جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم)

علم الاجنة النظري

المحاضرة الرابعة

قسم علوم الحياة

المرحلة الثانية

2025-2024

مدرسو المادة

الاستاذ الدكتورة نهلة عبد الرضا البكري

الاستاذ مساعد الدكتورة وجدان بشير عبد

الاستاذ مساعد الدكتورة استبرق عزالدين محمود

الاستاذ مساعد الدكتورة اسماء بشير عبد

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:

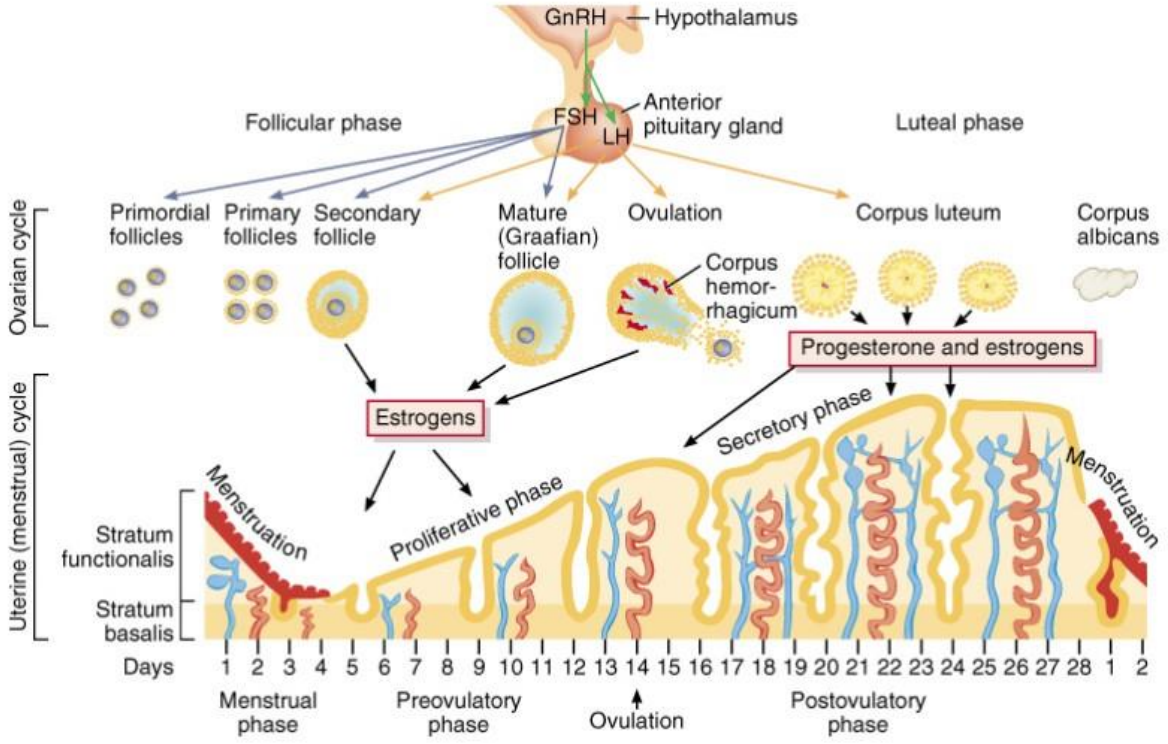
1- الهرمون المحرض للجريبة Follicle stimulating hormone FSH: يحفز الجريبية المبيضية على النضج وتكوين جريبة كراف.
2- الهرمون المحرض للجسم الأصفر Luteinizing hormone (LH) يحفز على تكوين الجسم الأصفر.

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.

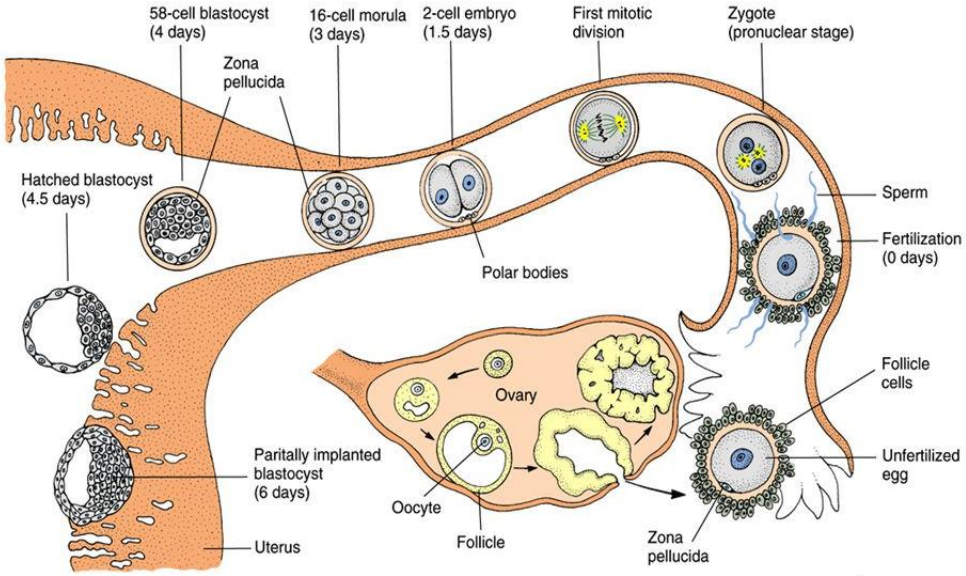


شكل (19): التغيرات في بطانة الرحم Endometrium خلال الدورة الحيضية Menstrual cycle.

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.

علاقة البيضة النامية في المحيط

تختلف الحيوانات من حيث وضعها للبيض أو ولادتها وكالآتي:

1- **الحيوانات البيوضة Oviparous:** وهي غالبية اللافقريات وعديد من الفقريات تضع بيضها في الوسط المحيط كي تنمو فيه، وقد يكون إخصابها خارجياً أو داخلياً، وهناك حيوانات تترك بيوضها وهناك حيوانات تهتم ببيوضها وتبحث عن مصادر غذائية ملائمة لصغارها عند الفقس.

2- **الحيوانات البيوضة الولودة Ovoviviparous:** وهي التي تبقى بيضها في قناة البيض ويستمد الجنين جميع غذائه من المح المخزون داخل البيضة ثم تفقس البيوض داخل الرحم ويحدث في العديد من اللافقريات كالحشرات والحلقيات وغيرها. وفي الفقريات شائعة في بعض الأسماك والزواحف كما في الثعبان وكذلك يحدث في السلمندر.

3- **الحيوانات الولودة Viviparous:** في بعض أنواع الحيوانات يتم التكوين الجنيني داخل جسم الأم ويحصل الجنين على غذائه من الأم عن طريق المشيمة (السخد) Placenta كما في كلب البحر والثدييات.

إن الجنين داخل البيضة كائن حي عليه التفاعل مع محيطه لأجل بقائه ويعتمد في الحصول على غذاءه من مخزون البيضة وله طرقه الخاصة بذلك وضمن تفاعله مع المحيط هو تخلصه من الفضلات وحصوله على O_2 وهذا يعتمد على نوع الجنين. ومن الأمثلة حول هذا الموضوع تظهر الدورة الدموية المحية مبكراً في أجنة المياه الدافئة ويتأخر ظهورها في أجنة المياه الباردة أن هذه المياه تحتوي على نسبة عالية من O_2 المذاب، وكذلك ينخفض معدلها الأيضي بانخفاض الحرارة.

التغيرات الخلوية في البويضة

تمر البويضة أثناء تكوينها بتغيرات سايتوبلازمية وتغيرات جزيئية وكالآتي:

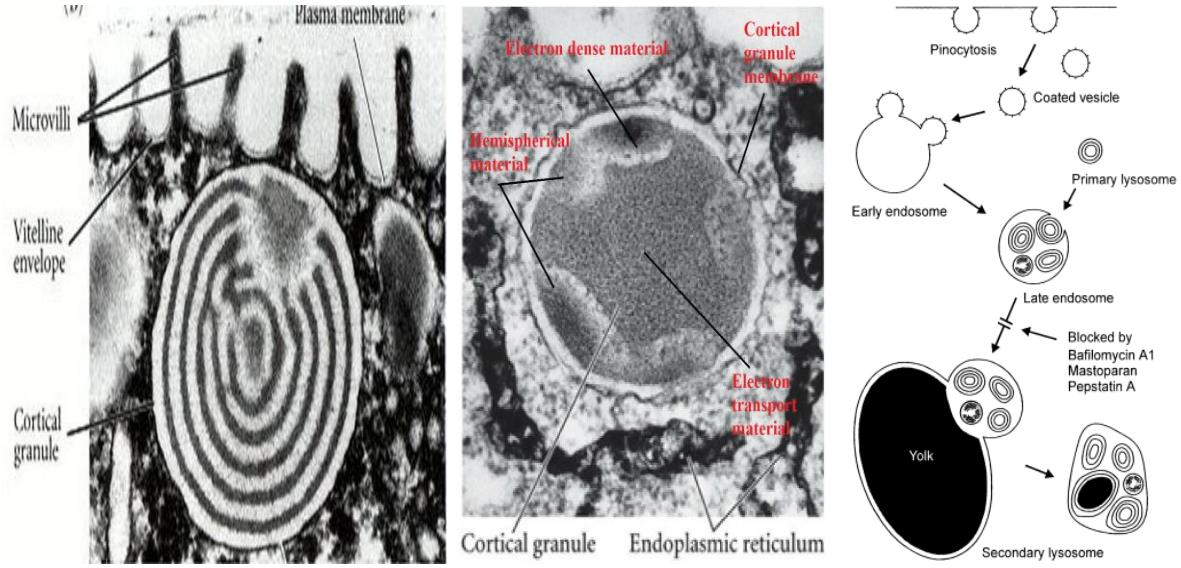
أولا- التغيرات السايتوبلازمية

تتم معظم هذه التغيرات أثناء نمو الخلية البيضة الأولية وعندها تكون معظم العضيات حول النواة، وتتشكل من الشبكة الاندوبلازمية والمايتوكوندريا وأجسام كولجي والأجسام المحللة وأثناء نموها تمر بالتغيرات الآتية:

1- زيادة في المايتوكوندريا وتوزيعها بالتساوي في السايتولازم.
2- زيادة في مكونات الشبكة الاندوبلازمية وفي أعداد الرايبوسومات.
3- ظهور حويصلات الشرب الخلوي Pinocytotic vesicles (شكل 21 أ).
4- تكوين الحبيبات القشرية Cortical granules، وهي كريات صغيرة ممتلئة بمواد بروتينية كاربوهيدراتية Glycoprotein تندمج مع غشاء البويضة عند الإخصاب وتصب محتوياتها حول البويضة (شكل 21 ب).

تتكون الحبيبات القشرية على سطح الشبكة الاندوبلازمية بمشاركة الرايبوسومات وتنتقل البروتينات المحددة للحبيبات إلى داخل الشبكة الاندوبلازمية ثم تنتقل إلى جهاز كولجي وهناك يضاف إليها الكاربوهيدرات. وتنفصل بشكل حويصلات متجهة نحو محيط قشرة البيضة ويبلغ قطرها 0.5 µm في قنفذ البحر و400 µm في الثدييات. يكون التنظيم الداخلي للحبيبات القشرية معقد وكالآتي:

1. في قنفذ البحر تنتظم محتوياتها على شكل طبقات متراكزة من مادة داكنة (شكل 21 ج).
2. في كائنات أخرى تتكون من مادة داكنة وكريات أقل دكانة.
3. في البرمائيات تكون محتويات الحبيبات القشرية متجانسة.



ج ب أ

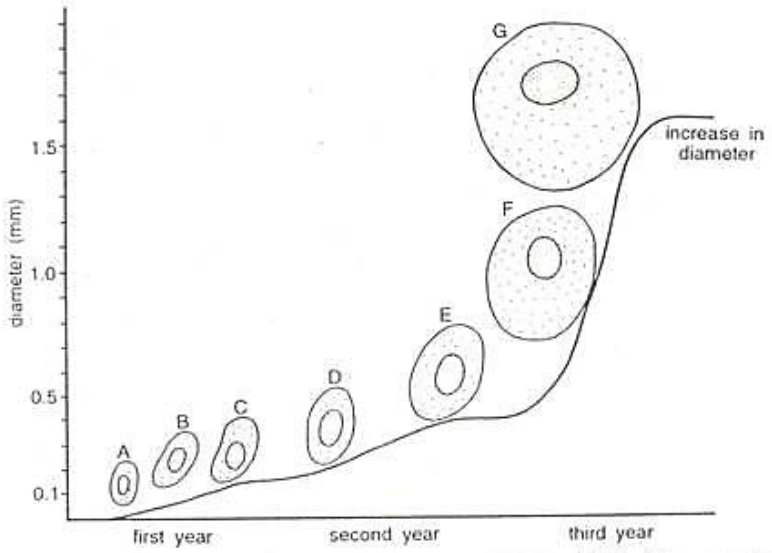
شكل (21): أ. عملية الشرب الخلوي الدقيق ودورها في تجمع المح داخل البيضة.

ب. الحبيبة القشرية Cortical granule

ج. موقع الحبيبة القشرية في قنفذ البحر

5- تكوين الزغيبات الدقيقة Microvilli: تتكون في الخلية البيضية النامية للعديد من اللافقريات والفقريات بشكل بروزات متعددة من سطح غشاء الخلية البيضية باتجاه الخلايا الجريبية التي تعطي بدورها بروزات متماثلة تمتد باتجاه الخلية البيضية (كما ذكر سابقاً) ونتيجة لتشابك البروزات يظهر محتوى الخلية البيضية بشكل مخطط يطلق عليه المنطقة الشعاعية Zona radiata. تعمل الزغيبات الدقيقة في تبادل المواد بين الخلية البيضية والخلايا الجريبية ولها دور في نقل المواد المكونة للبروتينات والمح وذلك عن طريق الشرب الخلوي الدقيق Micropinocytosis.

6- تكوين قطيرات محية Yolk droplets عملية تكوين المح Vitellogenesis: إن نمو الخلية البيضية الأولية من الملامح المهمة في تمايز البويضات وزيادة حجم السايتوبلازم يسهم في نمو الخلية البيضية، ولكن معظم النمو يعود إلى تخليق وتخزين المواد الغذائية وذلك بهدف تزويد الجنين بالمواد الغذائية اللازمة. يختلف طور النمو في الخلية البيضية الأولية حسب نوع الحيوان، فمثلاً في الضفدع تستمر ثلاث سنوات تقريباً وتبدأ بعد عملية التحول الشكلي Metamorphosis فيصبح حجم البويضة حوالي 1500 µm وهو أكبر من حجم الخلية البيضية الأولية بحوالي 27.000 مرة، والسبب وراء هذا النمو هو عملية تخليق المح (شكل 22).



شكل (22): مخطط يوضح زيادة حجم بويضة البرمائيات نتيجة تخليق حبيبات المح وتجميعها داخلها.

أما في بيوض الطيور فإن النمو يكون أسرع إذ يزداد حجم الخلية البيضية خلال أسبوعين حوالي 200 مرة. وفي بيوض الثدييات تكون البويضات أقل حجماً مما في بقية الفقريات، ففي الفأر مثلاً يزداد حجم البويضة أثناء النمو من 20 µm إلى 70 µm.

تبدأ عملية تكوين المح في بيوض الحيوانات بعد دخول الخلية البيضية الطور التمهيدي الأول، ويتألف المح من مواد غذائية تخزنها البويضة على هيئة قطرات محاطة بغشاء مكونة من ماء، دهون مفسفرة، بروتينات، كربوهيدرات.

منشأ المح

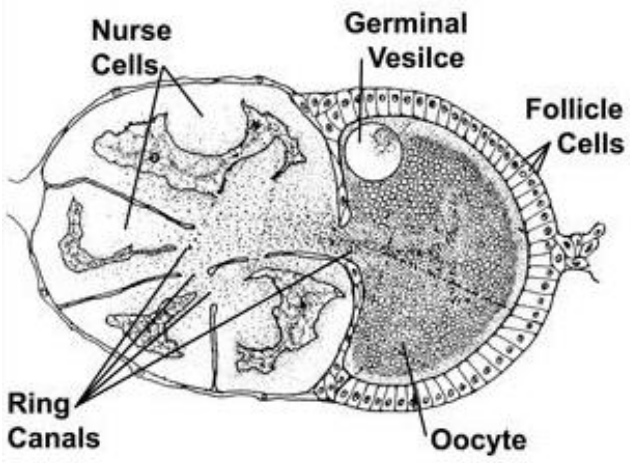
هناك مصدرين لمنشأ المح وهما:

1- **خارج البيضة Extracellular**: ويكون إما من الكبد أو الخلايا الجريبية كما في معظم الفقريات، وتنتقل عن طريق جهاز الدوران إلى الخلية البيضية.
2- **داخل البيضة Intracellular**: يتكون المح إما في الشبكة الاندوبلازمية وجسم كولجي كالقشريات، أو المايتوكوندريا كالبرمائيات حيث تتم فيها عملية فسفرة وبلورة المح بتوفر انزيم في المايتوكوندريا ومصدر الفسفور.

طريقة تكوين المح

يتكون المح بطريقتين هما:

1- **تكوين المح المغاير Heteronomous vitellogenesis**: تلتقط المواد الأولية لبناء المح من قبل خلايا مساعدة (مغذية Nurse cells) تمررها إلى سايتوبلازم الخلية البيضية عن طريق جسور بين خلوية كما في حشرة ذبابة الفاكهة (شكل 23).

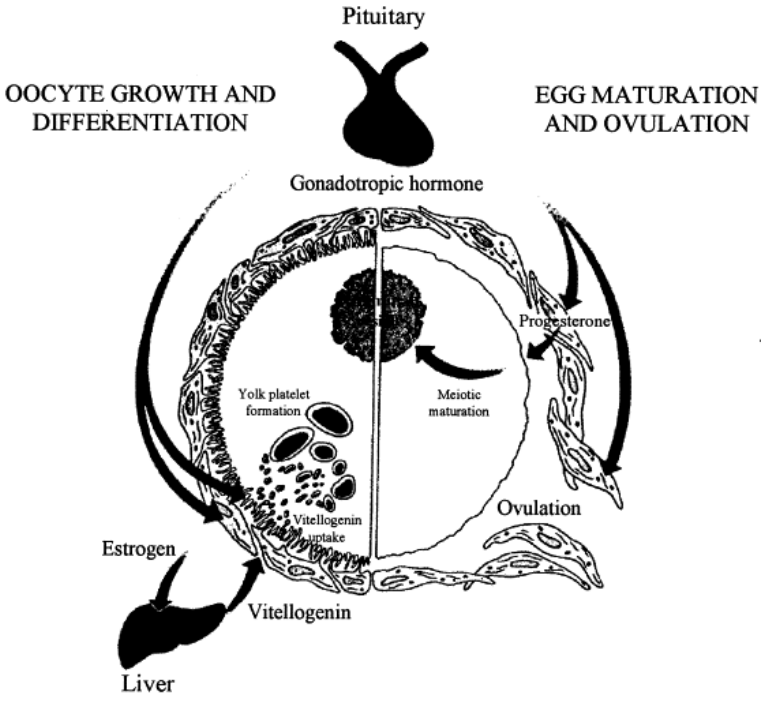


شكل (23): تكوين المح المغاير Heteronomous vitellogenesis.

2- **تكوين المح الذاتي Autonomous vitellogenesis**: وهي أكثر انتشاراً في أنواع الحيوانات حيث تمر المواد الأولية عبر غشاء البلازما للخلية البيضية.

مثال: تكوين المح في البرمائيات

يحفز نمو البويضات عن طريق عوامل بيئية تؤثر على تحت المهاد Hypothalamus لإفراز هرمون منشط للمبيض Gonadotrophic hormone يحفز الخلايا الجريبية على إنتاج هرمون Estrogen الذي يطلق إلى مجرى الدم ليصل إلى الكبد حيث يصنع مولد المح Vitellogenin الذي ينتقل إلى المبيض عبر الدم ثم إلى الخلية البيضية حيث يدخل في صفائح المح Yolk platelets. يرتبط تكوين المح بإنضاج البويضة ويتم ذلك تحت تأثير هرمون Progesterone الذي تنتجه الخلايا الجريبية تحت تأثير الهرمون المنشط للمبيض (شكل 24).



شكل (24): مخطط يوضح التنظيم الهرموني لنمو وتمايز بيضة البرمائيات.

أنواع المح

توجد ثلاثة أنواع من المح تمتلك صفات كيميائية مختلفة وتنظيم جزيئي متباين وهي:

1- مح قالب المايتوكوندريا Mitochonderial matrix yolk.

2- مح داخل عرف المايتوكوندريا Mitohondrial intracristal yolk.

3- المح الحويصلي Vesicular yolk.

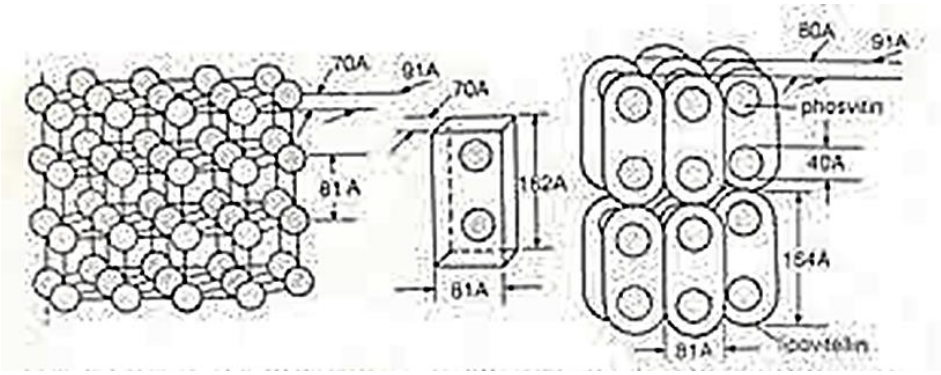
التركيب الكيميائي للمح

يتألف من مركبين بروتينيين هما (شكل 25):

A-الفوسفتين Phosvitin جزيئاته كروية الشكل.

B-المح الدهني Lipovitelline جزيئاته اسطوانية الشكل.

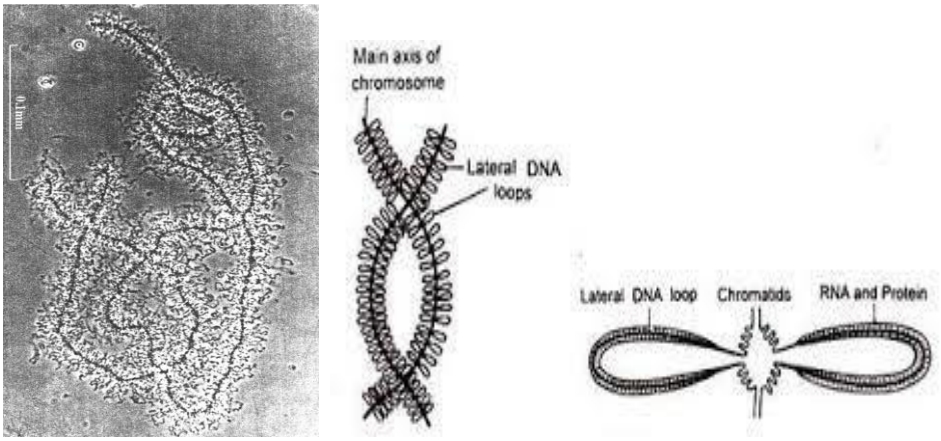
كل جزيئتين في الفوسفتين تتحد مع جزيئة واحدة من المح الدهني ويتجمع المعقد الناتج بمجاميع سداسية يشترك في تركيبها الكيميائي N_2، P، S، دهن، كربوهيدرات، بروتين. يوجد هذا الترتيب للمح في بيوض دائرية الفم والأسماك أو بيوض الزواحف والطيور سائلة لاحتوائها على نسبة عالية من الماء ولهذا علاقة بوضع البيوض على اليابسة حيث يشكل الماء المخزون في البيضة المورد الوحيد للجنين.



شكل (25): التركيب الكيميائي للمح في الضفدع.

ثانياً–التغيرات الجزيئية

وهي النوع الثاني من التغيرات الخلوية في البويضة، وتتمثل بالتغيرات التي تتم داخل النواة التي هي المكان الأساسي للنشاط الكيميائي الحيوي فيزداد حجم النواة وتنتفخ مكونة الحوصلة الجرثومية Germinal vesicle. بعد بدء تكوين المح يقل تكثف المادة الكروماتينية وتمتد الكروموسومات وتتفرع خيوط دقيقة بطريقة عمودية بالنسبة للمحور الطولي للكروموسوم فتعطي شكلاً يشبه (فرشاة المصباح Lamp brush chromosome) (شكل 26) وهذه الكروموسومات لوحظت في أنوية بويضات العديد من اللافقريات والفقريات ومن ضمنها الأسماك.



شكل (26): كروموسوم فرشاة المصباح Lamp brush chromosome

إن الخيوط الدقيقة الممتدة تمثل امتداداً لجزئ DNA، وتأخذ شكل عروة Loop تسمى كل عروة وحدة نسخ Transcriptional unit، وقد لوحظت ألياف دقيقة على كل عروة لكروموسوم فرشاة المصباح، ووجد أيضاً أن هذه العروات تمثل مواقع تصنيع الجزيئات RNA والبروتينات.

وفي بعض البرمائيات وجد أن كل عروة تحتوي 50-100 µm من DNA وهي مادة كافية لتصنيع عدة بروتينات، إضافة إلى تصنيع mRNA فإن أنوية الخلايا البيضية تصنع tRNA و rRNA وهذه تخزن في النويات ثم تطلق إلى السايتوبلازم لتسهم في تكوين البروتينات التي يحتاجها الجنين بعد الإخصاب مباشرة ومن هذه البروتينات:

1- **التيوبيولين Tubulin:** يكون النبيبات الدقيقة Microtubules التي تسهم في فصل الكروموسومات خلال عملية التفلج Cleavage.

2- **الأكتين Actin:** يكون الخويطات الدقيقة Microfilaments التي تسهم في تخصر السايتوبلازم أثناء عملية التفلج.

3- **الانزيمات المتعددة** واللازمة في النشاطات الايضية المختلفة أثناء التكوين الجنيني المبكر.

4- **بروتينات ZP_1، ZP_2، ZP_3** التي لها دور فعال أثناء عملية الإخصاب وهذه البروتينات تصنع في بويضات الثدييات.