية في مرحلتي النمو Growth والنضج Maturation.
2- عدم وجود مرحلة التمايز Differentiation phase.
3- فترة نضوج البويضة تأخذ وقتاً أطول إذا ما قورنت بنضوج النطف.
4- سليفات النطف تنتج أربع حيوانات منوية بينما سليفات البيوض تنتج بويضة واحدة وثلاثة أجسام قطبية.
5- إذا ما قورنت شكل البيضة وحجمها بشكل وحجم النطف فإن هناك اختلافاً واضحاً.

تمر عملية تكوين البيوض بالمراحل الآتية (شكل 17):

1- **مرحلة التضاعف Multiplication phase**: مع وصول الخلايا الجرثومية إلى منسل الأنثى (المبيض) فإنها في هذه المرحلة تنقسم (الخلايا الجرثومية الأولية) عدة مرات انقساماً اعتيادياً Mitosis لتعطي عدداً كبيراً من سليفات البيوض Oogonia تحتوي على العدد الكلي من الكروموسومات 2N يبلغ قطرها في الإنسان 10-20 µm.

كما أن سليفات البيوض تحاط بطبقة من الخلايا الظهارية المسطحة تدعى الخلايا الجريبية Follicular cells وتترتب هذه الخلايا بشكل نسيج ظهاري مكعب Cuboidal epithelium وأن الخلايا الجريبية تشتق من النسيج الظهاري الجرثومي للمبيض.

2- **مرحلة النمو Growth phase**: يبقى قسم من سليفات البيوض على حالة ويكبر القسم الآخر، ويتمايز ليكون الخلية البيضية الابتدائية Primary oocytes ويزداد سمك الخلايا الجريبية المحيطة بها، نتيجة الانقسام السريع لسليفات البيوض فإن عددها في المبيض يصل إلى 7 ملايين خلية أثناء التكوين الجنيني ثم يتلاشى قسم منها ويستمر الباقي في إكمال عملية تكوين البيوض.

3- **مرحلة النضج Maturation phase (Meiosis, Meiotic)**: الخلايا البيضية الأولية المستمرة في إكمال عملية تكوين البيوض تدخل المرحلة الاولى من الانقسام النضوجي (1st Maturation) أو المرحلة الاولى من الانقسام الاختزالي (1st Meiosis, Meiotic). تضاعف الخلية البيضية الابتدائية محتواها من الـ DNA وتدخل في الطور التمهيدي Prophase I للمرحلة الاولى من الانقسام الاختزالي.

تكون كروموسومات الخلية البيضية الابتدائية بشكل خيوط طويلة ملتفة على بعضها، وتترتب الكرموسومات المتماثلة Homologous chromosomes في أزواج ثم تتغلظ وتقصر

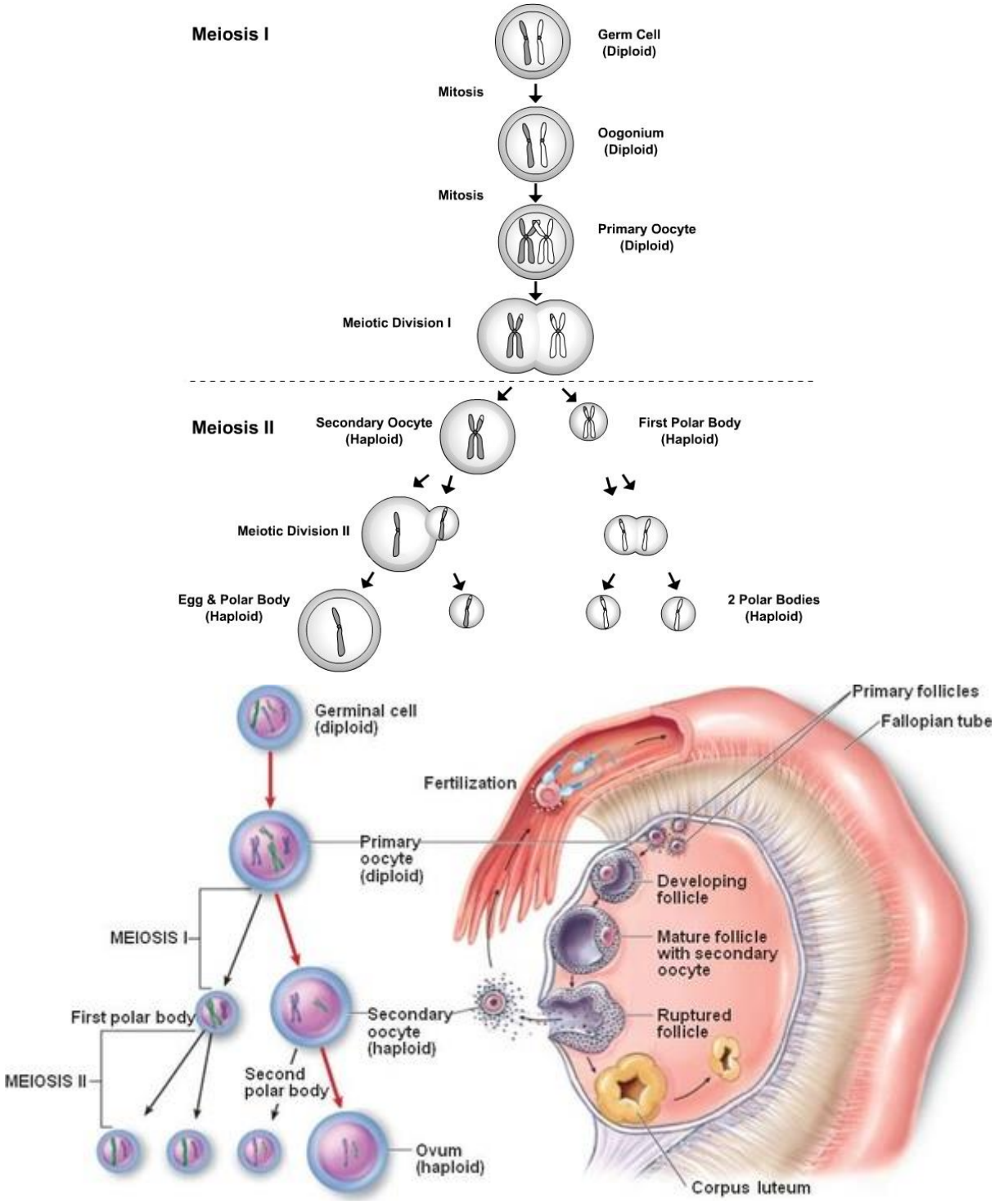
وفي المرحلة التالية تظهر الكرموسومات بشكل مجاميع رباعية Tetrads يتم تبادل بعض قطع كروماتيدات أزواج كروموسوماتها المتماثلة بظاهرة التعابر Crossing over وهي ظاهرة مهمة في انتقال الصفات الوراثية من خلال تبادل الجينات الموجودة على القطع الكروماتيدية المتبادلة.

عند الولادة تكون جميع الخلايا هي خلايا بيضية ابتدائية وعددها من 700 ألف–2 مليون وتكون قد أتمت الطور التمهيدي ودخلت في طور الراحة حتى البلوغ. يعتقد علماء الأجنة بأن الخلايا الجريبية المحيطة بالخلية البيضية الابتدائية تفرز مادة تدعى (مثبط نضوج البيضة Oocyte maturation inhibitor) تكبح الانقسام لذا تبقى الخلية في فترة سكون لحين البلوغ.

يكون عدد الخلايا الابتدائية 40 ألف فقط، قبل عملية التبويض بقليل تكمل هذه الخلية الانقسام الاختزالي الأول فينتج خلية بيضية ثانوية Secondary oocyte تحتوي معظم سايتوبلازم الخلية البيضية وجسم قطبي أول First (1^{st}) polar body فيه سايتوبلازم ضئيل، تمتلك كل منهما N من الكروموسومات يبلغ عدد الخلايا البيضية الابتدائية التي تتحول حوالي 4 آلاف فقط طوال الفترة من سن 12 إلى سن 42 في أنثى الإنسان.

تتمزق الجريبة المغطاة بقشرة رقيقة من منطقة Stigma ويبدأ نضوج السائل الجريبي Follicular fluid إلى الخارج وتنفصل الخلية البيضية الثانوية متحررة من الركمة البيضية Cumulus Oophorous منطلقة إلى خارج المبيض بعملية الاباضة Ovulation وتنزل إلى قناة البيض Oviduct وهي في مرحلة Secondary oocyte الخلية البيضية الثانوية ثم تبدأ المرحلة الثانية من الانقسام الاختزالي (meiotic), (meiosis) 2^{nd} maturation وتتوقف عند الطور الاستوائي.

إذا حدث الإخصاب تكمل الخلية البيضية الثانوية مراحل الانقسام الاختزالي الثاني لينتج عن ذلك تكوين خلية بيضية ناضجة Mature ovum فيها نصف عدد الكروموسومات (1N) ومعظم سايتوبلازم الخلية الثانوية وجسم قطبي ثانٍ. كما وأن الجسم القطبي الأول ينقسم ليعطي جسمين قطبيين إضافيين فيصبح نتيجة الانقسام الاختزالي الثاني خلية بيضية ناضجة وثلاثة أجسام قطبية. تتلاشى الأجسام القطبية بعد فترة قصيرة من تكوينها ووجودها لأجل تنصيف عدد الكروموسومات. إذا لم يحدث الإخصاب فإن الخلية البيضية الثانوية تموت بعدد مرور 24 ساعة من الإباضة وهي لم تستكمل المرحلة الثانية من الانقسام الاختزالي.



شكل (17): تكوين البيوض Oogonium.

مراحل تكوين الجريبات المبيضية Ovarian follicles في جنين الإنسان وكالآتي (شكل 18):

1- يتكون المبيض Ovary من منطقة محيطية القشرة Cortex تحيط باللب Medulla ويوجد في القشرة حويصلات Follicles مكون من مراحل تكوين مختلفة. ويوجد في اللب نسيج دموي غزير داخل نسيج، يحاط المبيض بنسيج ظهاري حرشفي أو مكعبي يدعى النسيج الظهاري الجرثومي تقع خارج طبقة من نسيج ضام كثيف يدعى الغلاف الأبيض تكسب المبيض اللون الأبيض.

2- تكون جريبات المبيض Ovarian follicles مطمورة في القشرة غالبيتها من النوع البدائي Primordial follicles، ويوجد أيضاً حويصلات بمراحل مختلفة النمو كما ذكر أعلاه.

3- الجريبية البدائية Primordial follicle تتكون من خلية بيضية أولية Primary Oocyte تحيط بها طبقة من الخلايا الحويصلية المسطحة الموجودة بكثرة خلال المرحلة الجنينية للأنثى.

4- الجريبية الأولية Primary follicle يشمل التحول من حويصلة بدائية إلى حويصلة أولية تغيرات سايتوبلازمية في الخلية البيضية والخلية الحويصلية المحيطة بها من النسيج الضام المجاور، فتصبح الخلايا مكعبة الشكل Cuboidal لا تلبث أن تنقسم لتكون نسيجاً ظهارياً مطبقاً فيما بعد.

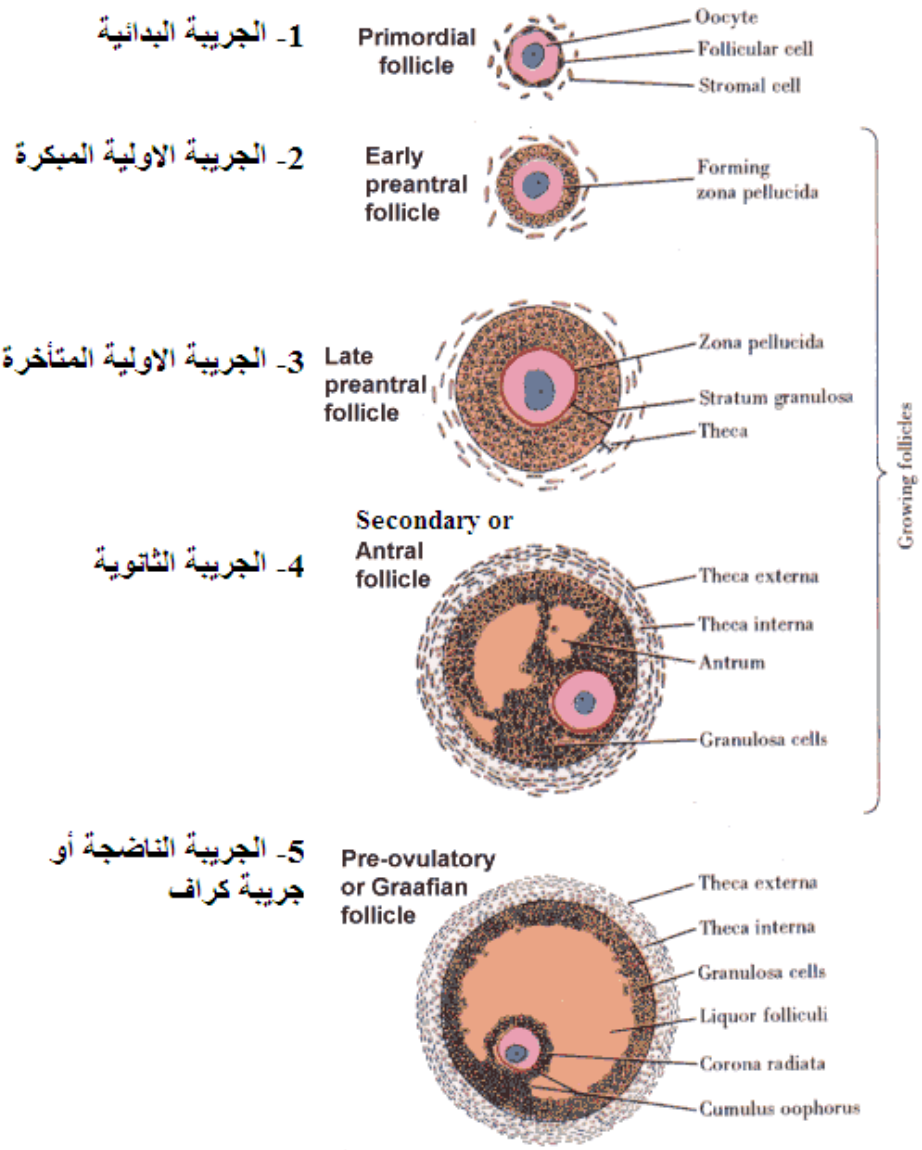
5- الجريبة الثانوية Antral follicle or Secondary follicle بنمو الحويصلة الأولية يتكون غمد الحويصلة من النسيج الضام الذي يتمايز إلى منطقة داخلية غنية بالأوعية الدموية والخلايا الإفرازية تدعى الغمد الداخلي Theca interna، وأخرى خارجية متكونة من نسيج ضام وتدعى الغمد الخارجي Theca externa.

كما وتظهر بداية تكون المنطقة الشفافة Area pellucida كترسبات عديمة الشكل بين الزغيبات الدقيقة التي تظهر على سطح الخلية البيضية باتجاه الخلايا الحويصلية. في الحويصلة الثانوية تتخذ الخلية البيضية موقعاً بعيداً عن مركز الحويصلة ويبلغ عدد طبقات الخلايا الحويصلية المحيطة بالخلية البيضية 8-12 طبقة. ثم تظهر فراغات غير منتظمة وممتلئة بسائل حويصلي بين الخلايا الحبيبية Granulosa cells (وهي خلايا حويصلية)، يفرز من قبل الخلايا الحبيبية وبنمو الحويصلة يزداد حجم السائل الحويصلي وتندمج الفراغات مكونة تجويفاً هلالياً يدعى الغار Antrum الذي يحتوي على:

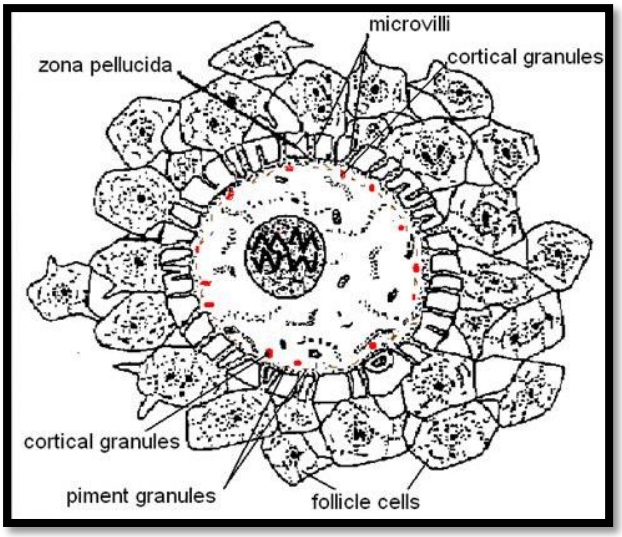
1. إفرازات من الخلايا الجريبية.
2. بعض مكونات بلازما الدم.
3. بروتينات ومركبات بروتينية-كربوهيدراتية.
4. هرموني المودق Estrogen و Progesterone.

يحاط الغار بخلايا ظهارية مطبقة عن الركام المبيضي Cumulus Oophorus حيث تحتوي الخلية البيضية في وسطها، يكون النسيج الظهاري المطبق هنا غير متراص.

6- **جريبة كراف Graafian Follicle:** يبلغ قطر الحويصلة الناضجة 2.5 سم محاطة بطبقة خلوية تدعى التاج المشع Corona radiata. يمتد من سطح الخلية البيضية زغيبات دقيقة باتجاه الخلايا الحويصلية الحبيبية ويمتد من الخلايا الحويصلية الحبيبية زغيبات دقيقة باتجاه الخلية البيضية. يتزود الغمد الداخلي بأوعية دموية غزيرة، ويتكون من الغمد الخارجي من ألياف وخلايا مغزلية لها صفات الخلايا العضلية الملساء تقلصها، يعتقد بأن له دوراً في انضغاط محتويات الحويصلة وزيادة الضغط داخل تجويف الحويصلة مما يساعد في عملية الإباضة، وكذلك لها دور بعد الإباضة بتجميع بقايا الحويصلة وتكوين الجسم الأصفر Corpus luteum.



شكل (18): مخطط يوضح مراحل تكوين الجريبات (الحويصلات) المبيضية.



شكل (19): بيضة اللبائن Mammal Oocyte توضح اتصال الخلايا الجريبية بالبويضة عن طريق الزغيبات Microvilli.

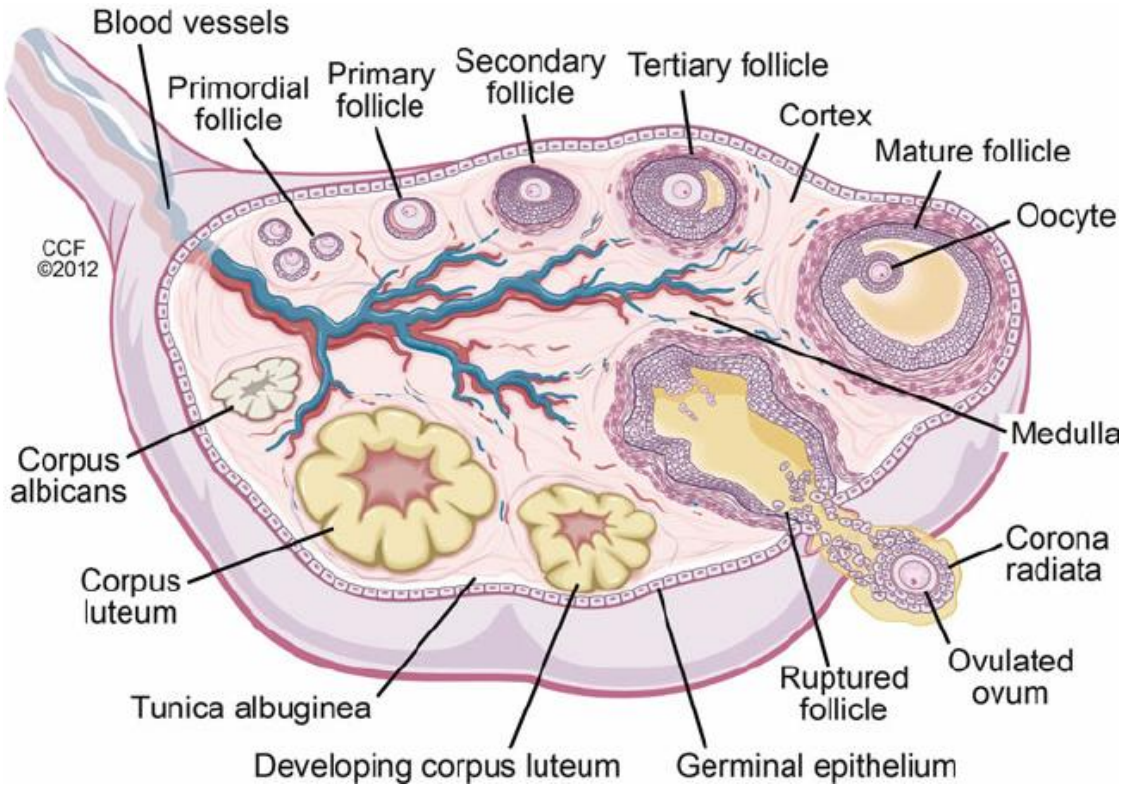
الإباضة Ovulation

وهي عملية إطلاق البويضة بعد انفجار الحويصلة الناضجة وفي أنثى الإنسان تنضج خلال 28 يوماً وعادة ما تكون الإباضة في اليوم 14 حيث تطلق بويضة واحدة أو تطلق بويضتين أو أكثر في بعض الأحيان (شكل 20).

العوامل المؤثرة في عملية الإباضة:

1- وجود العضلات الملساء في سدى Stroma المبيض.
2- النشاط المتزايد لانزيم Collagenase الذي يفكك ألياف النسيج الضام حول الحويصلة المهيأة للإباضة.
3- الازدياد المفاجئ في تركيز هرمون Lutenizing hormone (LH) في وقت إطلاق البويضة.

قبل الإباضة تنفصل البويضة من الخلايا التاجية الشعاعية عن جدار الحويصلة وتطفو في السائل الحويصلي، ومن مؤشرات الإباضة ظهور منطقة بيضوية تدعى الندبة Stigma على سطح الحويصلة يكون النسيج الظهاري فيها غير مترابط وبعد ذلك يتمزق جراء الجريبة عندها، وتخرج البويضة مع السائل الحويصلي وتتحول الحويصلة إلى الجسم الأصفر Corpus luteum، وتدخل البويضة إلى قناة البيض.



شكل (20): رسم تخطيطي في المبيض يوضح نمو الحويصلات (الجريبات) المبيضية.

الجسم الأصفر Corpus luteum

نتيجة للإباضة يتحول ما تبقى من جدار الحويصلة إلى الجسم الأصفر وتشكل الخلايا الحبيبية حوالي 80% من نسيج الجسم الأصفر وتسمى الخلايا الحبيبية الصفراء Granulosa luteum cells وتتسم بصفات الخلايا المفرزة للستيرويدات. تتحول خلال الغمد الداخلي إلى خلايا الغمد الصفراء Theca lutein cells. يتكون الجسم الأصفر تحت تأثير هرمون LH، وأثناء الحمل يفرز الجسم الأصفر هرمون Progesterone الذي يساعد في المحافظة على بيئة رحمية مناسبة للجنين. لذا يسمى هرمون الحمل Pregnancy hormone كما أن الجسم الأصفر يفرز هرمون الاسترخاء Relaxin الذي يطري الأنسجة الضامة في منطقة الحوض ليسهل عملية الولادة فيما بعد.

أذا لم يتم الحمل يضمحل الجسم الأصفر خلال 10 أيام ويتخلص من بقاياه بوساطة البلعمة من قبل خلايا البلعم الكبير Macrophages، ويظهر عند الموضع الذي كان يحتله الجسم الأصفر ندبة من النسيج الضام الكثيف تدعى (الجسم الأبيض Corpus albicans).

الهرمونات المؤثرة على عملية تكوين البيوض

إن الغدة النخامية لها دور أساسي في إنضاج البيضة بعد الإباضة وكالآتي:

1- تحفز تفكيك الحويصلة الجرثومية Germinal vesicle break down (GVBD) أي تفكيك الغلاف النووي للخلية الجرثومية.

2- تكثيف الكروموسومات والتحول إلى الطور الاستوائي Metaphase II.

3- في الثدييات تفرز الغدة النخامية هرمون LH الذي يحفز الخلايا الجريبية المحيط بالخلية البيضية لإفراز مادة حاثة للانقسام المنصف وهي (1-Methyl adenine) وتكون مقاومة للحرارة والانزيمات المحللة للبروتينات ولهذه المادة مستقبل على سطح الخلية البيضية تتفاعل معه مكونة مادة سايتوبلازمية تدعى (العامل المعزز للنضج Maturation promoting factor (MPF)) وبتكوين هذا العامل يتفكك غلاف نواة الخلية البيضية الثانوية وتصل إلى مرحلة الطور الاستوائي الثاني ويستكمل إنضاج الخلية البيضية الثانوية بعد إخصابها بحيوان منوي.

جمع البيوض Collection of ova

أن انطلاق البويضات من المبيض معتمد على نواح فسلجية وهرمونية فالمبيض ينشط بالهرمونات المحرضة للمناسل Gonadotrophic hormones. ففي الأرانب مثلاً يصل أقصى تبويض صناعي إلى 60 بويضة في الأرنب الواحد يبقى من 20-30 بويضة منها ويموت الباقي كما أن التبويض الكثير قد يسبب بعض الشذوذ في الكروموسومات. عند حقن الحيوانات بهرمون Pregnant male serum gonadotropin فإن البويضات تنمو ويستمر بقائها في المبيض مع وجود الجسم الأصفر وفي حالة زيادة الجرعة من هذا الهرمون يزداد عدد البويضات المنتجة وفي حالة نقصان الجرعة يقل عدد البويضات.

الحصول على البويضات

نحصل على البويضات مما يلي:

1- **من الحويصلة قبل التبويض:** لغرض جمع البويضات من الحويصلة (الجريبة) يجب إجراء عملية استئصال المبيض وفتق الحويصلة بإبرة ثم تؤخذ البويضة عن طريق ماصة وتجرى هذه العملية من وسط بيئي وفي درجة حرارة مناسبة، وهذه طريقة خاصة بالحيوانات المختبرية لغرض إجراء التجارب عليها.

2- **من سطح المبيض عند التبويض:** عن طريقها يتم الحصول على بويضات ناضجة تماماً ويتم ذلك بمراقبة الأنثى وتحديد موعد نزول البويضة ثم سحبها بماصة خاصة، تستخدم هذه الطريقة في التلقيح الصناعي للإنسان.

3- **من قناة المبيض:** بعد خروج البويضات من المبيض فإن أهداب فوهة قناة البيض تتلقفها وتسحبها إلى داخل قناة البيض، يحصل على البويضات وذلك بغسل قناة البيض بمحلول ملحي تنزل معه البويضات وتستخدم في الحيوانات المختبرية لإجراء التجارب.

حفظ البويضات

بعد تنبه المبيض بالتأثير عليه بالهرمونات المؤثرة على عملية التبويض فإن المبيض يفرز بويضات عديدة يستخدم بعض منها في عملية التلقيح الصناعي وتحفظ البقية منها إلى وقت الحاجة إليها.تحفظ البويضات بأحد الطرائق الآتية:

1- توضع في محلول ملحي متعادل يضاف إليه مصادر غذائية (مصل الدم) تستخدم في حفظ البويضات لمدة قصيرة.
2- حفظ البيوض في قناة البيض للأرنب عن طريق ربط قناة البيض كي لا تنتقل البيوض إلى الرحم ويعد الأرنب ملائماً لهذه الطريقة.
3- طريقة تجميد البيوض وهي نفس طريقة تجميد النطف التي ذكرت سابقاً.

الدورة الجنسية Sexual cycle

تدعى أيضاً دورات التربية Breeding cycles أو دورات التكاثر. وهي تعبير سلوكي عن فعالية الآليات التناسلية يتم خلالها التبويض ويعتمد طولها على نوع الحيوان.

إن أنشطة التكاثر لجميع الحيوانات تقريباً تكون دورية ففي المعتاد تكون الدورات موسمية، حتى أن صغار الحيوانات تولد أو تفقس في نفس الوقت من السنة تكون الأحوال فيه ملائمة للنمو واستمرار الحياة، وقد تكون دورات بعض الأنواع معقدة. فمثلاً سمك السلمون يسافر (يهاجر) مئات الأميال ضد التيار متجهاً أعالي مياه النهر حيث يضع بيوضه ويموت.

لو ركزنا على الثدييات نجد نوعين مختلفين من الدورات الجنسية وهما:

1- الدورة الوداقية Estrous cycle: تكون مميزة لأغلب الثدييات وتكون على نوعين:

A- أحادية الوداق Monostrous: وهي حيوانات تمر بدورة جنسية واحدة خلال السنة.

B- متعددة الوداق Polyestrous: وهي أن الحيوانات تمر بأكثر من دورة جنسية خلال السنة.

2- الدورة الحيضية Menstrual cycle: تحدث في الثدييات الرئيسة فقط وتنتهي بانهيار وطرح بطانة الرحم Endometrium (شكل 19).

الهرمونات المؤثرة على الدورة الجنسية (هرمونات التكاثر Hormones of reproduction)

تنتج الهرمونات المؤثرة على الدورة الجنسية من المصادر الآتية:

1- تحت سرير الدماغ Hypothalamus.
2- الغدة النخامية Hypophyses.

3- المناسل Gonads.

أن التنظيم الهرموني لدورات التكاثر متشابه للغاية في جميع الثدييات كما أن عوامل البيئة (الضوء، التغذية، الضغط) تؤثر على الدورات التكاثرية. ينتج المبيضان نوعين من الهرمونات الجنسية الاستيرويدية (أشباه الدهنيات) وهما:

1- **المودق Estrogen:** وهو المسؤول عن نمو التركيبات الجنسية الانثوية للمساعدة (الرحم، قناتا البيض، المهبل وهذه مسؤولة عن الصفات الجنسية الثانوية للأنثى).
2- **البروجسترون Progesterone:** وهو المسؤول عن تجهيز الرحم لاستقبال الجنين النامي.

تتحكم في هذه الهرمونات الغدة النخامية المحرضة (المنشطة) للمناسل Gonadotropins وهي:

1- الهرمون المحرض للجريبة Follicle stimulating hormone FSH: يحفز الجريبية المبيضية على النضج وتكوين جريبة كراف.
2- الهرمون المحرض للجسم الأصفر Luteinizing hormone (LH) يحفز على تكوين الجسم الأصفر.

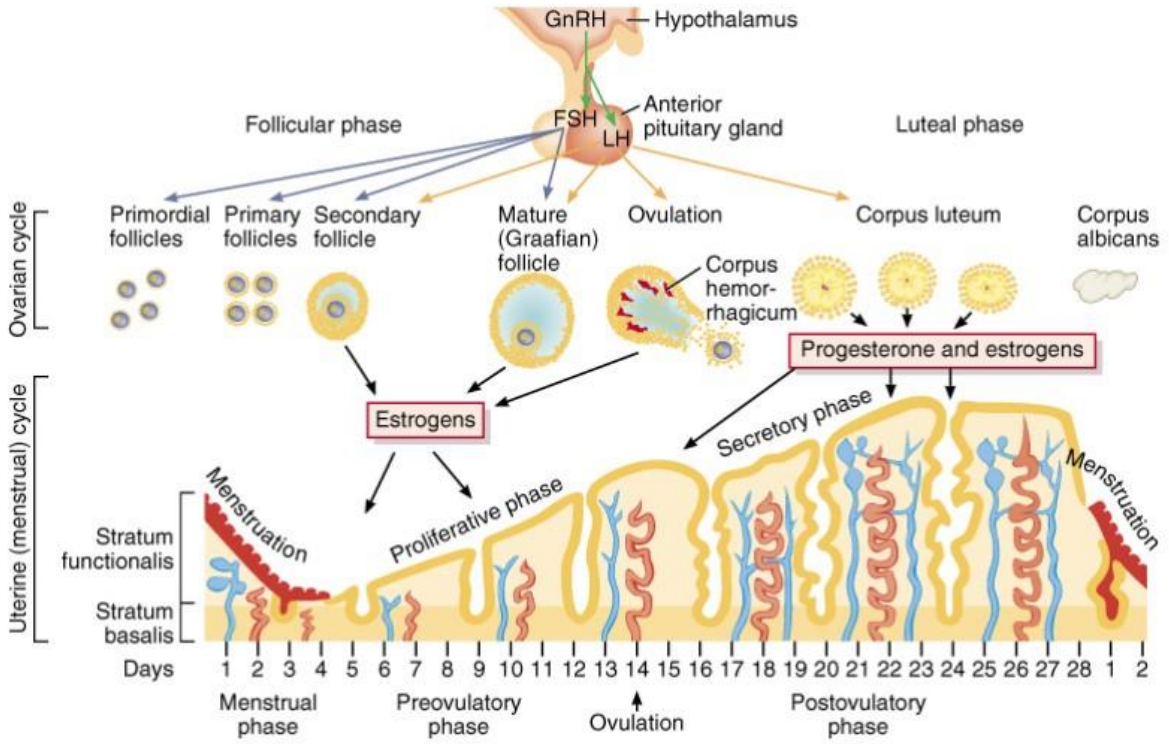
وعلى أساس التغيرات التي تطرأ على المبيض فإن الدورة الحيضية تنقسم إلى **ثلاث مراحل:**

1- المرحلة الحيضية Menstrual phase.
2- المرحلة الجريبية Follicular phase أو المرحلة التكاثرية Proliferative phase.
3- المرحلة الصفراء Luteal phase أو المرحلة الإفرازية Secretory phase.

عند اليوم الثالث للدورة يرتفع مستوى هرمون FSH، LH في الدم فيحثان بعض بويضات المبيض على النمو فتبدأ بإفراز هرمون Estrogen، وكذلك تسمك بطانة الرحم Endometrium وتكبر الغدد الرحمية داخلها. وفي اليوم العاشر تضعف البويضات التي بدأت بالنمو تاركة واحدة فقط وأحياناً (اثنين أو ثلاث) تستمر في النضوج.

في اليوم الثالث عشر أو الرابع عشر من الدورة تحدث عملية التبويض فتتحرر البويضة وتنطلق خارج المبيض وعند هذه الفترة الحرجة يجب اخصاب البيضة خلال ساعات قليلة وإلا فإنها تموت. وفي أثناء المرحلة الصفراء يتكون الجسم الأصفر Corpus luteum من جدار الجريبة (الحويصلة) التي قامت بالتبويض واستجابة للتحفيز المستمر بواسطة (LH) يقوم الجسم الأصفر بإطلاق هرمون (Progesterone) إضافة إلى هرمون (Estrogen) يقوم هرمون Progesterone بتحفيز الرحم على القيام بالتغيرات النضوجية الأخيرة والتي تجهزه للعمل فيصبح الرحم جاهزاً لاستقبال وتغذية الجنين ويدعى هرمون الحمل Pregnancy hormone، إذا حدث الإخصاب فإن الجنين يكون على سطح الرحم بعد (7) أيام ثم ينغرس Implantation في جدار الرحم، عندها يكون التكوين الجنيني في مرحلة (الكيسة

الارومية Blastocyst) التي حالما تنشط تأخذ خلايا الارومة المغذية بالتكاثر والنمو فترتفع نفاذية الشعيرات الدموية بالقرب من الكيسة الأرومية وتتعرى البطانة الرحمية في موضع الغرس فتغزو الأرومة المغذية للجينين جدار الرحم عبر هذه الثغرة التي تسدها البطانة الرحمية فينغرز الجنين في جدار الرحم. تستمر الغدة النخامية بإفراز (LH) ويبقى الجسم الأصغر فعالاً يفرز البروجسترون، فيتوقف التبويض والحيض فترة الحمل.



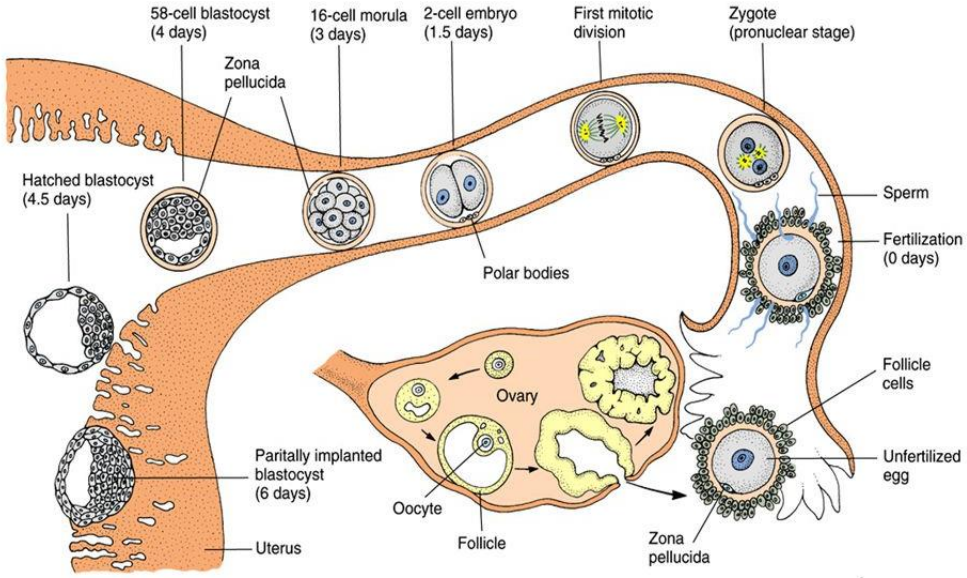
شكل (19): التغيرات في بطانة الرحم Endometrium خلال الدورة الحيضية Menstrual cycle.

تتكون المشيمة (السخد Placenta) من قبل الجنين وجدار الرحم وتطلق الهرمونات الآتية: Estrogen، Progesterone، Gonadotropins ويقوم الـ Progesterone بتهيئة الثدي لإنتاج الحليب. وإن إفراز الحليب وتحرره بعد الولادة (الإرضاع Lactation) يسيطر عليها هرموني Prolactin و الـ Oxytocin.

حفظ الحمل خلال الأشهر الثلاثة الاولى من قبل Progesterone المفرز من الجسم الأصفر لذا يعد الشهر الثالث من الحمل فترة انتقالية حرجة تكثر فيها حالات الإجهاض الطبيعية أكثر من بقية الفترات بعدها يبدأ الجسم الأصفر بالضمور وذلك لتغير مصدر إفراز الهرمون (شكل 20).

إذا لم يحدث الحمل توقف الغدة النخامية إفراز LH فيضمحل الجسم الأصفر خلال 10 أيام انخفاض مستوى هرموني Estrogen والـ Progesterone في الدم ولا يستطيع حفظ حالة الحمل ثم تتقلص الأوعية الدموية والطبقة المخاطية للرحم فتلفظ بطانة الرحم والدم في تجويفه. ثم ينطلق FSH

ثانية ويزداد إفراز الهرمون المحرض للتبويض Ovulation inducing hormone (OIH) فتبدأ سلسلة من العمليات تنتهي بانفجار الجدار الجريبي وتحرير البيضة ثانية لبدء دورة جديدة.



شكل (20): انطلاق وإخصاب البويضة في جنين الإنسان، وبداية الأسبوع الأول من التكوين الجنيني.