علم الأجنة

م. د. نافع احمد سعود

المصادر

1- علم الاجنة الطبعة الثانية 2000

تأليف

الدكتورة كواكب عبد القادر المحتار

الدكتورة امل علي الخطيب

الدكتور محمد امين عبد الكريم

Physiology and Pathology of Reproductive System 2017 -2
Assit.prof.Dr. Sabah Abdal Hameid A.Rahman

3- الاساسيات في علم الاجنة
تأليف
أ.م.د. محمد عبد الهادي
أ.م.د. الحكيم احمد الراوي
أ.م.د. شليمون ايش

المحاضرة الأولى

علم الأجنة Embryology

علم الأجنةembryology: وهو العلم الذي يهتم بدراسة النمو الجنيني من مرحلة الإخصاب الى مرحلة الفقس او الولادة . وقسم من العلماء أشار الى انه يمثل النمو الجنيني الى مرحلة الموت .

نظريات علم الأجنة في التكوين الجنيني :

يعد علم الأجنةمن العلوم القديمة جدا بتاريخه فهو يمتد إلى أرسطو Aristotle (قبل الميلاد) الذي أجرى دراساته على جنين الدجاجة مستعينا بالعين المجردة واستمر الحال كذلك حتى ظهور المجهر الضوئي الذي ساعده على قيام حركة بحث نشطة. حيث ظهرت العديد من المحاولات لدراسة النمو الجنيني حيث ظهرت عدة نظريات ناقشت هذا النمو ومن أهم هذه النظريات:

1- نظرية التكوين التراكمي(التشكيل التدريجي) Epigenesis theory:

تدعي هذه النظرية بان نمو أجزاء الجنين الدجاج تكون بصورة متتابعة وتراكمية حيث يتكون في البداية أول جزء مهم في الجسم وهو القلب أولا ثم أجزاء الجنين الأخرى التي تتكون حول الأوعيةالدموية ومن رواد هذه النظرية العالم ارسطوا الذي أعطى أول وصف لنمو جنين الدجاج .

انتقدت هذه النظرية ثم عادت الى الانتعاش والظهور مجددا فأدت تجارب ودراسات كاسبرولفkasperwolff إذ بين انه رأى مادة حبيبيه تعاني تغيرات مظهريه كثيرة قبل إن تأخذ شكل الجنين وانه لم يرى جنين مصغر داخل البيضة غير المحضونة (كما سيأتي لاحقا) وقد نالت هذه تأيد علماء الأجنة في القرن التاسع عشر ومنهم فون بيرvon buer .

2- نظرية التكوين المسبق (قبل التشكيل) Preformation theory

ومن روادها العالم مالبيجيmalpighiحيث تنص على ان هناك جنينا صغيرا كاملا داخل خلية البيضة غير المحضونة للدجاجة ولذا فان عملية التكوين الجنيني ليس إلا نمو الجنين الصغير وزيادة أجزاءه وزيادة كثافتها تماما كما ينمو برعم النبتة. ولكن بعد اكتشاف النطف sperms وملاحظة دورها في النمو الجنيني تحولت الفكرة من وجود جنين مصغر في خلية البيضة الى وجوده في راس الحيمن او النطفة وان دخوله داخل خلية البيضة سوف توفر له المناخ الملائم للنمو كما توفر التربة الظروف الملائمة لنمو البذور

ملاحظة : النظريتان أخفقتا في معرفة كيف تتكون الذرية (الاجيال).

3- نظرية الصندقه Empoimet theory or Encasement theory

انبثقت نظرية الصندقة والتي تعتبر تحويرا عن الفكرة الأساسية لنظرية التكوين المسبق . وتنص هذا النظرية على إن إفراد الأجيال المتعاقبة تحفظ في الإفراد الجنسية للام الواحد داخل الأخرى على شكل صناديق الواحد داخل الأخر وبحجوم مختلفة وإعداد ما لانهاية وحيث عند فتح الصندوق الكبير مثلا سوف يظهر جيل جديد من الإفراد وهكذا عند فتح صندوق آخر وظهور أفراد أخربجديدة . وقد كان سوامرداموبونت Bonnet من ابرز مؤيدي هذه النظرية.

4- نظرية التطور Development theory :

او تسمى بقانون التكوين الحياتي لمولر وهيكًل Biogentic low of muller and Haeckleوقد إعادة فرتز مولر Fritz muller (1864) وارنست هيكًل Ernst Haeckel (1868) صياغة قانون بير على ضوء نظرية التطور فصارت تدعى في منطق التطور على ان الصفات العامة مبكرة الظهور تمثل الصفاتالموروثه من الأجداد المشتركين في حين تمثل الصفات المميزة للأنواع المختلفة والتي تظهر في وقت متأخر الصفات التي اكتسبها النوع خلال تطوره .

5- النظرية الحديثة Modern theory :

تشير المعلومات المتوفرة في الوقت الحاضر على ان عمليات التكوين الجنيني تكون مسبقة (علم التكوين المسبق) لان كل المعلومات المتوفرة الخاصة بالجنين وعمليات تكوينه تكون محددة مسبقا ومحمولة في الحامض النووي DNA وهو تراكمي أيضا إذ إن أجزاء الجنين المختلفة تظهر تباعاً.

حقول علم الأجنة

مر علم الأجنةبعدة مراحل وحقول دراسية مختلفة أهمها :

أ – كان في بداية الأمر كعلم وصفي descriptiveحيث يقوم الباحث بوصف النمو الجنيني الذي يلاحظه اعتمادا على العين المجردة او الآلة المكبرة ويكتفي الباحث فيه بالمراقبة فقط دون التدخل .وخير مثال ماقام به العالم أرسطو الذي قام بوصف التكوين الجنيني للطير داخل البيضة

ب –بعدها تحول علم الاجنة الوصفي الى علم تجريبي experimental embryology حيث بدا العلماء يعتمدون على أجراء تجارب عديدة وعلى حيوانات مختلفة لمعرفة مراحل النمو الجنيني وكما استخدموا الأصباغ المتعددة لتلوين أجزاء الجنين النامي لإعطاء التمايز بين الأجزاءالمختلفة .

ج- **اما علم الأجنة المعاصر او التحليلي**analytical embryologyالذي يعتمد على تحليل الفعاليات الحيوية المختلفة على الجينات والحوامض النووية وتحليل اجزاء الجنين المختلفة ومعرفة مكونها وأجزاءها الدقيقة ومم يتكون كل جزء حيث اثبت موركن(1919) morgon بان الجينات تترتب بصفوف خيطيه على كروموسومات الخلايا وأنهاالمسؤولة عن انتقال الوراثية .

*** المراحل المختلفة التي يمر بها النمو الجنيني لكائن حي ما :**

يمر النمو الجنيني لأي جنين كان بمراحل مختلفة ومتسلسلة وهي :

1- مرحلة تكوين الأمشاجGametogenesis :
2- مرحلة الإخصاب Fertilization
3- مرحلة التفلج Cleavage
4- مرحلة الاريمةBlastulla stage
5- مرحلة المعيدة Gastrulla stage
6- مرحلة تكوين بداءات الاعضاء Formation of primary Rudiments

اولا : مرحلة تكوين الأمشاج gametogenesis:

وهي العملية التي يتم من خلالها انتاج الامشاج الذكرية والانثوية من الخلايا الجرثومية الاولية primordial germ cells وتتضمن عمليتان ثانويتان هما :

أ- Spermatogenesis : يتم فيها أنتاجالأمشاج الذكرية فقط sperms

ب- Oogenesis : يتم من خلالها إنتاجالأمشاجالأنثوية فقط Ova .

يمثل تكوين الخلايا الجرثومية germ cell المتخصصة أو تكوين الأمشاج gametogenesis الخطوة الأولى في عملية التكاثر الجنسي وتحتوي هذه الخلايا عل نصف العدد المميز للنوع من الكروموسومات فهي أحادية المجموعة الكروموسوميهhaploidويرمز لها (1 n). وتعرف بالخلايا الجرثومية الانثويه الناضجة باليوضova ومفرده بيضه ovum بينما تعرف الذكرية فيها بالنطفة أو الحيامن sperms.

***أصل الخلايا الجرثومية origin of germ cells**

يعتقد الكثير من العلماء في حقل علم الأجنة ان الخلايا الجرثومية الأوليةprimordial germ cellsتنشا من الحرف الجرثومي germinal ridge الذي هو في نفس الوقت مسؤول عن تكوين الغدد التناسلية gonads (الخصى والمبيض) ولكن الدراسات الحديثة أثبتت ان هذا الحرف الجرثومي فقط مسؤول عن تكوين الغدد التناسلية وان الخلايا الجرثومية الأولية تنشا في أجزاء بعيدة من الجنين بعيدا عن الحرف الجرثومي ثم تنتقل بعد ذلك الى داخل هذا الحرف وتنطمر فيه عن طريق الدوران او الحركة الأميبية وان مناطق نشؤوها يختلف حسب نوع الكائن الحي وكما يلي :

1- في البرمائياتاللاذنبية(مثل الضفدع) : تنشا من الطبقة تحت القشرية subcortical layer من القطب الخضري للبيضة المخصبة قبل تفلجها .
2- في حين السمكة العظمية Poecllia لوحظ ان الخلايا الجرثومية تنشا من الصفيحة الجانبية للأديم المتوسط Lateral plate mesoderm
3- في الزواحف والطيور لوحظت خلايا شبيهه بالخلايا الجرثومية في الجزء خارج جنيني من الأديم الباطن endoderm وبعدها تهاجر الى الغدد التناسلية عن طريق جهاز الدوران .
4- في البرمائيات الذنبية تنشا هذه الخلايا الجرثومية الأولية من الجزء الخلفي للصفيحة الجانبية للأديم المتوسط ثم تهاجر الى الغدد التناسلية بحركة أميبية
5- في حين الفار والإنسانفأنها تنشا من الأديم الباطن لكيس المح قرب الساق اللقانقيallantoic stalkوقد تم أثبات ذلك تجريبيا في الفار وفي حين لم يثبت تجريبيا في الإنسان.

***تكوين النطف spermatogenesis**

تتكون الأمشاج المذكرة (الحيوانات المنوية) في الخصية داخل الأنيبيبات المنوية. تحتوي كل خصية على عدد كبير من الأنيبيبات المنوية Seminiferous Tubules الطويلة الملتوية المبطنة بطبقات من خلايا طلائية جرثومية (نسيج طلائي مكعبي مطبق), ويربط الأنيبيبات المنوية بعضها ببعض نسيج ضام غني بالأوعية الدموية يعرف بالنسيج الضام النيبيبي intertubular connective tissue, كما تنتشر بين الأنيبيبات المنوية خلايا لايدج البينيةInterstitial cell of leydigوهي خلايا كروية أو متعددة الأضلاع ذات أنويه كروية كبيرة وسيتوبلازم حمضي وتبدأ بوظائفها بعد النضج الجنسي حيث تفرز الهرمون الجنسي الذكري التستوسترون ، وتبطن الأنيبيبات المنوية بالخلايا الجرثومية الأولية Primordial germ cells(نسيج طلائي مكعبي مطبق

)التي تبدأ في تكوين **خلايا أمهات المنى**spermatogonia التي تتحرك أثناء مراحل تحولها إلى حيوانات منوية إلى المنطقة الداخلية حيث يقع تجويف النبيب.

تنتقل الخلايا الجرثومية الأولي primodiol germ cells في الغدة التناسلية الذكرية (الخصى) من القشرة cortexالى اللب medullaحيث توجد الحبال الجنسية الابتدائية **Primitive Sex Cords**التي تتجوف وتتحول الى النبيبات المنوية seminiferous tubules.ان عملية تكوين النطف عملية مستمرة يمكن مشاهدة مراحل مختلفة من تكوين النطف في النبيب المنوي في نفس الوقت حيث تظهر كل منطقة من النبيب طورا مختلفا من عملية تكوين النطف ولهذا السبب توجد نطف ناضجة في بعض مناطق النبيب المنوي في حين تظهر ارومات النطف في مناطق اخرى منه . ولكن هذه المراحل تظهر ترتيبا محددا اذ تنتظم الخلايا بترتيب شبه طلائي في النبيب تتخذ فيه المراحل البدائية سليفات النطف spermatogonia موقعا محيطيا بينما تتمايز كلما تقدمنا نحو تجويف النبيب .

تمر الخلية الجرثومية الأولية بسلسلة من الانقسامات الخيطية multimitotic divisionالمتتالية لتنتج سليفات النطفspermatogonia التي تستقرمباشرة بجوار الصفيحة القاعدية المحيطة بالنبيب والتي تحتوي على العدد المضاعف من الكروموسومات (diploid 2n) والتي بدورها تمر أيضا بسلسلة من الانقسامات الخيطية المتتالية وتبقى ساكنة الى حين البلوغ الجنسي . حيثيتخذ بعضها موقعا محيطيا لتصبح سليفات نطفيه جديدة تعوض عن السليفات التي تمايزت والبعض الآخرينتقل باتجاه التجويف النبيب حيث تنمو الخلية إلى حجم يفوق حجم سليفات النطف نتيجة لزيادة كمية السايتوبلازمفيطلق عليها حينئذ الخلية النطفية الأولية primary spermatocyteالتي تشغل المنطقة الوسطية من النبيب المنوي وهنا تمر بالمرحلة الأولى من الانقسام الاختزالي meiosis ويعرف بالانقسام النضجي الأول first maturation division يؤدي اختزال عدد الكروموسومات إلى النصف في الخليتين الناضجتين تعرف كل من هاتين الخليتين باسم الخلية النطفيه الثانوية secondary spermatocyte(تكونان متساويتين بالحجم)واللتان سرعان ما يمران بالمرحلة الثانية من الانقسام الاختزالي (الانقسام النضجي الثاني)دون المرور بطور نمو (مع بقاء عدد الكروموسومات ثابتا) لتنتج أربع خلايا صغيرة ومتساوية بالحجم وهي ارومات النطف spermatidsاحادية المجموعة الكروموسومية haploid 1nثم تظهر ارومات النطف نفسها في السايتوبلازم الطرفي لخلية سرتولي sertoli cell ثم تنفصل عنها لتتحول هناك تدريجيا الى نطف ناضجة بعملية تدعى بالتحول النطفي spermeogenesis

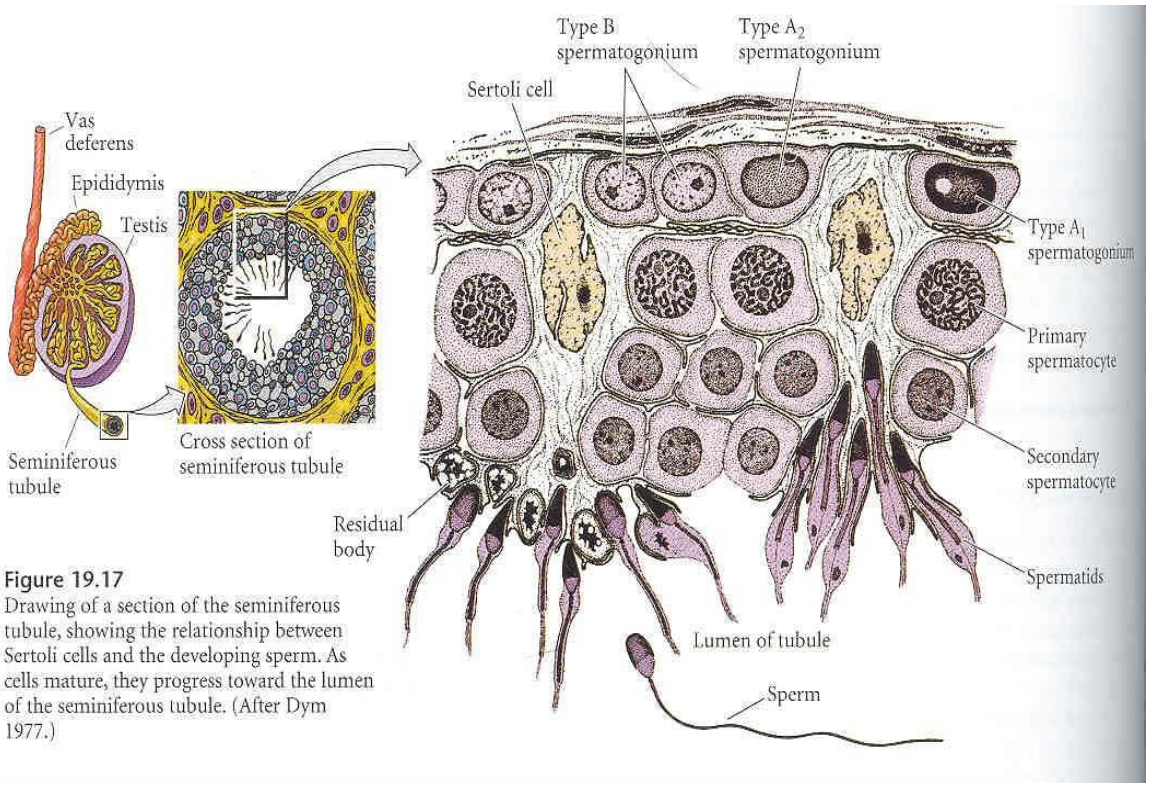


Figure 19.17
Drawing of a section of the seminiferous tubule, showing the relationship between Sertoli cells and the developing sperm. As cells mature, they progress toward the lumen of the seminiferous tubule. (After Dym 1977.)

ملاحظه:

1- إن الفترة التي تستقر فيها سليفة النطفة لتصبح نطفه ناضجة هي 64 يوما لكن تبقى غير قادرة على إخصاب البيضة حتى تمر بفترة تمكين capacipation وتفاعل للجسم الطرفي لها acrosome reaction.

2- عملية تكوين النطف تحدث فيها عمليتان أولهما اختزال العدد الأصلي من الكروموسومات فتتحول من خلية ثنائية المجموعة الكروموسوميةdiploid الى خلية أحادية المجموعة الكروموسوميةhaploid وعودة العدد الأصليأثناء عملية الإخصاب .وثانيهما هو حدوث التحول الشكلي للنطف

3- نتيجة للانقسام الاختزالي تتكون أربع خلايا منوية وتكون كمية السايتوبلازم فيها متساوي(متساوية الحجم) ، ولها القدرة على النمو والتمايز الى أمشاج بالغه لكن محتواها من الكروموسومات متباين حيث إن اثنين تحمل x1+22 كروموسوم بينما يحمل المشجيين الآخرين (Y1+22) كروموسوم.

4- يوجد بين الخلايا الجرثومية الأولية (سليفات النطف) **خلايا سيرتولي Sertoli cells** وهي خلايا هرمية الشكل أو عاموديه طويلة تستند على الغشاء القاعدي للنبيب المنوي ممتدة من قاعدته إلى تجويفه و لها نواة ذات شكل غير منتظم وتكون حدود الخلية غير منتظم وغير متميزة اذ أن رؤوس النطف الناضجة تقع في انخفاضات عميقة من سايتوبلازمها (او يتفرع من جانبي ورأس كل خلية

بروزات متعددة تحيط بالخلايا المنوية الأولية والثانوية و ارومات النطف فيبدو الغشاء الخلوي متعرجاً معقداً يصعب تميز حدوده تحت المجهر الضوئي) , **ولخلايا سيرتولي وظائف متعددة منها :**

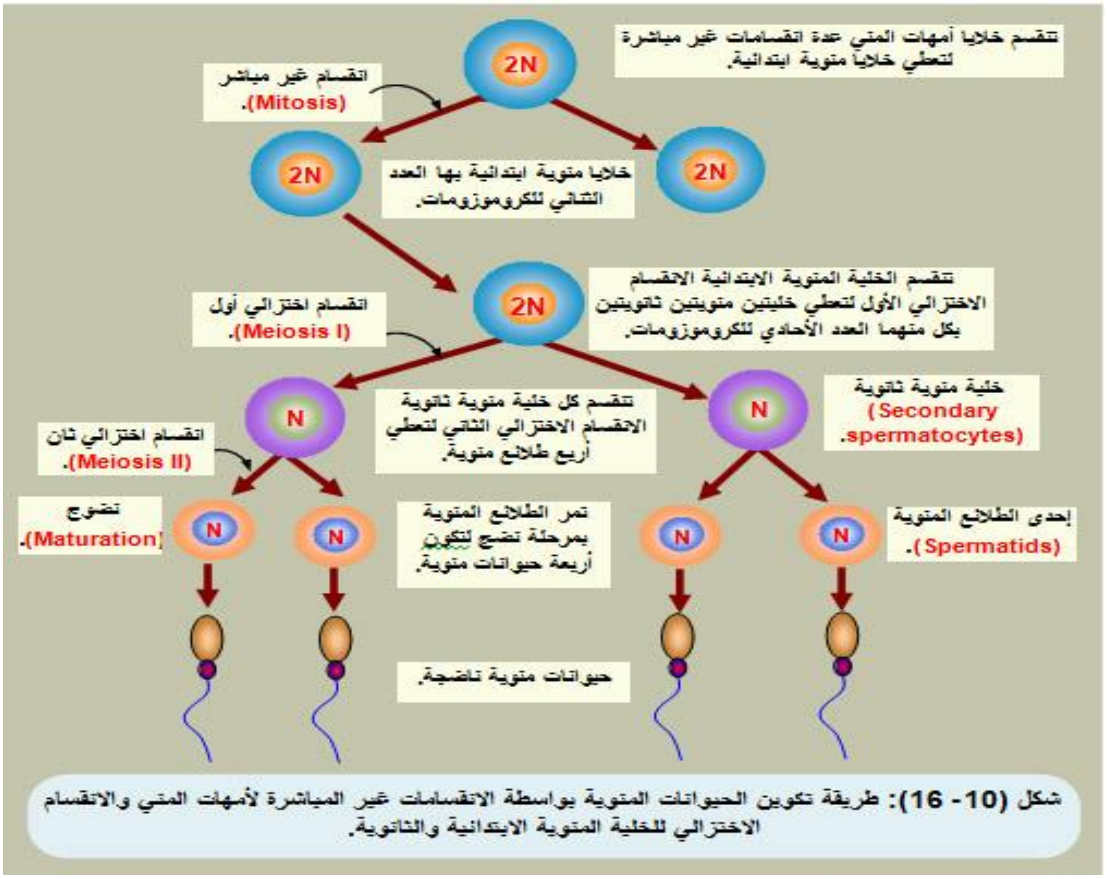
*دعم و حماية وتغذية الحيوانات المنوية ,من خلال الاتصال الوثيق بين أغشية خلايا سرتولي و الخلايا المنوية في مراحل تمايزها المختلفة :

* البلعمة phagocytosis التخلص من الأجسام السايتوبلازمية الباقية التي تطرحها الحيوانات المنوية بعد انتهاء مرحلة تمايزها .

* إفراز سائل ينساب من تجاويف الأنيبيبات المنوية باتجاه القنوات التناسلية , ويساعد هذا السائل على حركة الحيوانات المنوية .

* تفرز بعد البلوغ الجنسيبتايد يسمى الانهبينinhibinوالاكتيفين اللذان ينظمانإفراز هرمون FSHمن الغدة النخامية الأمامية.

* المساعدة في إطلاق الحيوانات المنوية ,وذلك بتراجع الأذرع التي تحتضن رؤوس هذه الحيامن



شكل (10- 16): طريقة تكوين الحيوانات المنوية بواسطة الانقسامات غير المباشرة لأمهات المني والانقسام الاختزالي للخلية المنوية الابتدائية والثانوية.

***التحول الشكليSpermiogenesis:**

ويقصد بها تحول ارومات النطف spermatidsالى نطف ناضجة mature sperm وتحدث هذه العملية في الجزء العلوي من سايتوبلازم خلايا سرتولي . حيث تحدث خلال هذه العملية تغيرات جذريه كثيرة أهما:

1- تغيرات نووية:

تحتوي أرومة النطف حديثة التكوين على نواة مركزية الموقع وجهاز كولجي جيد التكوين الذي يقع بالقرب منها ويحتوي السايتوبلازم على عدد كبير من المايتوكوندريا وزوج من المريكزاتcentrioles

حيثتبدأ المادة الكروماتينية بالتكثف والتركيز وتصبح بأشكالعصوية او حبيبات كبيرة بعد ان كانت المادة الكروماتينية بشكل حبيبات دقيقة متجانسة وبعدها يتغير شكل النواة وتركيبها تدريجيا ويعطي الشكل المميز لراس الحيمن الذي يميز النوع الذي ينتمي اليه وتكون النتيجة النهائية نواة كثيفة جدا تتخذ إشكالا مختلفة في الأنواع المختلفة فنواة النطفة في اغلب الأسماك شبه كروية وفي البرمائيات اسطوانية مستدقةو

بيضوية مسطحة في اغلب الثدييات.

2- تكوين الجسم الطرفي Acrosome

ويتكون مناتحاد حويصلات جهاز كولجي مكونا فجوة او حوصلة كبيرة واحدة تعرف بفجوة الجسيم الطرفي acrosom vacuoleوقد تكون هذه الحويصلة فارغة أو قد تحتوي على حبيبات دقيقة تسمى بحبيبات الجسيم الطرفي الأولية proacrosomal granulesوكل حبيبة من الحبيبات تكون منحصرة في داخل فجوة من فجوات جهاز كولجي، وباستمرار عملية التكوين تندمج هذه الحبيبات مكونه حبيبة واحدة كبيرة في داخل فجوة كبيرة ناتجة عن اندماج بعض فجوات جهاز جولجي وتعرف هذه الفجوة باسم حويصلة الجسم الطرفي والحبيبة الكبيرة باسم حبيبة الجسم الطرفي ،حيث تتحرك الفجوة وبداخلها حبيبة الجسيم الطرفي في اتجاه القطب الأمامي للنواة حتى تلتصق بالغشاء النووي والتي تتسطح من جهتها القريبة من الجزء الأمامي للنواة بينما تتحدب من الناحية الأخرىوتفقد الفجوة ما بها من سوائل ثم تنضغط فوق راس الحيمن وتحيط بمقدمة الرأس وتكون مايعرف القلنسوة او غطاء ألراسhead capالذي يحصر بين غشاءيها بالجسيم الطرفي.

يحدث في هذه المرحلة تحورات جذرية لراس الحيمن والنواة والذيل.

أ- تتحرك النواة من مركز الخلية إلى الحافة وتستطيل أو تصبح بيضة أو مفلطحة حسب نوع الحيمن

ب- تأخذ قمة الحيوان المنوي أشكالاً وأحجام مختلفة حسب نوع الحيمن.

ت- يتحرك معظم السايتوبلازم إلى الطرف الخلفي للنواة ثم يحيط بالجزء الأمامي من الذيل الذي تهاجر إليه الميتوكوندريا ويكون هذا الجزء مستقبلاً القطعة الوسطية للحيمن.

3- المثقب Perforatrium :

تركيب أضافييظهر في تركيب نطف بعض البرمائيات والقوارض والطيور يقع بين الجسيم الطرفي ونواة الحيمن يساعد الجسيم الطرفي على تفكيك أغلفة البيضة لدخول الحيمن .

4- الطوق Manchette :

تركيب انتقالي يظهر قبل تكثف مادة نواة راس الحيمن ويختفي بعد أكمال التكاثف وتكوين القطعة الوسطية ويتكون من مجموعة من النبيبات الدقيقة microtubules تترتب بشكل مخروط ناقص شبيه بالكرة تحيط بالنواة جانبيا (أي تحيط بالجزء الخلفي لنواة راس الحيمن) ومع استطالة النطفة يتحول شكله الى اسطواني لذلك يعتقد ان وظيفته ذات علاقة بعملية استطالة النطفة .

5- تكوين العنق والقطعة المتوسطة والذنب

يقعالمريكزان centrioles فيالسايتوبلازم المحيطي لأرومة النطفة ويشابه المريكز في تركيبه الأجسام القاعدية للأهداب. حيث يبدأأحداهما بتكوين السوط وخلال استطالة أرومة النطف ينتقل هذين المريكزين والسوط الى الداخل عند القطب الخلفي للنواة حيث يتخذ المريكز القريب Proximal centriole وضعا عموديا على المحور الطولي للنطفة ويستقر في منخفض في قاعدة النواة وهو المسؤول عن تكوين القطعة الوسطية بمساعدة المايتوكوندريا التي تتخذ وضعا حلزونيا بينما يكون المريكز البعيد distal centriole وضعا خلف المريكزالأول والذي يستطيل ليكون الخيط المحوري الذي يعد الأساس لتكوين الذنب .

ملاحظة : كلما تقدمت عملية التحول الشكلي يزاح السايتوبلازم الزائد على شكل أجسام متخلفة او متبقية residual bodies وتبقى طبقة رقيقة من السايتوبلازم كغطاء فوق النواة والقطعة الوسطية والذنب ويعتقد ان هذه الأجسام المتبقية تلتهم من قبل خلايا سرتولي وتبقى محتوياتها الدهنية ضمن سايتوبلازم هذه الخلايا الذي ربما تستخدمه في أنتاج هرمون مهم في عملية تنظيم تكوين النطف .

***النطفة الناضجة Mature sperm :**

يكون حجم النطفة بصورة عامة صغير جدا ومتفاوت من نوع لأخر كما يختلف شكل النطفة في الأنواع المختلفة سواء كان الاختلاف في شكل الرأس أو وجود العنق أو انعدامه ووجود أو عدم وجود الذيل وطوله .

بالنسبة لنطف الإنسان فيمكن وصفها بما يأتي :

1- الرأس Head

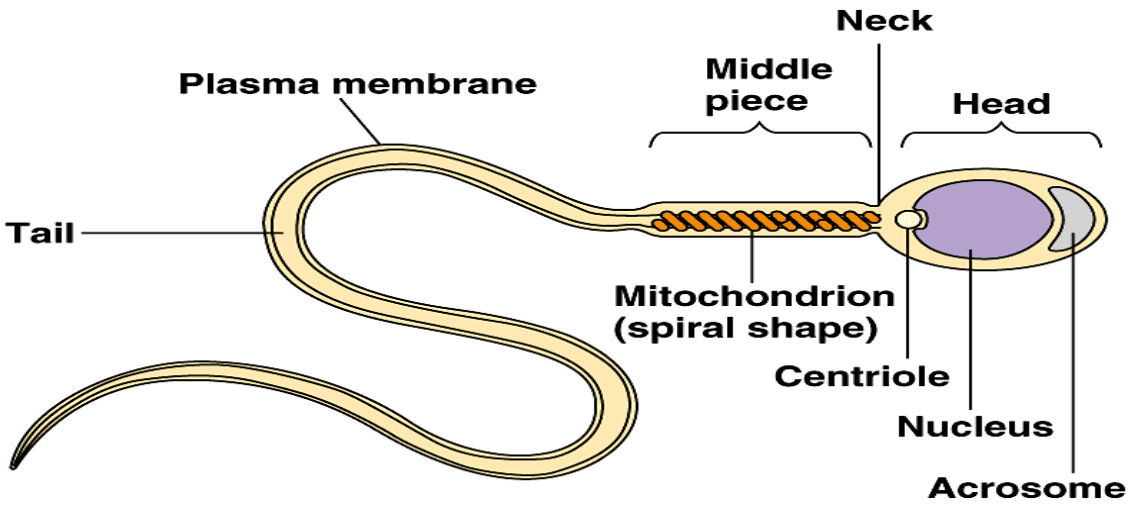
يتكون من النواة والقبعة الراسية head cap المحتوية على الجسيم الطرفي عند حافته الأمامية ويحتل الجزء الأكبر من الرأس النواة التي تحتوي على المادة الوراثية DNA وبالتالي هي المسؤولة عن عن نقل الصفات الوراثية ، كما أنها مسؤولة عن تحديد الجنس ويعتقد ان وظيفة الجسيم الطرفي هي تكوين مواد ذات طبيعة انزيمية محللة تدعى المحللات النطفية Sperm lysine وفي الثدييات يسمى هذا الأنزيم باسم هايلوروندیزhyaloronidase والتي تحلل أغلفة البيضة في منطقة التقاء النطفة بالبيضة وبذلك تسهل مرور النطفة لتصل الى سطح البيضة وتمكين النطفة من اختراقها ويوجد على السطح الخلفي للنواة انخفاض يستقر فيهالمريكز القريب (الداني) proximal centriole

2- القطعة الوسطية Mid – piece

وهذه تتصل بالرأس عن طريق العنق neck قصير ويوجد فيها المريكز البعيد (القاصي) distal centriole المستمر مع الخيط المحوري Axial filamentوالمريكز الداني الذي يدخل في انبعاج في النواة من الخلف . كما توجد في هذه القطعة المايتوكوندريابشكل لولبي حول الخيط المحوري وهي المسؤولة عن تجهيز السوط بالطاقةATP ، كما توجد فيها قاعدة الذيل.

3- الذيل Tail

وهو أطول جزء من النطفة يحاط بطبقة رقيقة من السايتوبلازم المغطى بغشاء بلازمي ، يؤلف الخيط المحوري الجزء الأساسي منه الذي يستدق في نهاية الذنب حتى يختفي. وتركيبه مشابه لتركيب الاسواط او الأهداب اي يتكون من تسعة أزواج من النبيبات الدقيقة المزدوجة تحيط بزوج واحد من النبيبات الدقيقة المفردة والوظيفة الأساسية يساعد النطفة على الحركة .



***تكوين البيوض Oogenesis**

تتخن قشرة الغدة التناسلية غير المخصصة فيالإناثوتبقى الخلايا الجرثومية الأوليةمطمورة في القشرة المتخنة وتتلاشى الحبال الجنسية الابتدائية في اللب مما يؤدي الى عم تكون النبيبات المنوية .يمكن اعتبار عملية تكوين البيضة عملية ثنائية الجانب يتضمن الجانب الأول من العملية تكاثر سليفات البيضة Oogonia بعملية انقسامات خيطية متكررة ومرورها بالانقسام الاختزالي وتكون بيضة أحادية المجموعة الكروموسوميهhaploidحيث تشابه المرحلة الأولى من تكون البيوض نظيرتها في تكوين النطف حيث تشتق سليفات البيوض من الخلايا الجرثومية الأولية ثم تتكاثر بمرورها بانقسامات خيطية متكررة وتدعى الخلايا الناتجة هنا بالخلايا البيضيةOocytes

اما الجانب الآخر فيشمل نمو البيضة ونضجها وتكوين المح vitellogenesisوهو احتياطي غذائي مهم للجنين النامي ويعد النمو مهما للبيضة كما تتمايز البيضة خلال فترة النمو وليس بعدها كما هو الحال في تكوين النطف .

تمر عملية تكوين البيوض بمراحل مشابهه لتلك التي ذكرت في تكوين النطف ولو ان هناك فروق بين العمليتين حيث تبدأ عملية تكوين البيوض في المراحل الأولية من حياة الجنين عن طريق انقسام الخلايا الجرثومية الأولية للمبيض والمعروفة باسم سليفات البيوض oogonia عدة مرات ثم تكبر هذه الخلايا لتكون خلايا بيضية أوليةprimary oocytes ويتم هذا قبل الولادة في المراحل الجنينية فقط وبعد ان تكون هذه الخلايا تحاط بطبقة من خلايا من نسيج طلائي مكعبي وتسمى عندها هذه الخلايا الطلائية بالخلايا الحويصلية follicular cells ويطلق الان على خلية البيضية الأولية وهي محاطة بطبقة من الخلايا المكعبة اسم الحوصلة الأولية primary follicle .

ان مبيضي الطفلة حديثة الولادة يحتوي على عدد ثابت من هذه الحويصلات الأولية يقدر بحوالي مليونين حويصلة ولا تتكون حويصلات أولية جديدة بعد الولادة مما يدل على ان سليفات البيوض لا تنقسم بعد الولادة لتعطي خلايا جديدة بعكس سليفات النطف التي تنقسم عدة مرات لتكون خلايا جديدة . تضمحل معظم هذه الحويصلات الأولية أثناء مرحلة الطفولة بحيث لا يبقى منها في المبيضين عند البلوغ الا حوالي 300000 حويصلة والذي لا يصل من بين هذه الحويصلات الى مرحلة النضج النهائي سوى واحدة لكل 1000 حويصلة اي حوالي 400 حويصلة تصل الى مرحلة النضج الكامل خلال سنوات النشاط الجنسي بينما باقي هذه الحويصلات الأوليةيختفي .

تبقى الحويصلات الأولية ساكنة في المبيض حتى تصل الفتاة الى مرحلة البلوغوعندها تبدأ عملية نضج هذه الحويصلات . **تكبر أحدى الخلايا البيضية الأولية** بالحجم بسبب خزنها كمية كبيرة من المواد الغذائية وفي نفس الوقت يزداد عدد الخلايا الحويصلية المحيطة بها ثم تنفصل هذه الخلية البيضية الأولية عن الخلايا الحويصلية بواسطة غشاء سميك يسمى بالطبقة الشفافة zonapellucidaالتي تكونها الخلايا الحويصلية ويستمر نمو

الحويصلة بعد ذلك فتتكون عدة طبقات من النسيج الطلائي المكعبي المطبق وعندما تصل الحويصلة الى حجم معين يبدأ ظهور تجويف antrum بين الخلايا الحويصلية الذي يمتلئ بسائل تفرزه خلايا الحويصلة نفسها وعندما يظهر التجويف تكون الخلية البيضة الأولية قد وصلت الى حجمها الأقصى وتسمى الحويصلة التي ظهر بها التجويف بالحويصلةالكيسيةvesicular follicle حيث تزداد هذه الحويصلة بالحجم تدريجيا نتيجة اتساع التجويف الى ان تصل **الى آخر مراحل النضج وتقترب من سطح المبيض استعدادا لعملية الاباضة ovulation**

.

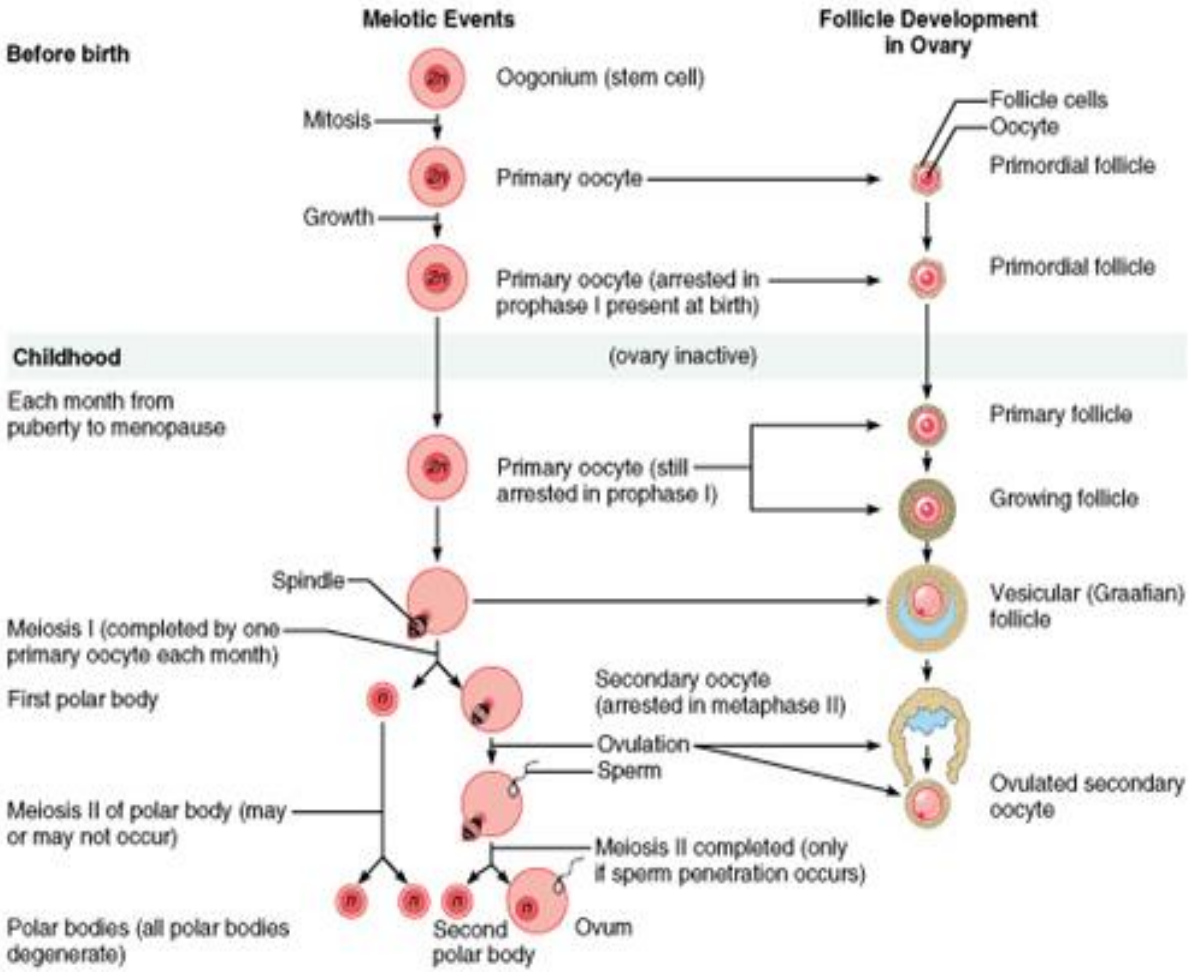
وقبل ان تحدث عملية الاباضة بفترة قصيرة يجري في هذه الخلية البيضية الأولية بعد ازدياد حجمها الانقسام النضجيالأول first maturation division وهو انقسام اختزالي ينتج عنه اختزال عدد الكروموسومات الى النصف haploid ونتيجة هذا الانقسام فان الخلية البيضة الأولية تنقسم إلى خليتين غير متساويتين بالحجم أحداهما خلية كبيرة تحتفظ بمعظم سايتوبلازم البيضة وتسمى بالخلية البيضية الثانوية secondary oocyt e والأخرى صغيرة الحجم تسمى بالجسم القطبي الأولfirst polar body وتحتوي نواة كل من هاتين الخليتين على نصف عدد الكروموسومات الموجودة أصلا في الخلايا البيضية الأولية .

أما الانقسام النضجي الثاني second maturation division فعلى الرغم من انه يبدأ عند بدء حدوث عملية الاباضة الا انه لا يكتمل الا في قناة فالوب وبعد حدوث عملية الإخصابأي بعد ان تخترق النطفة البيضة وينتج عن هذا الانقسام الثاني تكوين خليتين غير متساويتين في الحجم أيضاأحداهما خلية كبيرة تحتفظ بمعظم سايتوبلازم البيضة وتسمى عندها البيضة الناضجة mature ovumلأنها جاهزة لعملية الإخصابوتسمى الحويصلة المحيطة بها بحويصلة كراف Graafianf –follicleوالأخرى صغيرة الحجم تسمى بالجسم القطبي الثاني second polar body وهذه الأجسام القطبية سرعان ماتظمر وتختفي نهائيا .

يستغرق نمو البيضة فترة طويلة فهي تقضي لنموها في الضفدع مثلا ثلاث سنوات وفي الدجاج من 6- 14 أسبوع. يبلغ قطر خلية البيضة قبل بدا طور النمو 50 مايكروميتر وعند انتهاء هذا الطور (1000_2000)مايكروميتر أي ان الحجم قد تزايد بنسبة 27000 مرة .

ملاحظات :

1- تنفصل الخلية البيضية الثانوية من منطقة تعرف بالبقعة stigma بعد تمزيق الحوصلة وخروج السائل الذي كان بداخلها بالنضوج إلى الخارج من منطقة الركام المبيضي لتطلق البيضة الثانوية خارج المبيض بعملية تدعى بالاباضه ovulation والتي بحدوثها تكون المرحلة الأولى من الانقسام الاختزالي قد اكتملت فيما تتحول الخلايا الحوصلية إلى الجسم الأصفر corpus luteum .



***تكوين المح Vitellogenesis :**

تعني هي العملية التي يتم من خلالها تكوين احتياطي متكامل من المواد الغذائية مثل الكربوهيدرات الدهون والبروتينات والفيتامينات ومواد أخرى كأنواع الحامض النووي RNAوأجسام إفرازية مثل الحبيبات القشرية التي يمكن إن تلعب دورا مهما في الإخصاب وغيرها، وهذا لاحتياطي يعمل على تجهيز الجنين بما يحتاجه من طاقة إثناء مراحل النمو الجنيني المختلفة خاصة في الأجنة التي لا تعتمد على الأم في غذائها كما في بيوض الطيور..

لقد كان الاعتقاد السائد إن نواة المح أو نواة بالبياني المحيه yolk nucleus of Balbian والتي شوهدت في الكثير من بيوض البرمائيات والطيور والثدييات هي المسؤولة عن تكوين المح، لكن دراسات المجهر الالكتروني أثبتت ان نواة المح ذات طبيعة مختلفة في الأنواع المختلفة وإنها لا تلعب أي دور في بناء المح وان عملية تكوين المح قد تحدث خارج خلية البيضة وفي أماكن مختلفة ومن ثم تنتقل إلى الخلية البيضية.

وعلى أي حال يمكن تقسيم عملية تكوين المح الى قسمين:

1- عملية تكوين المح المغايرvitellogenesisHeteronomous

ويتم تكوين المح عن طرق خلايا مغذية او مساعدة حيث تلتقط الخلايا المساعدة **(خلايا مغذية Nurse cells او خلايا حوصلية – follicular cells)** المواد الأوليةاللازمة لتكوين المح ثم تمررها الى السايتو بلازم الخلية البيضية عن طريق جسور تمتد بين الخلية المغذية والخلية البيضية . ان هذه الطريقة تحصل في بعض الحشرات **كذبابة الفاكهة** .

2- تكوين المح الذاتي Autonomous vitellogenesis

ويتم في هذه العملية تكوين المح عن طريق إيصال المواد الأولية اللازمة لتكوين المح عبر الغشاء البلازمي لخلية البيضة نفسها بصورة مباشرة الى خلية البيضة دون الحاجة الى الخلايا المساعدة او المغذية وهذه هي الطريقة الأكثر انتشارا في أنواع الحيوانات المختلفة واعتمادا على نوع المواد الأولية يمكن تقسيم المح الذاتي إلى :

1- بناء المح الذاتي داخل سليفاتالبيضة :

تظهر هذه الطريقة في **الأسماك** وبعض **اللافقريات** حيث يتم إيصال المواد الأولية لبناء المح إلى سليفات البيوض وتدخل الى داخلها عبر الغشاء البلازمي اما عن طريق التنافذ أو النقل الفعال او عن طرق البلعمة وفي داخل سليفات البيوض يتم بناء حبيبات المح باستخدام آليات الخلية مثل الشبكة الاندوبلازمية الخشنة وأحيانا جهاز كولجي لتتجمع في السايتوبلازم المحيط بالنواة وتتميز المواد اللازمة لبناء المح بكونها صغيرة الحجم كالأحماض الامينية والدهنية التي تستطيع التنافذ عبر الغشاء البلازمي .

2- بناء المح الذاتي خارج سليفات البيضة:

وتعد الطرقة الشائعة في **معظم الفقريات** حيث يتم بناء المح في مناطق خارج سليفات البيوض مثل الكبد liver ثم تنتقل هذه الحبيبات المحية عن طريق جهاز الدوران الى خلية البيضة وتدخل بداخلها اما عن طريق التنافذ او عن طريق النقل الفعال او البلعمة . وتتميز المواد الأولية بكونها كبيرة الحجم مثل البروتينات او الببتيداتالمتعددة .

***أنواع المح:**لغرض تجهيز احتياطي غذائي متكامل للجنين النامي لذا تظهر ثلاث أنواع من المح تختلف في أماكن تكونها وميزاتها حيث لكل نوع من المح مميزات خاصة تميز نوع واحد من الغذاء فقد تكون حبيبات المح من مواد كاربوهيدراتية وقد تكون من دهون او قد تكون بروتينات وهكذا وهذه الأنواع هي :

1- مح قالب المايتوكوندرياMitochondrial matrix yolk

في هذه الطريقة تكون الحشوة الداخلية للمايتوكوندرياهي القالب matrixلبناء الحبيبات المحية حيث تنسحب الأعراف وتتوسع الحشوة الداخلية وتبدأبإظهار مشبك بلوري صغير الذي يعد موقع بناء المح وبعد استلام خلية البيضة المواد اللازمة لبناء المحتبدأ بعدها تتبلور فوق المشبك ويتوسع المشبك ويملأ الحشوة الداخلية بالكامل من البلورات المحية ومن أهم ميزات هذا المح .

- محتوى وطئ من الفسفور
- اقل كثافة من نوعي المح الأخر .
- أكثر مقاومة للهضم بإنزيم الببسين pepsinالبرونيزpronace .
- بلوراته لاتذوب بالزايلينxylene ولهذا يعتقد أنها مادة بروتينيه إلى حد كبير .

2-- مح داخل عرف المايتوكوندريا Mitochondrailinteracristal yolk

يتكون هذا النوع من المح من احد أعراف المايتوكوندريا الذي ينمو ويستطيل على حساب الأعراف الأخرى التي تضمحل نهائيا حيث يشغل هذا العرف جميع مساحة الحشوة الداخلية ويصبح قالبا لصب حبيبات المح التي تتبلور في هذا العرف لتتخذ الشكل النموذجي للمح ويتميز المح بكونه ذو صفات مشابهه لميزات المح السابق الا أنه يختلف عنة باحتوائه على نسبه أعلى من الفسفور .

3- المح الحوصلي vesicular yolk

تشترك في تكوين هذا النوع من المح حويصلات الشبكة الاندوبلازمية الملساء وحويصلات معقد كولجي والحويصلات الشربية(حويصلات غذائية) تتخذ هذه المصادر الثلاث لتكون أجسام متعددة الحويصلات في حويصلة غشائية واحدة كبيرة تحتل وسط الخلية البيضية التي ستكون قالب لصب حبيبات المح حيث يظهر في وسط هذه الحوصلة الكبيرة مشبك بلوري يقوم ببناء او تجمع حبيبات المح ومن أهم ميزاته :

* كثافته عالية عند مقارنته بالنوعين السابقين.

* نسبة الفسفور فيه عالية

* بلوراته تهضم بإنزيمي الببسين والبرونيز

* بلوراته تذوب بالزايلين إذ إن تركيبه الأساسي كاربوهيدراتي .

التركيب الكيمائي للمح :

اثبت التحليل الكيميائي ان المح يتألف من مركبين بروتينين هما الفوسفتينphosvitin والمح الدهني lipovitelline وان جزئية الفوسفتين تكون كروية الشكل بينما المح الدهني تكون اسطوانية وان كل جزئيتين من الفوسفتين تتحد مع جزئية واحدة من المح الدهني ويتجمع هذا المعقد الناتج من هذا الاتحاد بمجاميع سداسية لتكون حبيبة المح .

أنواعالبيوض :

يمكن تصنيف البيوض حسب كمية المح الذي تختزنه الى:

1- البيوضاللامحية Alecithal eggs

هي البيوض التي لا تحتوي على اي كمية من المح لماذا ؟ لان الجنين يعتمد في تغذيته على دم الأم(أي ان أجنتها تنمو داخل رحم ألام) مثال ذلك **بيوض الثدييات** .

2-البيوض قليلة المح Oligolecithal eggs

فيهذه النوع تحتوي البيوض على كمية قليلة من المح تكفي لنمو وتغذية الجنين الصغير حتى الفقس او الولادة كما في**بيوضبعضاللافقاريات و الحبليات الابتدائية مثل الرميح**الذي لا يحتاججنينه الى كمية كبيرة من المح حيث ان نموه المبكر يتم سريعا

3-البيوض متوسطة المح Mesolecithal eggs

تحتوي هذه البيوض على كمية معتدلة او متوسطة من المح الذي يكون بشكل صفيحات بيضوية مسطحه غير ان توزيعها لايكون متجانس وهذه الكمية تكون كافية لنمو الجنين في أطوارهالأولىومثال ذالك بيوض البرمائيات **ومنها الضفدع frog**.

4-بيوض كثيرة المح polylecithaleggs :

في هذه البيوض تخزن كمية كبيرة من المح تكفي المراحل الجنينية كلها بداخل قشرة البيضة حتى الفقس ومثالها بيوض الطيور **والزواحف**

انواع البيوض على اساس توزيع المح :

تختلف البيوض في أحجامها كثيرا نتيجة لكمية وتوزيع حبيبات المح yolk granules داخل خلية البيضة الذي يترتب عليه أسلوب تكوين ونمو الجنين . تقسم البيوض استنادا الى توزيع المح داخل خلية البيضة الى ثلاث أنواع :

1- بيوض متجانسة المح Isolecithaleggs :

وتعني ان حبيبات المح موزعة بصورة متجانسة ومتساوية تقريبا في جميع أنحاء سايتوبلازم خلية البيضة **ومثالها الرميح.**

2- البيوض طرفية المح Telolecithal eggs

أثناء نمو البيضة وتحولها الى بيضة ناضجة يتجمع المح عند احد الطرفين الذي يعرف بالقطب الخضري vegetal pole والقطب المقابل له يعرف بالقطب الحيواني animal pole الذي يحتوي على معظم السايتوبلازم ان لم يكن كله مع النواة **كما في الطيور بصورة عامة** .

3- البيوض مركزية المح centrolecithal eggs

كما في مفصلية الأرجلArthropoda ومنها الحشرات Insecta حيث يتركز المح في مركز البيضة تقريبا وداخله توجد كمية بسيطة من السايتوبلازم تحصر النواة وحول المح تكون بقية السايتوبلازمويتصل السايتوبلازم المركزي بالسايتوبلازم المحيطي عن طريق خيوط سايتوبلازميةدقيقه .

***أغلفة البيضة: Coats of Ovum :**

تحاط معظم أنواعالبيوض بأغشية او أغلفة خاصة بالإضافة الى الغشاء البلازمي الذي تشترك به مع بقية الخلايا الحيوانية .وهذه الأغلفة تحافظ على السايتوبلازم والمحتويات الداخلية من الجفاف وتحافظ على الجنين النامي من الموت .وتقسمأغشية البيضة استنادا الى منشئها الى مجموعتين :

1- **الأغلفة الأوليةprimary egg coats** : وتشمل جميع الأغلفة التي تضاف الى خلية البيضة وهي داخل المبيضovaryوتكون على تماس معها ولكن تنفصل هذه الأغشية عن خلية البيضة بعد الاخصاب بفسحة تسمى بالفسحة حول المحية perivitelline spaceوأهمها :

- الغشاء المحي vitellinemembrane وهو يمثل الغشاء **الأولي لبيوض الحشرات والبرمائيات**والطيور
- الغشاء المشيمي chorionmembrane وهو يمثل الغشاء الأولي**لبيوض الأسماك**
- المنطقة الشفافة zonapellucida وهي **تحيط ببيضة الثدييات** ، وهذه تكون بدورها محاطة بمجموعة من الخلايا المحيطية تعرف بالتاج الشعاعي corona radiata او المنطقة الشعاعيةzonaradiata
- الغلاف الجيلاتيني jelly coat وهذا يظهر بشكل خاص في **بيوض قنفذ البحر**أثناء تواجدها في المبيض

.

2- **الأغلفة الثانوية secondary egg coats**

وهذه تشمل جميع الأغلفة التي تضاف الى الخلية البيضية أثناء مرورها في قناة البيض تشمل :

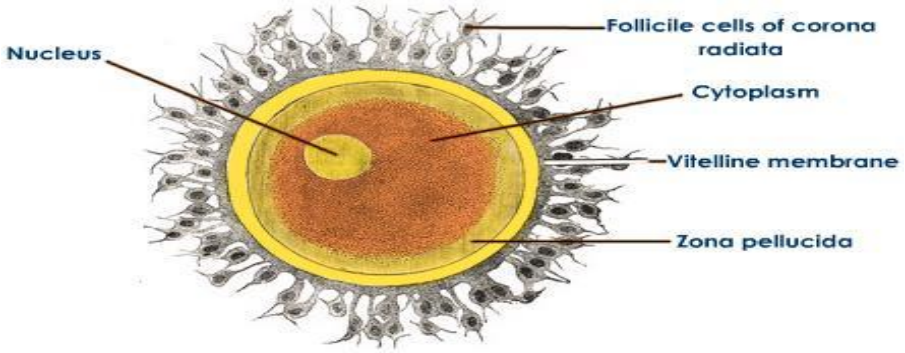
- **الطبقة الجيلاتينية jelly layer** وهي تحيط ببيوض البرمائيات وتعمل على حماية البيضة و تساعد على التصاق البيوض ببعضها او بالأجسام المغمورة في الماء لتحمي البيوض من الجفاف وتفرز المادة الجيلاتينية في قناة البيض وحين تطرح البيوض في الماء تمتص الطبقة الجيلاتينة الماء فتنتفخ .
- **القشرة الصلبة Hard shell** وهي تفرز من منطقة متخصصة في قناة البيض تعرف بالغدة القشرية shell gland وهذه القشرة تكون غير متكلسة معقدة الشكل تمتد منها قرون ملتوية تساعد على تثبيت البيضة بالنباتات المائية وهذا النوع يتواجد في **الأسماك الغضروفية**.
- **البيوض المغلقة Cleidoic eggs**

يعتبر تطور **بيوض الزواحف والطيور** الذي مكنها من وضع بيوضها على اليابسة والتغلب على الكثير من المشاكل والتي أهمها الجفاف وقد حلت هذه الحيوانات هذه المشكلةبإضافة المزيد من الأغشية والطبقات الواقيةومنها :

أ- غشاء الاح Albumeinالذي يحيط بخلية البيضة في الطيور(الصفار)ويتألف من طبقتين ، داخلية يفرزها المبيض وتتألف من أليافخشنهوأخرىخارجية مكونه من ألياف دقيقة يفرزها الجزء العلوي من القناة فالوب (قناة البيض).

ب- بياض البيضة او الاح الذي يحتوي على نسبة عالية من الماء ويتميز من الاح خيطان لولبيان هما خيط الاحchalzae يعملان على تثبيت خلية البيضة في وسط الاح .

ت- يحيط بالآح غشاءان قشريان shellmembrane مؤلفان من أليافكيراتينية ، يتلامس هذان الغشاءان في كل أجزاء البيضة فعدا النهاية العريضة حيث ينفصلان عن بعضهما فيلتصق الداخلي بالاح والخارجي بالقشرة وتعرف الفتحة بينهما بالفتحة الهوائية air space ويحيط بجميع الاغلفة من الخارج قشرة متكلسة لا تسمح بنفاذ الماء من خلالها.



***أهمية الانقسام الاختزالي للبيضة :**

1- تنصيف العدد الكرموسومي الى النصف لكي لا يحدث تضاعف في الكروموسومات بعد عملية الإخصاب .

2- الحصول على كرموسومات جديدة تحمل صفات جديدة لا توجد لدى الأبوين بعملية تسمى بالتراكيب الجديدة Recombination التي تحدث عن طريق حدوث ظاهرة بايلوجية مهمة في الانقسام الاختزالي تدعى بالعبور crossing over .

***البيضة المخصبة والمحيط :مطلوب الكتاب ص57**

ملاحظة : على أساس الدعم من المواد الغذائية والأوكسجين التي تعطيها الأم لجنينها قسمت الكائنات بصورة عامة الى ثلاث أنواع :

أ –**كائنات بيوضة Oviparous** : الأم ليس لها علاقة بتقديم المواد الغذائية والأوكسجين ولا الحماية حيث الأجنة تكون خارج جسم الأم **كما في معظم الأسماك والبرمائيات** .

ت- **كائنات ولودة Viviparous** : وهنا تعطي الأم الحماية والغذاء للجنين النامي **مثل الثدييات والأجنة** تكون داخل رحم الأنثى .

ث- كائنات بيوضة ولودة Ovoviviparous : وهنا تعطي الام الحماية للجنين النامي وغير مسؤولة عن تغذيته حيث يتم الإخصاب داخليا وينمو الجنين في قناة البيض معتمدا في غذائه على مح البيضة كما **في بعض الأسماك الغضروفية وبعض السحالي والثعابين .**

***الدورة الجنسية في الثدييات**

تتم خلال الدورة الجنسية **لذكور الفقريات وإناثها**عملية نضج الأمشاج الجنسية. تلعب الهرمونات المحرضة للغدة التناسلية glandotrophins(التي تشمل هرموني LH و FSH) والتي تفرزها الغدة النخامية والهرمون المودق او الاستروجين estrogen دورا أساسيا في الدورة الجنسية للأنثى حيث تمر الإناث في بعضالثدييات التي تتميز بموسم تناسلي سنوي بعدة دورات جنسية قصيرة تعرف بالدورة الوداقيةestrous cycles أو الدورة الجنسيةcyclessexual التي يتم خلالها التبويض (الاباضة)

الدورة الوداقية تعني أصلا رغبة جنسية قوية يعبر عنها الكائن الحي بسلوك خارجي معين لكي يدل على ان الفعاليات الداخلية للكائنفعالةومهيئة للإخصاب وتحدث خلال فترة التبويض وهذا السلوك يأخذ ألوان كثيرة منها حركات معينة او أطلاق أصوات معينة او أطلاق سوائل ذات رائحة معينة من الجهاز.

ويختلف طول فترة الوداقية باختلاف الأنواع فهي تتراوح بين بضعة أيام كما في الجرذ إلى ثلاث أو أربع أشهر في الكلاب .

تمر بعض الأنواع بأكثر من دورة وداقية في العام الواحد حيث تنضج أكثر من بيضة فهي متعددة الوداق polyestrous أو بدورة وداقية واحدة في العام الواحد وتعرف بأحادية الوداق monestrous.

تقابل الدورة الوداقيةالدورة الحيضية menstrual cycle في أنواع الرتبة المتقدمة من الثدييات primatesومنها الإنسانغير إن الدورة الحيضية لاتقترن بذروة النشاط الجنسي حيث تكون الأنثى نشطة طول الدورة عدا فترة الحيض، كما إن البطانة الرحميةendometriumتنسلخ في نهاية الدورة ويحصل النزف .

تستغرق الدورة الحيضية في إناث الإنسان 28 يوما تقريبا ويحصل التبويض عادة في منتصف الفترة بين دورتين متعاقبتين أو في الأيام 12 -15 بعد ابتداء الحيض كما إن هناك اختلافا بين الإفراد في موعد التبويض أو طول فترة الدورة .

تقسم الدورة الحيضية على أساس التغيرات التي تحصل في المبيض إلى الأدوار التالية:

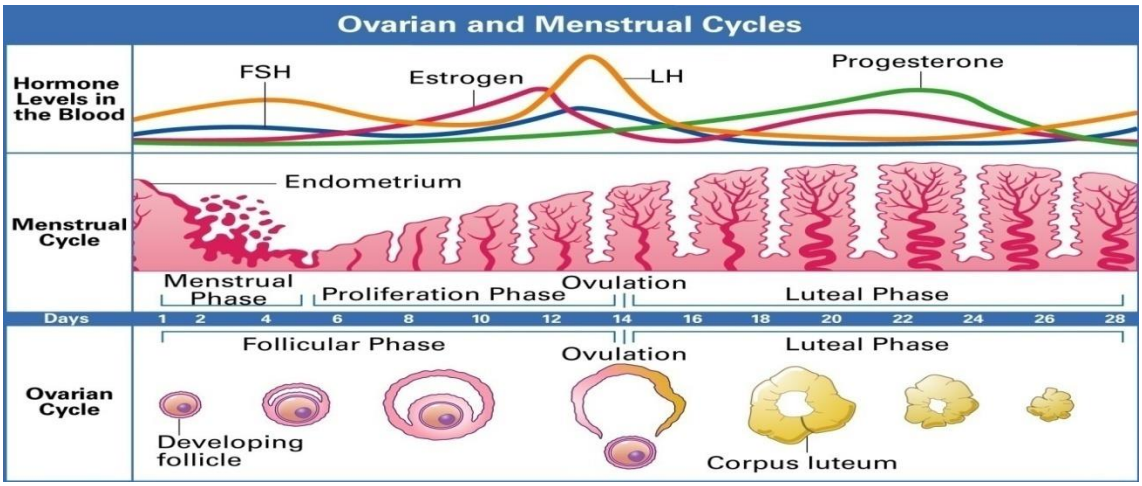
1- الدور الحوصلي follicular stage

- تتميز بإفراز الهرمون المحرض للحوصلة follicle stimulation - hormone (FSH) من الغدة النخامية الذي يحفز حويصلة المبيض والبيضة على النضج والنمو وتكوين حويصلةكراف
- تفرز الخلايا الحوصليةfollicular cellsهرمون الاستروجين والذييعمل على تهيئة بطانة الرحم لاستقبال البيضة المخصبة وتوقف إفراز FSHوفق نظام التغذية الاسترجاعية السالبة nagetive feedback control حيث ينخفض مستواه في الدم .
- عند انخفاض مستوى FSH في الدم تزيد الغدة النخامية من إفراز الهرمون المحرض للجسم الأصفر(luteinizing hormone (LH
- عند انتهاء مرحلة الحويصلة تكون هناك زيادة في إفراز الهرمون المحرض للتبويض Ovulation inducing hormone (OIH)او (LH) من الغدة النخامية والذي يبدأ بسلسلة من العمليات التي تؤدي في أخر الأمر إلى انفجار الجدار الحوصلي وتحرير البيضة.

2- طور الجسم الأصفر Luteal phase

- بعد التبويض تتحول الخلايا الحوصلية(حويصلة كراف الممزقة) إلى الجسم الأصفر corpus luteum الذي يعما على إفراز هرمون البروجسترون Progestroneالذي يسمى أحيانا هرمون الحمل pregnancy hormoneحيث انهيعمل بشكل افضل من هرمون الاستروجين على تهيئة بطانة الرحم للحمل والمحافظة على الجنين اثناء الحملوكذلك يعمل البروجسترون على إيقاف إفراز FSHوبالتالي يمنع عملية التبويض وتكوين بيوض ناضجة وتوقف الدورة الشهرية خلال فترة الحمل لذا يعتبر البروجستيرون مادة فعالة لمنع الحمل والآن يستخدم بكثرة في حبوب الحمل Contraceptive pill
- تستغرق بيضة الإنسان أربع أيام لعبور قناة البيض إلى تجويف الرحم فإذا ما لقحت فإنها تبقى عالقة في إفرازات الرحم فترة يومين إلى ثلاث أيام ثم تبدأ بتحفيز بطانة الرحم لغرض تهيئتها للغرس وتكون فيها قد ابتدأت عملية التكوين الجنيني وبلغت مرحلة الكيسيةالاروميه blastocystوتنسلخالبطانة الرحمية في موضع الغرس التي تزداد سمك النسيج الطلائي المبطن لها وتتوسع الأوعية الدموية وتستمر النخامية بإفراز (LH) ويبقى الجسمالأصفر فعالا ويفرز البروجسترون الذي يمنع عملية التبويض والحيض خلال فترة الحمل

- إما إذا لم يحصل الحمل توقف النخامية إفراز LHويضمحل الجسم الأصفر في اليوم الرابع والعشرين من الدورة ليحل محله نسيج ضام ليفي يطلق عليه اسم الجسم الأبيض corpus albicans وينخفض مستوى الهرمونات الجنسية في الدم(الاستروجين والبروجسترون) كما تتقلص ألأوعية الدموية والمخاطية للرحم وتطرح بطانة الرحم الدم مع انسلاخاتهاالى التجويف ويبدأ بإطلاق هرمون FSH ليعمل على تحفيز نمو الحويصلات البيضية من جديد وتنضج وتبدأ دورة أخرى .



- ملاحظة :يفرز السخد PLACENTA (المشيمة) هرمون الاستروجين والبروجستيرون
- يحافظ هرمون البروجسترون الذي يفرز من قبل الجسم الاصفرعلى حالة الحمل خلال ثلاث الأشهر الأولى بينما بقية الأشهر من الحمل فيتم المحافظة عليها عن طريق هرمون البروجستيرون ولكن الذي يفرز من المشيمة لذا فان الشهر الثلاثةالأولى من الحمل تمثل فترة انتقالية حرجة تشهدفيها حوادث إجهاض طبيعية أكثر من بقية فترات الحمل لكون الجسم الأصفر قد يبدأ بالضمور مبكرا او يتأخرإفراز البروجستيرون من قبل المشيمة وعلما ان يتم قياس مستوى البروجسترون في البول في فحوصات الحمل بعد الشهر الثالث .
- ان عملية النضج الجنسي في الأنثى لا تعني فقط نمو الأعضاء التناسلية وظهور الصفات الجنسية الثانوية ولكنها تعني بدا الدورة الشهرية ولهذا فان الدورة تبدأ عندما تصل الفتاة الى طور البلوغ وتستمر حتى تصل المرأة الى سن اليأس (45- 53 سنة) وعندها توقف هذه الدورة ولذا تعرف بسن اليأس وأيضا تنقطع الدورة خلال فترة الحمل .

ملاحظة : الرسوم شكل 1-5 ص 32 و نطفة الإنسان ص 38و سلسلة تكوين حويصلة كراف ص 44 مطلوب بالكتاب.

انتهت المحاضرة بعون الله

الاخصاب Fertilization:

تعني عملية اتحاد المشـيج الذكري (الحيمن) مع المشـيج الأنثوي (البيضــة) واندماج مادتهما الوراثية , وهذه لا يمكن حدوثها ما لم تصل كل من الحيمن والبيضة الى مرحلة معينة من النضج.

تتصف هذه العملية بما يأتي:

1. انها تعتبر استعادة للعدد الأصلي من الكروموسومات, لان كل من نواة البيضة والحيمن تحمل نصف العدد الكروموســومي , لذا ان الاخصـــاب يمثل عملية أعادة الخلط recombination (التراكيب الجديدة).
2. تحدد عملية الاخصــاب جنس الجنسـين حال حدوثها , كون أن أحد نوعي الأمشــاج الذكرية (xأوy)هو الذي يخترق البيضة (التي تحمل كروموسوم x).
3. فضــلا عن تحفيزها لخلية البيضــة على أكمال انقسـامها الاختزالي الثاني تعد عملية الاخصــاب تنشـيط للفعاليات الحيوية للبيضة المخصبة ودفعها نحو بدء التفلج .

مفاتيح الاخصاب

1- التمكين للحيمنcapacitation :

وهي الخطوة الأولى لجعل الحيمن يتحرك حركة قوية وعنفوانية ويتم هذه حالما دخول الحيمن التجويف الرحمي حيث يضاف اليه السوائل الرحمية وبعدها يصبح أكثر نشاطا وحركة بحيث يتحرك حركة تشبه حركة السوط whip-like وهذه التغيرات تسمح باختراق النطفة للطبقة الشعاعية والشفافة للبيضة وبعد ذلك يخضع الغشاء البلازمي للحيمن الى عملية تحول حيث يتكون بروتين على الغشاء البلازمي للنطفة وينضج في منطقة البربخ ويتراكم في السائل المنوي ويؤدي هذا التغير الى زيادة نفاذية ايون الكالسيوم الذي يحفز بدوره عملية تفاعل الجسيم الطرفي

2- **ارتباط واختراق الطبقة الشعاعية او العمادية**: يحدث هذا كله عندما يكون الحيمن قريب من البيضة في قناة فالوب حيث بعد اكتساب الحيمنحركة ذات شكل مشابه للسوط اي حركة نشطة جدا ويصبح فعال أكثروهذا يساعده على اختراق (بمساعدة أنزيماتالهايلورونديز) الطبقة الشعاعية المحيطة بالبيضة

3- **ارتباط واختراق الطبقة الشفافة**: وبعد تحليل واختراق الحيمن للطبقة الشعاعية والوصول الى الطبقة الشفافة عندها يتم ارتباط الحيمن بالمنطقة الشفافة حيث ترتبط مستقبلات الغشاء البلازمي للحيمن مع مستقبل نوع ZP3 فقط الموجود على سطح الطبقة الشفافة وهذا يحفز بدوره الى بدء حدوث عملية تفاعل الاكروسوم

4- تفاعل الجسيم الطرفي :

يتم خلاله عملية أخراج خلوي لمحتويات الجسيم الطرفي و يتحد الغشاء البلازمي للحيمن مع نفسه ليكون حويصلات صغيرة في مقدمة راس الحيمن بينما المناطق المتخصصة القريبة من قاعدة راس الحيمن تندمج مع نفسها لتحافظ على محتويات السايتوبلازمللحيمن وتسمى هذه المناطق بالمنطقة الاستوائية وبعد اتحاد الغشاء البلازمي للحيمن مع الطبقة الشفافة يسمح باستطالة الجسيم الطرفي وتفريغ محتوياته بعدها يتم تحليل الطبقة الشفافة وبعدها يدخل الحيمن الى داخل الفسحة حول المحية ويسبح فيها

5- **ارتباط واختراق الغشاء البلازمي للبيضة** : بعد وصول الحيمن الى الغشاء البلازمي للبيضة التي تحتوي على العديد من الزغيباتMicrovilliعلى سطحها حيث يتم اتحاد المنطقة الاستوائية للحيمن مع هذه الزغيبات للغشاء البلازمي للبيضة وحالما يحصل هذا الاندماج تبتلع هذه الزغيباتالحيمن وتدخله للداخل حيث يدخل النواة والذيل بينما يبقى الغشاء البلازمي في الخارج

6- لمنع ظاهرة تعدد النطف يظهر هناك تفاعل آخر يسمى التفاعل القشري

يوجد تحت الغشاء البلازمي للبيضة العديد من الحويصلات الحاوية على 12-14 بروتين وتسمى بالحويصلات القشرية حيث بعد دخول اول حيمنالغشاء البلازمي للبيضة تعاني هذه الحويصلات الى عملية أخراج خلوي حيث تفرغ محتوياتها الى الفسحة حول المحية وبعضها تندمج مع السطح الداخلي للطبقة الشفافة وهذه البروتينات بدورها سوف تزيد من سمك الفسحة حول المحية وكذلك اندماج البروتينات مع الطبقة الشفافة سوف يحور في سطح البروتينات السكرية وتفرز مواد محللة لمستقبلات الحيامنوتكوين غشاء الاخصاب وعندها تصبح غير نفاذة للعديد من الحيامنوتمنع ظاهرة تعدد النطف

7- **الاندماج Syngamy** : حيث يعاني ذيل الحيمن الى الانحلال وتكوين نواة الحيمنالأولية التي تكون أحادية المجموعة الكرموسومية وقبل الاندماج يدور كل من نواة الحيمنالأولية ونواة البيضة الأنثوية حول بعضهما البعض وبعدها يتم الاقتراب ثم الاندماج وتكوين البيضة المخصبة

- **قبل التطرق الى كيفية حدوث عملية الاخصـــاب ,نذكر بعض المصـــطلحات المهمة ذات العلاقة بهذه العملية .**

- **التفلج cleavage :**

عبارة عن سلسلة من الانقسامات الخيطية الاعتيادية المتتالية للبيضة المخصبة التي يتحول فيها الجنين من أحادي الخلية unicellular الى متعدد الخلايا multicellular وتمثل أحدى خصائص التكاثر الجنسي.

- **المخصب Fertilizin** :

هي بروتين سـكري glycoprotein ذو وزن جزئيي عالي يصـل الى 300000 دالتن وتمثل جزيئات مسـتقبلة receptor molecules توجد في أغلفة البيضـة والغشـاء البلازمي للبيضـة وأنسـجة المبيض ويختلف باختلاف الأنواع.

- **المخصب المضاد anti-Fertilizin :**

عبارة عن جزيئات من بروتين حامضي ذو وزن جزئيي واطئ يصل الى 10000 دالتن ويتواجد في مقدمة راس الحيمن , وهي ذات أشكال متممة لأشكال جزيئات المخصب الموجودة على سطح البيضة ويسبب تلازن البيوض في ماء البحر ويمنع تلازن النطف .

- **أهمية تفاعل المخصب – المخصب المضاد Fertilizin – antifertilizin reaction :**
- 1- العمل على ربط او الصاق النطفة بسطح البيضة
- 2- يساهم في منع ظاهرة تعدد النطف polysperms وذلك بانتشار جزئيات المخصب وتفاعلها مع النطف

3- يعمل على منع التهجين بين الأنواع (ويحدث هذا من خلال قدرة كل مشـيج على تميز الأمشـاج الخاصـة بنوعه)

- **خلايا التاج الشـعاعي corona radiate** : وهي مجموعة من الخلايا العمودية المحيطة بالبيضـة الناضجة , وهي مشتقة من الحوصلة المبيضية , وهذا التاج يحتوي على مادة مخاطية .
- **الجسيم الطرفي acrosome** : وهو أداة الحيمن لاختراق الطبقات المحيطة بالبيضـة الناضـجة وحدوث عملية الإخصاب , وهذا التركيب ذو شكل هرمي يوجد في مقدمة رأس الحيمن وهو ممتلئ بأنزيمات حالة (تعمل على تحليل أغلفة البيضة لتسهيل دخول الحيمن)
- **التمكين Capacitation :** وهو يعني حصـول تغير في قابلية الحيامن على الاخصـاب , وهذه العملية تحدث أثناء فترة مكوث الحيامن في مهبل الأنثى حيث تتعرض من خلال ذلك لسـوائل القناة التناسـلية الأنثوية بحيث تصـبح بعدها قادرة على اختراق أغشـية البيضـة .وكذلك يعاني غشـاء النطفة تغيرات في مكونات الدهون حيث يفقد الكوليسـترول وكذلك يفقد بعض البروتينات الخاصـة والكاربوهيدرات الموجودة على السطح.

آلية *حدوث الاخصاب :* ان تحقق عملية الاخصاب يتطلب خمسة شروط أساسية هي :

1- **الالتقاءMeeting:**

تعني التقاء المشيج الذكري المتحرك مع المشيج الأنثوي الساكن , ويتم في جميع الكائنات الحية بصورة عشوائية حيث يتحرك المشيج الذكري باتجاهات مختلفة الى ان يصطدم مع المشيج الأنثوي , ومن الجدير بالذكر بأنه لا توجد مواد كيمياوية محفزة تطلق من قبل المشيج الأنثوي لجلب المشيج الذكري أليها , الا في بعض اللافقريات (وخاصة مجموعة جوفية المعي) اذ ان الأمشاج الأنثوية تعمل على إفراز مواد كيمياوية chemotaxis ذات رائحة مميزة تجذب أليها المشيج الذكري .

2- التميز Recognition:

وهو يعني قدرة المشيج الذكري على تميز المشيج الانثوي الذي يعود للنوع نفسه الذي ينحدر منه (أي من نفس النوع) والغاية من هذه العملية لمنع حدوث ظاهرة التهجين بين الأنواع المختلفة , ويتم التميز عن طريق وجود مادتين أحداهما مكملة للأخرى , الأولى توجد على اغلب أغلفة البيضة تدعى المخصب fertilizin والثانية في مقدمة راس الحيمن تدعى المخصب المضاد anti-fertilizin , وتكون هاتان المادتان أحداهما متمم للآخر بالشكل حيث يحصل بينهما الارتباط والتميز .

2- المكوث stability:

وهو استقرار الحيمن على سطوح أغلفة البيضة لفترة معينة (تختلف هذه الفترة من نوع الى آخر) حيث يتمكن فيها الحيمن من تحليل أغلفة البيضة عن طريق ارتباط المخصب مع المخصب المضاد وافراز الأنزيمات المحللة من قبل الجسيم الطرفي .

4- الاختراق (الدخول)Penetration :

وتعني دخول الحيمن بأكمله او منطقة الرأس (فقط) للحيمن الى داخل البيضة بعد اختراق أغلفتها حيث يتم الاختراق بعمليتين مهمتين الأولى تعود للجسيم الطرفي للحيمن حيث يتحول الجسيم الطرفي بعد إفراز أنزيماته المحللة (**هايلورونديز hyaloronidase**) الى تركيب واحد أصبعي الشكل (واحد أو اثنين أو عدة بروزات إصبعية الشكل وهذا يسمى بتفاعل الاكروسوم acrosome reaction) تقوم هذه التراكيب بدفع أغلفة البيضة المتحللة لتحدث ثقبا" في تلك المنطقة , بحيث يسمح هذا الثقب بدخول الجسيم الطرفي ويكون حجم الثقب بحجم راس الحيمن اما العملية الثانية فيعود لدور سايتوبلازم خلية البيضة أثناء تحليل أغلفة البيضة واندماج الحيمن

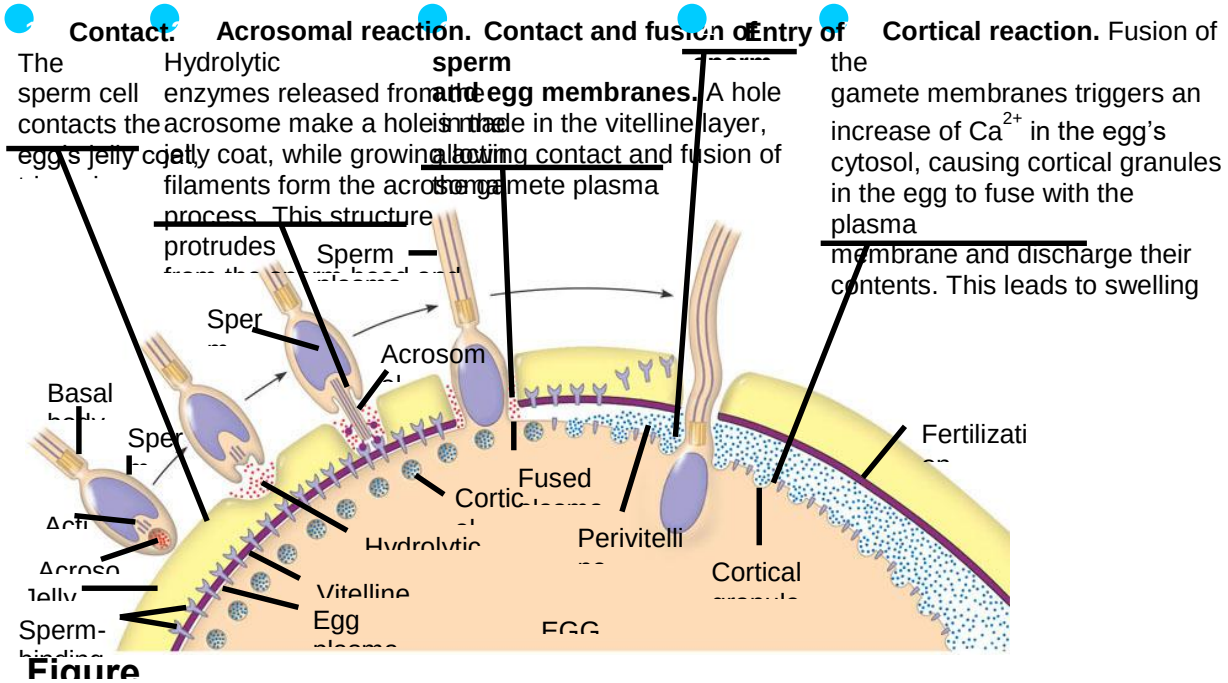
خلالها حيث يندفع سـايتوبلازم خلية البيضـة نحو الخارج باتجاه راس الحيمن ليكون تركيب مخروطي يدعى **مخروط الاخصاب Fertilization cone** عند موضع التماس ويحيط براس الحيمن ويسحبه الى الداخل (قد يكون هذا المخروط بسيط او اسطواني او قد يتألف من عدة بروزات شبيهة بالأقدام الكاذبة).

- **عند الاخصـاب** , قد تدخل النطفة (الحيمن) بأكملها الى داخل البيضـة أو قد يبقى الذنب أو الذنب والقطعة المتوسطة خارج البيضة اعتمادا على النوع وهذا يؤكد ان الذنب لا يزيد على ان يكون جهاز حركة , وليس هناك أي دليل على قيام أي جزء من أجزاء الحيمن (بخلاف النواة و المغزل) بأي دور في التكوين الجنيني اللاحق .

5- *الاندماج* Syngamy :

بعد دخول رأس الحيمن الى داخل خلية البيضـة يكون الجسـيم الطرفي في المقدمة تتبعه النواة فالجسـم المركزي والمايتوكوندريا لكن هذا سـرعان ما ينقلب في اغلب الحيوانات (ان لم يكن جميعها) اذ تسـتدير النواة بزاوية 180° , بحيث يصـبح الجسـيم المركزي والمايتوكوندريا أمام النواة وتصـبح النهاية الخلفية للنواة في الأمام بينما تنفصل خلال ذلك بقية أجزاء الحيمن الأخرى في حال دخولها .

بعد ذلك ينفصل الجسيمان المركزيان لراس الحيمن وتتجه الى أقطاب خلية البيضة وتتكون منها مغزل الانقسام , وبعد اكتمال تكوين مغزل الانقسـام تتحرك كروموسـومات خلية الحيمن لتصـطف في خط اسـتواء المغزل ثم تتبعها كروموسومات خلية البيضة , وبهذه العملية تتحول خلية البيضة من أحادية المجموعة الكروموسومية الى ثنائية المجموعة الكروموسومية ويطلق عليها البيضة المخصبة (الزيجة Zygot) او جنين أحادي الخلية (أي مرحلة الخلية الأحادية One cell stage) .



Figure

بشكل عام في الانسان :

يحدث الاخصـــاب عادة في الجزء العلوي المتسـع من قناة فالوب والمسـمى امبولا ampulla حيث تصـل في المكان الذي, حيث يتم التلازن agglutination بين أحدى الحيامن والبيضـــة نتيجة للتفاعل بين جزيئات المخصـــب وجزيئات المخصـــب المضـــاد ويتم خلالها نغير فســيولوجي يطرأ على الحيمن تســمى التمكين capacitation وأيضـــا يحصـــل هناك تغيير في تركيب الجســيم الطرفي وتســمى بتفاعل الجســيم الطرفي acrosome reaction التي يتم خلالها إزالة القبعة الراسية والغشاء الخارجي لراس الحيمن حيث تظهر هناك ثقوب صـغيرة في جدار الاكروسـوم وهذه الثقوب تسـمح بمرور الأنزيمات المحللة التي تحلل أغلفة البيضـة (الطبقة الشفافة والشعاعية) .

يمكن تلخيص مراحل عملية الاخصاب بما يلي :

1- يخترق الحيمن الطبقة الشعاعية المحيطة بالبيضة من خلال **أنزيم hyaloronidase**

2- يخترق الحيمن الطبقة الشفافة و تتغير نفاذيتها وصفاتها حال ملامسة راس الحيمن لسطح لخلية البيضة عن طريق أنزيم آخر محلل يفرز من الجســيم الطرفي **يدعى acrosin** وبعدها يجد الحيمن طريقا له بفعل هذه الأنزيمات .

3- بعد ذلك يتكون بروز ســـايتوبلازمي في منطقة التماس النطفة بالبيضـــة يعرف بمخروط الاخصـــاب Fertilization cone الذي يسحب الحيمن الى الداخل, وأخيرا يتحد غشاء البيضة مع الغشاء المغطي للمنطقة الخلفية لرأس الحيمن

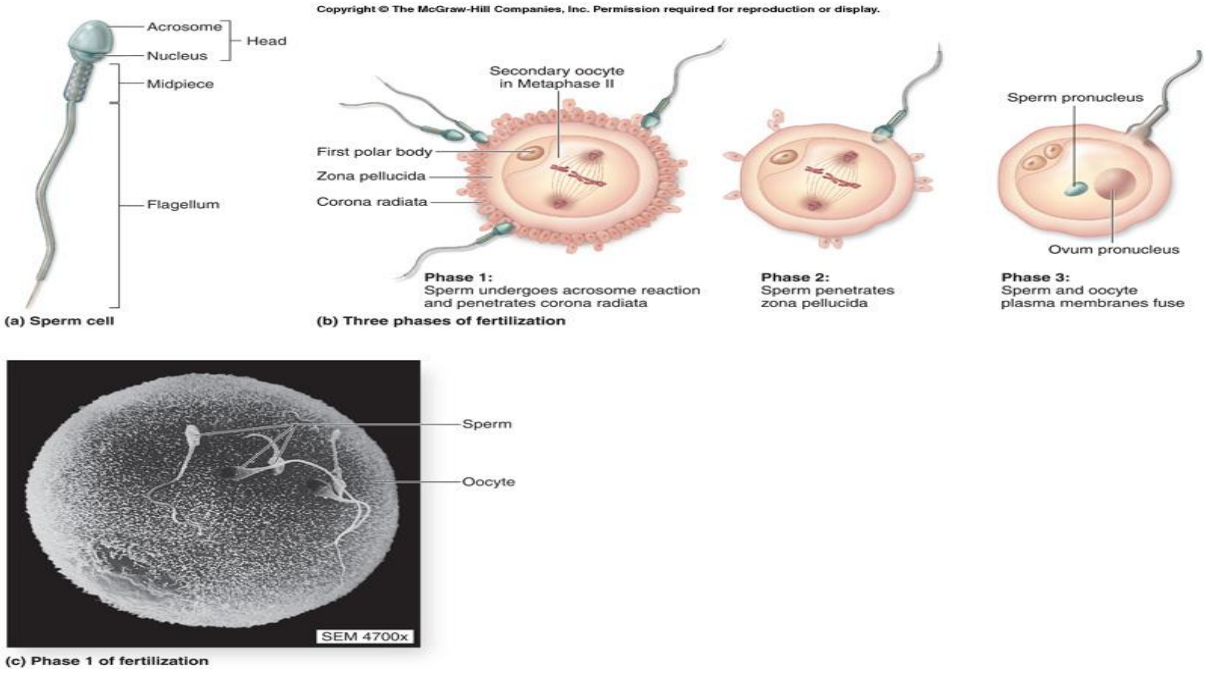
4- تستجيب البيضة الملامسة للحيمن لها بطريقتين :

أ- يحدث تغيير في الطبقة الشفافة والغشاء البلازمي للبيضة ينتج عنه منع دخول حيامن أضافية أخرى

ب- تكمل خلية البيضة الثانوية الانقسام النضجي الثاني وتطرد الجسم القطبي الثاني وتصبح حينئذ البيضة ناضجة وتسمى نواتها بالنواة الأنثوية الأولية femal pronucleus

ت- يكبر راس الحيمن ليكون النواة الذكرية الأولية male pronucleus ويضمحل عندها الذنب

ث- تتحرك النواتان الأنثوية والذكرية نحو وسط البيضة ثم تلتقيان ويختفي الغشاء النووي لكل نواة وتختلط كروموسومات النواتين بعضـها مع بعض ثم تنتظم هذه الكروموسومات بخط استواء المغزل استعدادا للانقسام الاعتيادي الأول للبيضة المخصبة



المخصب والمخصب المضاد :

كان العالم ليلي Lillie يقوم ببعض التجارب على نطف قنفذ البحر حيث لاحظ ان النطف الناضـــجة مالت للتلازن agglutination عند مرورها بالبيوض الناضـــجة لنفس الكائن ومن المعروف ان ظاهرة التلازن هذه تحدث نتيجة لتفاعل كيمائي بين الأضداد والمستضدات فبدا هذا العالم بأجراء تجاربه على أغلفة البيضة وراس الحيمن واستطاع

من خلالها الحصـول على مادتين بروتينين الأولى حصـل عليها من أغلفة البيضـة أطلق عليها اسـم المخصـب Fertilizin والثانية حصل عليها من راس الحيمن وأطلق عليها اسم مضاد المخصب Antifertilizin

- **الارتباط بين المخصب والمخصب المضاد ؟**

هناك نظريتان عملت على تفسير عملية الارتباط بين المخصب والمخصب المضاد وهي :

1- نظرية القفل والمفتاح :

تدعي هذه النظرية ان لكل من المخصـب والمخصـب المضـاد مكمل له شـكليا . واعتمدت في تفسـيرها على اختلاف شـكل راس الحيمن للأنواع المختلفة وتدعي هذه النظرية (ان هناك موقع على سـطح البيضـة يكمل شكليا من قبل راس الحيمن) .

وقد وجه لهذه النظرية عدة انتقادات منها :

لوحظ ان لبعض الحيامن تستطيع ان تلقح بيوض بالرغم من عدم تكامل جزيئات المخصب والمخصب المضاد شكليا وكذلك عند إزالة الغلاف الجيلاتيني لبيوض قنفذ البحر .

فظهرت نظرية جديدة تدعى نظرية (التلاؤم المستحدث) .

2- نظرية التلاؤم المستحدث :

وهي تدعي (انه لا يشترط لشكل المخصب المضاد ان يكمل شكليا للمخصب في بداية الأمر , ولكن يمكن ان يستحث المخصب لتغير شكله ليتلائم مع شكل المخصب المضاد) .

- **الآليات المستخدمة لضمان عملية الاخصاب :**

هناك عدة وسائل ظهرت في الكائنات الحية تمكنت من خلالها ضمان حصول عملية الاخصاب , **ومن أهم هذه الآليات** :

1. النضج الجنسي لكلا الجنسين (الذكور والإناث) في فترة واحدة .
2. كثرة عدد الكميتات التي تطلقها بعض الكائنات تؤمن وصول الحيامن الى البيوض .
3. في بعض الكائنات تظهر فيها عمليات غزل بين الذكر والأنثى لفترات زمنية مختلفة قبل حدوث عملية الجماع حيث تؤدي النضج الجنسي لكلا الجنسين وتكوين الكميتات وضمان التقائها حيث ان:

أ- في قطيع من الكائنات تتواجد فيه ذكور وإناث غير ناضجة حيث تظهر هناك أنثى ناضجة, فتقوم هذه الأنثى بإطلاق مواد ذات رائحة خاصــة عندما تقوم بعملية التبويض ovulation , وهذه المواد تؤدي الى النضــج الجنسي لبقية أفراد المجموعة (سواء الذكور او الإناث) .

ب- **في السلمندرات** تحدث عمليات غزل طويلة (بين الذكور والإناث) , يعقب هذه العملية , قيام الذكور (أثناء سيرها بشكل منعزل ومتتابع) بإطلاق رزم من الحيامن على الأرض , التي تلتقطها الإناث عن طريق شفاه المجمع ,لتصلها الى القناة التناسلية لتحدث بعدها عملية الاخصاب.

4. حقق الانتقال من عملية الاخصاب الخارجي الى الاخصاب الداخلي نسبة عالية من التقاء الأمشاج .
5. كبر حجم البيضة مقارنة مع حجم الحيمن , وهذا يسهل وصول الحيمن الى البيضة .

7- تطرح بعض الكائنات كميات كبيرة من البيوض والحيامن لضمان التقاءهما مثل بعض الحيوانات المائية

- **منع ظاهرة تعدد النطف**

هناك وســـائل عديدة تتخذها الكائنات الحية لمنع حدوث ظاهرة تعدد النطف داخل بيوضـــها , ومن هذه الوسائل :

1. انطلاق جزيئات المخصـــب من أغلفة البيضـــة الى المحيط , بعد دخول أول حيمن , مما يؤدي الى تلازن الحيامن الموجودة في هذا المحيط مما يمنع وصولها الى البيضة .
2. بعض البيوض في مجموعة من الكائنات تطلق عند حدوث الاخصاب مواد بروتينية ذات وزن جزيئي عالي , منها أنزيم هاضم للبروتين يدعى (البروتيز الناتج عند الاخصاب)fertilization product protease **F.P**. Protease)

ويعمل هذا الأنزيم على تغير سطح البيضة بحيث يفقدها قابليتها على ربط الحيامن , ويتم ذلك خلال 30 ثانية .

4. في بعض الكائنات مثل (قنفذ البحر , والضفادع , وبعض الأسماك العظمية) يتحول الغشاء المحي للبيضة الى غشــاء يســمى بغشــاء الإخصــاب الذي يظهر بعد دخول أول حيمن ويمنع دخول حيامن أضــافية أخرى (وغشــاء الاخصــاب يســاهم في تكوينه إضــافة الى الغشــاء المحي , غشــاء آخر هو غشــاء البلازما وبعض المواد المحررة من الحبيبات القشــرية) . يرتفع **غشــاء الاخصــاب fertilization envelope** عن ســطح البيضــة تاركا فسحة حولها تسمى بالفسحة حول المحية **pecivitelline space** ,فيمنع دخول حيامن أضــافية نتيجة

ابتعاد هذا الغشاء عن سطح البيضة مما يمنع دخول اي حيمن إلى سطح البيضة بعد الإخصاب. إضافة الى وجود الحبيبات القشرية cortical granules التي تحرر ثلاث مكونات بعد دخول أول حيمن ومنها:**أ- أجسام صفائحية الشكل تنفتح وتتحد مع سطح الداخلي للبيضة ب- كريات تتحد معا مكونة الطبقة hyaline layer ج- مواد سائلة تحتوي إنزيمات حالة تضاف الى الفسحة حول المحية بين غشاء الإخصاب والبيضة**

5. **في بيوض الثدييات** حيث لا يوجد غشاء محي , وإنما تقوم المنطقة الشفافة والشعاعية بالدور أعلاه بدلا من الغشاء المحي , فعند دخول أول حيمن تعاني هذه المنطقة تغيرا بسيطا في الشكل مما يجعل مرور حيامن أخرى من خلاله أمرا متعذرا .

6. **في بيوض الأسماك العظمية** تحاط البيضة بأكملها بغشاء سميك يسمى الغشاء المشيمي , وهذا الغشاء يحتوي على فتحة صغيرة تدعى النقير micropyle , تسمح بمرور حيمن واحد فقط , وبعد دخوله تغلق وتغلف مباشرة بمادة جيلاتينية , فتمنع بذلك دخول حيامن أضافية

7. **في البيوض الكبيرة (وخاصة الأسماك الغضروفية والزواحف والطيور)** قد يدخل الى البيضة أكثر من حيمن واحد ولكن واحدا منها فقط هو الذي تندمج نواته مع نواة خلية البيضة , أما البقية فتموت وتتحلل .

8- تطلق البيوض من أسطحها المخصب الى المحيط الذي يعمل على تلازن الحيامن قبل وصولها الى البيضة ويتم ذلك بعد دخول أول حيمن .

9- وجد في أغلفة البيضة إضافة الى وجود المخصب وجود كمية قليلة من المخصب المضاد التي تتفاعل مع المخصب بعد دخول أول حيمن الى داخل البيضة .

التكاثر العذري Parthenogenesis : وهو التكاثر الذي يحدث بدون اخصاب وبدون حدوث اندماج بين المادتين النوويتين للكميت الذكري والأنثوي فيحدث تحفيز البيضة على النمو بدون إخصابها وتكوين كائن حي لكنه يحمل نصف العدد من الكروموسومات وقد يحث هذا التكاثر اما طبيعيا او اصطناعيا عن طريق تدخل الانسان حيث يحفز البيوض على النمو وتكوين الجنين ويتم ذلك بعدة طرق منها اما عن طريق الوخز بإبرة رفيعة للبيضة او بتغير درجة حرارة البيوض او بتغير التركيز الأيوني المحيط بالبيضة او تغير الحامضية التي تعيش بها البيضة وهذا النوع من التكاثر يوجد في الزنابير من رتبة غشائية الأجنحة.

ملاحظات:

1- مجرد اتصال الحيمن مع سطح البيضة يحفز هناك التفاعلات الأيضية في البويضة التي تؤدي الى ظهور التطور الجنيني

يفرز الجسيم الطرفي الانزيمات المحللة التي تحلل المواد المحيطة با البيضة حيث مجرد اتصال او اندماج المشيج الذكري تحصل عملية إزالة القطبية depolarizes للغشاء البلازمي لخلية البيضة وتكون حاجز تغطي وتوقف استقبال النطف بعد دخول أول نطفة (يتحرر الكالسيوم) وتسمى بتفاعل الاكروسوم.

3- يحدث بعدها رد فعل القشرية cortical reaction لمنع دخول أكثر من حيمن واحد الى داخل البيضة ,تمنع ظاهرة تعدد النطف polysperm حيث اثناء اندماج البويضة مع الحيمن يحفز تفاعل اخر هو التفاعل القشري cortical reaction وهذا التفاعل يؤدي الى ارتفاع في ايون الكالسيوم +Ca2 الذي يحفز الحبيبات القشرية لتحرير محتوياتها خارج البيضة وهذا يشمل إفراز الحبيبات القشرية cortical granules من البيضة التي تحتوي على الأنزيمات التي تمنع استمرار تفاعل الجسيم الطرفي وهذه التغيرات

تسبب تكوين غلاف او غشاء الإخصاب **fertilization envelope** الذي يعمل كسداد لمنع تعدد النطف

4- يؤدي الارتفاع الحاد في Ca^{2+} في العصارة الخلوية للبويضة الى زيادة د معدلات التنفس الخلوي والبناء البروتيني من قبل خلية البويضة

5- مع هذه التغيرات السريعة في عملية التمثيل الغذائي يمكن القول الآن ان البيضة أصبحت منشطة وبعدها تهاجر نواة الحيمن الأولية باتجاه نواة البيضة الأولية وتندمج معها وتبدأ بعدها انقسام الخلايا (التفلج).

سبحان الذي خلق فسوى .... سبحان الذي قدر فهدى .... خلايا ليس لها عقل ولا إدراك تفعل هذه العجائب كأحسن ما يكون العقل والإدراك وكأحسن ما تكون البراعة والدقة في التنظيم ... سبحانك ربي سبحانك

انتهت المحاضرة بعون الله

***التفلج :- Cleavage:**

وهي أحدى خصائص التكاثر الجنسي , وهي تتمثل بمرور البيضة المخصبة بانقسامات خيطية متكررة اذ تنقسم البيضة المخصبة (الأحادية الخلية **unicellular**) الى خليتين وهذه بدورهما تنقسمان الى أربع خلايا ....وهكذا... الى ان تتكون كرة من الخلايا (**multicellular**) والخلايا الناتجة من عملية التفلج تعرف **بالفلجات** **blasto meres** التي تكون كبيرة الحجم في البداية ثم تغدو أصغر فاصغر كلما تقدم التفلج وتنتهي مرحلة التفلج مع تمام تكوين الطور الجيني المعروف بالبلاستولا **blastula.**

***مميزات التفلج :**

1. تتحول البيضة المخصبة الوحيدة الخلية الى تركيب متعدد الخلايا بانقسامات خيطية متعاقبة .
2. لا يحدث نمو أثناء التفلج حيث ان فترة الطور البيني interphase قصيرة جدا تتهيأ خلالها الخلايا للانقسام اللاحق .
3. لا يحدث تتغير في شكل البيضة العام باستثناء ظهور تجويف داخلي هو الجوف الارومي blastocoel .
4. تقتصر التغيرات النوعية في التركيب العام على تحول مواد سايتوبلازمية الى مواد نووية
5. لا يحدث تبادل لمواقع أجزاء السايتوبلازم داخل البيضة المخصبة (بقدر كبير)،حيث تبقى في المواضع التي تحتلها في البيضة المخصبة .
6. يتخذ التفلج في المراحل الأولية نمطا وإيقاعا متميز ،بحيث لا تتفلج أو تنقسم خلية إلا ان تنقسم الخلية المجاورة لها ،**ويرجع سبب حدوث هذا النمط أو الإيقاع الى عاملين رئيسيين هما:-**

أ- قرب الخلايا من بعضها ،فتعطي أشارة(كل خلية)للخلية المجاورة لها .

ب- وفرة المادة النووية .

ويتلاشى هذا التزامن والتطابق في التفلج بعد فترة معينة تختلف من كائن لآخر تدريجيا ،لتنقسم الخلايا بصورة مستقلة عن بعضها البعض . ففي الرميح يتلاشى هذا التزامن بعد 64 خلية ،وفي الضفدع يتلاشى بعد 32 خلية أما في الدجاج فيتلاشى بعد 16 خلية ويرجع سبب هذا الى:

أ- ابتعاد الخلايا عن بعضها . ب- تناقص المادة النووية (قلتها) ج- كبر حجم الخلايا

7- التغيرات الكيميائية التي تحدث أثناء التفلج هي تحول الحامض النووي RNA الى DNA حيث في كل انقسام يتم تنصيف المادة النووية لذا تحتاج الى مادة نووية للاستمرار بالتفلج .

تصنيف التفلج على عدة أسس من أهمها :-

أولا- على أساس تحديد مصير الخلايا الناتجة من التفلج :-

أ- التفلج المحدد / determinate cleavage

وهو التفلج الذي يمكن من خلاله تحديد مصير الخلايا الناتجة من التفلج من المراحل الأولى من التفلج أي أن كل خلية تفلجية blastomere تعطي جزءا محددا من الجنين في مراحل مبكرة وهو يشيع في أغلب أنواع اللافقريات وفي الغلاليات tunicates (وهي مجموعة من الحبليات الاولية) ومثال على اللافقريات التي يظهر فيها هذا النوع ما يحصل في دودة الإسكارس .

التفلج الغير محدد / Indeterminade cleavage

وفية لا يتم تحديد مصير الخلايا التفلجية خلال المراحل المبكرة ،إلا بعد مراحل متأخرة من التفلج ،كما يمكن ان يؤدي فصل الخلايا المتفلجة عن بعضها في مرحلة الخليتين أو الأربع وأحيانا الثماني خلايا الى تكوين أجنة كاملة وأن كانت صغيرة الحجم ،ومثال عليها ما يحصل في شوكية الجلد ونصفية الحبل الظهري والبرمائيات.

ثانيا- على أساس انتظام او عدم انتظام الخلايا الناتجة من التفلج :-

أ- التفلج غير المنتظم / Irregular cleavage

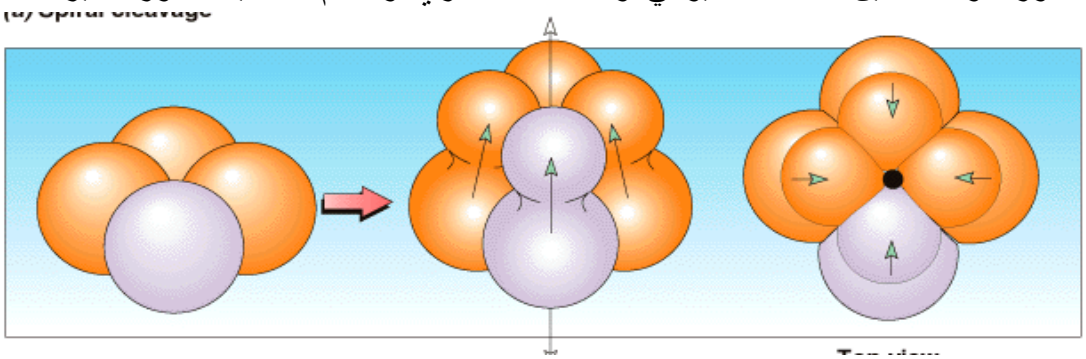
أذ تكون مستويات التفلج باتجاهات مختلفة وعشوائية ليست لها علاقة بعمليات التكوين الجنيني المقبلة ولا تتبع نظاما محددا بل تكون مبعثرة،وهذا يظهر في اللافقريات وجوفية المعي .

ب- التفلج المنتظم / regular cleavage

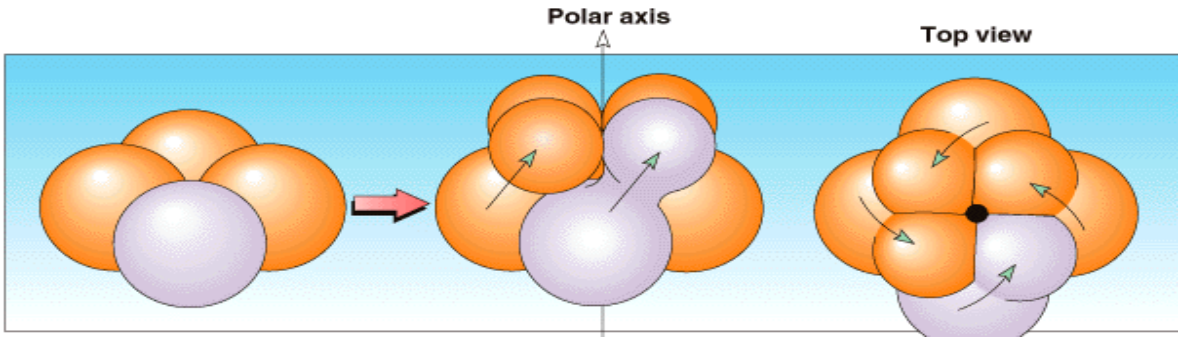
تكون الخلايا الناتجة من هذا التفلج منتظمة حول محور معين حيث مستويات التفلج أكثر تنظيما ، حيث تمركزت المعلومات الخاصة بالتكوين الجنيني في مواقع محددة من السايتوبلازم ، ومثال على هذا النوع ما يحصل في الحيوانات الراقية . فضلا عن تأثير المح في عملية التفلج ونمطها فأن السايتوبلازم ومكوناته في البيضة تساهم في تحديد اتجاه مغزل الانقسام خلال عملية التفلج وبهذا يؤثر على نوعية التفلج الحاصل .

***هناك ثلاث أنواع من التفلج المنتظم هي :-**

1- **التفلج الشعاعي Radial cleavage** : وهذا التفلج يكون شائعا في بيوض شوكية الجلد،الكتلة الخلوية الناتجة من هذا التفلج تكون متناظرة حيث يمكن إمرار أكثر من محور واحد داخل هذه الكتلة ليقسمها الى نصفين متساويين وبالتالي تؤدي الانقسامات الأولية الى تكوين كتلة من الخلايا متناظرة شعاعية حول المحور الواصل بين القطب الحيواني والقطب الخضري وتنقسم الخلايا بصوره غير متساوية .



2- **التفلج اللولبي (الحلزوني) / Spiral cleavage:**وهو يمثل تفلج شعاعي محور حيث تتبادل الفلجات الموجودة في الصف العلوي المواقع مع الفلجات الخضرية وتستقر على الفواصل بينها .وهذا ناتج عن أن مغزل الانقسام يميل بزاوية 60، وهو يظهر واضحا عند الانقسام الثاني ،وهو شائعا في بعض الشعب اللافقرية كالديدان الحلقية والنواعم .

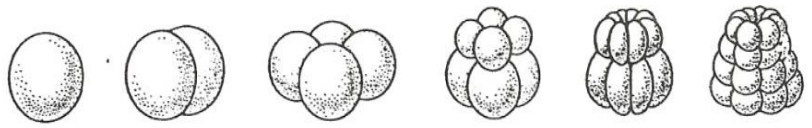


3- التفلج جانبي التناظر / Bilateral cleavage

يحدث عند إمرار محور طولي واحد داخل الكتلة الخلوية الناتجة ليقسمها الى قسمين متساويين (المحور الطولي الذي هو القطب الحيواني والخضري) أذ يقابل مستوى الانقسام الأول في هذا التفلج المستوى الوسطي الذي يفصل الجنين الى شق أيمن وأخر أيسر(أي يكون محور التفلج يطابق المحور الطولي للجنين بحيث يقسم الجنين الى قسمين متساويين ومتماثلين) كما أن المحور الأمامي والخلفي يكون محددا في مراحل مبكرة .وهو يشيع في الحبليات والكائنات المسماة بحاملات الامشاط Ctenophores .

انواع التفلج على اساس توزيع المح :يختلف نوع التفلج للبيضة المخصبة تبعا لكمية وتوزيع المح بالبيضة حيث ان المح لا ينقسم في البيضة المخصبة :

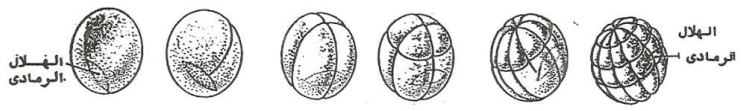
1- **التفلج الكامل المتساوي Holoblastic equal cleavage :**ويحدث هذا في البيوض قليلة المح متجانسة التوزيع وفي البيوض اللامحية حيث يمر محور التفلج من القطب الحيواني باتجاه القطب الخضري قاسما الخلية الى قسمين متساويين كما في الرميح حيثتكون كمية المح غير محسوسة وقليلة بحيث لاتقف عائقاً دون انقسام البويضة لذا تنقسم البويضة المخصبة انقساماً كاملا وكلياً معطية عدداً من الخلايا المتساوية في الحجم إلى حد كبير وتكون القطع التفلجية blastomeres تقريبا متساوية في الحجم غير ان القطع الموجودة باتجاه القطب الخضري vegetal pole والتي تسمى بالقطع الكبيرة macromeres اكبر قليلا من القطع في الاتجاه الحيواني animal pole المسماة القطع الصغيرة micromeres لوجود كمية من المح اكبر نسبيا من هذا القطب.



التفلـج الكلي متساوي

2- التفلج الكامل غير المتساوي Holoblastic unequal cleavage:

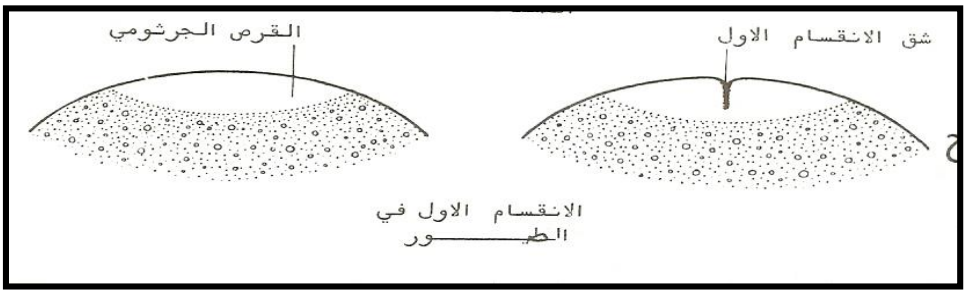
ينتج من هذا التفلج خلايا غير متساوية بالحجم حيث تحدث شقوق التفلج أسرع نسبيا في القطب الحيواني عنه في القطب الخضري حيث تكثر كمية المح هناك (القطب الخضري)فتنتج قطع صغيرة اصغر وأكثر عددا من القطع الكبيرة في القطب الخضري التي تفوقها كثيرا في الحجم لاحتوائها على كمية كبيرة من المح وهذا يشاهد في البيوض متوسطة المح في الضفادع .



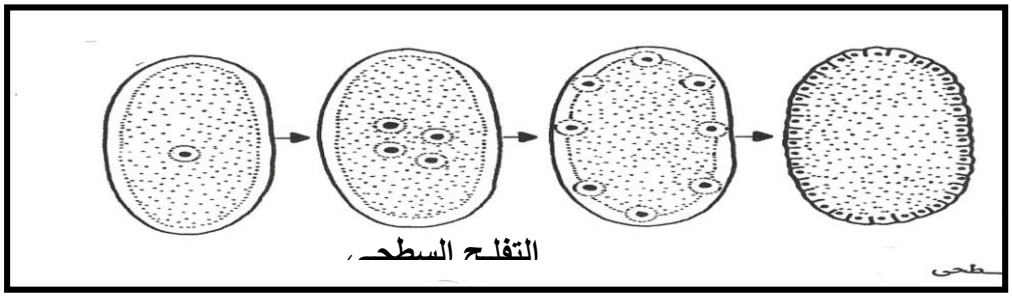
التفلـج الكلي الغير متساوي

3- **التفلج القرصي Discoidal cleavage** :

يحدث في البيوض كثيرة المح حيث توجد كمية كبيرة وضخمة من المح في القطب الخضري وأدت هذه الكمية الكبيرة من المح الى دفع النواة والسايتوبلازم نحو القطب الحيواني حيث يتم انفصال كامل تقريبا بين المح والسايتوبلازم فيتم التفلج في السايتوبلازم فقط الذي يتركز في قرص يطوف فوق المح ويسمى بالقرص البرتوبلازمي protoplasmic disc او القرص الارومي (blastodisc) ولا تمر مستويات التفلج بالمح على الإطلاق كما في الطيور.

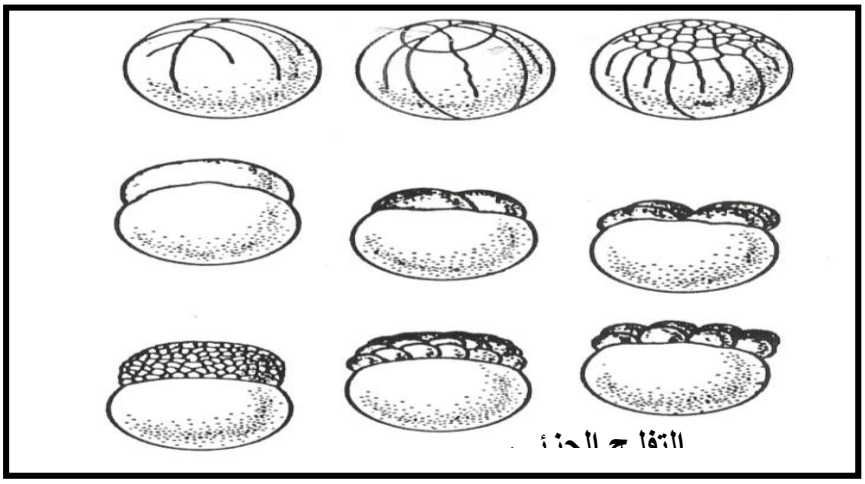


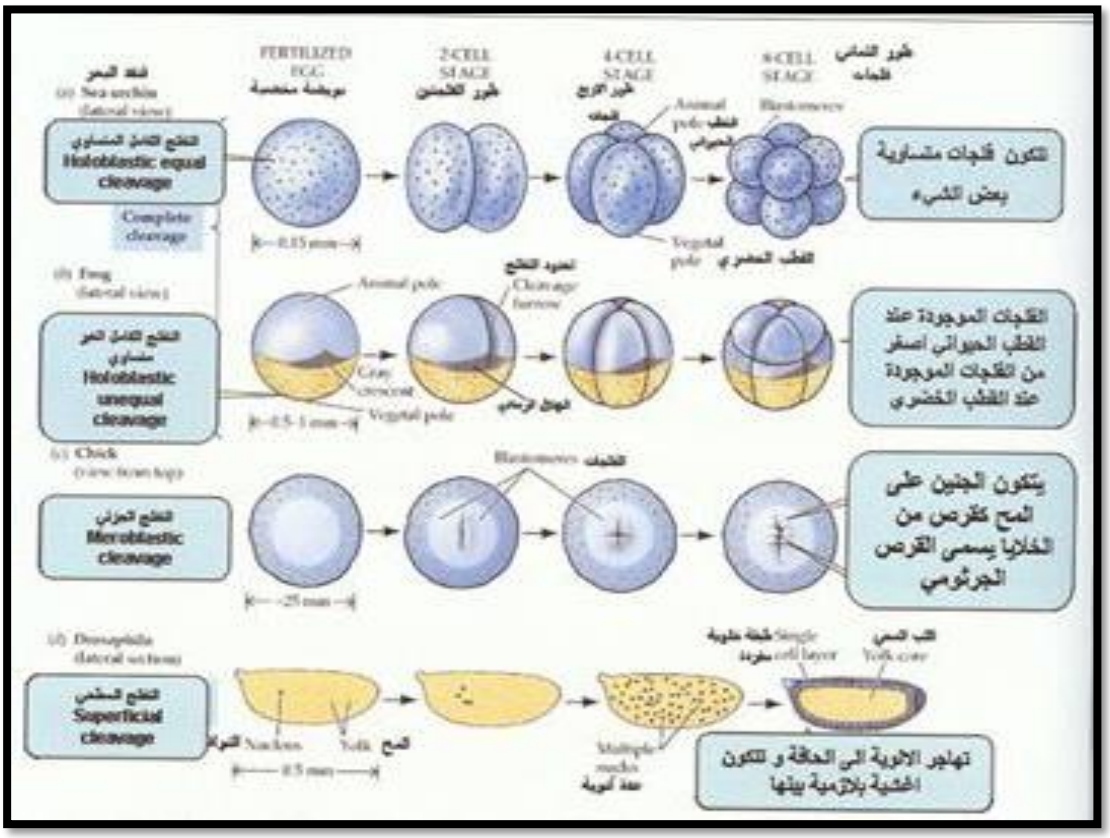
4- **التفلج السطحي Superficial cleavage** :ويسمى بالتفلج المركزي حيث يحدث في البيوض مركزية المح كما في المفصليات كالحشرات وفي هذا النوع تنقسم النواة سلسلة من الانقسامات الخيطية بدون السايتوبلازم لتكون مجموعة من الانوية التي تتحرك باتجاه سطح البيضة ثم يحاط كل جزء من هذه الانويه بكمية من السايتوبلازم مكونة ما يعرف بالجزر Islands التي تتحد مع السايتوبلازم السطحي .



5- **التفلج الجزئي اوغير التام meroblastic cleavage** :

يحدث أيضا في البيوض كثيرة المح حيث تظهر أخاديد التفلج ولكن لا تكتمل حدوده بسبب كثرة المح.





***مستويات التفلج :**

- **تحدث الانقسامات الثلاثة الأولى في جميع الحيوانات وفق نمط ثابت :**
- **الانقسام الأول** : يكون عمودي أي أنه يمر بالمحور الرئيسي للبويضة المخصبة بحيث يصل قمة القطب الحيواني بقمة القطب الخضري وينتج عنه خليتان .
- **الانقسام الثاني** : عمودي على الأول وينتج عنه أربعة خلايا يختلف حجمها باختلاف نوع البويضات وتكون غالباً متساوية .
- **الانقسام الثالث** : أفقي على الانقساميين الأول والثاني وينتج ثمانية خلايا في مجموعتين كل أربعة منها تكون في مجموعة أحدهما علوية جهة نصف الكرة الحيواني للبويضة والأخرى سفلية جهة نصف الكرة الخضري.
- **ثم التفلج الرابع** عبارة عن انقسامات في المجموعة العلوية وأخرى في المجموعة السفلية يتنج 16 فلجة
- **ثم التفلج الخامس** لينتج 32 فلجة
- **ثم التفلج السادس** ليعطي التوتية **(Morula) ثم المفلجة أو البلاستولة**

ملاحظة: يكون الانقسام (التفلج) في جميع أنواع البيض في بدايته بصورة منظمة فيعطي الانقسام الأول فلجتين تنقسمان بدورهما إلى أربعة فلجات وتستمر الانقسامات لتعطي ثمانية فلجات ثم ستة عشر فلجة فاثنين وثلاثين فلجة ويعرف هذا الطور بطور التوتية morula stage ويعقب ذلك أن يأخذ الانقسام صور غير منتظمة بحيث يصعب تتبعها في معظم الفقاريات.

- **كيف تحدد مستوى التفلج :**

يمكن تحديد مستوى اي تفلج من قانونين بسيطين هما:

أ- يميل مغزل الانقسام الى الاندفاع الى الكتلة البروتوبلازمية الأكبر بينما يكون محور الانقسام عمودي عليه

ب- ان كل محور انقسام تالي يكون عمودي على محور الانقسام الأول وينصفه ليقسم الخلية الى مجموعة من الفلجات (خلايا) متساوية وان السايتوبلازم هو الذي يحدد موقع محور الانقسام واتجاهه.

***التغيرات الكيميائية خلال التفلج :-**

ان التغيرات الوحيدة التي تحث أثناء التفلج هي عملية تحول مواد سايتوبلازمية الى مواد نووية بسبب اختلال التوازن بين نسبة المادة النووية الى المادة السايتوبلازمية حيث تزداد المادة السايتوبلازمية على حساب المادة النووية التي تنصف مع كل انقسام

1- تتضاعف الخلايا خلال التفلج وخاصة في المراحل الأولى منه بسرعة كبيرة وهذا يعني تضاعف عدد النوى وبالتالي تضاعف المواد النووية والمواد اللازمة لبناء مغزل الانقسام والأغشية الخلوية .
2- تحتفظ في كل خلية بكميات ثابتة من الحامض النووي منقوص الأوكسجين (DNA)والهستونات التي تدخل معه في بناء الكروموسومات .ان هذا يعني أن زيادة هذه المواد تتم على حساب المواد السايتوبلازمية(على الاقل خلال مراحل المبكرة من التفلج).
3- اما بناء الحامض النووي الرايبوزي(RNA) خلال التفلج فيكون محدودا جدا إن لم يكن متوقفا حيث يتم بناءه في اغلب الخلايا التي تمر بالطور البيني حيث يتم ظهور النويات المسؤولة عن بناء هذا الحامض النووي اما الحامض النووي الرسول mRNAوالناقل tRNA فيجري بنائهما خلال التفلج وبمعدل واطئ وان استخراج النواة من البيضة المخصبة لا يوقف عملية التفلج ونستدل من هذا على أن بناء ال RNA ليس ضروريا للتفلج .
4- أما البروتينات فأما أن ينشط بنائها في بعض الأنواع كقنفذ البحر بعد الاخصاب ،في حين أن أنواعا أخرى كالضفدع لا يؤدي الإخصاب الى حدوث تغيير بارز في بناء البروتين ،وأن معظم البروتينات التي تبنى خلال التفلج هي تلك التي يعتمد عليها في تضاعف الفلجات ومن اهم البروتينات هي الهستونات

التي تؤلف حوالي 50% من البروتين المنتج خلال التفلج وكذلك بروتين التيوبيولين Tubulin الذي يكون النبيبات الدقيقة بما فيها خيوط مغزل الانقسام حيث تزداد خلال التفلج وكذلك الأنزيمات اللازمة لتضاعف ال DNA ومنها انزيم ribonucleotide reductase وأن بناء البروتينات أساسي لعملية التفلج ،وأن إيقاف هذه العملية(عملية بناء البروتينات)يوقف عملية التفلج وأن ال mRNA (الخاص بعملية بناء هذا البروتينات) يكون موجودا في البيضة قبل الاخصاب وينشط بعد الاخصاب ،ويبنى في حالات قليلة خلال التفلج .

ويتم التحول بطريقتين :

أ- الطريقة المباشرة: حيث تتحول المادة السايتوبلازمية مباشرة الى مادة نووية (DNA).

ب- الطريقة غير المباشرة :فيها تتحول المادة السايتوبلازمية الى RNA أولا ثم يتحول هذا الاخير الى DNA .

- معدل الانقسامات التفلجية :-

***تختلف الفترة اللازمة لحدوث التفلج من بيضة الى اخرى ومن كائن حي لاخر حيث توقف سرعة التفلج الى عاملين مهمين :**

أ- **نوع الكائن الحي (المادة الوراثية) فلكل نوع من الكائنات الحية سرعة محددة من التفلج تختلف عن الانواع** الأخرى فبيوض الضفادع لها سرعة محددة من التفلج تختلف فيها عن بيوض الرميح الذي يمتلك سرعة تفلج تختلف عن سرعة التفلج في الدجاج وهكذا .

ب- العوامل البيئية المحيطة بالبيضة المتفلجة حيث تؤثر هذه العوامل اما سلبا او ايجابا ومنها :

1- **درجة الحرارة حيث تلعب دور مهما في سرعة التفلج فقد وجد ان ارتفاع درجة الحرارة للبيوض المتفلجة** للضفدع من 10-20 مئوي سوف يزيد من سرعة التفلج ثلاث أضعاف .

2- **التركيز ألايوني وحامضية الوسط المحيط بالبيوض فاغلب البيوض تتفلج في وسط حامضي متعادل وكما ان** البيوض التي عبارة عن أجنة نامية تحتاج الى بعض الايونات تستمدها من المحيط فكلما كانت هذه الايونات متوفرة زادت سرعة التفلج والعكس صحيح .

3- **وفرة الأوكسجين فالبيوض المتفلجة التي هي عبارة عن أجنة نامية تحتاج الى كمية من الأوكسجين اللازم** لأكسدة المواد الغذائية لتحرير الطاقة فكلما كان الأوكسجين متوفر زادت سرعة التفلج والعكس صحيح .

وبصورة عامة معدل الانقسام يختلف باختلاف الأنواع ،وهو يتراوح من خمس عشرة دقيقة الى ما يقارب ساعة حيث لا يحدث أي تفلج لأي نوع من البيوض في درجة الحرارة لأقل من 15 دقيقة . ومن الثابت علميا ان النواة لا تظهر أي تأثير على معدل الانقسام ،وان السايتوبلازم هو الذي يتحكم بهذا المعدل من الانقسامات (يتفاوت

عددها في الأنواع المختلفة) التي تتباطئ تدريجيا ويختفي التزامن كليا او جزئيا أي ان كل خلية أو مجموعة خلايا تأخذ بالانقسام بمعدل يختلف عن الخلايا الأخرى .وكما تقدم فان من أهم أسباب حدوث التزامن (أو العوامل المؤثرة على هذا التزامن)هي :-

أ- قرب الخلايا من بعضها وبعدها عن بعضها .

ب- وفرة او قلة المادة النووية .

***تمايز الخلايا :**

هناك عوامل عديدة تشترك في تمايز الخلايا وأهمها توزيع السايتوبلازم على الفلجات المنقسمة حيث ان كل فلجة تستلم كمية من السايتوبلازم تختلف عن الفلجات الأخرى إضافة لهذا هناك عاملان مهمان لهما دور مهم في تمايز الخلايا وهما الجينات المحمولة على الكرموسومات والهرمونات المفرزة من الغدد وأهمها الغدد الصماء فمثلا عند إزالة الغدة النخامية في مرحلة مبكرة من النمو فان الغدة الدرقية لا يمكنها ان تتمايز الى غدة . وهذه العوامل تشمل

أولا : دور النواة

كان الاعتقاد السائد ولفترة من قليلة من الزمن ان النواة هي المسؤولة عن تمايز الخلايا ولكن الدراسات الحديثة اثبت وبشكل قطعي ان الخلايا المتفلجة تستلم نفس الكمية والنوعية من المادة النووية DNA فأذن جميع الخلايا سوف تكون متشابهه من حيث المادة النووية وبالتالي لأصبح التمايز هنا متشابها ولكن تظهر الخلايا المتفلجة تمايزا مختلفا حسب الأنواع. ولإزالة هذه الغموض اجري احد الباحثين (شبيمان عام 1928) التجارب التالية :

الأولى : أخذت بيضة مخصبة لقنفذ البحر وتم تخصيرها من الوسط بواسطة شعرة رفيعة وقسمها الى قسمين بحيث ترك النواة في احد القسمين وابقي لقسم الثاني فارغ من النواة وترك بعد ذلك البيضة للتفلج فبدا القسم الموجود فيه النواة بالانقسام بينما القسم الآخر الخالي من النواة توقف عن الانقسام لان النواة هي المسيطر على الانقسام وبعدها ترك الجزء الحاوي على النواة بالانقسام الى ان وصل الى مرحلة 16 خلية بعدها سمح لنواة احد الخلايا المتفلجة بالدخول الى الجزء الخالي من النواة بفتح الشعرة قليلا ثم عاد فقسمها الى جزئيين بربط الشعرة بقوة وبعدها ترك الجزئيين بالنمو حيث كونا جنينين وعندما قارن بين حجوم هذين الجنينين كان الفرق بينهما بسيط جدا فلو كانت النواة هي المسؤولة عن التمايز لكان حجم الجنين الأول اكبر من الثاني ب 15 مرة لان الجنين الاول حصل على 15 جزء من النواة مقارنة بالثاني الذي حصل على جزء واحد فقط وهذا لم يحدث مما يدل على ان النواة ليست مسؤولة عن الانقسام والتمايز بل أذن السايتوبلازم هو المسؤول عن ذلك وهذا طبيعي لان الخلايا المتفلجة تستلم نفس الكمية والنوعية من المادة النووية وان السايتوبلازم يعد العامل الثاني المسؤول عن تمايز ونمو الخلايا حيث كل خلية تفلجية تستلم كمية من السايتوبلازم تختلف كميتها ونوعيتها عن الخلية المجاورة لها ولإثبات ذلك تم أجراء تجربة ثانية الموجودة في دور السايتوبلازم.

ثانيا – السايتوبلازم :-

1- دور السايتوبلازم في خلية البيضة المخصبة :-

أن كل جزء من السايتوبلازم خلية البيضة المخصبة يحمل مقتدرات (مقتنيات)كامنة تختلف عن المقتدرات الكامنة للأجزاء المجاورة وهذه المقتدرات هي التي تؤدي بكل جزء إلى أن يتمايز إلى نوع خاص من الخلايا وبهذا فان كل جزء من أجزاء السايتوبلازم سيكون مسئوولا عن مجموعة من الخلايا وبالتالي الأنسجة والأعضاء .

أجريت التجربة التالية :

أخذت أحدى بيوض الضفدع المخصبة التي يمر فيها التفلج الأول من منطقة تدعى الهلال الرمادي حيث تنصفه الى نصفين متساويين وقام بعدها **العالم شبيمان** بتخصير خلية البيضة المخصبة بعد التفلج الأول الى جزئيين حيث ترك الجزء الحاوي على الهلال الرمادي في جهة والجزء الآخر الخالي من الهلال الرمادي ثم ترك الجزئيين لتنمو فتكون جنينان الأول جنينا كامل الحجم بينما الثاني كان صغير ومشوه مما يدل على ان **سايتوبلازم الهلال الرمادي** هو المسؤول عن نمو وتمايز الخلايا التفلجية .

2- دور السايتوبلازم القشري :-

السايتوبلازم القشري هي كمية السايتوبلازم التي تقع أسفل قشرة البيضة (أي الى الداخل من القشرة الداخلية) يختلف عن السايتوبلازم المركزي(الذي يحتل الجزء الوسطي) بالكثافة ومعامل الترسيب حيث أن :-

أ- السايتوبلازم المركزي يكون اقل كثافة من القشري.

ب- السايتوبلازم المركزي يترسب بسرعة طرد مركزي قليل أو واطئ، أما القشري فيترسب بسرعة طرد مركزي عالية جدا.

ت- يحتوي السايتوبلازم المركزي على عدد قليل من المايتوكوندريا بينما يحتوي القشري على عدد كبير من المايتوكوندريا .

- **أما عن دور السايتوبلازم القشري :-أجريت التجارب لمعرفة دور السايتوبلازم القشري في التفلج :-**

أولا- (التجربة الأولى) :

أخذت بيوض مخصبة وثم عرضت لعملية طرد مركزي قليل ،ثم تركت لتنمو وكونت أجنة غير مشوهه ذات نهاية أمامية خلفية معلومة. وبالتالي في هذه التجربة تأثر السايتوبلازم المركزي ،ولكن رغم تأثره ظهرت أجنة غير مشوهه،مما يدل على إن هذا الجزء(السايتوبلازم المركزي) ليس له أي دور في عملية تمايز الخلايا .

ثانيا – (التجربة الثانية) :

أخذت بيوض مخصبة وتم تعريضها لعملية طرد المركزي عالي وسريع جدا .ثم تركت لتنمو ،فكونت أجنة مشوهه غير معلومة النهاية الأمامية والخلفية .في هذه التجربة فأن السايتوبلازم القشري هو الذي تأثر،وقد ظهرت أجنة مشوهه غير معلومة النهايات مما يدل على أن السايتوبلازم القشري هو المسؤول عن تحديد النهايتين .

ثالثا- دور الجينات الأمية :-

يقصد بالسايتوبلازم الأمي ،كمية السايتوبلازم التي تحملها خلية البيضة غير المخصبة التي تصل إليها من الأم ،إذ أن الحيمن لا يحمل أي كمية من السايتوبلازم وبالتالي ليس للأب أي دور في هذا الاتجاه

- وقد أظهرت الدراسات الحديثة إن السايتوبلازم الأمي له دور في عملية التمايز وخاصة في تحديد التفاف صدفة القواقع والمحار حيث ان التفاف صدفة القواقع أما باتجاه عقرب الساعة فيطلق عليه باليمنى او باتجاه عكس عقرب الساعة فيسمى (يسار)
- كما أثبتت البحوث الجزيئية أن التفاف الصدفة نحو اليمين يتحكم به جين سائد يرمز له (E)، بينما الالتفاف نحو اليسار يتحكم به أليل متنحي ويرمز له (e)، ولكن الدراسات الحديثة أثبتت ان الأم هي المسيطر على هذا الالتفاف بغض النظر عن الجينات السائدة والمتنحية فإذا كانت الأم ذات صدفة يمنى فجميع الأفراد الناتجة تحمل صدفة يمنى وإذا كانت الأم ذات صدفة يسار فجميع الأفراد الناتجة تحمل صفة يسار مما يدل على ان الأم او سايتوبلازم خلية البيضة هي التي تتحكم في التفاف الصدفة وكما موضح بالمخطط التالي :

الذكر(EE) × الأنثى(ee)يسار

الأفراد(يسار) Ee

الذكر(ee) × الأنثى(EE)يمين

الأفراد(يمين) Ee

- **مرحلة التويتة والأريمة Morulla and Blastulla:-**

بعد انتهاء التفلج في المراحل المبكرة تأخذ الخلايا الناتجة من التفلج كتلة خلوية تاخذ شكل الخلية الناتجة منها غير ان تفلطح ملتقيات الخلايا عند القطب الحيواني والخضري يحول هذه الكتلة الخلوية الى ما يشبه ثمرة التوت ويختلف شكلها باختلاف الأنواع اعتمادا على ثلاثة عوامل هي :-

1. توزيع المح وكميتة .
2. التدخل الميكانيكي لغشاء الإخصاب المحيط بهذه الكتلة الخلوية .
3. ضغط الفلجات (الخذمات) على بعضها البعض .

إذ تميل الفلجات بصورة عامة الى اتخاذ شكل كروي ،غير أن التصاقها الوثيق ببعضها يؤدي الى تسطح مناطق الالتقاء فيما بينها عند القطبين يحول الكتلة الخلوية الى ما يشبه تمرة التوت فيطلق على الجنين في هذه المرحلة بالطور التوتي morulla stage التي تبدأ بالحركة والانتظام حول الجوف الداخلي الذي يتكون بعد انقسام التفلج الثالث حيث يكون في بداية الأمر تجويف ضيق يتوسع باستمرار مع التفلجات المستمرة ويملا هذا الجوف بسائل يشتق من الخلايا المتفلجة لتحول الى ما يعرف بالطور الاريمي blastula stage حيث يكون الجنين هنا أحادي الطبقة الجرثومية .

***تأثير المح على ترتيب الخلايا في الاريمة:**

يختلف ترتيب الخلايا حسب كمية المح ونمط التفلج وتشمل :

1- في البيوض قليلة المح ومتساوية التوزيع مثل الرميح حيث تترتب الخلايا في الطور التوتي في طبقة واحدة مكونة كرة من الخلايا لها تجويف مركزي يسمى التجويف الارومي blastocoels حيث تكون الفلجات الموجودة في القطب الحيواني من الكرة صغيرة بينما الموجودة في القطب الخضري تكون كبيرة نسبيا

2- في حالة البيض طرفية ومتوسطة المح مثل الضفدع حيث تترتب الخلايا في التويتة في عدة طبقات حيث يتكون تجويف فوق خط الاستواء لان الخلايا الخضرية المشحونة بحبيبات المح أزاحت التجويف نحو الأعلى .

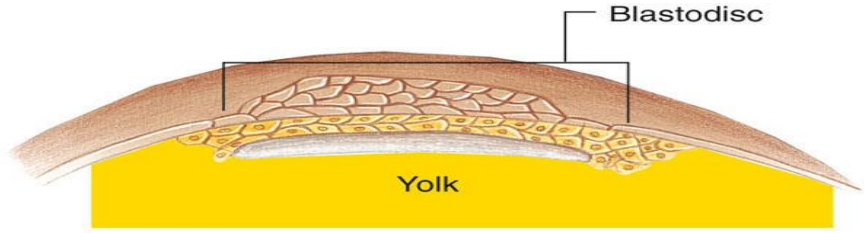
3- في البيوض كثيرة المح كما في الطيور حيث يوجد القرص الارومي الذي يمثل الطور التوتي حيث لا تترتب الخلايا بشكل كروي نظرا لإعاقة المح لها حيث تبقى الخلايا على هيئة قرص يطفو فوق كمية من المح وبينهما ينشا تجويف الاريمة او البلاستولا على هيئة شق ضيق أسفل الأدمة الارومية blastdermis يفصل الاريمة الى جزئيين أريمة عليا epiblast وأريمة سفلى hypoblast.

4- في البيوض المركزية فأن التفلج السطحي فيها يؤدي الى تكوين أريمة محيطية periblastula ،ويمكن اعتبارها مجوفة غير ان جوفها مملوء بالمح

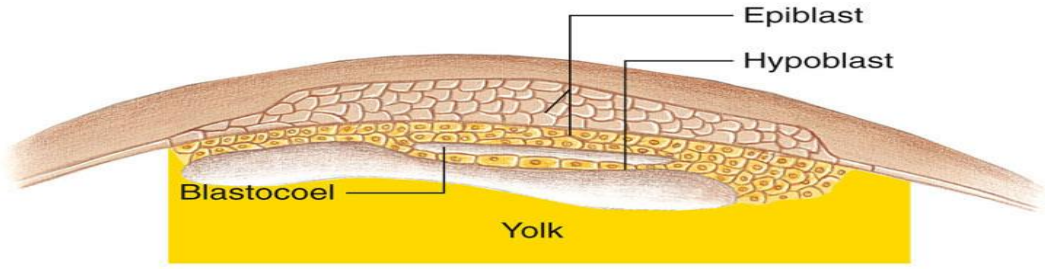
5- في حالة الثدييات تترتب الخلايا في الاريمة في منطقتين منطقة مكونة من عدة طبقات من الخلايا عند اقطاب كرة البلاستولا وتسمى بالكتلة الخلوية الداخلية inner cell mass او (الاريمة الجنينية embryoblast) ومنطقة أخرى تمثل بقية جدار البلاستولا وهي عبارة عن طبقة واحدة رقيقة من الخلايا شبه مسطحة تسمى بطبقة التغذية trophoblast . الطبقة الأولى ينشأ منها جسم الجنين بينما طبقة التغذية تكون منها أغشية تتصل بجدار الرحم حيث يتعلق الجنين ويتغذى فيما بعد على دم الأم عن طريق تكوين المشيمة لذا سميت بطبقة التغذية .

6-أما في الأسماك العظمية والسلاحف،فتتكون الاريمة من طبقة واحدة .أما البيوض التي تتفلج تفلجا لولبيا فغالبا ما تكون أريمة صلدة Stereoblastula وتكون غير مجوفة .

ملاحظة: التركيب هنا أصبح عبارة عن كرة ذات تجويف متسع هو تجويف البلاستولا وعندها تسمى البلاستولا blastula .



(a) Early blastodisc formation. The blastodisc is a small disc of cytoplasm on the upper surface of the egg yolk. This cutaway view shows cells on the blastodisc surface, as well as in the interior.



(b) The blastodisc splits into two tissue layers, an upper epiblast and a lower hypoblast, separated by the blastocoel.

© Thomson Higher Education

***التفلج وتكوين الاريمة blastula لدى الانسان :**

1- بعد أتمام عملية الاخصاب تنزل البيضة المخصبة من قناة فالوب وتتجه نحو الرحم حيث تستغرق عملية النزول عادة 3 أيام تكون فيها البيضة المخصبة بدأت المراحل الأولية من انقسامها لتتكون خليتان

صغيرتان ثم اربع خلايا فثمان خلايا ثم 16 خلية وهكذا حيث تكون كتلة من الخلايا تسمى التويته morulla وتسمى كل خلية بالفلجة blastomere .

2- ثم يدخل السائل الموجود في الرحم الى داخل التويته ويتجمع بين الفلجات الصغيرة ويزداد حجم السائل تدريجيا ليفصل كتلة من الخلايا تميز الى مجموعتين الأولى كتلة خلايا داخلية inner cell mass (وتسمى embryoblast) التي ستنمو وتكون جسم الجنين الثانية كتلة الخلايا الخارجية outer cell mass وتسمى أيضا بطبقة التغذية trophpblast التي ستكون المشيمة في المستقبل .

3- عند حلول اليوم 4 من النزول تتحد الفراغات الممتلئة بالسائل لتكون فراغا واحدا كبيرا يسمى تجويف البلاستولا blastocoels وعندها تحول التويتة الى طور البلاستولا او الاريمة blastula stage تشاهد فيها كتلة الداخلية بارزة الى داخل التجويف بينما تكون طبقة التغذية الجدار الخارجي للاريمة

4- في اليوم 5 و6 تضمحل الطبقة الشفافة وتختفي وتلتصق الاريمة بالغشاء المبطن للرحم (النسيج الطلائي العمودي البسيط المهدب) في اليوم السادس وعندها تكون بطانة الرحم قد تهيأت لاستقبال البيضة المخصبة بتأثير هرموني الاستروجين والبروجستيرون وتبدأ خلايا طبقة التغذية بمهاجمة خلايا الغشاء المجاورة استعدادا لعملية الانغراس .

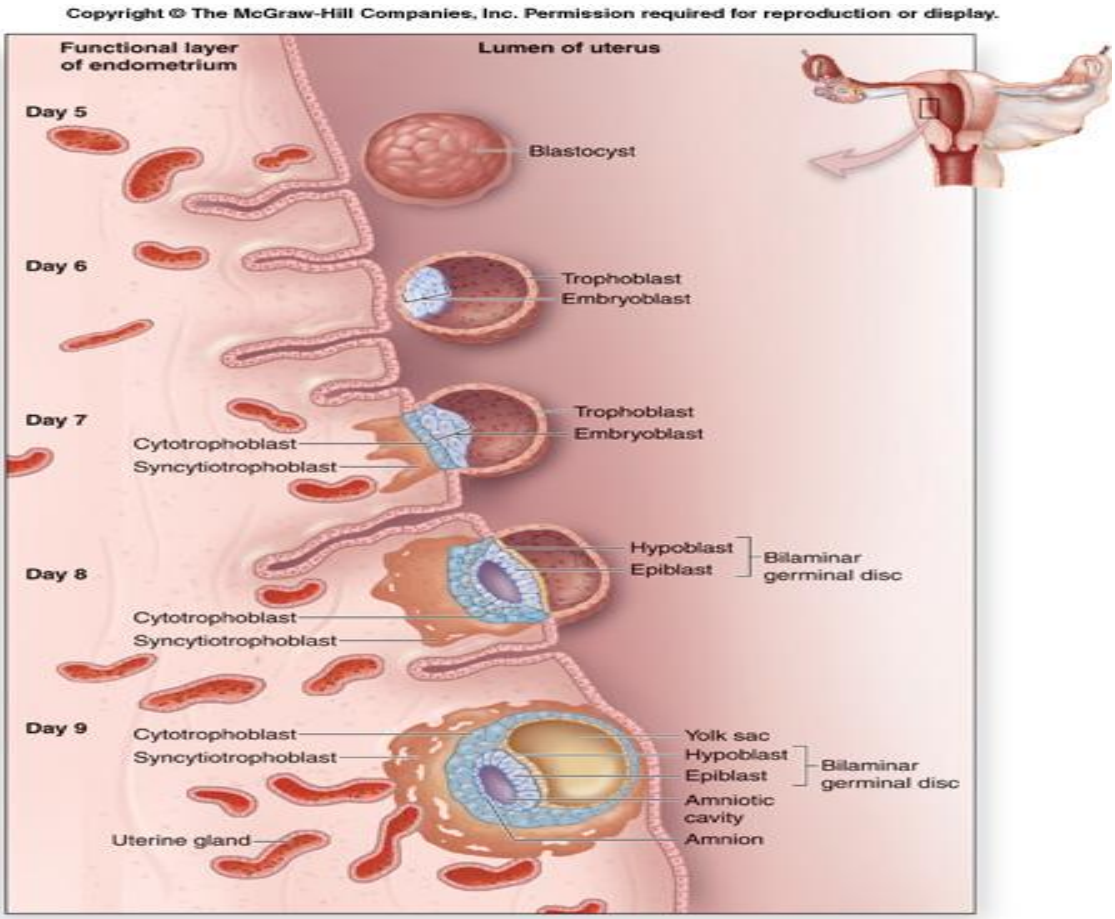
***عملية انغراس الجنين في الانسان Implantation :**

قبل ان تبدأ خلايا طبقة التغذية في مهاجمة الغشاء المبطن للرحم تكون خلاياها قد تميزت الى طبقتين :

1- طبقة داخلية مكونة من خلايا وكل خلية لها غشاء خلوي ولهذا تسمى طبقة التروفوبلاست الخلوي cytotrophoblast .

2- طبقة خارجية فقدت خلاياها أغشيتها الخلوية وأصبحت الطبقة عبارة عن سايتوبلازم به عدة انويه وهو ما يسمى syncytium ولهذا تسمى هذه الطبقة syncytiotrophblast التي تهاجم وتهضم مساحة محدودة من الغشاء المبطن للرحم بواسطة أنزيمات خاصة هاضمة للبروتين ثم تخترق زوائد هذه الطبقة النسيج الطلائي المبطن للرحم وتبدأ في مهاجمة النسيج الضام الذي يليه endometrial stroma وبذلك تنغرس البلاستولا في الغشاء المبطن للرحم ويكون عمره حينئذ 7 يوم . وفي نفس الوقت تظهر طبقة جديدة من الخلايا في الاريمة تسمى الأديم الباطن الجنيني embryonic endoderm على السطح الحر من كتلة الخلايا الداخلية وهذه الطبقة الجديدة سوف تكون في المستقبل الغشاء المبطن للقناة الهضمية الأولية .

3- تبدأ مرحلة الحمل بعد أتمام عملية غرس الجنين في جدار الرحم وتستغرق الفترة من أتمام الاخصاب الى الولادة 270 يوم (9 شهور) وتختلف هذه الفترة في بعض حالات الحمل حيث قد تصل الى 300 يوم او أكثر .



سبحان الذي خلق فسوى .... سبحان الذي قدر فهدى .... خلايا ليس لها عقل ولا إدراك تفعل هذه العجائب كأحسن ما يكون من العقل والإدراك وكأحسن ما تكون البراعة والدقة في التنظيم ... سبحانك ربي سبحانك

انتهت المحاضرة بعون الله

المعيدة Gastrulation :

هي العملية التي يتم من خلالها تحويل الجنين من أحادي الطبقة الجرثومية في الاريمة(مكونة من صفيحة خلوية واحدة تعرف بالأدمةا لارومية blastoderm التي تحيط بالجوف الاريمي) الى جنين ثنائي او ثلاثي الطبقات الجرثومية حيث تتثخن الأدمةالارومية وتنطوي وتلتف مكونة أنابيب او حويصلات حيث ان الاسفنجيات ديدان جوفية المعي تكون أجسامها ثنائية الطبقات الجرثومية اما بقية الحيوانات فأجسامها مكونة من ثلاث طبقات جرثومية وهذه العملية تعرف بتكوين المعيدة gastrulationاوتتضمن إزاحةأنسجة معينة او انتقالها من موقعها على سطح الاريمة الى موقع جديد نتيجة لامتداد جزء ما من الأدمةالارومية او انبعاج جزء لأخر او كليهما وبنهاية العملية تكون المعيدة الناتجة في الحيوانات ثلاثية الطبقات الجرثومية مؤلفة من ثلاث اسطوانات متحدة المركز وهي الأديم الظاهر ectoderm الى الخارج والأديم الباطن endoderm الى الداخل والأديم المتوسط mesoderm بين الطبقتين .

أثناء تكوين المعيدة تعمل هجرة طبقتي الأديم الباطن والمتوسط على ردم الجوف الارومي وظهور تجويف جديد يسمى بالمعي البدائي archenteron الذي يفتح الى الخارج بالثقب الارومىblastoporeويطلق على الأنسجة التي تحد الثقب الارومي بشفاه الثقب الارومىblastoporal lips .

أما العمليات التي تشارك في عملية تحويل الجنين من أحادي الى متعدد الطبقات فيختلف من كائن لآخر حسب تعقيد الكائن ففي الرميح تكون العملية مجرد انبعاج خلايا القطب الخضري باتجاه القطب الحيواني ولكن في الضفدع تشارك هذه العملية عدة حركات مهمة أهمها الانبعاج والتغلف والاستدارة والدخول اما في جنين الدجاج فتشارك عمليات أخرى من التقارب والتباعد بين الخلايا وسوف نشرح ذلك بالتفصيل مع النمو الجنيني لكل كائن حي .

الخرائط المصيرية :Fate Maps :

عبارة عن رسوم تخطيطية لأجنة الكائنات الحية يمكن من خلالها التعرف على مصير أجزاء الجنين من المراحل المتقدمة وما ستؤولأليه تلك المناطق في المستقبل (أيالأجزاء المسؤولة عن تكوينها)

لرسم أي خارطة مصيرية يعتمد في ذلك على طريقتان

الأولى : اذا كان هناك تمايز واضح بين أجزاء الخلايا التفلجية كتمايز في اللون او الحجم او الشكل فيعتمد على هذا التمايز عن طريق تقسيم جسم الجنين النامي الى عدة أجزاء حسب التمايز بين خلاياه ثم يتابع نمو هذا

الجزء وما سيكون في المستقبل ومنها نرسم الخرائطالمصيرية التي توضح كل جزء من أجزاء الجنين النامي ومثال ذلك اريمة الرميح .

الخريطة المصيرية للرميح :

يتميز سايتوبلازم بيضة الرميح قبيل التفلج الى ثلاث مناطق هي 1- سايتوبلازم يحتوي تركيز عالي من المح تقع قرب القطب الخضري ويقابل هذا القطب الجزء الخلفي الظهري للجنين 2- سايتوبلازم شفاف يقع بالقرب من القطب الحيواني ويقابل الجزء الأمامي البطني للجنين 3- سايتوبلازم هلالي الشكل ذو صبغة داكنة يحتل موقعا حافيا عند خط استواء الخلية يعين النهاية الخلفية للجنين .حيث تتمايز الخلايا أثناء تكوين المعيدة الى خلايا كبيرة في القطب الخضري وخلايا صغيرة في القطب الحيواني وخلايا مفككة دائرية عند القطبين ومن متابعة هذه الأجزاء الثلاث تبين ان خلايا القطب الخضري الكبيرة مسؤولة عن تكوين الأديم الباطن المسؤول في المستقبل عن تكوين الأنبوب الهضمي اما خلايا القطب الحيواني الصغيرة فلوحظ أنها مسؤولة عن تكوين الأديم الظاهر الذي سيكون في المستقبل البشرة والجهاز العصبي أما الخلايا المفككة (السايتوبلازم الهلالي) فلوحظ أنها مسؤولة عن تكون الأديم المتوسط المسؤول في المستقبل عن تكوين العضلات الجسم والجوف الجسمي والجهاز الابرازي .

الرسم (اريمة الرميح والضفدع مطلوب ص 118)

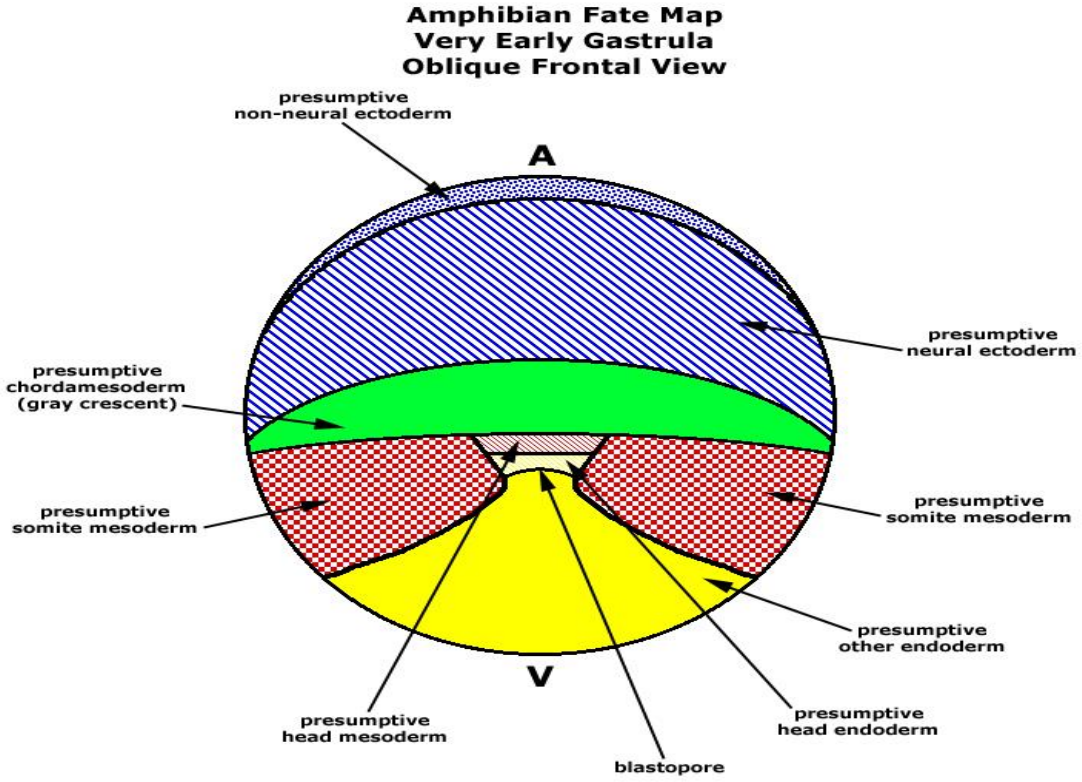
الثانية :اذا لم يوجد تمايز في الخلايا التفلجية للجنين النامي لا في اللون ولا في الحجم ولا في الشكل فيعتمد في هذه الحالة على1- تصبيغ أجزاء الجنين النامي **بالأصباغ الحيوية vital stains**وإعطاء تمايز واضح لهذه الأجزاء المختلفة من الجنين عن طريق تلوينها بألوان مختلفة (يتم التصبيغ عن طريق شرائح صغيرة من الاكار او السلوفان التي تشبع بالمادة الملونة ثم توضع على أجزاء مختلفة من سطح الاريمةحيث يتم انتشار الصبغة من الاكار الى جميع خلايا الجنين وتلوينها بلون خاص) ثم متابعة الألوان وما ستؤدي الى تكوينه من أعضاءوأنسجة في المستقبل ومنها يتم رسم الخرائط المصيرية لها(تكون هذه الأصباغغير ضارة – لها القدرة على الاحتفاظ باللون بعد الانقسام)وتشمل الأصباغ الآتية: الأحمر المتعادل Neutral Red والأزرق النيلي Nile blue sulphate و الصبغة الخضراء Janus green

2- **المواد المشعة Radiochemicals** : مثل الثيمدين المشع لتتبع الانقسامات الخلوية.

الخارطة المصيرية للبرمائيات :

لقد أمكن الحصول على خرائط مصيرية لمناطق الأعضاء المستقبلية لعدد من أنواع البرمائيات . أنها تختلف نوعاً ما في التفاصيل ولكن أساسها واحد لجميع الأنواع لنأخذ بنظر الاعتبار الخارطة المصيرية لأريمة احد البرمائيات اللاذنبيةAnuran كمثال للبرمائيات بصورة عامة . يظهر من هذا الشكل ان نصف الكرة الحيواني بأكمله تقريباً يمثل الأديم الظاهر المستقبلي Prospective Ectodermبضمنة الأديم الظاهر العصبي Neural Ectoderm في الجهة الظهرية المستقبلية والأديم الظاهر البشري Epidermal Ectoderm في الجهة الأمامية

البطنية المستقبلية . اما الجزء السفلي من نصف الكرة الخضري فسيكون الأديم الباطن Endoderm للمعي ومشتقاته ويدعى الأديم الباطن المستقبلي Prospective Endoderm . بين الأديم الظاهر المستقبلي والأديم الباطن المستقبلي يقع شريط عريض من الجهة الظهرية ومتضيق من الجانبين . تطابق هذه المنطقة الهلال الرمادي للبيضة الأصلية . ان الجزء الظهري الوسطي لهذه المنطقة سيكون الحبل الظهري Notochord في المستقبل ولذا فيدعى بالحبل الظهري المستقبلي Prospective Notochord . اما الجزئيين الجانبيين فسيكونان الأديم المتوسط Mesoderm المسؤول عن تكوين البدينات Somites والأديم المتوسط الجانبي Lateral Mesoderm . هناك منطقة من الأديم المتوسط المستقبلي تقع بين الحبل الظهري المستقبلي وبين الجزئيين الجانبيين للأديم المتوسط وأمام الأديم الباطن المستقبلي وتدعى بالصفيحة قبل الحبلية المستقبلية Prospective Precordial Plate او الأديم المتوسط المستقبلي للرأس Head Mesoderm .



الحركات المكونة للشكل Morphogenetic movements:

تلك الحركات التي يتم عن طريقها تحويل الجنين من مرحلة الاريمةblastula الى مرحلة المعيدة gastrulaوأطلق عليها بالحركات المكونة للشكل لان في هذه المرحلة تبدأالأعضاءالأولية بالظهورواتخاذ الشكل المميز للنوع .ولا يقتصر الحركات على الشكل الخارجي فقط بل يتعداه ليشمل التنظيم التركيبي وتشمل حركات أجزاء كبيرة او صفائح خلوية

تشمل هذه الحركات حركتين رئيستين :

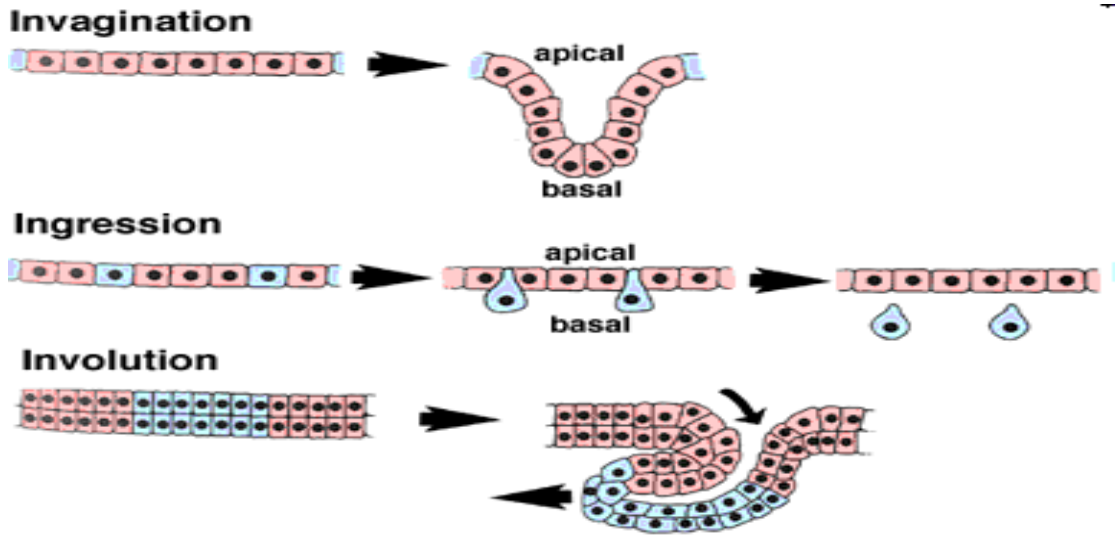
1- **التغلفEpibol yاو الامتداد Expression** :
وهو ميل الخلايا الطبيعي للانتشار فوق السطوح المتواجدة عليها وتغليف تلك السطوح وهذه من ميزات الأديم الظاهرفقط

2- **الانغمادEmboly** : وهي عكس عملية التغلف حيث تنبعج الأنسجة الى الداخل او تنطوي و تدخل الى داخل الجوف وتبطن السطح الذي كانت فيه وينتج هنا تغير موضعي في شكل الخلايا وتشمل الحركات الثانوية التالية

أ- **الانبعاج الداخلي Invagination** : عملية انبعاج خلايا احد القطبين (القطب الخضري) باتجاه خلايا القطب الثاني (الحيواني) وتستمر العملية الى ان تلامس خلايا القطب الخضري مع خلايا القطب الحيواني وبذلك تحول الجنين من أحادي الطبقة الى ثنائي الطبقات وتكون الصفيحة المنبعجة مقعرة من الخارج وهي تشبه كحركة دفع كرة من جهة باتجاه الجهة الثانية .

ب- **الاستدارة Involution** : وهي حركة صفيحة خلوية من السطح واستدارتها حول نقطة معينة وهي شفاه الثقب الارمي ودخولها الى الجوف لتبطنه وتحول الجنين الى ثنائي الطبقات وتكون الصفيحة محدبة من الخارج.

ت- **الدخول Ingression** : وهي عملية انفصال مجاميع خلوية من الأدمةالارومية من السطح ودخولها الى داخل الجوف وتبطينها ذلك الجوف لتكون طبقة داخلية جديدة فتحول الجنين الى ثنائي الطبقات الجرثومية .



***الحث الجنيني Embryonic Induced :**

- وهو قيام أجزاء معينة من الجنين متقدمة في النمو بحث أجزاءأخرى من الجنين غير نامية للبدء بالنمو لكي يكون هناك تسلسل واضح في عملية تكوين أنسجة وأعضاء جسم الجنين. لقد عرف اوبنهيمر (Oppenheimer 1984)الحث الجنيني بأنه عبارة عن تفاعل بين نسيج ما يسمى النسيج الحاث

(Inducing Tissue)ونسيج أخر يسمى النسيج المستجيب Responding Tissue.أو كما ذكر ولبت وهولدر(Walbot and Holder 1987) بأن الحث الجنيني هو تداخل بين مجموعتين أو أكثر من الخلايا الجنينية التي تغير أو تحدد على الأقل مصير نمو واحده من الخلايا, فالخلايا التي تغير من شكلها تسمي بالنسيج المستجيب.

- لكن كيف يحدث هذا الحث الجنيني ؟ انه من خلال المنظمات الجنينية.
- **المنظمات الجنينية (Embryonic Organizer)**
- المنظم هو قدرة نسيج معين على تحويل أو تحفيز نسيج أو أنسجة أخرى لكي تتمايز وتعطي أعضاء أثناء مراحل التكوين الجنيني المبكرة .ففي البرمائيات وجد أن الشفة الظهرية لثقب المفلجة (البلاستوبورblastopore) وعقدة هنسن في أجنة الطيور والثدييات هي المنظمات الجنينية في هذه الأجنة حيث تعمل على تحفيز تكوين الأنبوبة العصبية فيها.وذلك من خلال تجارب نقل وزراعة أجزاء من الأجنة إلى أجنة أخرى .

اكتشاف الحث الجنيني ومنظم شبيمانالأولي:

كان اول المشتغلين في الحث الجنيني هو العالم شبيمانSpemann عام 1901 عندما كان يدرس تكوين العين وحث عدستها من قبل الكوب البصري غير ان التجربة التي أثبتت بصورة جلية مبدأ الحث الجنيني كانت من تجربة مساعدته هيلدا مانكولد عام 1924 التي قامت بقطع جزء من الشفة الظهرية للثقب الارميلأحدالأجنة وزراعتها في منطقة بطنيه او جانبية لجنين آخر فاستطاع هذا الجزء المزروع من تكوين حبلا ظهريا وبدينات (قطع جسمية)وحث الأجزاء التي فوقه لتكوين أنبوب عصبي .

أجريت تجارب عديدة على شفاه الثقب الارمي فقد لوحظ عند اخذ صفيحة عصبية من جنين مبكر في النمو ونقلها من موقعها الطبيعي الى المنطقة البطنية من نفس الجنين سوف تكون بشرة تماثل البشرة المحيطة بها لان هذه الشفة الظهرية في الجنين المبكر لازالت تطلق الحث الجنيني وتحفز الصفيحة العصبية اما عند اخذ نفس القطعة ولكن من جنين متأخر النمو وزرعت في المنطقة البطنية فأنها ستكون نسيجا عصبيا مما يدل على ان المادة الحاثة من الشفة الظهرية قد أطلقت او تحررت قبل نقلها وقد أطلق شبيمان على عملية تحفيز خلايا الشفة الظهرية للأديم الظاهر بالحث الجنيني الأولي وطلق اسم المنظم على الشفة الظهرية للثقب الارميالذي يتميز بميزتان :

أ- قدرته على تنظيم نفسه في محور جنيني يتألف من حبل ظهري وبدينات
ب- قابليته على حث الأديم الظاهر الواقع فوقه ليكون أنبوبا عص بيا .

وتميز هذه العملية بميزات :

1- ان الحث الجنيني ليس خاص ومقتصر على مادة الحبل الظهري والأديم المتوسط بل يتعدى الى الأديم الظاهر

2- لا يعتمد الحث فقط على الخلايا الحية وإنما لوحظ ان الخلايا الميتة او المقتولة تستطيع القيام بعملية الحث
3- لا يحمل الحث الجنينيأية معلومات وراثية بل تكون عملية تكوين الصفيحة العصبية مبرمجة ضمن الأديم الظاهر دون تعريضه لأي أشارة حاثة
4- لا يتم الحث عن طريق ملامسة الخلايا الحاثة للخلايا المستجيبةوإنما يجب ان تنتشر المادة الحاثة بين الخلايا المستجيبة .
5- هناك نوعان من الحث الجنيني معرفان لحد الآن هما :
أ- الحث العصبي وهو تركيب بروتيني نووي رايبوزي تحث تكوين الدماغ.
ب- الحث الشوكي او الذنني الذي هو عبارة عن بروتينات تقوم بحث الأديم المتوسط

دور العوامل الجينية في تكوين المعيدة :

مر بنا ان النواة لا تلعب اي دور يذكر في المراحل الجنينية البكرة الأولى حيث لوحظ عند نزع نواة بيوض قنفذ البحر استطاعت ان تعاني تفلجا طبيعيا ولكنها لا تستطيع الاستمرار بعد هذه المرحلة حيث ان البيضة المخصبة وجنين في دور التفلج يقومان باستنساخ نسبة ضئيلة من الحامض النووي الرسول mRNA ولكن هذه النسبة تتضاعف الى عشرة أضعاف عند الوصول الى مرحلة المعيدة بل يتعدى ذلك ليشمل بناء نوعي الحامض النووي الرايبوزيtRNA,rRNA الذين يلعبان دورا أساسيا في بناء البروتين وقد عزى سبب فشل البيضة منزوعة النواة بالاستمرار بالتكوين الجنيني بعد التفلج الى عجزها عن بناء الحوامض النووية اللازمة لبناء البروتين وفشلها في إظهار التغيرات الفسلجية المرافقة لتكوين المعيدة كزيادة استهلاك الأوكسجين والتحلل السكري .

-العمليات التي تحدث للجنين لتكوين الهيئة العامة له :

تحدث للجنين النامي عدة عمليات وتغيرات يتم من خلالها تكوين الهيئة العامة التي تميز الجنين عن الأجنة النامية الأخرى وهذه تشمل

1- استطالة الجسم وتحول الشكل من الكروي الى البيضوي ثم الى المتطاول
2- تكوين الذنب .
3- يقسم الجسم الى مناطق خاصة كالرأس والجذع والأطراف .
4- تكوين اللواحق الجسمية الأخرى.
5- انفصال الجنين عن الأجزاء او الأغشية خارج جنينية .

التكوين الجنيني: Development

يشمل التكوين الجنيني على مرحلتين رئيسيتين: 1- النمو 2- التمايز الخلوي

التحديد الخلوي Cellular Determination :

- يسبق عملية التمايز الخلوي والتحول في الشكل الظاهري للخلايا ما يعرف بعملية التحديد Determination الخلوي أو البرمجة المسبقة على المستوي الجزئي بحيث يحصل تغير وتحول وتنشيط

لجينات أو مورثات معينة في هذه الخلايا التي سوف تتمايز لكي تمهد نحو تغير شكلها الظاهري فيما بعد لتعطي النسيج أو الجهاز المعين.

- لذلك إذا تحدد مصير خلايا معينة لكي تتمايز إلى نسيج معين فإنه لا يمكن تغيرها, مثل البيض الذي نغليه بالماء لا يمكن أعادته لحالته.

***1-النمو Growth :**

النمو:-هو الزيادة بحجم الكائن الحي أو أعضاءه نتيجة بناء مكونات البروتوبلازم(من سايتوبلازم ونواة). ومن الخطأ اعتبار الطول كدالة للنمو . ويحصل النمو نتيجة1- انقسام الخلايا خيطيا وبالتالي زيادة عددها 2- زيادة حجم الخلايا المنقسمة نتيجة لزيادة مادة السايتوبلازم والمادة النووية 3- زيادة المادة بين خلوية حيث زيادة كتلة النسيج أو نموها نتيجةزيادة بناء المواد خارج خلوية مثل بناء المادة البينية للعظم أو ألياف النسيج الضام والتي تؤلف جزء من الأنسجة الضامة للكائن الحي .

ملاحظات :أ- إن الزيادة بالحجم لا تكون بنفس المعدل في الأماكن والأعضاء المختلفة من جسم الكائن الحي ،كما إنها لا تكون متساوية في جميع مراحل حياته .
ب- أن النمو يحصل إذا كان معدل العمليات الحيوية البنائية anabolic processes تزيد على العمليات الهدميةcatabolic processes (كما في مرحلة الطفولة)،أما إذا انعكست الحالة فيحصل ما يعرف (degrowth)، إذ يبدأ وزن الكائن الحي بالتناقص(كما في حالة الشيخوخة).

2-التمايز:-differentiation :ويشمل نوعين

- **التمايز الخلوي Cellular differentiation** : وتعني العملية التي تصبح فيها خلاياالكائن الحي أو أجزاءهاالأخرى مختلفة عن بعضها وعن منشأها (كما في عدسة العين)حيث تتحول الخلايا الجنينية المتماثلة والمبكرة في النمو وتصبح هذه الخلايا الجنينية مختلفة عن بعضها البعض من حيث الشكل والوظيفة,فتصبح ذات شكل معين ووظيفة محددة.
- **التمايز النسيجي histological differentiation**: تتضمن اكتساب خلايا الحيوان قدرة على أنجاز وظيفة خاصة بها لا تستطيع الخلايا الأخرى القيام بها ،كما في الخلايا العصبية التي تنقل الإيعاز العصبي ،وقد تكتسب هذه الخلايا صفات مظهرية كما في الأهداب ،أو لييفات عضلية ،أو غيرها تساعدها على انجاز وظائفها.أو قد تقوم الخلايا بإنتاج مواد تطرح مابين الخلايا وتبقى في النسيج كجزء من تركيبة (كما في المادة البينية للغضروف). كذلك فأن بعض الخلايا تبقى بشكل غير متمايز يمكن أن تعمل كاحتياطي للنسيج (كما في الخلايا الجذعية stem cell).
- مراحل نمو الجنين المبكرة تمر بعملية التمايز الخلوي لكي تعطي الخلايا والأنسجة المختلفة فمثلا **الطبقة الخارجية (الإكتوديرم)**:تعطي خلايا بشرة الجلد والخلايا العصبية، **والطبقة المتوسطة (الميزوديرم)**: تنشأ منها معظم الأجهزة كالعضلات والجهاز الدوري والجهاز البولي والتناسلي، **والطبقة الداخلية (الأندوديرم)** : تعطي القناة الهضمية وملحقاتها والجهاز التنفسي .

- **السيطرة الهرمونية على النمو والتمايز :**

يمكن توضيح دور الهرمونات في النمو والتمايز من خلال العلاقة القائمة بين الغدة النخامية والغدة الدرقية في جنين الضفدع حيث اثبت التجارب ان استئصال الغدة النخامية في مرحلة جنينية مبكرة يؤدي الى عدم تمايز الغدة الدرقية وضمورها وان إعادة زرع الغدة النخامية مكنها من استئناف تمايز الغدة الدرقية ونموها التي تلعب دورا في نمو وتمايز الكثير من أعضاء الجسم بما فيها الأطراف من خلال إفرازهاهرمون الثايروكسين.

تعمل أكثر الهرمونات في الفقريات بنظام التغذية الاسترجاعية feedback mechanism حيث تعمل الغدة النخامية والدرقية بموجب هذا النظام حيث تفرز الغدة النخامية الهرمون المحفز للدرقية Thyroid-Stimulating hormone ويرمز (TSH) الذي يحفز الغدة الدرقية على إفراز هرمون الثايروكسين وانطلاقة في الدم فإذا زادت كمية الأخير في الدم يؤدي الى تحسس مركز تحت المهاد الذي بدوره يرسل إيعازا للغدة النخامية بتقليل إفراز الهرمون TSH وبالتالي يقلل من إفراز الثايروكسين والعكس صحيح .

سبحان الذي خلق فسوى .... سبحان الذي قدر فهدى .... خلايا ليس لها عقل ولا إدراك تفعل هذه العجائب كأحسن ما يكون من العقل والإدراك وكأحسن ما تكون البراعة والدقة في التنظيم ... سبحانك ربي سبحانك

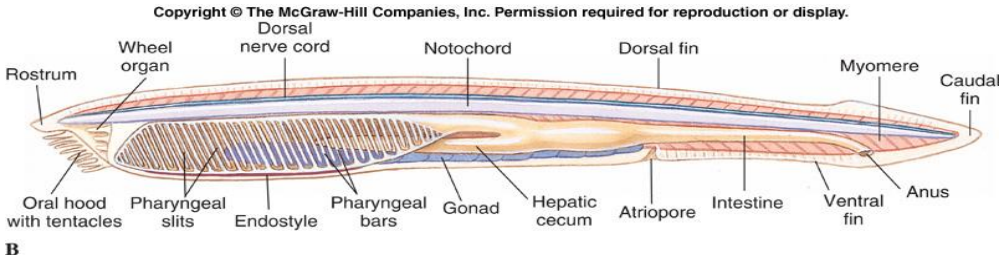
انتهت المحاضرة بعون الله

***التكوين الجنيني في الرميح :- Embryology of Amphioxus :**

يعتبر دراسة التكوين الجنيني للرميح ابسط عمليات التكوين الجنيني مقارنة في الحيوانات الأرقى لذا دائما ما يبدأ بدراسة النمو الجنيني لهذا الحيوان دون غيره ،وللأسباب التالية :-

1. يعتبر الرميح حلقة وصل بين اللافقاريات والفقريات .
2. يعتبر النمو الجنيني له أبسط أنواع النمو بين أجنة الكائنات الحبلية المختلفة (التي تحمل الحبل الظهري).

Figure 23.09b



- **المميزات العامة للرميح :-**

1. **التصنيف** / الحبليات Phylum : chordate
   رأسية الحبل الظهري Sub phylum :Cephalochordate
2. **الشكل** / شكله سهمي أو رمحي مدبب من نهايتيه الأمامية والخلفية ومنضغطا من الجانبين ،يبلغ طوله 5-7 سم ،ويوجد على جانبي البلعوم عدد كبير من الشقوق الخيشومية .
3. **الأجناس** / الأجناس فيه منفصلة ،أي أن هناك حيوان ذكر وأخر أنثى ،ولكن لا يمكن تمييز الذكور عن الإناث من المظهر الخارجي ،ويتم التمييز بأخذ مقطع عمودي في منطقة الغدد التناسلية ، فإذا كانت الغدة هي مبايض فالجنين أنثى أما أذا كانت خصى فالجنس ذكر .

- **الغدد التناسلية** / يمتلك كل من الذكر والأنثى 28 زوج من الغدد التناسليةgonadsمرتبة بهيئة قطع على جانبي الجسم بحيث تبدأ من القطعة الجسمية 12 وتنتهي في الخط الفاصل بين القطعة الجسمية 40-41وتتميز هذه الغدد التناسلية بكونها عديمة الاقنية الناقلة Ductless حيث تطرح الخلايا التناسلية بعد انفجار الغدة التناسلية بكاملها الى تجويف الردهة ثم عن طريق فتحة الردهة atrio poreالى الخارج .الاخصاب خارجي

حيث يحدث الإخصاب خارج الجسم في الماء المحيط حيث بعد انطلاق الخلايا التناسلية الذكرية والأنثويةيحصل التقاء الأمشاج وبعدها تستمر بقية شروط الإخصاب .

- حيوان بحري يعيش مطمور بالرمال على سواحل البحار
- الغدد التناسلية تكون ذات شكل خارجي متشابه في كلا الجنسيين ،حيث أنها عبارة عن كيس مغلق يحتوي على خلايا تمثل مراحل تكوين النطف في الذكور أو تكوين البيوض في الإناث

أولا : Gametogenesis :

أ- تكوين النطف Spermatogenesis:

***حيمن الرميح :-**

يتميز حيمن الرميح بكونه مؤلف من ثلاث مناطق هي

1- الرأسhead :الذي يمثل نواة الخلية الذكرية ويتميز بكونه ذو رأس كروي او مستديريحمل في مقدمته الجسيم الطرفي.

2- القطعة الوسطية midpiece : قطعة صغيرة جدا مكونة من وحدات ثانوية عديدة تربط الرأس مع الذنب ووظيفتها تمفصل الذنب أثناء الحركة .

3- الذنب tail : تركيب خيطي طويل جدا وظيفته الحركة ودفع راس الحيمن ليصل الى خلية البيضة

ب- تكوين البيوضOogenesis

بيضة الرميح :

بيضة الرميح تكون صغيرة جدا قطرها لا يتجاوز 0.12 – 0.10 ملم فهي صغيرة الحجم ومن البيوض قليلة المح oligolecithal eggs من نوع متجانسة المح Isolecithal eggsكما ان بعض العلماء يعتبرها بيوض طرفية المح telolecithal بسبب اختلاف توزيع حبيبات المح بين القطب الخضري والحيواني. تحاط خلية البيضة إضافة الى الغشاء البلازمي بغشاء آخر يسمى الغشاء المحي vitelline membrane وكما ان النواة تقع القطب الحيواني يحيطها كمية من السايتوبلازم. يمكن تميز سايتوبلازم خلية البيضة الى سايتوبلازم يقع مباشرة تحت الغشاء البلازمي خالي من الحبيبات المحية يدعى السايتوبلازم المحيطي وسايتوبلازم يقع للداخل منه يحتوي على الحبيبات المحية يدعى السايتوبلازم المحي .

- **ثانيا :الإخصابFertilization:-**

يكون الاخصاب خارجي في الرميح حيث تطرح البيوض والحيامن من فتحة الردهة الى داخل ماء البحر حيث يدخل حيمن واحد الى داخل البيضةمن منطقة قرب القطب الخضري

(أسفل خط استواء خلية البيضة)وعند دخول هذه الحيمن سوف يحفز خلية البيضة لإكمال انقسامها الاختزالي الثاني وتكوين البيضة الناضجةثم ينفصل الغشاء المحي عن الغشاء البلازمي ليكون غشاء جديد يدعى غشاء الاخصاب fertilized membraneولذي يبقى حتى مرحلة المعيدة ثم يتفتت هذا الغشاء ويضمحل .

يتحرك الحيمن باتجاه القطب الحيواني لوجود نواة خلية البيضة فيهليتحد معها مكونا البيضة المخصبة zygot التي تحمل العدد الكامل من الكرموسومات وبعد اندماج النواتين الذكرية والأنثوية تحفر البيضة المخصبة وتعطي نشاط ايضي عالي لبدء عملية التفلج الإخصاب

ثالثا : التفلج Cleavage:

ويقصد به سلسلة من الانقسامات الخيطية المتتالية التي تحول خلية البيضة من أحادية الخلية الى كائن متعدد الخلايا وتتم هذه العملية في جنين الرميح كما يلي :

1. **التفلج الأول First Cleavage** : يكون طوليا اوعمودي (meridonal) يمر محوره من القطب الحيواني الى القطب الخضري قاسما خلية البضة الى خليتن كاملتين ومتساويتين لذا يطلق على هذا الانقسام بالكلي المتساوي equal holoblastic cleavageكامل ومتساوي ،حيث يمر محوره من القطب الحيواني إلى القطب الخضري، وهو يقسم البيضة المخصبة إلى خليتين متساويتين .
2. **التفلج الثانيSecond Cleavage** :يكون طولي وفي نفس الوقت عمودي على التفلج الأول يقسم الخليتان الى أربع خلايا او فلجات متساوية .
3. **التفلج الثالث Third Cleavage**:يكون عرضي latitudinal(أفقيا)وموازي horizontalولكن محوره يمر الى الأعلى قليلا فوق خط الاستواء (حيث وجود كمية من المح في نصف الكرة الحيواني أقل مما هو علية في نصفها الخضري) قاسما الفلجاتالأربعة الى ثمان خلايا غير متساوية بالحجم الأربعة العليا صغيرة تدعى بالفلجات الصغيرة micromeresوخلايا سفلى اكبر حجما تدعى بالفلجات الكبيرة الكبيرة macromeresلذا يطلق على هذه النوع بالتفلج الكامل غير المتساوي unequal holoblastic cl. .
4. **التفلج الرابع Fourth Cleavage**:وهو طولي وعمودي وبمستويين ينصف الخلايا الثمان الى 16 خلية تفلجية فهو كلي متساوي.
5. **التفلج الخامسth cleavage5** :وهو عرضي او موازي وأيضا بمستويين مستوى ينصف الخلايا العليا الصغيرة ومستوى ينصف الخلايا السفلى الكبيرة محولا الخلايا من 16 الى 32 خلية.

بعد ذلك تحدث تفلجات عديدة وعشوائية غير منتظمة حيث تبدأ كل خلية تفلجية بالانقسام بصورة معزولة ومستقلة عن الخلايا المتجاورة وينتج عن هذه الانقسامات كتلة خلوية تأخذ شكل خلية البيضة التي نشأت منها ولكن التقاء وتفلطح ملتقيات الخلايا عند القطبين يحول شكل الكتلة الخلوية هذه الى ما يشبه ثمرة التوت فيطلق على الجنين في هذه المرحلة بالدور التوتيMorulla حيث يكون الدور التوتي قصير مايلبث الجنين ان يتحول الى مرحلة الاريمةblastula .

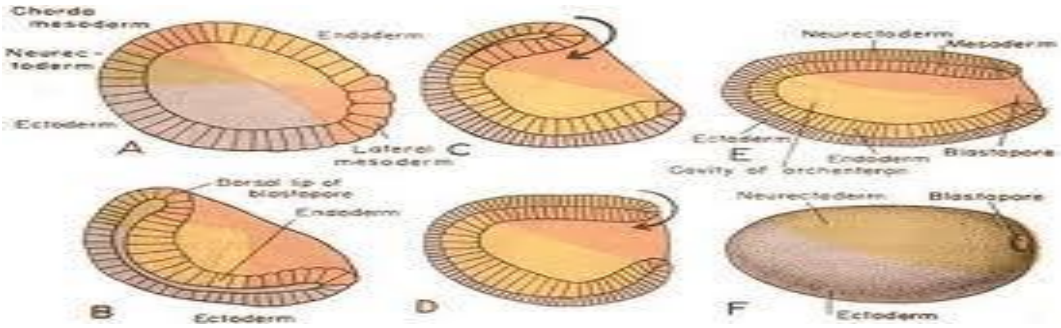
رابعا : مرحلة الاريمة :

ويقصد بالطور الاريمي انتظام وحركة الخلايا الناتجة من التفلج حول جوف داخلي يسمى بالجوف الارومىblastocoelوصف الخلايا المحيطة به يسمى بالأدمة الارومىةblastodermويكون الجنين هنا أحادي الطبقات الجرثومية . يتم تكوين الاريمة بعد الانقسام او التفلج الثالث (مرحلة الثمان خلايا) حيث يظهر جوف صغير بين الخلايا مايلبث ان يتوسع مع تقدم الخلايا بالانقسام ثم تبدأ الخلايا بالحركة والانتظام حول هذا الجوف

وبعد اكتمال انتظامها يطلق على الجنين بهذه المرحلة بالاريمة**وتميز اريمة الرميح** بمايلي **:أ-** ان الجوف الداخلي المتكون هو جوف مركزي **ب-** ان الخلايا المحيطة بالجوف منتظمة بشكل طبقة واحدة فقط .
ونتيجة للانقسامات المتكررة يصبح الجنين بشكل كتلة كروية تحيط بالفسحة المتكونة والتي تصبح مغلقة مكونة تجويف مملوء بسائل ،يطلق على هذا التجويف أسم الجوف الارومي blasto
ملاحظة :لابد أن نذكر بأن هناك تدرج في حجم الخلايا من الصغيرة باتجاه الكبيرة ،وأن الخلايا في القطب الحيواني ذات سايتوبلازم رائق ،بينما في القطب الخضري تحتوي على المح .

خامسا: المعيدة :- Gastrula:

ويقصد بالمعيدة هو تحويل الجنين النامي من أحادي الطبقة الجرثومية إلى ثنائي أو ثلاثي الطبقات الجرثومية وتم هذه العملية في جنين الرميح عن طريق تسطح الخلايا الكبيرة في القطب الخضري (أي الأدمة الارومية للقطب الخضري)ثم انبعاجها نحو الداخل بعملية تعرف بالانبعاج Invaginalionوتستمر هذه العملية الى ان تتلامس مع خلايا القطب الحيواني فيتحول الجنين الى شكل كوبي حيث تسمى الفتحة الخارجية بالفتحة الارومية blastopor eوحافاتها تدعى بشفاهالفتحة الارومية blastoporal lips حيث تتقارب شفاه الفتحة الارومية هذه من بعضها الى ان تلتقي متحول الجنين من جديد الى الشكل الكروي ولكن بطبقتين جرثوميتين وهما **طبقة خارجية هي الأديم الظاهر** ectoderm (تميز خلاياه بكونها صغيرة الحجم) التي تكون في المستقبل البشرة والجهاز العصبي. **وداخلية هي الأديم الباطن** endoderm (خلاياه كبيرة الحجم) وهذه تكون حاوية على طبقة الأديم المتوسط mesoderm (المستقبلي من السايتوبلازم الهلالي)والأديم الباطن endoderm (المستقبلي)،إضافة إلى الحبل الظهري المستقبلي . وبعدها يبدأ الجوف الارومي بالتلاشي تدريجيا ويتكون تجويف جديد يعرف بالجوف المعيدي gastrocoel أو المعي القديم archenteron .يزداد اندفاع الخلايا إلى الداخل في حين تقترب الشفاه من بعضها البعض لتصبح الفتحة الارومية أكثر ضيقا ،بينما يصبح الحبل الظهري المستقبلي ممتدا إلى الأمام تحت الأديم الظاهر العصبي المستقبلي neural ectoderm ،ويختفي الجوف الارومي .
*أن الحافة الظهرية للفتحة الاريمية(المذكورة أعلاه)تدعى بالشفاه الظهرية dorsal Lipللفتحة الارومية،في حين تدعى الحافة البطنية لها بالشفاه البطنية Ventral Lip ،أما الحافتان الجانبيتان فتسمى بالشفتين الجانبيتين Lateral Lips.
أثناء ذلك يعاني الجنين استطالة تؤدي إلى استطالة الأديم الظاهر العصبي والحبل الظهري على طول المحور الطولي ومع زيادة الاستطالة يستطيل المعي البدائي ،فيصبح هناك شرائط من الحبل الظهري ممتدا ظهريا وشريط من الأديم المتوسط على كل من الجانبية ،وبذلك يدخل الجنين في مرحلة تكوين الأعضاء.



مرحلة تكوين بداءات الأعضاء في الرميح

Formation of organs Rudiments in the amphioxus

بعد إن تتخذ الطبقات الجرثومية مواقعها في داخل وعلى سطح المعيدة ، تأتي الخطوة التالية في تطور الجنسين والتي تتلخص في انفصال هذه الطبقات إلى كتل خلوية مختلفة قبل ظهور أي عضو أو تركيب في جسم الحيوان البالغ حيث يمكن تسميتها ببداءات الأعضاء. تشمل مراحل النمو القادمة بعد تكوين المعيدة تكوين وتخصص الأعضاء التالية :

1- الجهاز العصبي nervous system

2- الأديم المتوسط mesoderm

3- الحبل الظهري notochord

4- المعي (القناة الهضمية) enteron

1- الجهاز العصبي nervous system

يتكون الجهاز العصبي من الأديم الظاهر حيث تتمايز مجموعة من خلايا الأديم الظاهر في المنطقة الظهرية الوسطى عن بقية خلايا الأديم الظاهر وتبدأ هذه الخلايا بالتسطح وتنخفض قليلا مكونتا صفيحة خلوية على سطح الجنين الظهري تسمى بالصفيحة العصبية neural plate وتحدث لهذه الصفيحة حركتان متعاكستان **الأولى** تبدأ بحدوث تقعر او انبعاج للصفيحة من الوسط للداخل مكونا أخدود يسمى بالأخدود العصبي neural groove **الثانية** تبدأ جوانب الصفيحة بالنمو للأعلى لتكون ما يعرف بالطيتان العصبيتان neural folds ويستمر نمو هاتين الطيتان العصبيتان بالنمو نحو الأعلى من الجانبين أحداهما باتجاه الآخر ويستمر الأخدود العصبي بالانبعاج للداخل الى ان تلتقي حافتي الصفيحة في الخط الوسطي الظهري للجنين مغلقتا التجويف المعيدي لتكون الأنبوب العصبي neural tube ويكون الانغلاق في البداية في منطقة فوق البلعوم ثم يتقدم للإمام والى الخلف ليكون أنبوب على طول الجنين النامي وهو الأنبوب العصبي الذي يكون بقية أجزاء الجهاز العصبي (و هذا سيحيط بقناة طولية هي القناة العصبية neural canal التي ستكون القناة المركزية central canal للحبل الشوكي في الحيوان البالغ) . ولابد من الإشارة إلى إن هذا الانسداد لا يكون كاملا في هذه المرحلة من النمو ، حيث يبقى مفتوحا من الإمام بفتحة تسمى بالفتحة العصبية neuro pore التي تبقى موجودة إلى مرحلة متأخرة من النمو وتبقى في اليرقات بهيئة انخفاض يعرف بالنقرة الشمية olfactory pit والتي سوف ينشا منها العضو الشمي olfactory organ مستقبلا. وكذلك تنمو خلايا الأديم الظاهر (الطيتان العصبيتان)الموجودة على جانبي الأنبوب العصبي نحو الأعلى و فوق الأنبوب العصبي لتكون البشرة التي تحيط بالأنبوب العصبي .

يطلق على عملية تكوين وانسداد الصفيحة العصبية بعملية تكوين العصبية neurulation ويسمى الجنين في هذه المرحلة من النمو (العصبية neurula) (النيوريولا).

2- تكوين الأديم المتوسط Mesoderm:

أثناء نمو الطيتين العصبيتين نحو الأعلى تبدأ جوانب سقف الأديم الباطن المكون لجانبي المعي البدائي بالانبعاج للخارج وتكون هذا الانبعاج بداية الأمر ضحلا ما يلبث ان يتوسع فيحدث تخصر لهذه الانبعاجات فيتكون زوج من الانبعاجات على الجانبين التي تنفصل على شكل كتل خلوية بين الأديم الظاهر الخارجي والأديم الباطن الداخلي وتدعى هذه الكتل بكتل الأديم المتوسط . تتميز هذه الكتل بكون الجزء العلوي الظهري مكون من خلايا صلدة لا تحتوي على جوف داخلي تنقسم بحواجز عرضية الى قطع صغيرة وعديدة تسمى بالبدينات somites او epimeres التي ستكون في المستقبل العضلات اما الجزء الوسطي (mesomeres) فتتميز خلاياها بكونها مجوفة ومقسمة تعقيليا بحواجز وتكون في المستقبل الجهاز الابرازي اما الجزء السفلي (hypomeres) فتتميز خلاياه بكونها مفككة غير مقسمة وتحتوي على جوف داخلي صغير ما يلبث ان يتوسع وينمو للخارج والأسفل بين طبقتي الأديم الظاهر والباطن ويستمر هذا النمو ويتوسع الجوف الى ان يلتقي الجوف الأيمن مع الجوف الأيسر في الخط الوسطي البطني ليكون الجوف الجسمي العام .

وهنا لابد من الإشارة ان طبقة الخلايا المكونة للأديم المتوسط والتي تقع تحت الأديم الظاهر(الاكتوديرم) تسمى بالأديم المتوسط الجداري somatic mesoderm إما طبقة الميزوديرم mesoderm التي تقع مجاورة الى الطبقة الاندوديرم فتسمى بالأديم المتوسط الحشوي visceral mesoderm .

*ان الأجزاء الظهرية للأديم المتوسط تبقى محتفظة بتقسيمها التعقيلي مكونة بذلك سلسلة من التراكيب يمكن تسميتها بالبدينات somites وهذه البدينات تحتفظ بأجوافها العضلية myocoeles ، والتي تبقى متصلة بفراغ الجوف الجسمي لبعض الوقت ثم تبدا هذه التراكيب بالتخصص حيث :

- يتثخن الجدار الداخلي لكل جوف عضلي ليكون مايعرف بالقطعة العضلية myotome التي سيتكون منها (في المستقبل) العضلات
- إما الجدار الخارجي (الأديم المتوسط الجداري) لكل جوف عضلي فيبقى رقيقا ليكون ما يعرف بالقطعة الجلدية dermatome ، والتي فيه ينشا النسيج الرابط الذي يقع تحت البشرة epidermis .
- إما الجزء البطني الداخلي للبدينة (الأديم المتوسط الحشوي)، فيكون القطعة الصلبة sclerotome التي منها ينشا الغمد sheath والذي يحيط بالحبل الظهري notochordd، كما سينشأ منها الأنسجة السائدة الأخرى

3- تكوين الحبل الظهري Notochord :

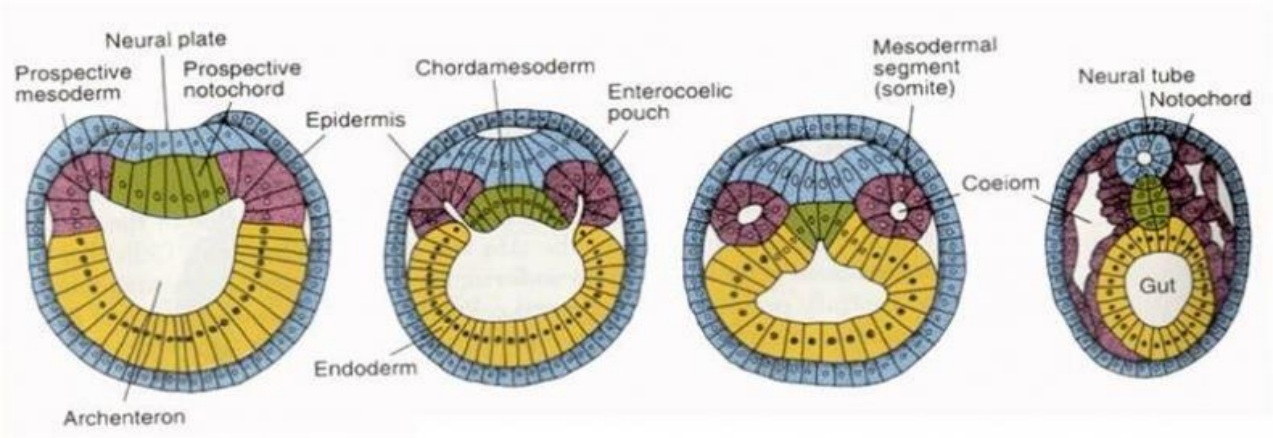
يكون مسؤول عن تكوين الحبل الظهري شريط ضيق من الخلايا المتراصة الواقعة في وسط سقف المعي البدائي (الأديم الباطن) بين انبعاجات الأديم المتوسط والتي يطلق عليها اسم خلايا الحبل الظهري notochordal cells . حيث يحدث لهذه الخلايا انبعاج نحو الخارج أولا ثم تلتف هذه الخلايا على بعضها لتكون تركيب قضيبي غير مجوف يدعى الحبل الظهري Notochord ويكون هذه الالتفاف في منطقة فوق المعي البدائي ثم يتقدم الى الأمام والى الخلف ليمتد على طول الجنين النامي . إن خلايا الحبل الظهري تتخذ لغاية تكوين قضيب الحبل الظهري شكلا مشابها لخلايا الميزوديرم لكنها (في المراحل القادمة) تظهر تغيرات خاصة حيث تتكون عدد من الفجوات التي تحتوي على مادة ساندة شبيهة بالجيلاتين jelly- like.

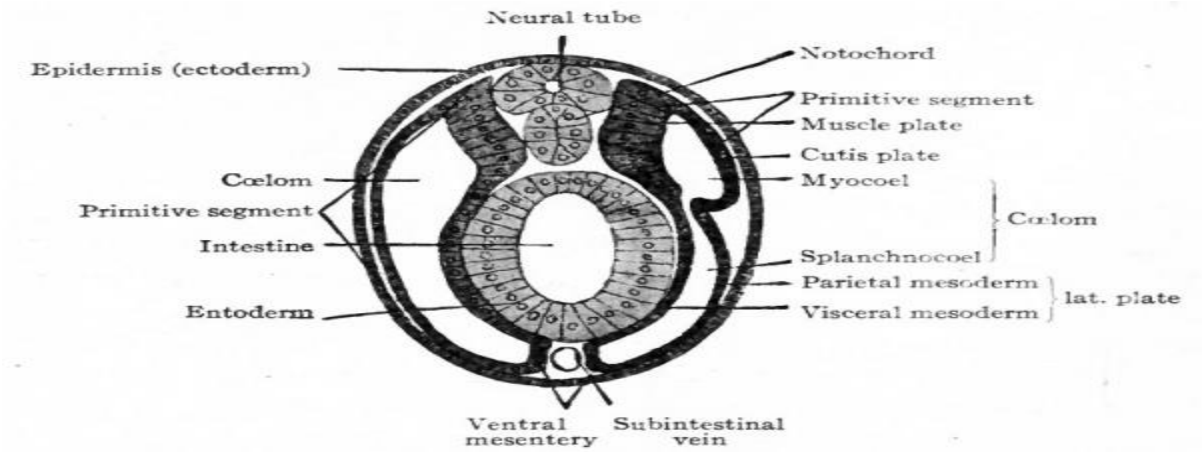
4- تكوين المعي (القناة الهضمية)Enteron :

بعد انفصال خلايا الأديم المتوسط من جانبي سقف المعي البدائي وانفصال خلايا الحبل الظهري من وسط سقف المعي البدائي يبقى تجويف المعي البدائي بدون سقف حيث تنمو جوانب هذا المعي بسرعة للأعلى لتغلق الجوف بالكامل لتكون أنبوب يدعى الأنبوب الهضمي enteron المحاط من جميع جوانبه بخلايا الأديم الباطن .ويتميز الأنبوب الهضمي بكونه متوسع من الأمام ومتضيق من الخلف الذي سيتخصص الى ثلاث أجزاء في المستقبل هي المعي الأمامي fore gut والمعي الوسطي mid gut والمعي الخلفي hind gut .

الفقس hatching

تفقس بيضة الرميح بعد الانتهاء من مرحلة المعيدة ويخرج جنين غير مكتمل الأعضاء الداخلية ولا العضلات الجسمية ويعتمد في حركته على الأهداب و ليست لها القابلية على التغذية لعدم انفتاح فتحتي الفم والمخرج في هذه المرحلة من النمو ويعتمد في تغذيته على بقايا المح ويطلق على هذه المرحلة بيرقة الرميح Larvae التي ما تلبث ان تحدث عليها تغيرات سريعة أهمها زيادة في الطول واخذ الشكل المستطيل وتكوين العضلات الجسمية واكتمال الجهاز الهضمي وانفتاح فتحتي الفم والمخرج عن طريق الارتباط بين الأديم الظاهر مع الأديم الباطن في النقطة التي ستفتح فيه الفم والمخرج ويبدأ الجنين بالتغذية الخارجية والحركة عن طريق العضلات وتختفي في هذه المرحلة الأهداب وبعد اكتمال الأجهزة يكتمل نمو الرميح .





انتهت المحاضرة بعون الله

التكوين الجنيني للبرمائيات Amphibian Embryology

التكوين الجنيني للضفدع Embryology of Frog :

مميزات البرمائيات :

1- **التصنيف** Phylum: Chordata

Sub phylum:Vertebrate

Class: Amphibia

Order: Anura

Genus: Rana ridibunde

2- **الاجناس منفصلة**

3- **الاخصاب خارجي**

4- **الغدد التناسلية** : زوج واحد من الغدد التناسلية للذكور وزوج واحد للاناث مع وجود الاقنية الناقلة

5- **المعيشة** : تعيش جزء من حياتها في الماء والجزء الاخر على اليابسة

6- **التمييز بين الجنسين :**

هناك ثلاث ميزات مظهرية :

أ- الأنثى اكبر حجما من الذكور للعمر الواحد لوجود زوج من المبايض كبيرة الحجم.

ب- وجود وسادة التزاوج في أصبع أبهام الذكر وعدم وجودها في الأنثى

ت- وجود زوج من الأكياس الغشائية على جانبي منطقة ارتباط الفكين تدعى بأكياس الصوت في الذكور وعدم وجودها في الإناث

أولا: تكوين الأمشاج Gametogenesis :

1- تكوين الحيامن spermatogenesis:

تمتلك الذكور زوج من الخصى التي تقع بالقرب من الكلى وتحاط من الخارج بنسيج ضام كثيف غير منتظم يحتوي يسمى بالغلالة البيضاء tunica albuginea , ويشدهما الى جدار الجسم من الناحية الظهرية مسراق خلبي (البريتون peritoneum) يعرف بمسراق الخصية mesorchium .

- يوجد في الخصى الكثير من النبيبات المنوية التي تكون الحيامن وتساعد حركة أهداب للخلايا الطلائية (نسيج طلائي عمودي بسيط مهدب) المبطنة للأوعية الصادرة على انتقال الحيامن الناضجة
تتكون النطفة الناضجة من رأس يتميز باستطالته (متطاول) يحمل في مقدمته الجسيم الطرفي فضلا عن القطعة الوسطية والذيل .

2- تكوين البيوض Oogenesis :

- تحتوي أنثى الضفدع على زوج من المبايض الكبيرة جدا ويحمل كل مبيض حوالي 2000 خلية بيضة يقعان داخل التجويف البطني وعلى الجانبين ويرتبطان مع التجويف عن طريق الخلب او المسراق المبيضي Mesovariumويحاط كل مبيض من الخارج (عدا منطقة انطلاق البيضة)وتحت المسراق المبيضي بغلاف من نسيج ضام يحتوي على اوعية دموية يسمى **بالغلاف الخارجي Theca externa** والى الداخل من هذا الغلاف يوجد غلاف اخر مكون من نسيج ضام كثيف يحتوي على القليل من الياف عضلية ملساء يسمى ب**الغلالة البيضاء او الغلاف الداخلي Theca interna** اما الغلاف الثالث فيحيط بكل خلية بيضة مجموعة من الخلايا الحويصلية مكونة غلاف يسمى بالغلاف الحوصلي follicular layer والى الداخل من هذا الغلاف يوجد غلاف آخر يحيط بالغشاء البلازمي لخلية البيضة يسمى بالغشاء المحي vitelline membrane .

تكون بيضة الضفدع من البيوض **متوسطة المح mesolecithal** قطرها يصل بين (2-3 ملم) فيها يتجمع المح في القطب الخضري اكثر من القطب الحيواني فهي من نوع طرفية التوزيع telolecithal تقع النواة (والتي تعرف بالحوصلة الجرثومية germinal vesicle) ضمن منطقة شفافة بالقرب من القطب الحيواني .كذلك فان هناك حبيبات صبغية في الجزء المحيط لنصف الكرة الحيواني مؤدية الى اكتساب هذه المنطقة لونا اسودا .

- تغلف البيضة عند مرورها الى قناة البيض **بثلاث أغشية جيلاتينية** تعمل على :

1. حماية الخلية من الاحتكاك ومن البكتريا .
2. حماية الخلية (البيضة) من الاكل من بعض المفترسات , نتيجة مذاقها المر .
3. تعمل على فصل البيوض عن بعضها او انتظامها في شريط طويل يلتصق بالاعشاب الطافية أوغيرها من الاجسام .

عملية التبويض Ovulation :

تتم عملية التبويض بتمزق الخلايا الحوصلية واندفاع خلية البيضة من المنطقة غير المغلفة بالغلافين الداخلي والخارجي ويستمر اندفاعها الى أن تتمزق الخلايا الحوصلية وتخرج البيضة من فتحة وتسقط داخل الجوف الجسمي وتقوم الأهداب المبطنة للتجويف بدفع البيضة الى الأمام إلى ان تصلها الى فتحة قناة البيض والتي يطلق عليها بالقمع وتستمر بالحركة داخل قناة البيض بمساعدة أيضا الأهداب المبطنة للقناة الى ان تصل الى الجزء المتسع في نهاية قناة البيض والذي يسمى بالرحم uterus وأثناء مرورها في قناة البيض تغلف البيضة بعدة أغلفة جيلاتينية .

ثانيا : الاخصاب Fertilization :

في موسم التكاثر تلتقي الذكور مع الإناث ويمسك الذكر بالأنثى بواسطة وسادة التزاوج الموجودة في أصبع الإبهام بعملية تدعى بالحضن amplexus ثم تبدأ الأنثى بإطلاق بيوضها على شكل شريط وهذا سوف يحفز الذكر على أطلاق النطف فتحاط كل بيضة بعدد كبير من النطف ثم يدخل حيمن واحد من منطقة فوق خط الاستواء قليلا باتجاه القطب الحيواني لخلية البيضة فتندفع نحو نواة البيضة دافعتا معه الحبيبات الصبغية او الميلانية على الجانبين ويبقى الوسط فاتحا اللون مكونا طريقا يسمى طريق التزاوج copulation path حيث يغير الحيمن اتجاه حركته بعد دخوله سايتوبلازم خلية البيضة متجها نحو النواة اما المنطقة التي تتركز فيها هذه الحبيبات الصبغية تسمى بطرق النفاذ sperm penetration path .

ان دخول النطفة الى داخل خلية البيضة وسحبها بعض الصبغة معها يؤدي ذلك الى هجرة هذه الحبيبات الصبغية من منطقة القطب الحيواني المقابلة لمنطقة دخول النطفة والمجاورة للقطب الخضري فتظهر هناك منطقة مخروطية افتح لونا من بقية القطب الحيواني تدعى بالهلال الرمادي gray crescent.

1- ان دخول الحيمن الى داخل البيضة يحفزها على تكملة المرحلة الثانية من الانقسام الاختزالي .

2- حالما يدخل الحيمن يرتفع الغشاء المحي ويتثخن ويعرف عندها **بغشاء الإخصاب fertilization membrane** وارتفاع الفسحة حول المحية perivitelline space وزيادة تثخنها.

- 3- يؤدي دخول الحيمن الى تغيير تناظر البيضة من الشعاعي الى تناظر جانبي ونتيجة لامتصاص الأغشية الجيلاتينية للماء فأنها تنتفخ مؤدية الى تسهيل عملية طفو البيوض .
- 4- وعند اقتراب النواتين الأوليتين (للحيمن والبيضة) من بعضهما ينحل الغلاف النووي ومن ثم يعاد ترتيب الكروموسومات ضمن البيضة المخصبة

ثالثا :التفلج cleavage

تحدث لخلية البيضة المخصبة نوعين من التفلجات المتزامنة والعشوائية وتحدث لها خمسة تفلجات متتالية حيث تتحول خلالها من أحادية الخلية الى متعددة الخلايا لتنتج 32 خلية تفلجية وتشمل :

- **التفلج الأول :**

وهو من النوع العمودي او الطولي حيث يمر المحور عموديا من القطب الحيواني باتجاه القطب الخضري حيث يقسم نصف الكرة الحيواني والهلال السنجابي ومنتهيا في القطب الخضري وينتج عنه خليتان متساويتان ولهذا التفلج يكون كاملا ومتساويا (خليتين) .

- **التفلج الثاني :**

أيضا يكون طولي ولكن عمودي على الأول وهو يمتد من القطب الحيواني الى القطب الخضري وينتج عنه أربعة أقسام متساوية وهو أيضا كاملا ومتساويا (أربع خلايا).

- **التفلج الثالث :**

يختلف عن النوعين السابقين حيث يكون أفقيا حيث يرتفع محوره قليلا فوق خط استواء الخلايا التفلجية وينتج عنه ثمان خلايا أربعة خلايا صغيرة micromeres في القطب الحيواني وأربع خلايا كبيرة macromeres في القطب الخضري لذا فهو كلي غير متساويا (مرحلة 8 خلايا).

- **التفلج الرابع :**

وهو تفلجا طوليا ولكن بمستويين ينتج عنه 16 خلية تفلجية (مرحلة16 خلية).

- **التفلج الخامس :**

فيكون مستعرضا وبمستويين أيضا , لكن يحصل تأخر في انقسام الفلجات الكبيرة السفلى وهذا يكون بداية التفلج غير المنتظم ويعود ذلك لوجود كمية اكبر من المح في النصف الخضري فينتج عنه 32 خلية تفلجية (مرحلة 32 خلية) . بعدها تبدأ الخلايا بالتفلج العشوائي وتفقد البيضة المتفلجة تناسقها وينتج عنها كتله خلوية تأخذ شكل ثمرة التوت بعد تفلطح ملتقيات الخلايا ويطلق عندها بالطور التوتي morula.

رابعا : طور الاريمة blastula stage

بعد التفلج الرابع يظهر بين الخلايا المتفلجة جوف صغير ما يلبث ان يتوسع لسببين هما :

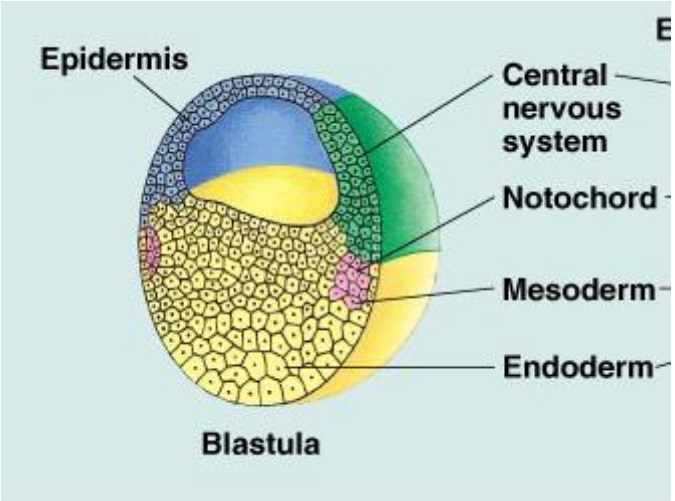
أ- زيادة عدد الخلايا المتفلجة .

ب- تقعر أجزاء الخلايا المواجهة للجوف ثم يملأ هذا الجوف المتكون بسائل يفرز من الخلايا المحيطية المتفلجة , وبعد اكتمال تكون الجوف تبدأ الخلايا المتفلجة بالانتظام حول هذا الجوف , حيث يطلق على الجنين بعد اكتمال عملية انتظام هذه الخلايا بالاريمة Blastula .

وتتميز اريمة الضفدع بميزتين مهمتين هما :

1 - الجوف الداخلي طرفي الموقع ويقع في القطب الحيواني .

2- الخلايا المنتظمة حول الجوف تكون بسمك أكثر من صف واحد , تصل الى 3-4 طبقات مقوسة



خامسا : طور المعيدة Gastrula stage

ان أول الدلائل التي تشير الى بدء تحول الجنين من الاريمة الى المعيدة هو:

1- تحول شكل مجموعة من الخلايا القطب الخضري الكبيرة الحجم الواقعة أسفل خط استواء الجنين من خلايا عمودية الى خلايا ذات شكل قنيني حيث تكون ذات أعناق ضيقة وأجسام واسعة تسمى عندها الخلايا القنينية (bottle cells) .

2- تبدأ هذه الخلايا القنينية بالانسحاب تدريجيا نحو الداخل متجهة نحو القطب الحيواني وباتجاه الجوف الارومي ونتيجة هذا الانسحاب تحدث ثلمة صغيرة او جزء على سطح الجنين من بداية منطقة الانسحاب سرعان ما تتحول هذه الثلمة الى فتحة يطلق عليها بالثقب الارومي blastopore والمنطقة التي تعلو هذه الفتحة تسمى بالشفة الظهرية dorsal lip .

3- تبدأ الخلايا الداخلة بردم الجوف الارومي القديم تدريجيا وباستمرار انسحاب الخلايا القنينية نحو الداخل يتوسع الثقب الارومية وتبدأ بتكوين جوف جديد الذي يستمر بالتوسع بينما الجوف القديم يبدأ بالتضيق الى ان يختفي ويحل محلها لجوف الجديد والذي يسمى بالجوف البدائي archenteron بالجوف المعيدي gastro coel .

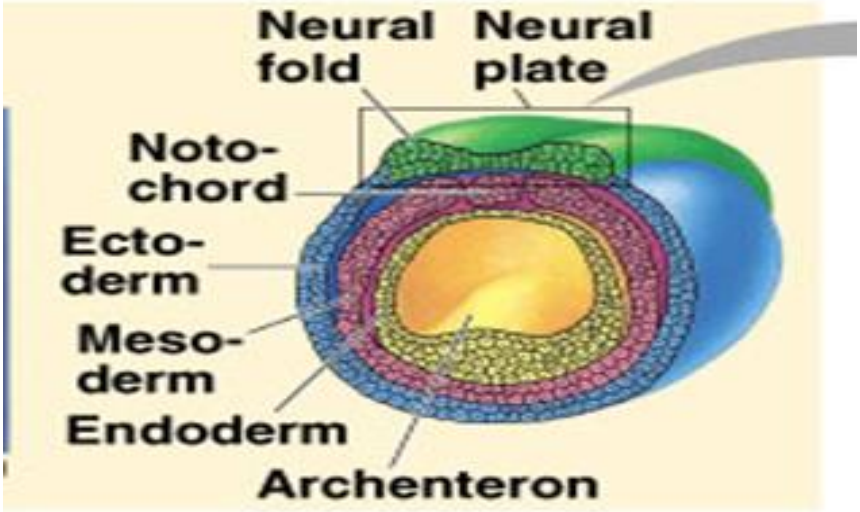
- 4- أثناء دخول الخلايا حو الداخل تظهر هناك حركة أخرى في السطح يطلق عليها بالانتشار حيث تنتشر وتتحول خلايا القطب الحيواني المحملة بالميلانين وتغلف جميع أجزاء جسم الجنين فتكسبه اللون الداكن (الأسود) , عدا مجموعة من الخلايا المحية التي تقع عند الفتحة الارومية يطلق عليها بالسداد المحي yolk plug تبقى غير ملونة (فاتحة) وهي تعود للنصف الخضري .

بعد ذلك تبدأ الخلايا المنتشرة على السطح بالحركة شعاعيا" ومن جميع الاتجاهات ومتجهة نحو الفتحة الارومية ثم يستدير حول شفاه الفتحة الارومية وتدخل الى داخل الجوف المتكون جديدا لتبطنه . حيث تبدأ خلايا القطب الخضري الكبيرة بالدخول أولا لتبطن قاع الجوف بالكامل تتبعها خلايا الأديم المتوسط لتبطن جوانب الجوف بشكل كامل , وأخيرا تدخل خلايا الصفيحة قبل الحبلية لتبطن سقف الجوف وبعد اكتمال تبطين جميع أجزاء الجوف تتقارب شفاه الثقب الارمي وتنغلق تاركتا أخدود صغير جدا **يعرف بالخط البدائي primitinp streak** وهذا الخط يحتوي على فتحتين :

- احداهما تقع في بداية الخط البدائي ولكنها ظهرية الموقع بالنسبة للجنين تعرف بالحفرة او النقرة البدائية primitive pit وهي تبقى مفتوحة لحين تكوين الصفيحة العصبية .

- اما الثانية فتقع في نهاية الخط البدائي لكنها بطنية الموقع بالنسبة للجنين تغلق هذة الفتحة تاركة انخفاضا يدعا المسلك الشرجي proctodeum الذي يفتح فيه المجمع مستقبلا.

5- تدل على الانبعاج وبهذا يتحول الجنين من أحادي الطبقة الجرثومية الى ثنائي الطبقات الجرثومية فيطلق عليه بهذه المرحلة بالمعيدة gastrula



الحركات الخلوية التي تشترك في تكوين المعيدة:

1. التغلف او الانتشار epiboly or expression

حيث تنقسم خلايا النصف الحيواني بسرعة زاحفة فوق الخلايا المحية الموجودة في النصف الخضري على جميع الجوانب اي يتم فيها انتشار الخلايا لتغلف سطح الجنين بالكامل .

2.الالتفاف Involution : وهي تعني استدارة الخلايا على الشفاه الفتحة الارومية باتجاه الداخل (أي داخل الجوف الارومي) .

3.الانغلاف الداخلي (الانبعاج invagination) : وهو الأسلوب الحركي الذي تتبعه الخلايا الواقعة على السطح لتبطين الجوف المعيدي .

ملاحظة :

ان منطقة القطب الحيواني هي النهاية الأمامية المستقبلة للجنين والفتحة الارومية تعين النهاية الخلفية له .

سادسا :مرحلة تكوين العصيبة Neurula او Neurulation :

يقصد بها عملية تكوين الأنبوب العصبي ويطلق على العملية بتكوين العصيبة Neurolation .

تبدأ عملية تكوين العصيبة بتمايز مجموعة من خلايا الأديم الظاهر الموجودة في الجهة الظهرية الوسطى للجنين **ويتم تمايزها بما يلي** :

أ- يتحول شكل الخلايا من المسطح الى الشكل العمودي

ب- يزداد لونها ويصبح داكنا أكثر وذلك لتجمع عدد كبير من حبيبات الميلانين فيها

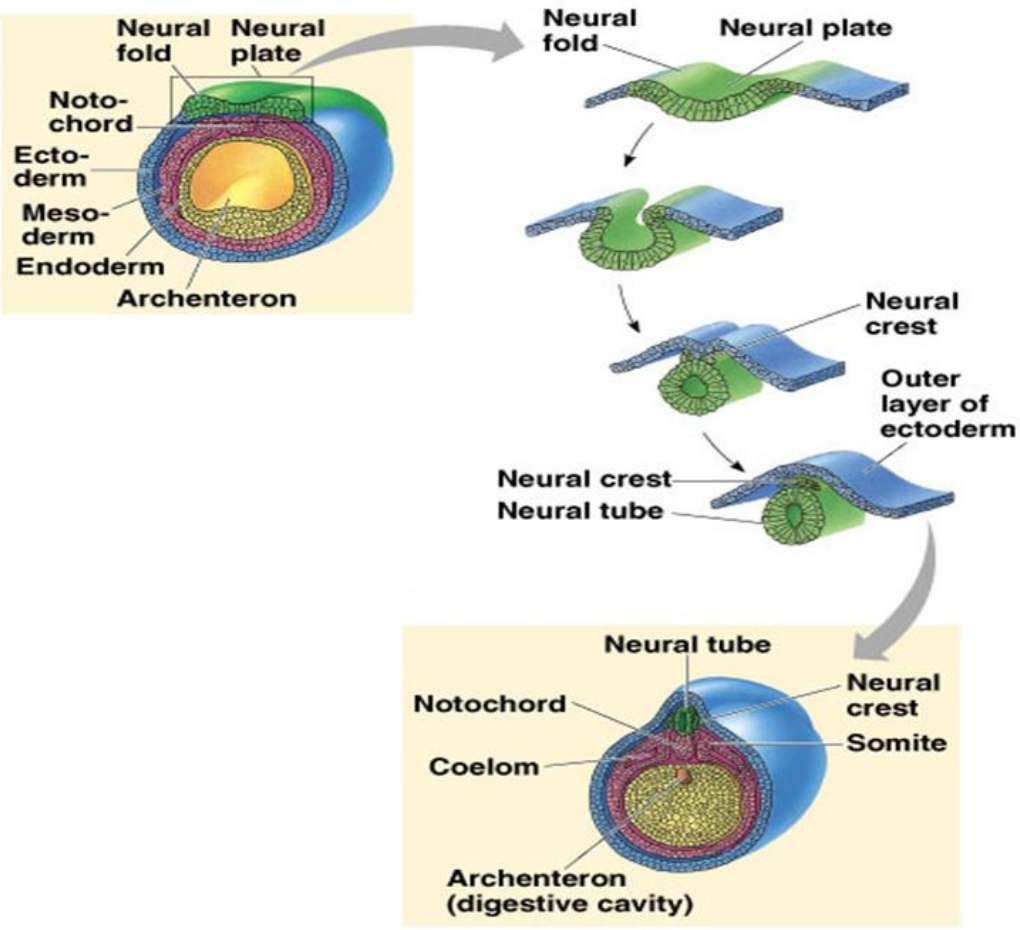
ت- يزداد سمك هذه المنطقة وذلك للانقسامات الخيطية المتكررة لخلاياها

هذه المنطقة المتمايزة تسمى الآن **بالصفيحة العصبية neural plate** حيث يحدث لهذه الصفيحة حركتان متعاكستان حيث تنبعج من الوسط نحو الداخل وتنمو من الجانبين نحو الخارج نتيجة لهذا الانبعاج يتكون هناك أخدود يسمى **بالأخدود العصبي** Neural groove الذي ينمو نحو الداخل ونتيجة لهذا النمو يتكون هناك طيتان تسمى بالطيتن **العصبيتن neural folds** ويستمر الأخدود بالنمو نحو الداخل والطيتان بالنمو نحو الخارج باتجاه أحداهما الآخر الى ان تلتقي حافتا الأخدود في الخط الوسطي الظهري لتغلق الأخدود مكونتا ما يعرف **بالأنبوب العصبي** Neural Tube وفراغه الوسطي يدعى بالجوف العصبي neurocoel حيث يكون الانغلاق أولا في منطقة فوق البلعوم ثم يتقدم نحو الأمام ثم الى الخلف ليكون أنبوباً على طول الجنين النامي . ويتميز هذا الأنبوب بكونه متوسع من الأمام يحمل الدماغ Brain ومتضيق من الخلف ليحمل الحبل الشوكي Spinal Cord . بعد الانغلاق الأنبوب العصبي تنمو خلايا الأديم الظاهر من الجانبين لتكون سقف فوق الأنبوب العصبي لتكون البشرة Epidermis **.**

تبقى هناك مجموعة من الخلايا الأديم الظاهر (خلايا الصفيحة العصبية)لا تشترك في تكوين الأنبوب العصبي ولا البشرة تظهر على شكل شريطين على جانبي الأنبوب العصبي وعند التقاء الطيتن العصبيتين يطلق عليها **بالعرف العصبي Neural Crest** الذي يكون مسؤولا في المستقبل عن تكوين العقد العصبية الشوكية والجهاز العصبي الودي (السمبثاوي)sympathetic nervous system والى حد ما تشترك في تكوين العقد العصبية الدماغية .

أثناء تكوين الأنبوب العصبي يستطيل السداد المحي ويتحول من الشكل الكروي الى الكمثري ثم الى الشكل الهرمي وفي النهاية يأخذ شكل خطي يدعى بالخط البدائي حيث تظهر لهذا الخط فتحتان واحدة أمامية تمثل مستقبل الفتحة الفمية والأخرى خلفية تمثل موقع الفتحة المخرجية ويطلق على الجنين بهذه المرحلة بالعصيبة Neurula

الرسم في الكتاب مطلوب ص 195.



تكوين الأديم المتوسط في الضفدع Mesoderm

تكون الخلايا الموجودة على جانبي سقف المعي البدائي هي المسؤولة عن تكوين الاديم المتوسط حيث أثناء نمو الطيتان العصبيتان نحو الأعلى يحدث انبعاج لهذه الخلايا نحو الخارج ويكون هذا الانبعاج في البداية ضحلا ثم يتوسع ويتخصر لتنفصل على شكل كتل خلوية بين الأديم الظاهر والباطن تسمى بكتل الأديم المتوسط حيث **يمكن تمييز كتل الأديم المتوسط الى ثلاث مناطق هي :**

1- **القسيمة العليا epimeres** وتتميز خلاياها بكونها صلدة غير مجوفة ومقسمة بحواجز عرضية الى عدة أقسام تدعى البدينات somites التي ستكون في المستقبل الجهاز العضلي والهيكلي (جهاز الحركة)

2-**القسيمة الوسطى mesomeres** وتتميز بوجود جوف داخلي بين خلاياها ومقسمة بحواجز عرضية الى عدة أقسام تظهر على شكل بروزات صغيرة نحو الخارج تدعى النفرونات nephrones المسؤولة عن تكوين الكلى والجهاز البولي (الابرازي) في المستقبل .

3- **القسيمة السفلى** hypomeres وتميز بكونها مجوفة ولكن غير مقسمة بحواجز عرضية حيث يكون هذا الجوف في البداية ضيق ما يلبث ان ينمو نحو الخارج والى الأسفل بين خيطي الأديم الظاهر و الباطن ويستمر توسع الجوف الى ان يلتقي الجوف الأيمن مع الجوف الأيسر في الخط الوسطي البطني ليكون الجوف الجسمي العام .

إن الطبقة الخارجية للأديم المتوسط التي تكون مجاورة للأديم الظاهر تدعى بالطبقة الجدارية parietal layer أو الأديم المتوسط الجسمي somatic mesoderm إما الطبقة الداخلية فتكون مجاورة للأديم الباطن تدعى بالطبقة الاحشائية visceral layerأو الأديم المتوسط الحشوي والتجويف الضيق بين هاتين الطبقتين يدعى بالجوف coelom .

تكوين الحبل الظهري Notocord لجنين الضفدع :

بعد اكتمال تكوين الأنبوب العصبي وانفصال كتل الأديم المتوسط من الجانبين يبقى شريط من الخلايا في الخط الوسطي الظهري للأديم الباطن أسفل الأنبوب العصبي مباشرة وهذا الشريط هو المسؤول عن تكوين الحبل الظهري حيث تلتف الخلايا على بعضها لتكون تركيبا صلدا اسطواني الشكل يدعى الحبل الظهري

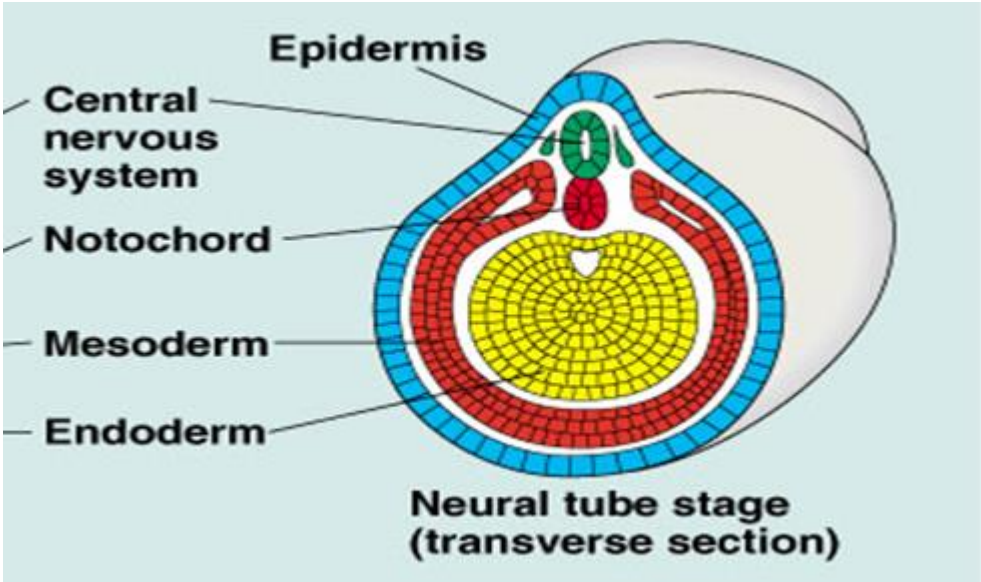
تكوين القناة الهضمية أو المعي في الضفدع Enteron

بعد انفصال خلايا الأديم المتوسط من جانبي الأديم الباطن وانفصال خلايا الحبل الظهري من السطح يبقى جوف المعي البدائي بدون سقف فتبدأ الخلايا الجانبية للأديم الباطن بالنمو سريعا نحو الأعلى وباتجاه أحداهما الآخر إلى ان يلتقيان ويغلق الجوف بالكامل والذي يطلق عليه بالمعي Enteron (القناة الهضمية) ويتميز أنبوب المعي هذا بكونه متوسع من الأمام ومتضيق من الخلف **ويمكن تقسيمه الى ثلاث مناطق** :

1- **المعي الأمامي** Fore gut المسؤول عن تكوين تجويف الفم والمعدة كما تتكون على جانبيه الجيوب البلعومية.

- **2-المعي الوسطي** Mid gut يتميز بكونه ذو قاع سميك وسقف رقيق مسؤول عن تكوين المعي الدقيق في المستقبل وسبب زيادة السمك ناتج عن وجود خلايا الأديم الباطن الكبيرة والغنية بالمح .

3-**المعي الخلفي** Hind gut الذي ينشطر الى جزئيين هما أ- جزء علوي ضيق يدعى بالمعي الذنبي Tail gut ب- جزء سفلي متوسع يدعى بالمعي الشرجي Anal gut حيث يضمحل الجزء الذنبي وينمو الجزء الشرجي ليكون القناة الشرجية والمجمع في المستقبل .



انتهت المحاضرة بعون الله

تكوين الصفيحة الحسية Sense Plate :

أثناء نمو الطيتان العصبيتان نحو الأعلى لتكوين الأنبوب العصبي يظهر على جانبيها زوجين من التثخنات التي تظهر تحت الأديم الظاهر مباشرة في الطبقات العميقة منه الزوج الأول من هذه التثخنات يكون أمامي أي في المقدمة وهو مسؤول عن تكوين الصفيحة الحسية بينما الزوج الثاني الخلفي مسؤول عن تكوين الصفائح الغلصمية Gill Plates ، ينمو الزوج الأول الأمامي (بداءة الصفيحة الحسية) الى الداخل باتجاه أحداهما الأخرى لتلتقي في مقدمة الجنين لتكون تركيبا يشبه القوس(او الترس Shield- like) تحت الأديم الظاهر السطحي ولكن انبعاج او امتداد المسلك الفمي أثناء تقدم نمو الجنين ينقسم هذه القوس الى قسمين أيمن وأيسر . وتكون هذه الصفيحة الحسية مسؤولة في المستقبل عن تكوين الأنف وعدسة العين والفك الأسفل للضفدع .
في جنين طوله 2.5 ملم يظهر هناك شريط من الخلايا غامق اللون وهلالي الشكل توجد تحت الصفيحة الحسية المنقسمة يتخصص فيما بعد لتكوين زوج من الممصات التي تدعى بالممصات الفمية Oral Suckers المغطاة بمادة مخاطية لزجة التي يستفاد منها الجنين (الدعموص tadpole) بعد خروجه من البيضة للالتصاق بالأجسام الصلبة الموجودة بالماء .

تكوين الصفيحة الغلصمية Gill Plate :

يكون المسؤول عن تكوينها الزوج الثاني من التثخنات التي تظهر على جانبي الطيتن العصبيتين حيث ينمو هذا الزوج الى الجانبين باتجاه الاسفل ثم يتسطح مع الأديم الظاهر لجدار الجسم ويحيط بمنطقة البلعوم يطلق عليها بالصفيحتين الغلصمتين ومع تقدم نمو الجنين تظهر على الجهة الظهرية او الخارجية من الصفائح الغلصمية عدد من الأخاديد والتي تدعى بالأخاديد الاحشائية Visceral Grooves التي تحدد مواقع الشقوق الغلصمية في المستقبل ويقابل هذه الأخاديد انبعاجات من الأديم الباطن التي تنبعج نحو الخارج وتدعى عندها بالجيوب الغلصمية Pharyngeal Pouches وتستمر هذه الانبعاجات بالتوسع نحو الخارج والتمدد بالنمو نحو الداخل مخترقة الأديم المتوسط الى ان تلتقي مع بعضها لتكوين الصفيحة الغالقة Closing plate التي تتكسر عند تقدم النمو وبالتالي ترتبط الأخاديد مع الانبعاجات المقابلة لها لتكون الشق الغلصمي .
يظهر على جانبي البلعوم خمسة أخاديد يقابلها خمسة جيوب بلعومية ولكن الزوج الأول والأخير منها لا ينفتحان لذا تظهر هناك ثلاث أزواج من الشقوق الغلصمية أما أجزاء الجسم بين هذه الشقوق فتدعى بالأقواس البلعومية وعددها ستة أقواس حيث تسمى هذه الأقواس بالاتي من الأمام باتجاه الخلف (الأول يدعى بالفكي والثاني يدعى بالقوس اللامي والبقية تسمى حسب عددها أي قوس ثالث ورابع وخامس وسادس)

مرحلة تكوين البرعم الذنبي Tail bud Stage :

بعد تكوين العصيبة neurala يبدأ الجنين في هذه المرحلة بالاستطالة وتغير شكله من الكروي الى البيضوي ثم المستطيل ولكن تكون الاستطالة في النهاية الخلفية للخط البدائي أسرع من الجهة الأمامية لذا يظهر هناك بروز

في نهاية الجنين يدعى بالبروز الذنبي ويطلق على الجنين في هذه **المرحلة بمرحلة البرعم الذنبي** حيث تصبح عندها طول يرقة الضفدع 3 ملم .

ميزات الجنين في مرحلة البرعم الذنبي من حيث المظهر الخارجي :

1- يمكن تمييز الرأس عن الجذع او الجسم
2- يتخذ ظهر الجنين شكلا مستقيما تقريبا .
3- يظهر انخفاض في مقدمة الرأس ومن الجهة البطنية يدعى بانبعاج المسلك الفمي stomodeal invagination .
4- يظهر في انخفاض المسلك الفمي وفي مقدمة رأس الجنين والى الجهة البطنية تثخنان يمثلان القرصيين الشميين olfactory placodes .
5- تحت المسلك الفمي والى الجهة البطنية يظهر الممصان الفميان oral suckers .
6- على جانبي الرأس يظهر انتفاخان يعينان موقع الحوصلتين البصريتين optic vesicles
7- الى الخلف من الحوصلتين البصريتين تظهر الصفيحتان الغلصميتان gill plate التي تظهر عليهما بعض الأخاديد الضحلة .
8- فوق الصفيحتين الغلصميتن وعلى جانبي الرأس يظهر القرصيان السمعيان otic placodes المسؤولة عن تكوين الأذن الداخلية في المستقبل .
9- خلف الصفيحتين الغلصميتن يظهر انتفاخان طوليا الشكل يمثلان موقع الكليتن الاوليين pronephroi
10- فوق الكلية الأولية يمكن ملاحظة القطع الجسمية somites التي تكون القطع العضلية myotomes في المستقبل .

مميزات جنين الضفدع طول 3 ملم من ناحية التركيب الداخلي :

أولا : الجهاز العصبي وأعضاء الحس وتميز بما يلي :

1- يتميز الأنبوب العصبي في الضفدع بكونه متوسع من الأمام ويحمل الدماغ ومتضيق من الخلف ليحمل الحبل الشوكي .
2- يظهر الجزء الأمامي المتوسع من الأنبوب بكونه منحني حول مقدمة الرأس .
3- يمكن تمييز الدماغ الى أجزاءه الثلاث عن طريق حدوث تخصرات تقسمه الى ثلاث أجزاء وهي أ- الدماغ الأمامي fore brain ب- الدماغ الوسطي mid brain ج- الدماغ الخلفي hind brain .
4- ينشا من قاع الدماغ الأمامي انبعاج خارجي يدعى بالقمع Infindibulum ويقابله نمو من الأديم الظاهر أمام المنطقة التي ستفتح فيها الفم ويلتحم مع القمع في المستقبل لتكوين الغدة النخامية pituitary gland .
5- يبدأ ظهور انبعاج خارجي من سقف الجزء الخلفي للدماغ الأمامي وعلى الرغم من كونه غير واضح في هذه المرحلة والذي سيكون في المستقبل الجسم الصنوبري pineal body .
6- يظهر على جانبي الدماغ الأمامي انتفاخان يمثلان الحوصلتان البصريتان optic vesicles الذين سيكونان العينين في المستقبل .
7- ان القرصيين السمعيين والشميين لا يمكن ملاحظتهما لكونهما نموان او تثخنان من الأديم الظاهر .

ثانيا : الحبل الظهري Notocord : ويتميز بما يلي:

1- يظهر على شكل تركيب قضيب اسطواني يمتد من خلف الدماغ الوسطي الى نهاية الجسم تبدأ خلايا الحبل الظهري بإفراز مادة لزجة شفافة خاصة بالحبل الظهري وفي المراحل المتقدمة من النمو يلاحظ ان الحبل محتويا على نسبة قليلة من الخلايا ولكنه كثير الفجوات.
2- يظهر الحبل الظهري في هذه المرحلة مغلفا بغمد يدعى بالغمد حول الحبلي Perichordal sheath .
3- يحل محل الحبل الظهري في المستقبل العمود الفقري .
4- يظهر تحت الحبل الظهري وفي جزءه الخلفي شريط من الخلايا مكونتا تركيبا خاصا يدعى بالقضيب تحت الحبل الظهري subnotochordal rod .

ثالثا : الجهاز الهضمي Enteron : ميزاته

1- يتميز الانبوب الهضمي في هذه المرحلة بكونه مقسم الى ثلاث اقسام وهي
أ- المعي الامامي fore gut يتميز باتساع جوفه .
ب- المعي الوسطي mid gut يتميز بقاع سميك وسقف رقيق .
ت- المعي الخلفي hind gut يتميز بتفرعه الى فرعين احدهما يتجه نحو البرعم الذنبي فيدعى بالمعي الذنبي tail gut والفرع الثاني يتجه نحو المسلك الشرجي فيدعى بالمعي الشرجي anal gut
2- يظهر من الاديم الباطن للمعي الامامي انبعاجا خارجيا يدعى بالانبعاج الفمي oral invagination الذي يقابل انبعاج المسلك الفمي من الاديم الظاهر .
3- يلتقي انبعاج المسلك الفمي مع الانبعاج الفمي ليكونا الصفيحة الفمية oral plate التي ستفتح لتكون الفم .
4- يظهر على جانبي البلعوم الجيوب البلعومية التي تقابل الاخاديد الغلصمية في الاديم الظاهر والتي تلتقي لتكون الصفيحة الغالقة .
5- يظهر في قاع القسم الخلفي من المعي الامامي انبعاج نحو الخلف يدعى بالردب الكبدي liver diverticulum الذي سيكون الكبد في المستقبل .
6- لا يظهر المعي الوسطي أي تخصصات في هذه المرحلة لكنه سيكون في المستقبل الامعاء.
5- اما المعي الخلفي فيبدا المعي الذنبي بالاختفاء تدريجيا في هذه المرحلة ويظهر المعي الشرجي نامي نمو جيد ليتحد مع المسلك الشرجي ليفتح فتحة المخرج او المجمع .

رابعا : الاديم المتوسط Mesoderm:

يتميز الاديم المتوسط في هذه المرحلة بما يلي

1- يمكن تقسيم الاديم المتوسط في هذه المرحلة الى اقسامه الثلاث وهي :
أ- القسيمة العليا epimeres : التي تتميز بكون خلاياها صلدة وعديمة الجوف ومقسمة بحواجز عرضية الى العديد من الاقسام .
ب- القسيمة الوسطى mesomeres: تتميز بكون خلاياها مجوفة ومقسمة بحواجز عرضية .
ت- القسيمة السفلى hypomeres : تتميز الخلايا بكونها حاوية على جوف داخلي وعدم تقسيمها بحواجز عرضية .

2- **تبدا القسيمة العليا** بتكوين البدينات somites حيث يطلق على الجزء العلوي من القسيمة بالقطع العضلية myotomes اما الجزء السفلي من القسيمة فتكون النسيج الهيكلي لذا يطلق عليها بالأجزاء الصلبة sclerotomes .

3- تبدا **القسيمة الوسطى** بتكوين النفرونات التي تتحد فيما بينها لتكون الكلية الاولية pronephrone وتستمر هذه الكلية لمرحلة من النمو الجنيني ثم تحل محلها كلية ثانية وهي الكلية الوسطية mesonephrone وهي الكلية الفعالة في اليرقة والبالغ .

4- اما **القسيمة السفلى** فيبدأ فيها الجوف الداخلي بالنمو نحو الخارج والى الاسفل وبين طبقتي الاديم الظاهر والباطن ويستمر النمو الى ان يلتقي الجوف الايمن مع الجوف الايسر لتكوين الجوف الجسمي العام .

عملية تكوين القلب في جنين الضفدع :

يتم تكوين القلب في جنين الضفدع وكما يلي :

1- يشتق القلب من الحافات البطنية للأديم المتوسط الجانبي وفي منطقة تحت البلعوم .

2- اثناء نمو الاديم المتوسط بين طبقتي الاديم الظاهر والباطن تبقى هناك منطقة مثلثة الشكل تحت المعي الامامي (البلعوم) تكون قاعدة المثلث للأمام وقمته للخلف وهذه المنطقة هي المسؤولة عن تكوين القلب (او الموقع الذي سيكون فيه القلب) .

3- بعد اكتمال تكوين العصيبة تتقارب الحافات الحرة لجبهة الاديم المتوسط الجانبي المحيطة بالمنطقة الخالية من الاديم المتوسط وتصبح متثخنة في المنطقة التي سيتكون فيه القلب .

4- تظهر خلايا مفككة مشابهة للخلايا الميزنكيمية بين الحافتين الحرتين لجبهة الاديم المتوسط المتقاربة حيث تشتق هذه الخلايا من الحافات البطنية لجبهة الاديم المتوسط وتمثل هذه الخلايا بداءة الشغاف endocardium (البطانة الداخلية للقلب).

5- تتجمع هذه الخلايا بسرعة لتكوين شريط طولي من الخلايا التي تبدا بالترتب بشكل انبوبي رقيق الجدران وهو الانبوب الشغافي Epicardial tube وتجويفه يمثل تجويف القلب.

6- يتفرع هذا الانبوب عند نهايته الامامية والخلفية فنهايته الامامية تتفرع الى الابهرين البطنيين اما نهايته الخلفية فتستلم الوريدين المحيين .

7- بعد تكوين انبوب الشغاف تتقارب حافتا الاديم المتوسط من بعضهما ويتحدان مع بعضهما البعض ويحدث الاتحاد اولا تحت الانبوب الشغافي ويرتبط الاديم المتوسط المتحد مع انبوب الشغاف بالمسراق القلبي البطني ventral mesocardium ثم يحدث اتحاد اخر فوق الانبوب الشغافي ويرتبط معه ليكون بالمسراق القلبي الظهري dorsal mesocardium .

8- يزول المسراق القلبي البطني بسرعة ليصبح التجويفان الايمن والايسر متحدان ولكن المسراق القلبي الظهري يستمر لفترة طويلة ثم يزول في مرحلة متقدمة ويصبح التجويفان المحيطان بالأنبوب الشغافي متحدان.

9- تتوسع التجاويف حول انبوب الشغاف لتكون تجويف خاص يدعى بالتجويف التأموري pericardial cavity الذي ينفصل في مراحل متقدمة عن التجويف الجسمي .

10- يكون القلب في البداية بشكل انبوب مستقيم ويصبح فيما بعد ملتوي بطريقة مميزة جدا فيبدا بالنمو من الخلف نحو الامام ثم ينحني الى الاسفل ثم الى اليمين واخيرا الى اليسار مكونا تركيب يشبه حرف (S).

11- يعاني هذا الانبوب تخصرات في مواقع وتوسعات في مواقع اخرى ليكون الردهات الاربع للقلب وهي أ- الجيب الوريدي Sinus venosus ب- الاذين atrium ج- البطين ventricle د- المخروط الشرياني conus arteriosus .

تركيب جنين الضفدع طول 4 ملم :

المظهر الخارجي :

1- يزداد البرعم الذنبي بالطول اكثر من مرحلة 3 ملم .
2- يتوضح ظهور الاعضاء بصورة اكثر
3- يتوضح الراس عن الجذع بصورة اوضح
4- يكون ظهر الجنين مستقيما تماما
5- تظهر الاخاديد الغلصمية بوضوح وترتفع الاقواس الغلصمية حيث تبدا الغلاصم بالظهور عند يرقة طول 5.5 ملم
6- ينبعج القرصان الشميان نحو الداخل ليكونا النقرتين الشميتين في الجهة الامامية السفلى للراس
7- يمكن ملاحظة العينان على جانبي الراس خلف النقرتين الشميتين .
8- يكون نمو الممصان الفميان جيد النمو وبوضوح اكثر وتبدا خلاياها بإفراز الحبيبات والمادة الصمغية .
9- تفتح فتحة الفم بعد الفقس بقليل
10- تكون اليرقة متحركة بفعل الاهداب المحيطة بجسمها .
11- تبدا الاغلفة الجيلاتينية بالتلين بفعل انزيم خاص يفرز عليها .

التركيب الداخلي لجنين ضفدع طول 4 ملم :

اولا : الجهاز العصبي : ويتميز بما يلي :

1- تتوضح اجزاء القسم الامامي المتوسع من الانبوب العصبي الى اجزاء الدماغ الثلاث الامامي والوسطي والخلفي ، ففي جنين عمر 5-6 ملم يمكن تعينها بسهولة .
2- يظهر الجزء البطني من الدماغ الوسطي امام قمة الحبل الظهري متثخنا مكونا ما يسمى بالدرنة الخلفية posterior tubercule ويحدث زيادة في تثخن سقف الدماغ الوسطي المقابل لهذه الدرنة .
3- يتوضح انبعاج الجسم الصنوبري في الدماغ الامامي اكثر من مرحلة البرعم الذنبي .
4- يزداد تخصر الحوصلتين الناشئتين من جانبي الدماغ الامامي ويتوضح الساق البصري ويزداد نمو الحوصلتين باتجاه الخارج وتبدا بالانبعاج نحو الداخل لتكون الكوبين البصريين optic cups .
5- تظهر هناك ثلمة في الحافة السفلى للكوب البصري التي تمتد على طول السطح البطني للساق البصري تدعى بالشق البصري optic fissure .

6- يبدا الاديم الظاهر المقابل للحوصلتين البصريتين بالتثخن ليكون القرصان العدسيان Lens placoides اللذان ينبعجان ليكونا الحوصلتين العدستين Lens vesicles .
7- يمتد من كل من النقرتين الشميين كتلة كثيفة من الخلايا باتجاه البلعوم وترتبط معه ثم تصبح في المستقبل بشكل انبوب يصل الانف بالبلعوم .
8- لا يحدث تخصص للدماغ الامامي الى جزئية مقدم الدماغ telencephalon وسرير الدماغ diencephalon الا بعد الفقس وكذلك الحال بالنسبة للدماغ الخلفي فانة لا يتخصص الى جزئية الدماغ البصري metencephalon والنخاعين myelencephalon الا بعد الفقس.
9- ينبعج القرصين السمعين المتكونين من الاديم الظاهر للداخل مكونين النقرتين السمعتينauditory pits ثم يتعمق انبعاجهما وتنفصلان عن الاديم الظاهر مكونين الكيسين السمعيين auditory sac .

ثانيا : الجهاز الهضمي : وتتميز القناة الهضمية في هذه المرحلة بما يلي :

1- توضح اجزاء الانبوب الهضمي الثلاث بصورة اكثر من مرحلة البرعم الذنبي .
2- يكون المعي الامامي مسؤول عن تكوين التجويف الفمي والبلعوم والمريء والمعدة والجزء الامامي من الامعاء الدقيقة .
3- يبقى الفم غير مفتوح بعد الفقس وذلك لان لا حاجة لليرقة للغذاء في هذه المرحلة لوجود كمية من المح في الجزء البطني ولكن يفتح الفم عندما تصل اليرقة لطول 8 ملم او اكثر .
4- تبدا الشقوق الغلصمية بالانفتاح بعد الفقس .
5- يتوضح انبعاج الردب الكبدي في هذه المرحلة اوضح والذي سيكون كيس الصفراء .
6- يتوضح الجيب الناشئ من قاع البلعوم المسؤول عن تكوين الغدة النخامية كلما تقدم الجنين بالنمو ويظهر في يرقة طول 10 ملم كتركيب مصمت ينفصل فيما بعد ليكون الغدة النخامية .
7- لا يعاني المعي الوسطي اي تخصصات تذكر في هذه المرحلة ولكنه في المستقبل سيكون ما تبقى من المعي الدقيق والمعي الغليظ ويبدا المعي الوسطي بالاستطالة والالتواء على نفسه .
8- اما المعي الخلفي فان جزؤه العلوي (الذنبي) يختفي تماما قبل الفقس بينما ينمو جزؤه السفلي (الشرجي) ويكون مفتوح الى الفتحة المجمعية ويكون المستقيم والمجمع عند البالغ .

ثالثا : الجهاز الوعائي Vascular System : ويتميز بميزات اهمها :

1- تتوضح مخادع او ردهات القلب في هذه المرحلة اكثر من مرحلة البرعم الذنبي .
2- تبدا الاوعية الدموية بالتكون اما من الخلايا الميزنكيمية الموجودة في الفسح البينية لجسم الجنين او من الاديم المتوسط الحشوي حيث تتكون تجمعات خلوية غير منتظمة تدعى بالجزر الدموية blood islands ثم تنتظم هذه الجزر فالمحيطية منها تكون جدار الوعاء الدموي والوسطية منها تكون كريات الدم الاولية .

3- يكثر عدد هذه الجزر ويحدث انفصال مع بعضها لتكون شبكة من الاوعية الدموية على جانبي الجسم ، وتتقارب هذه الاوعية في منطقة قرب الكبد لتكون وعاء دموي كبير في كل جانب من الجسم وهو الوريد المحي vitelline vein حاملا الدم من المح الى الجيب الوريدي .

4- خلال نمو الكبد يزداد الوريد المحي الايسر بالحجم على حساب الوريد المحي الايمن الذي يختفي فيما بعد اما القسم الامامي من الوريد المحي الايسر فيكون الوريد الكبدي hepatic vein بينما جزؤه الخلفي القادم من القناة الهضمية فيكون الوريد البابي الكبدي hepatic portal vein .

5- خلال تكون الاوعية الدموية الوريدية تتكون هناك الاقواس الابهرية aortic arches وعددها ستة ازواج الا ان اربعة ازواج فقط (3-6) تستمر في نموها وتمر من جانب البلعوم ضمن الاقواس الغلصمية (3،4،5،6) .

6- تتصل الاقواس الابهرية ظهريا بالأبهرية الظهرين dorsal aorta وبطنيا بالأبهرين البطنين ventral aorta .

7- يستمر نمو الابهرين البطنين الى الامام بشكل شريانين سباتين خارجيين وكذلك يستمر الابهران الظهريان بالنمو الى الامام بشكل شريانين سباتين داخلين تزود هذه الشرايين الراس بالدم .

8- يتقارب الابهران الظهريان بعد التقاء الاقواس الابهرية بهما ليكونا وعاء دموي كبير مفرد وهو الابهر الظهري الذي يمتد ليصل الى الذنب .

9- تكتمل الدورة الدموية المحية في يرقة ضفدع طول 6.5 ملم حيث ان الدم يمر من الاذين الى البطين ثم الى الجذع الشرياني ثم الى الابهرين البطنين فالأقواس الابهرية ثم الى الابهرين الظهرين والابهر الظهري المفرد ثم الى الشريانين المحيين ثم الى شبكة الاوعية الدموية في الاديم المتوسط الحشوي ثم الى الوريدين المحيين ثم الى الجيب الوريدي وبقية اجزاء القلب .

10- يبقى الزوج الرابع من الاقواس الابهرية بشكل قوسين جهازين حيث يتصل احداهما بالآخر ليكونا الابهر الظهري اما الزوج الخامس فيختزل ثم يختفي بينما الزوج السادس فيكون زوجا من الشرايين الرئوية ويطلق على الزوج بالأقواس الرئوية .

11- يرجع الدم من منطقة الراس الى الجيب الوريدي بواسطة الوريدين الرئيسين الامامين ومن الخلف بواسطة الوريدين الرئيسين الخلفيين ويتصلان الامامي والخلفي قبل اتصالهما بالجيب الوريدي ليكونا الوريد الرئيسي العام (قناة كوفير duct of cuvier) التي تصب في الجيب الوريدي .

12- يظهر الوريدان الرئويان في مرحلة اليرقة طول 6 ملم كأفرعين ظهريين من الجيب الوريدي ولكنهما يفتحان بعد ذلك في الاذين الايسر .

13- يتكون في المنطقة خلف الكلتين وريدين تحت الرئيسان يأتيان بالدم من الاجزاء الخلفية للجسم ثم للكلتين ويسميان فيما بعد بالوردين الكلويين البابين Renal portal veins .

التكوين الجنيني للطيور

Embryology of The Brids

الدجاج Chicks :

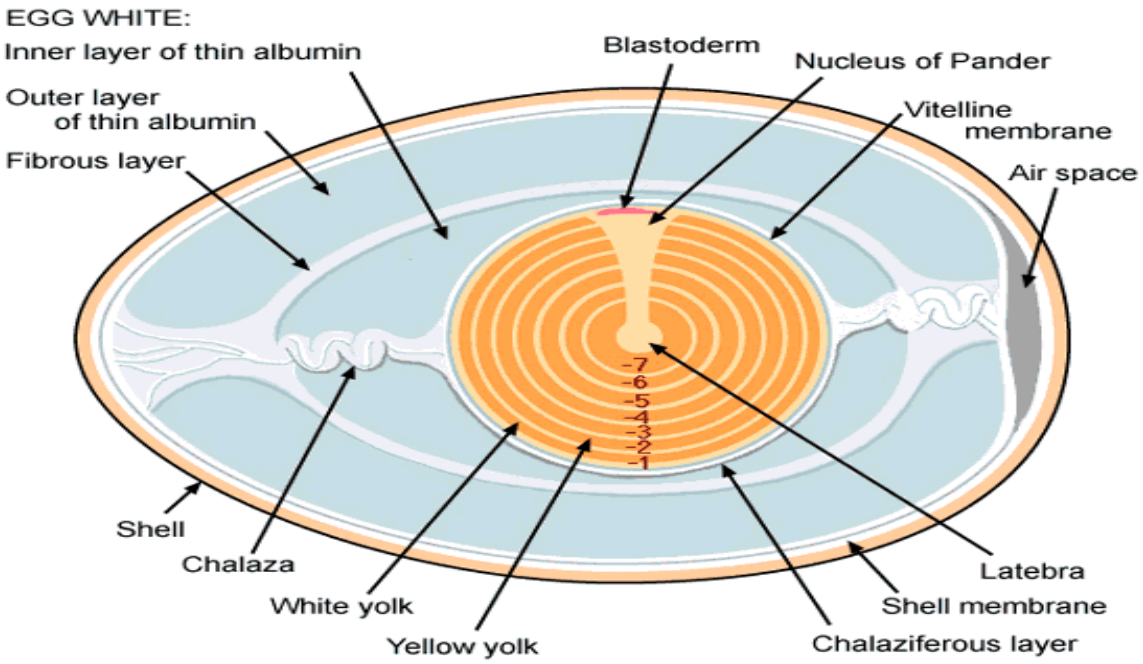
مبيض الدجاج وعملية التبويض :

يتكون هذا المبيض من منطقة داخلية هي اللب medulla ومنطقة خارجية هي القشرة cortex التي تحتوي على عدد كبير من الحويصلات المبيضية في مراحل مختلفة من النمو حيث الصغيرة منها تقع عميقا في نسيج القشرة وكلما نمت وتجمع فيها المح اكثر فاكثر يكبر حجمها وتقترب من سطح المبيض ان جزء بيضة الدجاج المعرف بصفار البيض Yolk هو خلية مفردة تمثل الخلية الجنسية الانثوية ويعزى حجمها الكبير الى المادة الغذائية او المح الذي يحتويها .

تحاط الخلية البيضية الاولية بغشاء بلازمي cell membrane يغطى بغشاء رقيق غير خلوي يدعى بالغشاء المحي vitelline membrane ولهذا الغشاء منشأ مزدوج فالطبقة الداخلية منه تتكون داخل المبيض فهو يعتبر من الاغلفة الاولية اما الطبقة الخارجية منه فتتكون في الجزء العلوي من قناة البيض لذا فهو من الاغشية الثانوية ، ويطلق على هذا الغشاء بالمنطقة الشعاعية Zona Radiate حيث يظهر تحت المجهر الضوئي مخططا شعاعيا . ويحاط هذا الغشاء بالخلايا الحوصلية مكونة منطقة تدعى بالمنطقة الخلوية او الحبيبية Cellular or Granular Zone يلي هذه المنطقة منطقة اخرى وعائية من النسيج الضام تدعى بالغلاف الحوصلي Theca Folliculi الذي يتمزق وتنطلق منه البيضة بعملية التبويض ovulation وتكون خلية البيضة في هذه المرحلة بشكل خلية بيضية اولية primary oocyte واثناء التبويض يحدث لها انقسام اختزالي اول لتتحول الى خلية بيضية ثانوية secondary oocyte ويتم بعدها الانقسام النضجي الثاني بعد اختراق النطفة لخلية البيضة .

بعد التبويض تدخل خلية البيضة الجزء العلوي من قناة البيض المسمى بالقمع infundibulumثم تنزل الى الجزء الملتوي الذي يدعى بالكبير magnum وهو اطول اجزاء قناة البيض وتضاف اليها طبقة كثيفة من الاح albumen واثناء دوران البيضة داخل قناة البيض يتكون خيطا الاح او الكلازا chalaza اللذين يكونا بشكل خيطين حلزونيين وتستغرق خلية البيضة مرورها في هذا الجزء 3 ساعات ثم تصل بعدها خلية البيضة الى

الجزء الثالث وهو البرزخ Isthmus وهو جزء غدي يقوم بإفراز اح اخر اخف قواما من الاح الاول وكذلك يقوم بإفراز الغشائين القشريين shell membranes حول الاح وتستغرق حوالي 3- 4 ساعات ثم بعدها تصل الى الجزء المتوسع المسمى بالرحم uterus الذي يقوم بافراز القشرة shell حيث تبقى خلية البيضة في هذا الجزء 18- 20 ساعة ثم تنتقل منه الى المهبل ذو الممر القصير الذي يؤدي الى المجمع حيث تتصلب فيه القشرة ثم الى الخارج وتستغرق خلية البيضة منذ عملية الاباضة وحتى الوضع 22 – 24 ساعة .



تركيب البيضة عند الوضع :

يسمى الجزء العلوي فوق المح في البيضة المخصبة بالأدمة الارومية blastoderm التي تعرف على انها مجموعة من الخلايا التي تظهر بشكل دائري ابيض اللون فوق المح بينما في البيضة غير المخصبة فتسمى هذه الخلايا بالقرص الارومي blastodisc .

يمكن تميز نوعين من المح وهما المح الابيض white yolk والمح الاصفر yellow yolk فبالإضافة الى اختلافهما باللون المرئي بالعين المجردة الا انهما يختلفان في كون حبيبات المح الابيض تكون اصغر واقل تجانسا من المح الاصفر.

يترتب المح الابيض بشكل أسطوانات متحدة المركز تأخذ الشكل الدورقي تسمى لاتبرا latebra التي تمتد باتجاه الادمة الارومية ثم تتوسع لتكون نواة باندر nucleus of pander .

تحاط البيضة بالغشائيين القشريين اللذين يكونا ملتصقين ببعضهما البعض تماما ما عدا النهاية الكبيرة للبيضة حيث ينفصل الغشاء الداخلي عن الخارجي بفسحة تدعى الفسحة الهوائية Air space .

كذلك تحاط البيضة بقشرة البيضة egg shell التي تتكون بصورة اساسية من الاملاح الكلسية التي بانعدامها تصبح القشرة ناقصة التكوين او مفقودة .

الحضانة Incubation :

عند وضع البيضة يتوقف النمو مالم تحفظ البيضة في درجة حرارة قريبة من حرارة الام حيث تستأنف البيضة نموها اذا ما حضنت من قبل الدجاجة .

ان درجة حرارة الحضانة الطبيعية هي التي تتحقق بواسطة حرارة جسم الام حيث تكون نوعا ما 41 مئوي حيث يحدث الفقس في يوم 21

مراحل النمو الجنيني للدجاج :

اولا : gametogenesis :

تمتلك الدجاجة مبيض واحد فعال وهو المبيض الايسر بينما المبيض الايمن وقناة البيض اليمنى يضمحلان اثناء النمو الجنيني ، بينما الذكر فيمتلك زوج من الخصى بالقرب من الكلى داخل الجوف الجسمي .

أ- النطفة the sperm : ويتكون من ثلاث اجزاء هي 1- الراس head الذي يتميز بكونه مدبب هرمي الشكل 2- قطعة وسطية mid piece صغيرة 3- الذنب tail الذي يتميز بطوله .

ب- البيضة The ovum :تكون بيضة الدجاج من نوع كثيرة المح polyleciyhal وطرفية التوزيع Telolecithal وتصنف ضمن البيوض كبيرة الحجم .

ثانيا : الاخصاب Fertilazation : الاخصاب في الدجاج داخلي حيث تنتقل حيامن الذكر من الفتحة المجمعية الى فتحة مجمع الانثى ثم تنتقل الى اعلى قناة البيض وهناك يتم اخصاب البيضة .

ثالثا : التفلج Cleavage : يكون التفلج لبيضة الدجاج من نوع القرصي Discoid cleavage حيث يقتصر الانقسام (التفلج) على منطقة القرص الارمي blastodisc الصغير الواقع فوق سطح المح yolk في القطب الحيواني ولعدم اشتراك بقية اجزاء البيضة في التفلج فهو تفلج جزئي partial cleavage .يكون القرص الارمي الفعال في البيضة ابيض اللون بشكل دائري قطره 3 ملم ويكون محاط بمنطقة اغمق لونا تعرف بالارومة المحيطية periblast ويندمج برتوبلازم القرص الارمي وخاصة في منطقة الارومة المحيطية مع المح الابيض الواقع تحته .

تحدث اربع تفلجات متزامنة لبيضة الدجاج المخصبة وهي :

1- التفلج الاول : يظهر اخدوده في المنطقة الوسطية للقرص الارمي ولا تتعدى اخاديده الارومة المحيطية وينتج عنه خليتان غير كاملتي الحدود .
2- التفلج الثاني : يكون اخدوده عمودي على الاول وينتج عنه اربع خلايا غير كاملة الحدود ايضا .
3- التفلج الثالث : تكون اخاديده شعاعية ولكن في معظم الاحيان تكون بمستويين تقسم الخلايا الاربعة الناتجة من التفلج الثاني الى ثمان خلايا غير كاملة الحدود .
4- التفلج الرابع : فيكون محوره محيطي او دائري يفصل الخلايا الى ثمان خلايا داخلية كاملة الحدود وثمان خلايا خارجية غير كاملة الحدود .

بعدها تحدث تفلجات عديدة وعشوائية ينتج عنها كتلة خلوية بشكل قبعة فوق المح ويمكن اعتبار الجنين في هذه المرحلة بمرحلة الطور التوتي Morula ، ما يلبث ان يتكون جوف شقي بين القبعة الخلوية القرصية وبين المح الذي تحتها يدعى الجوف الارومي Blastocoel الذي يقسم الى طبقتين عليا تسمى epiblast وسفلى تسمى بـ hypoblast ويطلق على الجنين في هذه المرحلة بمرحلة الاريمة Blastula stage .

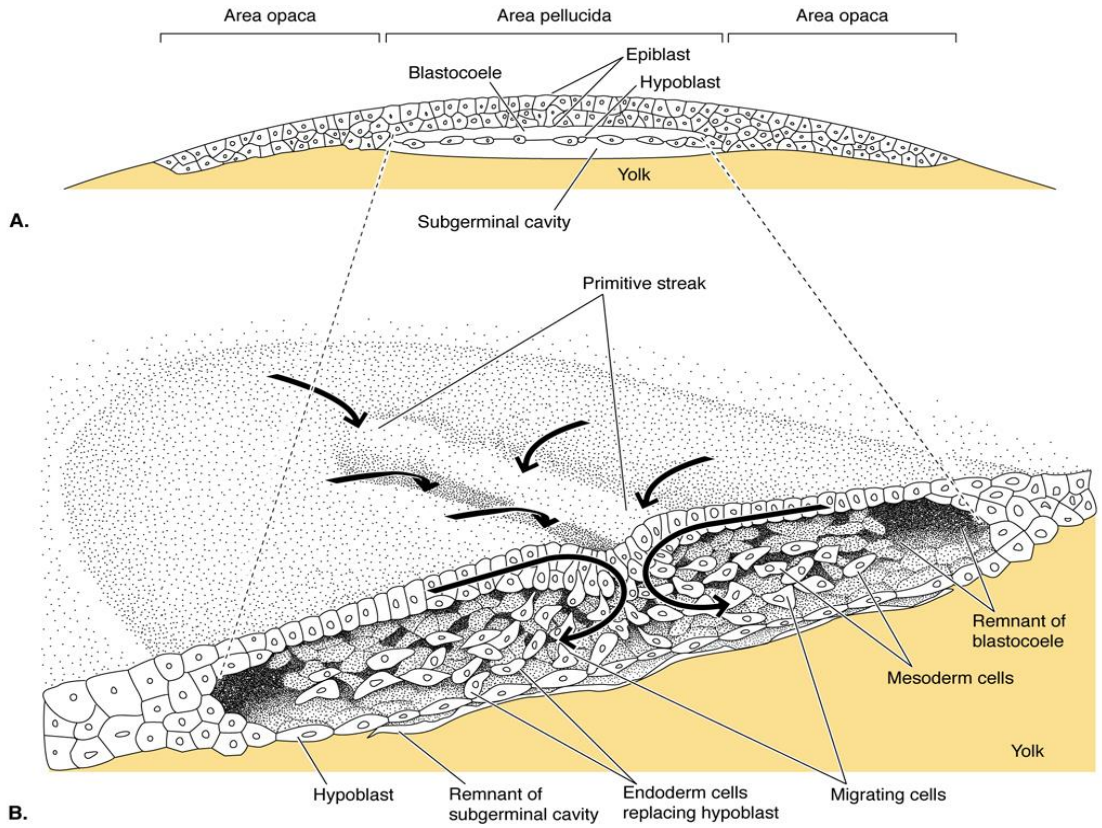
مرحلة تكوين المعيدة Gastrula stage :

تدعى المنطقة المحيطية من الادمة الارومية والتي تكون خلاياها غير منفصلة عن المح بالباحة المعتمة Area opaca اما المنطقة الوسطية من الادمة فتدعى بالباحة الشفافة Area pellucida بسبب انفصالها عن المح بواسطة الجوف الارومي .

تحدث تغيرات التي تعانيها الاريمة والتي تبدا ببدء عملية تكوين المعيدة في الساعات الاولى القلائل بعد وضع البيضة ففي البيضة المحضونة 3- 4 ساعات يظهر جزء من الباحة الشفافة متثخنا وبتقدم الحضانة ساعتين او ثلاث تصبح المنطقة المتثخنة اكثر وضوحا وتبدا بإظهار بعض الاستطالة الراسية الذنبية ، بعد 7 -9 ساعات حضانة تصبح الاستطالة اكثر وضوح وفي نهاية نصف اليوم الاول (12 ساعة حضن) تتخذ المنطقة هذه شكلا مستقيما تقريبا يدعو الى تسميتها بالخط البدائي primitive streak ، وفي ساعة حضن 16 يصبح هذا الخط واضحا جدا وتدعى هذه المرحلة بمرحلة الخط البدائي primitive streak stage وان هذا الخط مكون من اخدود وسطي يدعى بالأخدود البدائي primitive groove الذي يحيطه من الجانبين حافتين متثخنتين تعرفان بالحرف البدائي primitive ridge وعند النهائية الراسية للخط البدائي تكون هناك خلايا متزاحمة مع بعضها مكونة تثخنا يعرف بالعقدة البدائية primitive knot او عقدة هنسن hensen s node وفي وسطها انخفاض يدعى بالنقرة البدائية primitive pit ويبدا جزء من الباحة الشفافة المجاور للخط بإظهار تثخن متزايد مكونا الباحة الجنينية embryonal area .

ان سبب ظهور التثخن وتكوينه الخط البدائي هو حركة الخلايا من الطبقة السطحية نحو الخط الوسطي بعملية التقارب convergence التي تقابل التغلف في البرمائيات وازدحامها في هذه المنطقة حيث يتكون الخط ، اما عند هجرة الخلايا عند السطح يندفع عدد كبير منها عميقا في هذه المنطقة المتثخنة ويتحرك نحو الداخل بعملية تدعى الالتفاف involution لتشارك في تكوين طبقة اخرى تحت الطبقة السطحية كذلك فان خلايا اخرى من الطبقة السطحية تنعزل من جهتها الداخلية وتتحرك لتساهم في تكوين الطبقة الجديدة وتدعى هذه العملية بالانعزال الصفيحي delamination ، تدعى الصفيحة الخلوية السطحية بالأرومة العليا epiblast والمتكونة تحتها تسمى بالارومة السفلى hypoblast التي ستكون الاديم الباطن بعد ان تستلم خلايا اخرى من الارومة العليا وان الفسحة بين الارومة العليا والسفلى تسمى بالجوف الارومي اما

الفسحة بين الارومة السفلى والمح في الجوف المعيدي Gastrocoel او المعي البدائي .



التغيرات التي تحصل لجنين دجاج بين مرحلة 18 – 24 ساعة حضانة :

تحدث خلال هذه الفترة من النمو التغيرات التالية :

اولا : الصفيحة العصبية Neural plate : تصبح في الاجنة عمر 21 ساعة حضانة منطوية طوليا لتكون منخفض يعرف بالأخدود العصبي Neural groove يحيطه ارتفاعان طوليان يعرفان بالطيتين العصبيتين Neural folds وترتفع الطبقتان اكثر في مرحلة 22-23 ساعة حضانة .

ثانيا : المعي البدائي primitive gut : تظهر الدلائل الاولى للتخصص الموضعي لمنطقة المعي الابتدائي في جنين 19 ساعة حضانة ، ويبدا ظهور انبعاج من الاديم الباطن الى الخارج في المنطقة الامامية للجنين يغلفه من الخارج جيب من الاديم الظاهر ليكونا الطية الراسية Head fold والفراغ الذي يقع تحت الطية

الراسية يدعى بالجيب تحت الراسي subcephalic pocket . وفي جنين عمر 21 ساعة حضانة يزداد نمو الطية الراسية وتظهر اكثر وضوح في جنين 22-23 ساعة حضانة .

ثالثا : الاديم المتوسط Mesoderm : يتقدم نمو جناحي الاديم المتوسط بعد مرحلة 18 ساعة حضانة ويزداد دوران كل جناح باتجاه الامام وفي مرحلة 22-23 ساعة تتوضح اكثر منطقة السلي الاولي امام الطية الراسية .

يبدا تكوين اول زوج من البدينات في جنين عمره 21 ساعة حضانة ويستمر تكوين البدينات بمعدل زوج واحد لكل ساعة حضانة اضافية .

رابعا : الجزر الدموية Blood Islands : في جنين عمره 22 -23 ساعة حضانة يظهر جزء من الباحة المعتمة القريب من الباحة الشفافة اكثر عتمة وذات مظهر مرقط وسببه نمو الاديم المتوسط الجانبي محيطيا ووصوله اليه ويعزى المظهر المرقط الى تجمع الاديم المتوسط بشكل مجاميع خلوية تدعى بالجزر الدموية التي تعين الخطوة الاولى لتكوين الاوعية الدموية والكريات الدموية .

مميزات جنين دجاج عمره 24 ساعة حضانة :

ويتميز بما يلي :

1- تكوين الراس Formation of head : تعاني المنطقة الامامية للجنين نمو سريع وتصبح مرتفعة عن مستوى الادمة الارومية وتمتد الطية الراسية اماما اكثر وتبرز فوق السلي الاولي ويطلق عليها بالراس head بدلا من الطية الراسية .
2- الاخدود العصبي Neural Groove : يتوضح الاخدود العصبي اكثر في هذه المرحلة وخاصة في المنطقة الراسية ويكون الاخدود اعمق والطيتان اكثر ارتفاعا ولكن في المنطقة الخلفية من الجنين لا تزال الطيتان متباعدتان والاخدود ضحل .
3- المعي الامامي Fore gut : يزداد نمو الجزء الامامي من القناة الهضمية والذي يدعى بالمعي الامامي ثم يتكون الجزء الاخر والذي يعرف بالمعي الوسطي والفتحة التي بينهما تدعى بالبواب المعوي الامامي anterior intestinal portal .
4- الاديم المتوسط Mesoderm : اول التراكيب الواضحة والمرتبة تعقيليا هي بدينات الاديم المتوسط حيث يتكون في جنين عمر 24 ساعة حضن حوالي 4 -5 ازواج من البدينات .
كما يتميز الاديم المتوسط في هذه المرحلة الى ثلاث مناطق :

أ- الاديم المتوسط الظهري dorsal mesoderm

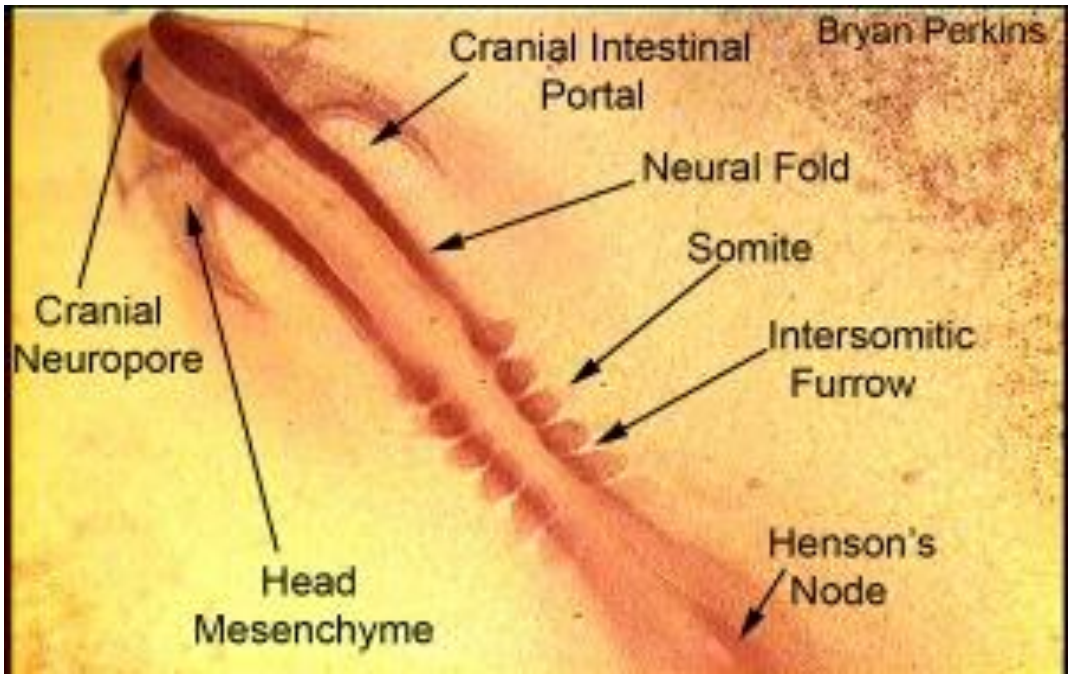
ب- الاديم المتوسط الوسطي intermediate mesoderm

ت- الاديم المتوسط الجانبي Lateral mesoderm

5- المنطقة التامورية Pericardial region : تظهر كل من الغرفتين الجوفيتين من منطقة البواب المعوي الامامي وعلى كل جانب توسع موضعي واضح الذي يمتد باتجاه الوسط وتنفتحان في بعضهما من الجهة البطنية للمعي الامامي لتكونا التجويف التأموري والذي يدعى بالمنطقة التامورية .

6- الباحة الوعائية Area Vasculosa : ان جزء من الباحة المعتمة القريب من الباحة الشفافة والذي ظهر مرقطا في مرحلة 18 ساعة حضن يأخذ في هذه المرحلة مظهرا شبكيا بسبب نمو وتبرعم تجمعات خلايا الاديم المتوسط المكونة للجزر الدموية والتقاءها مع بعضها تمهيدا لنشؤ شبكة الاوعية الدموية .

7- الخط البدائي Primitive Streak : يظهر في المرحلة اقصر مما هو عليه في المراحل السابقة .



التغيرات التي تحدث لجنين دجاج بين 24 -33 ساعة حضن :

التغيرات التي تحدث في هذه المرحلة تشمل الاتي :

1- انغلاق الاخدود العصبي : في جنين عمر 24 ساعة حضن كانت الصفيحتين العصبيتين متقاربة ومرتفعة لكن الانبوب العصبي لا زال مفتوحا ، تلتقي الطيتان العصبيتان للمنطقة الامامية في الخط الوسطي الظهري في جنين عمره 27 ساعة حضن ويصبح الاخدود العصبي مسدودا ليكون الانبوب العصبي Neural Tube .

2- العرف العصبي Neural crest : تظهر مجموعة من الخلايا على جانبي الطيتين العصبيتين لا تدخل في تكوين البشرة ولا في تكوين الانبوب العصبي حيث تكون هذه الخلايا زوج من التجمعات الطولية الممتدة على جانبي الخط الوسطي الظهري تعرف بالعرف العصبي التي تكون في المستقبل العقدة العصبية الشوكية والقحفية الحسية .

3- تمايز منطقة الدماغ : يظهر الجزء الامامي من الانبوب العصبي في مرحلة 27 ساعة حضن متوسعا وبالإمكان تمييز ثلاث اقسام والتي تدعى الحويصلات الدماغية الاولية Primary Brian Vesicles في المنطقة الامامية المتوسعة والتي ستكون في المستقبل أ- الدماغ الامامي Fore brain ب- الدماغ الوسطي Mid brain ج- الدماغ الخلفي Hind brain . تكون الجدران الجانبية للدماغ الامامي في الاجنة عمر 29 – 30 ساعة حضن بشكل جيبين خارجيين ليكونا زوجا من التوسعات تعرف بالحوصلتين البصرتين الاوليتين primary optic vesicles .

4- الفتحة العصبية الامامية Anterior neuropore : يحدث انغلاق الطيتين العصبيتين اولا قرب النهاية الامامية للأخدود العصبي ثم يتقدم اماما وخلفا ويتأخر انغلاق الدماغ في اقصى نهايته الامامية وتبقى فتحة تدعى بالفتحة العصبية الامامية مفتوحة في اجنة عمر 27 ساعة حضن ثم تبدا بالتضيق في اجنة عمر 30 ساعة حضن وتنغلق في اجنة عمر 33 ساعة حضن .

5- الجيب المعيني Sinus rhomboidalis : يظهر الانبوب العصبي خلف اخر بدينة ما زال مفتوحا وان الطيتان العصبيتان يبتعدان عن بعضهما من كل جهتي عقدة هنسن ثم تتقارب في المراحل التالية من النمو من بعضها باتجاه الخط الوسطي لتكون الحدود الجانبية وتدعى هذه المنطقة بالجيب المعيني حيث تقع عقدة هنسن والنقرة البدائية في قاع هذه المنطقة .

6- اقسام الدماغ وتركيبه المجزء تعقيليا : تظهر الصفيحة العصبية لأجنة عمر 24 ساعة حضن سلسلة من التوسعات عددها 11 ويدعى كل توسع بالقطعة العصبية neuromere ، وعند انغلاق الانبوب العصبي وتكوين حويصلات الدماغ الاولية الثلاث تدخل هذه التوسعات في تكوين مناطق الدماغ فالقطع العصبية الثلاث الامامية تكون الدماغ الامامي والقطعتين 4 و 5 تدخل في تكوين الدماغ الوسطي والبقية تشترك في تكوين الدماغ الخلفي .

7- تكوين بدينات اضافية : يبدا تكوين اول زوج من البدينات في جنين عمره 21 ساعة حضن ثم يزداد العدد بمعدل زوج مع كل ساعة حضن اضافية تقريبا ففي جنين عمر 24 ساعة حضن يظهر هناك 4-5 ازواج من البدينات اما في جنين عمر 27 ساعة حضن تظهر حوالي 8 ازواج من البدينات في حين عمر 33 ساعة حضن تظهر هناك 12 – 13 زوج من البدينات .

8- استطالة المعي الامامي : يبدا المعي الامامي في هذه المرحلة بالاستطالة ويتخذ البواب المعوي الامامي موقعا خلفيا اكثر من السابق .

9- تكوين القلب : اول دلائل لتكوين القلب تظهر في اجنة عمر 24 25 ساعة حضن حيث يكون الاديم المتوسط الحشوي في منطقة البواب المعوي الامامي متثخنا ومبتعد عن الاديم المتوسط الجسمي ، في حين تظهر في جنين عمر 26 ساعة حضن زوج من التراكيب الانبوبية ذات جدران مكونة من صف واحد من الخلايا وفي جنين عمر 29-30 ساعة حضن يظهر القلب بشكل انبوبي مستقيم تقريبا .

10- الباحة الوعائية : تعاني الباحة الوعائية الخارج جنينية في هذه المرحلة توسعا سريعا ويتوضح مظهرها الشبكي اكثر فاكثر كلما تقدم عمر الجنين ، تتعين في هذه المرحلة الدورة المحية الواردة اما الدورة المحية الصادرة فتتعين بعد ذلك .

الطيات الجسمية Body Folds :

هي الطيات التي تعين الحدود بين المناطق داخل جنينية والخارج جنينية واول الطيات الجسمية ظهورا هي تلك الطية التي تعين حدود الراس وتسمى بالطية الراسية head fold التي تظهر في نهاية اليوم الاول وبعدها بقليل تظهر طيتان تسمى بالطيتن الجسميتين الجانبين lateral body fold اللتان تحددان الجسم جانبيا وخلال اليوم الثالث من الحضن (50 ساعة حضن) تظهر طية اخرى تحدد المنطقة الخلفية تدعى بالطية الذنبية Caudal body fold .

الاغشية خارج جنينية Extra embryonic membranes :

الاغشية خارج جنينية تمثل مجموعة من اغشية رقيقة تنشا من داخل الجنين وتمتد للخارج لتحيط بالجنين وتغلفه من الخارج وتقوم بوظائف عديدة وتشمل اربعة انواع من الاغشية اهمها :

1- الكيس المحي Yolk Sac : اول الاغشية ظهورا حيث ينمو من الجنب الحشوي فوق سطح المح ويتوسع في النهاية بما يشبه الكيس يحيط بالح وتنتشر فيه الاوعية الدموية ويقوم بإيصال المواد الغذائية من المح الى الجنين .

2- السلي والمصلي Amnion and Serosa : ينشاءان بصورة مترابطة حيث ينشا كل منهما من الجنب الجسمي الخارج جنيني ويحيط السلي بالجنين كغطاء كيسي يتكون بينهما تجويف يملئ بسائل يدعى السائل السلي ، حيث يساعد هذا السائل الجنين في السباحة داخل الكيس ويشتت الصدمات التي قد يتعرض لها الجنين ويمنع الجفاف .

3- اللقانقي Allantois : ينشا من جسم الجنين ويبقى جزؤه القريب من الجنين كتركيب داخل جنيني خلال النمو اما جزؤه البعيد فيندفع خارج حدود الجوف داخل جنيني ويصبح مرافق للأغشية خارج جنينية ويقوم بوظيفة ايصال الاوكسيجين من المحيط الى الجنين النامي .

الدورة الدموية داخل وخارج جنينية :

1- الدورة الدموية داخل جنينية : تبدا من القلب ثم الى الابهرين البطنين ثم الى الاقواس الابهرية ثم الى الابهرين الظهرين ثم الى مختلف انحاء الجسم ثم يرجع الدم من القسم الامامي لجسم الجنين بواسطة الوريدين الرئيسين الامامين ومن القسم الخلفي بواسطة الوريدين الرئيسين الخلفيين ثم الى الوريد الرئيسي العام ثم الى الجيب الوريدي ثم الى الاذين ثم الى البطين .

2- الدورة خارج جنينية : تبدا من القلب ثم الابهرين البطنين ثم الاقواس الابهرية ثم الابهرين الظهرين ثم خارج الجنين بواسطة الشريانين المساريقيين ثم الى شبكة الاوعية الدموية على المح ثم الى الجيب النهائي ثم الاوردة المحية الصغيرة ثم الوريدين المساريقيين ثم الجيب الوريدي في القلب ثم الاذين واخيرا البطين .

ملاحظة : تكتمل هاتان الدورتان في جنين عمره 40 ساعة حضن .

مخطط الدورة مطلوب في الكتاب

انتهت المحاضرة بعون الله