جامعة تكريت
كلية الزراعة
قسم وقاية النبات

ماجستير

د. محمد شاكر منصور

د. محمد شاكر منصور

فسلجه الحشرات متقدم

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects

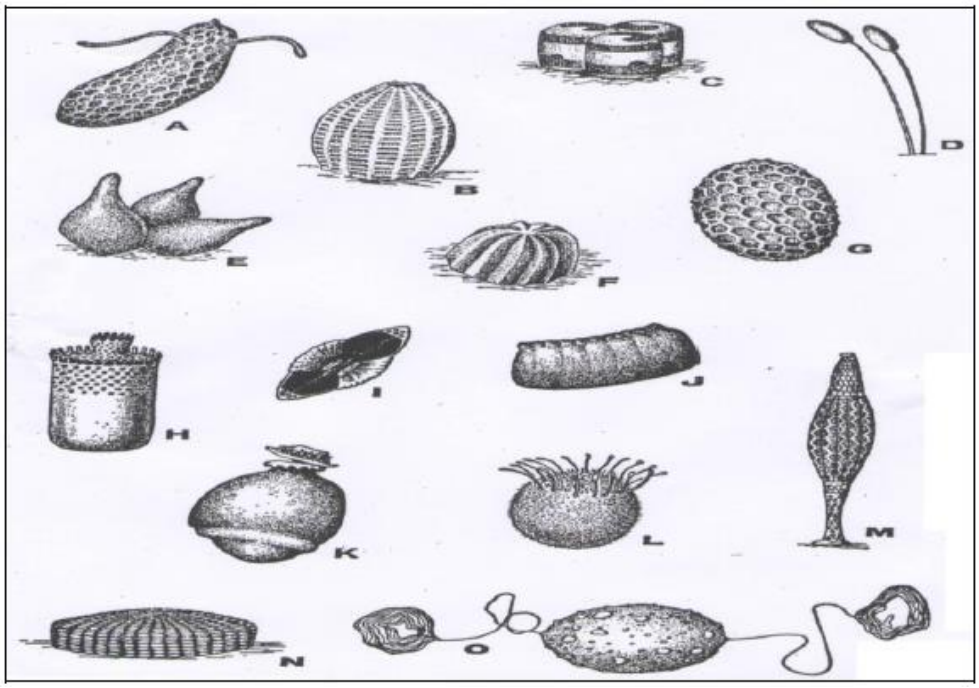
محاضرة(١)

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects

كقاعدة عامة يبدا النمو الجنيني بعد وضع البيض مباشرة ، وفي بعض الحشرات يبدا قبل ذلك حيث تحفظ الانثى بيضها الملقح داخل قناة المبيض المشتركة او في المهبل ، وفي انواع اخرى يكتمل النمو الجنيني بداخل جسم الانثى حيث تلد كما في الحشرات الولودة مثل حشرة المن وذبابة *Mallophagus* .

*** شكل وتركيب البيضة** Form & Structure of the Egg

يختلف شكل البيض باختلاف انواع الحشرات فقد يكون شكلها بيضوي ومقوس قليلا كشكل المنطاد كما في رتبة مستقيمة الاجنحة Orthoptera والعديد من افراد رتبة غشائية الاجنحة Hymenoptera او تكون مخروطية كما في بيض فراشة اللهانة. ويوجد في بيض بعض انواع الحشرات غطاء في الجهة الامامية يسمى بالقلنسوة Operculum كما في بق الفراش رتبة نصفية الاجنحة Hemiptera في حين ان كثيرا من بيض الحشرات المتطفلة من رتبة غشائية الاجنحة تتميز بوجود نتوء يسمى بالسويقة pedicle في احد اطراف البيضة، اما بيض البق النتن Stink Bugs له تاج من اشواك تشبه القرون مكونة دائرة على نهاية العلوية للبيضةكما فالشكل (١)(L) .



انواع مختلفة من بيض الحشرات :A .بيضة الدروسفيلا :B بيضة فراشة اللهانة :C بيضة بق النبات :D بيضة اسد المن :E بيضة خنافس الأوراق :F بيض الفراشات :G بيضة ناخرة اوراق :H بيضة حشرة ، Piezosterum subulatum I:بيضة بعوض الأنوفيلس :J بيض الصراصير :K بيضة ذبابة الصخور :L بيضة البق النتن :M بيضة حشرة : N Hydrometra martinis بيضة دودة القطن :O بيضة ذبابة مايو.

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects

يبدأ تكون البيوض من الخلايا الجرثومية في انابيب المبيض Ovarioles . **تتكون البيضة** من التراكيب الاتية:

١. **قشرة البيضة** Chorion or Egg shell : البيضة النموذجية عبارة عن خلية جانبية التناظر مغلفة من الخارج بقشرة سميكة تفرزها الخلايا الحوصلية Follicle cells الموجودة في المبيض ، وتتميز هذة القشرة عادة بطبقتين رئيسيتين :

أ. الاولى القشرة الخارجية Exochorion : وتتكون من مادة الكوريونين Chorionion التي تماثل في تركيبها مادة الكيوتيكيولين (وهو بروتين دهني) في كيوتكل الحشرة ، وفي بعض الحشرات توجد على سطح القشرة الخارجية طبقة رقيقة من الشمع وظيفتها تقليل فقدان الماء من البيضة.

ب. اما الطبقة الثانية فتسمى بالقشرة الداخلية Endochorion : وتتكون من خمس طبقات غنية بمركبات عديدة الفينولات Polyphenols .

٢. **غشاء المح** Vitelline membrane : او جدار الخلية وهو غشاء رقيق يبطن قشرة البيضة وتحوي على اجزاء البيضة الداخلية ، الذي ينشأ من جدار البويضة Oocyte وهي ما زالت داخل المبيض ، ويتكون هذا الغشاء احيانا من طبقتين كما في رتبة ثنائية الاجنحة حيث تحيط الطبقة الداخلية ببلازما البويضة ، اما الخارجية فتكون سميكة وخشنة. وفي المراحل المتاخرة من نمو وتطور البيضة تتكون طبقة اخرى تحت الغشاء المحي وتسمى بالكيوتكل المصلي Serosal cuticle الذي يحيط ببروتوبلازم البيضة ، يتميز هذا البروتوبلازم الى طبقتين هما:

أ. الخارجية رقيقة وكثيفة شبكية وخالية من المح تقع تحت الغشاء المحي مباشرة وتسمى الطبقة ما حول البلازما Periplasma .

ب. الداخلية تحيط بالنواة وتحوي على الشبكة السايتوبلازمية التي تضم بداخلها المح Yolk والنواة Nucleus والتي تقع في او قرب مركز البيضة.

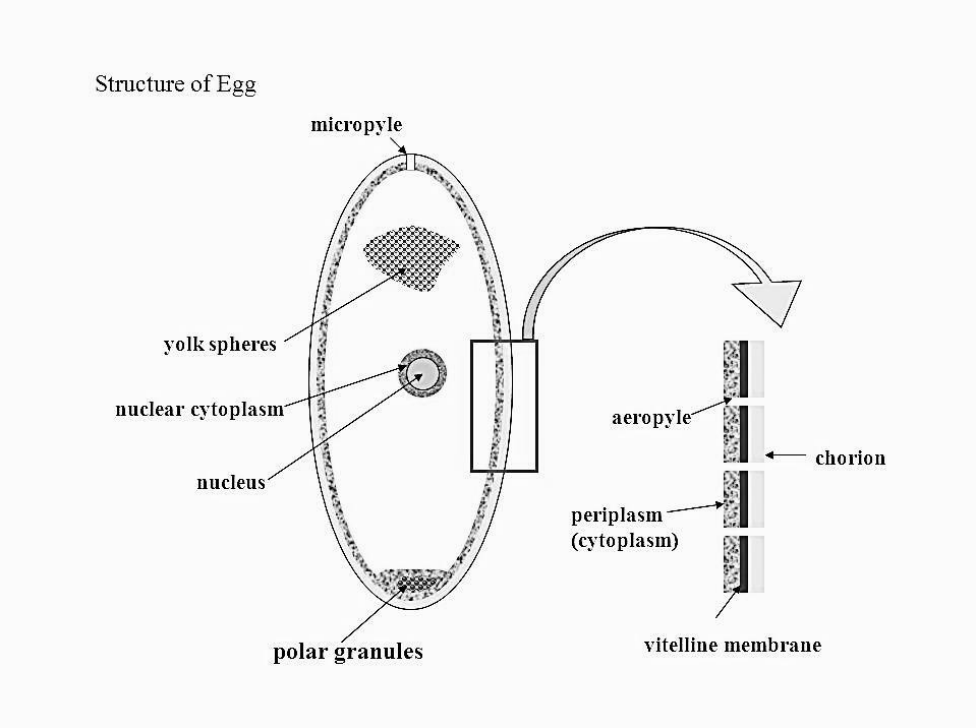
٣. **النقير** Micopyle : توجد في قشرة البيضة قنوات صغيرة تسمى كل منها بالفويهة او النقير. تختلف اعدادها باختلاف الحشرات ، ففي بيض معظم حشرات ثنائية الاجنحة يوجد نقير واحد فقط يقع في احدى نهايتي البيضة بينما في حشرات عائلة الجراد Acrididae يوجد ٣٠-٤٠ نقير ، وعن طريق هذة القنوات تدخل الحيوانات المنوية وكذلك ينتشر الاوكسجين الى داخل البيضة.

٤. **السايتوبلازم** Cytoplasm : وهو المادة الحية في البيضة – وهي خلية حيوانية – وهو السائل الرائق في البيضة.

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects

٥. **النواة** Nucleus : وهو الجزء الفعال في خلية البيضة وتحتوي النواة على الكروموسومات والجينات وهي حاملات الصفات الوراثية.

٦. **المح** Deutoplasma or Yolk : وهو مادة غذائية للجنين النامي وليست متجمعة في مكان واحد كما هو الحال في بيوض الطيور بل منتشرة في كل السايتوبلازم.



* اخصاب ونضوج البويضات Fertilization & Maturation of Oocytes

يحدث الاخصاب بعد الانتهاء من تكوين قشرة البويضة وقبل وضع البيض بفترة وجيزة. فعندما تصل البويضة امام فتحة القابلة المنوية Spermatheca ينطلق عدد من الحيوانات المنوية لتدخل البويضة من فتحة النقير ، غير ان الاخصاب يتم بواسطة حيوان منوي واحد اما البقية فتتحلل ، ولكن في بعض الحشرات كالدروسوفلا يدخل البويضة حيوان منوي واحد فقط.

ليس هناك اتفاق حول كيفية خروج الحيوانات المنوية من القابلة المنوية ، فقد لوحظ في بعض الحشرات وجود عضلة ضاغطة للقابلة المنوية يعتقد ان تقلصها يؤدي الى خروج الحيوانات المنوية ، ومن جانب اخر هناك دراسات على بعض حشرات غشائية الاجنحة تشير الى ان خروج الحيامن يتم بسبب تغير في حموضة القابلة المنوية نتيجة افراز خاص من غدة القابلة المنوية Spermatheca gland .

i. تبدأ البويضة بالنضوج بعد دخول الحيوان المنوي مباشرة حيث يحدث الانقسام الاختزالي ، وتتحد النواة الاولية الذكرية مع النواة الاولية الانثوية لتكوين النواة المخصبة Zygote المحتوية على العدد الكامل من الكروموسومات.

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects

ii. وبعد ذلك تهاجر النواة المخصبة الى مركز الخلية وتنقسم عدة انقسامات اعتيادية لتكوين عدة نوى وتحاط كل منها بسايتوبلازم رقيق يزداد سمكة بمرور الوقت نتيجة اضافة مواد من الشبكة السايتوبلازمية وتسمى هذة النوى المحاطة بالسايتوبلازم ب Energids وتتجة معظم هذة النوى الى طبقة ما حول البلازما لتترتب بشكل طبقة من الخلايا تسمى الادمة Blastoderm .

وتحصل طبقة الادمة على المواد الغذائية من الشبكة السايتوبلازمية لتزداد سمكا ولذلك نلاحظ اختفاء الشبكة السايتوبلازمية في سايتوبلازم البيضةعند اكتمال تكوين طبقة الادمة.

iii. اما النوى الباقية في سايتوبلازم البيضة فتسمى بالخلايا المحية Vitellophage or Yolk cells وظيفتها انتاج سائل خاص يساعد على تقلصات المح كما وتقوم بتكوين سايتوبلازم جديد لتعويض الخلية عن السايتوبلازم المفقود نتيجة تكوين طبقة الادمة ، ويعتقد انها تقوم ايضا بافراز انزيمات خاصة تحلل المح للاستفادة منة خلال فترة النمو الجنيني لتكوين اعضاء الجنين.

iv. يزداد سمك طبقة الادمة في المنطقة التي تقع قرب الخط الوسطي السفلي للبيضة ليتكون عن ذلك الشريط الجنيني Germ band الذي تنشأ عنة جميع الانسجة الجنينية.

وتختلف طريقة نشوء الشريط الجنيني باختلاف الحشرات ففي بعض حشرات رتبة حرشفية الاجنحة مثلا تتميز بعض النوى لتكوين الشريط الجنيني وذلك خلال فترة تكوين طبقة الادمة ، اما في بعض حشرات رتبة مطبقة الاجنحة فينشأ الشريط الجنيني نتيجة تجمع النوى على هيئة عنقود في الخط الوسطي السفلي للبيضة.

*** مراكز النمو الجنيني المبكر Early development centers**

١. مركز الانقسام Cleavage center : يعتبر هذا المركز المحفز الاول لانقسام النواة المخصبة واتجاة النوى الناتجة من الانقسام الى طبقة ما حول البلازما ويقع هذا المركز في القطب الامامي حيث الرأس مستقبلا.

٢. المركز التنشيطي Activation center : المركز الثاني يقع قرب القطب الخلفي للبيضة ، الذي يقوم بتنشيط النوى لتكوين الشريط الجنيني. عند وصول النوى الانقسامية الى منطقة بلازما المركز التنشيطي تطرأ تغيرات فيزوكيميائية تؤدي الى تكوين الشريط الجنيني.

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects

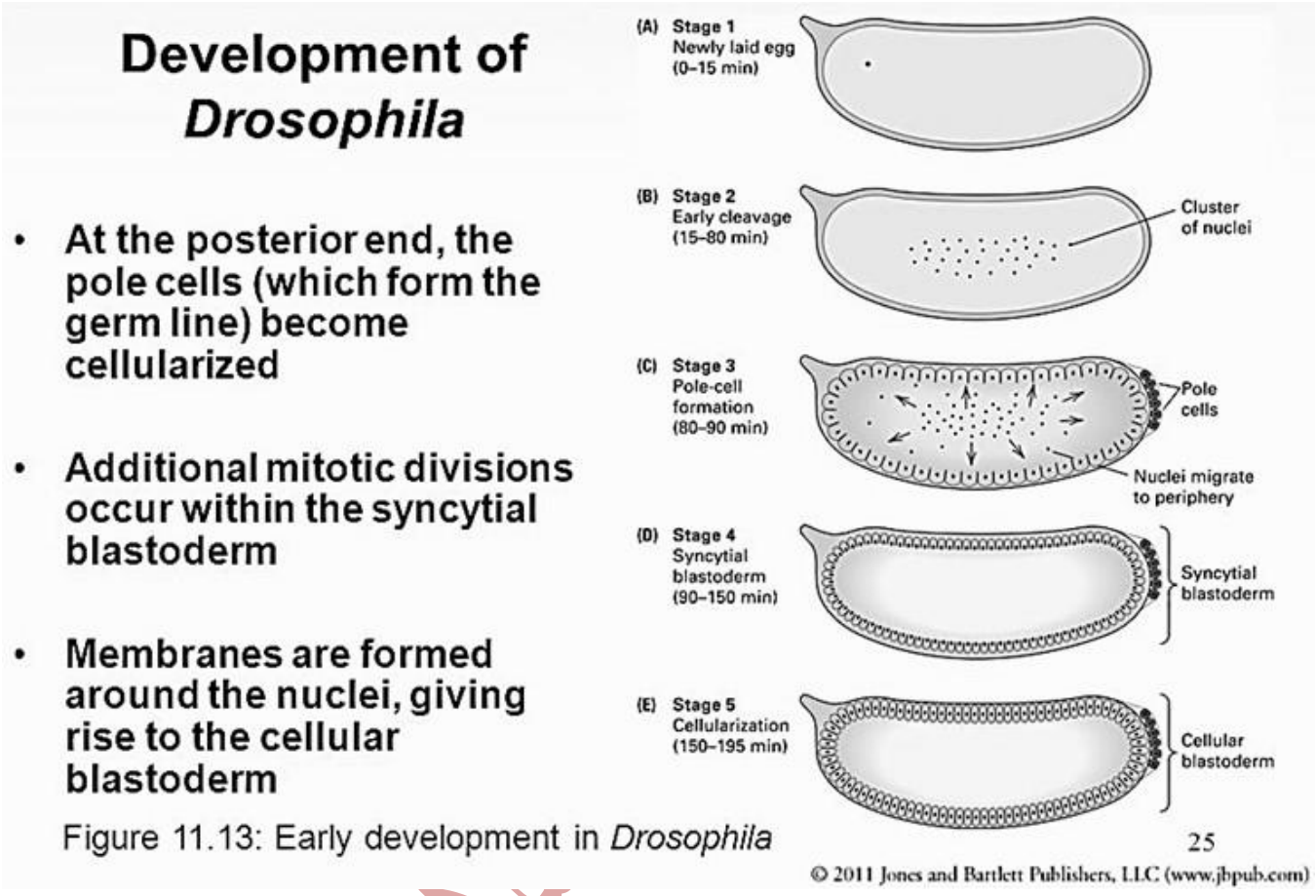


Figure 11.13: Early development in *Drosophila*

ان ازالة مفعول هذا المركز في الاطوار المبكرة للنمو الجنيني وذلك بتعريضة الى الاشعة فوق البنفسجية يؤدي الى عدم تكوين الشريط الجنيني.

٣. مركز التميز Differentiation center : ويقع المركز الثالث في الموضع الذي سيتطور الى صدر الجنين ومنة يبدأ تمييز الشريط الجنيني ، فعند وصول النوى الانقسامية الى السطح الخارجي وذلك لتكوين طبقة الادمة فانها تتجمع اولا في منطقة المركز التميزي وبذلك يلاحظ ان طبقة الادمة في هذة المنطقة تكون اسمك من بقية المناطق.

*** تكوين الاغلفة الجنينية Formation of embryonic membranes**

ينشأ عند طرفي الشريط الجنيني انبعاجان امينوتيان Amniotic folds يمتدان للاسفل حتى يتصلان ببعضهما البعض في الخط الوسطي السفلي ليحصران الشريط الجنيني داخل تجويف السلى Amniotic cavity وبهذا يتكون غلاف خارجي يسمى بالمصلية Serosa وهو استمرار لطبقة الادمة والاخر داخلي يسمى السلى Amnion وهو استمرار لحواف الشريط الجنيني. ويعملان هذان الغلافان والفراغ المحصور بينهما كوسادة عازلة لحماية الجنين النامي من المؤثرات الخارجية.

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects

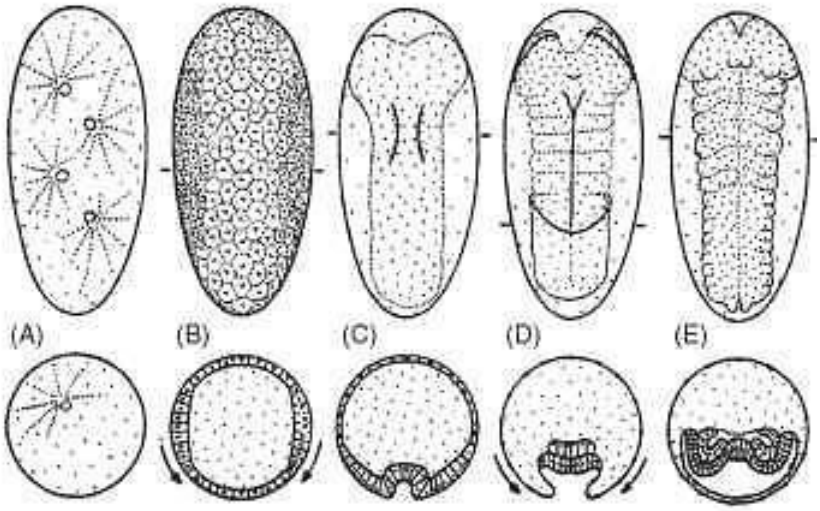
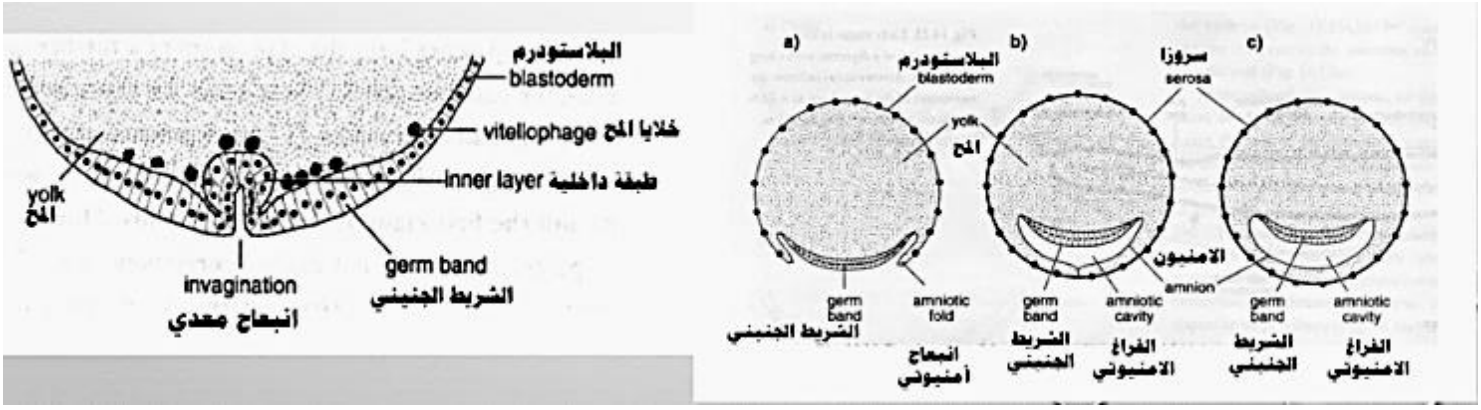


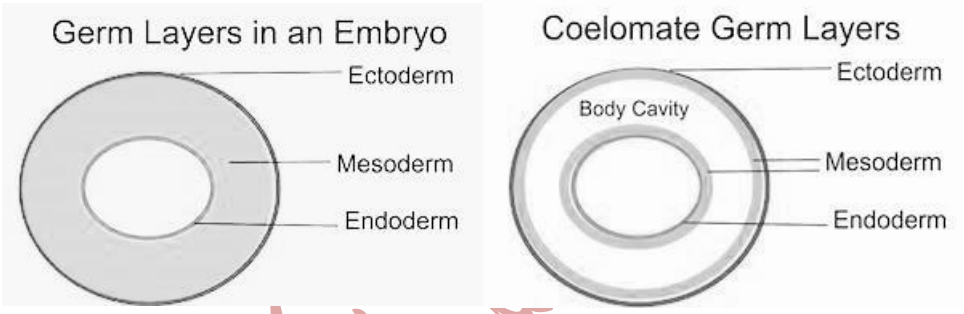
Figure: Diagram of the basic pattern of early insect embryo-genesis: ventral views of eggs, anterior poles at top, are shown above cross sections at the levels indicated by bars in top row. (**A**) Syncytial cleavage. (**B**) Formation of the cellular blastoderm: arrows show that the lateral cells are coalescing toward the ventral surface to form the germ anlage. (**C**) Gastrulation. The prospective mesoderm begins invagination along the midline of the germ anlage. (**D**) Germ band after gastrulation, with segment borders (dotted) and amniotic folds forming: arrows indicate the movement of the serosal cells to enclose and cover the developing germ band. (**E**) Advanced germ band stage, with appendage buds, and transient coelomic sacs formed by the mesoderm.

* عملية تكوين الكاستروﻻ Gastrulation

- وهي عبارة عن انبعاج يحدث بالجهة السفلية من الخط الوسطي للشريط الجنيني.
- تبدأ هذة العملية عند مقر القناة الهضمية الامامية في المستقبل ثم تمتد تدريجيا للداخل لتتكون طبقة من الخلايا تدعى بخلايا الطبقة الداخلية Inner layer والتي تقع تحت الطبقة الجرثومية الخارجية Ectoderm .
- وينشأ من خلايا الطبقة الداخلية كل من الطبقة الجرثومية الوسطى Mesoderm والطبقة الجرثومية الداخلية Endoderm .
- ان عملية تكوين الطبقة الداخلية تختلف باختلاف الحشرات ، ففي حشرة Clytra رتبة غمدية الاجنحة ينشأ الانبعاج على طول الخط الوسطي للجنين الذي ينتظم على هيئة انبوبة تتكسر فيما بعد لتكوين طبقة داخلية غير منتظمة ، اما الطبقة الجرثومية الخارجية فتقع مباشرة تحت الانبعاج الانبوبي.

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects





Cross sectional diagram of the germ layers in an embryo

- اما في نحل العسل فان الجزء الوسطي من الشريط الجنيني والذي يسمى بالصفيحة الوسطية Middle plate ينغمر الى الداخل ، اما الطبقة الجرثومية الخارجية فتمتد للداخل لتغطي الصفيحة الوسطية من حافتها الجانبية Lateral plate .
- وفي الجراد تنقسم خلايا السطح العلوي للشريط الجنيني من منطقة الخط الوسطي لتكوين خلايا الطبقة الداخلية التي تظهر على هيئة اخدود يقع في السطح السفلي للبيضة.

*** تكوين الجهاز العصبي**

- بعد تكوين الكاسترولا بفترة قصيرة يبدأ الجهاز العصبي المركزي بالنمو.
- فقبل ظهور انبعاجات القناة الهضمية الامامية والخلفية الجنينية بفترة وجيزة يتكون اخدود وسطي يعرف بالاخدود العصبي Neural ridge الذي يتطور فيما بعد الى زوج من الحبال العصبية.
- تتميز الطبقة الجرثومية الخارجية المجاورة للاخدود العصبي الى طبقتين : الطبقة الخارجية تحتوي على جدار الجسم ، اما الطبقة الداخلية فتتكون من خلايا كبيرة تعرف بالاورمة العصبية Neuroblasts .

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects

- تنقسم الاورمة العصبية انقسامات عديدة ينتج عن ذلك تكوين اعمدة من الخلايا العصبية عددها ٤ أو٥ على كل جانب من الخط الوسطي ، اما الخط العصبي من الخلايا الموجودة قرب الاخدود العصبي فيتطور الى حبل عصبي وسطي. تتصل العقد العصبية فيما بينها بواسطة روابط طولية تعرف Connectives التي تنشأ من محاور الخلايا العصبية والخلايا الساندة ، ويرتبط كل زوج من العقد العصبية عرضيا بواسطة موصلات عصبية Commissures . وتغلف العقد العصبية والاعصاب من الخارج بغلاف يدعى بظهارة العصب Perineurium .
- تتحد الثلاث ازواج الاولى من العقد العصبية وهي عقد المخ الاول Protocerebrum وعقد المخ الثاني Deutocerebrum وعقد المخ الثالث Tritocerebrum لتكوين المخ ، اما ازواج العقد
- الرابعة والخامسة والسادسة فتتحد مكونة العقدة العصبية تحت المريئية Suboesophageal ganglion ، اما ازواج العقد العصبية الصدرية والبطنية فعددها من٩-١١زوج ، وفي كثير من الحشرات يقل عددها عن ذلك لاتحادها مع بعضها وبدرجات متفاوتة ، فمثلا في الذباب المنزلي تتحد العقد العصبية الصدرية والبطنية مكونة عقدة عصبية كبيرة واحدة هي العقدة العصبية المركبة Compound ganglion .

*** تكوين القصبات الهوائية**

- بعد ظهور العقد العصبية بقليل تنشأ القصبات الهوائية نتيجة انبعاج جدار الجسم للداخل وذلك قرب قواعد زوائد الصدر المتوسط والخلفي وكذلك قواعد زوائد الحلقات البطنية الثمانية الاولى.
- وان الفتحة الخارجية لكل من هذة الانبعاجات تمثل الثغر التنفسي وان نهاية الانبعاج الداخلي ينشأ عن كل واحد منها نمو داخلي على شكل ⊢⊣ . تتصل هذة القنوات ⊢⊣ مع بعضها البعض لتصبح زوج من القصبات الهوائية Tracheae الرئيسية الطولية على جانبي الجسم وفيما بعد تتفرع هذة القصبات الى فريعات كثيرة وتتفرع الاخيرة بدورها عدة مرات الى فريعات اصغر لتكوين القصيبات الهوائية Tracheoles .
- اما في بعض الحشرات البدائية فلم يلاحظ وجود القصبات الطولية حيث تطورت القصبات الهوائية الى انابيب متفرعة لفريعات صغيرة تتركز قرب حلقات الجسم.

*** تكوين الطبقة الجرثومية الوسطى وتجاويف الجسم Mesoderm & body cavities**

- كما ذكر سابقا تنشأ الطبقة الجرثومية الوسطى من خلايا الطبقة الداخلية Inner layer حيث تبدأ خلايا هذة الطبقة بترتيب نفسها في طبقتين طوليتين ومن ثم تنقسم الى اقسام او حلقات مناظرة لحلقات الجنين التي تحمل الزوائد. تنشأ بداخل هذة الحلقات فراغات تسمى اخاديد التجويف الجسمي Coelomic cavities ، ومن الجدار الخارجي للاخاديد تنشأ عضلات جدار الجسم والحاجب

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects

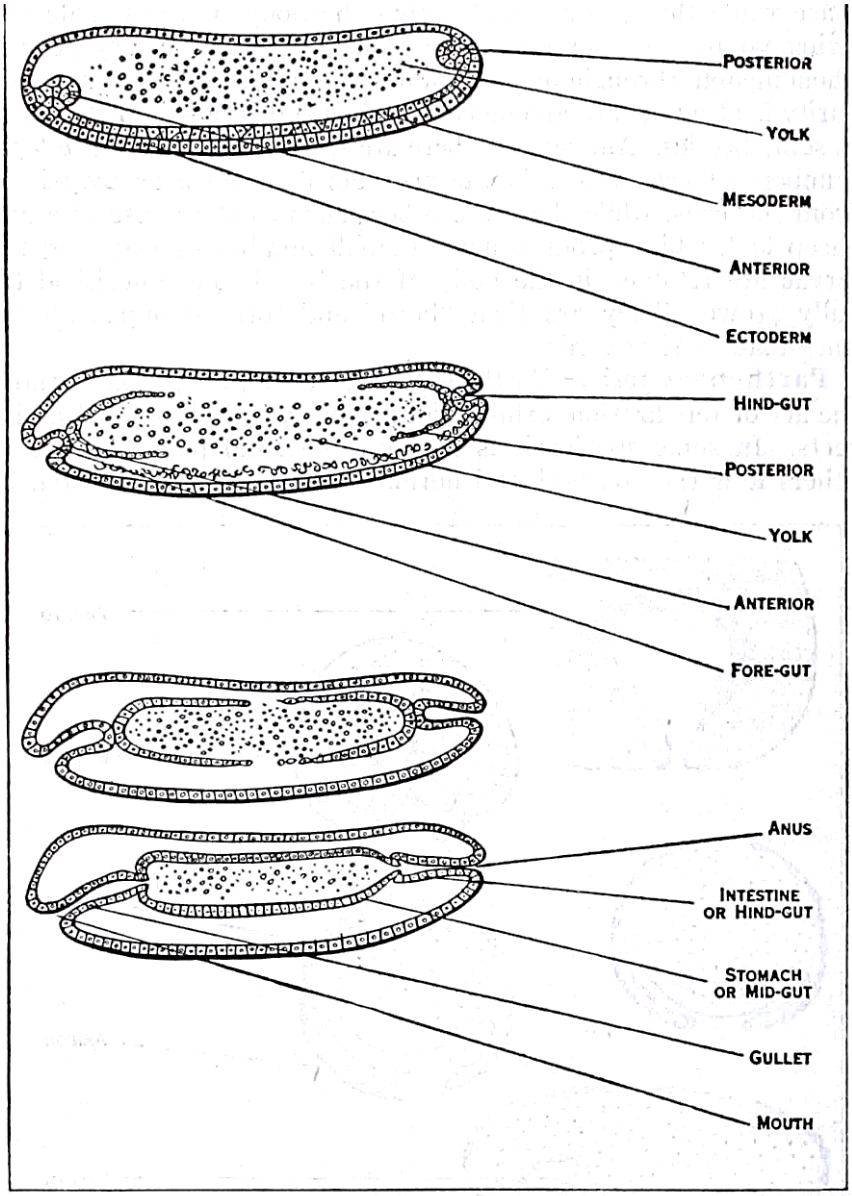
الظهري وخلايا حول القلب Pericardial cells اما عضلات الاحشاء الداخلية والاعضاء التناسلية Gonads والاجسام الدهنية وخلايا الدم فتنشأ من الجدار الداخلي للاخاديد.

- اما القلب فيتكون من خلايا خاصة تسمى Cardioblast تنشأ من الزاوية العلوية لتجاويف الجسم ، بينما تنشأ الاورطة (الابهر) من اتصال الفراغين الحشويين للحلقة الرأسية الثالثة او الثانية وذلك من الجهة الظهرية للجنين.

*** تكوين الجهاز الهضمي Alimentary canal**

- تنشأ كلا القناتين الهضمية الامامية والخلفية في وقت مبكرمن التطور الجنيني ، فيبدأ نشوء القناة الهضمية الامامية الجنينية Stomodaeum نتيجة انبعاج الطبقة الجرثومية الخارجية خلف قرني الاستشعار وبالمثل تنبعج الطبقة الجرثومية الخارجية من الخلف لتكوين القناة الهضمية الخلفية الجنينية Proctodaeum ، اما القناة الهضمية الوسطى الجنينية فاتفق اكثر الباحثين بانها تنشأ من اشرطة اندوديرمية (الطبقة الجرثومية الداخلية) تكونت من مجموعتين من الخلايا الطلائية المتكونة من النهاية الداخلية لانبعاج القناة الهضمية الامامية والخلفية ثم تنمو هذة الاشرطة لتتكون حلقة مفرغة تسمى القناة الهضمية الوسطى الجنينية Mesenteron التي تتصل قبل الفقس بالقناة الهضمية الامامية والخلفية.
- اما انابيب مالبيجي فيعتقد اغلب الباحثين بانها تنشأ من الطبقة الجرثومية الخارجية حيث انها تنشأ من طرف القناة الهضمية الخلفية الجنينية المتصلة مع بالقناة الهضمية الوسطى الجنينية ، حيث تتكون زوجين او ثلاثة ازواج من انابيب مالبيجي اثناء النمو الجنيني ، اما باقي الانابيب فتتكون في الطور اليرقي.

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects



SNODGRASS, "SMITHSONIAN REPORT" (U.S. DEPT. OF AGRICULTURE)

FIG. 29.—STAGES IN THE DEVELOPMENT OF THE DIGESTIVE CANAL OF AN INSECT EGG

*** تكوين الجهاز التناسلي**

- تنشأ على الجدران الحشوية للطبقة الجرثومية الوسطى الموجودة في منطقة بطن الجنين مجاميع من التثخنات الخلوية التي تتطور لتكوين الخلايا الجرثومية ويطلق على هذة المجاميع بالنتوءات التناسلية Genital ridges . تتميز النتوءات لتكوين الغدتين التناسليتين (الخصيتين او المبيضين).
- اما الحيوان المنوي الاولي والبويضة الاولية فيتكونان نتيجة تطور الخلايا الجرثومية.
- تمتد سلسلة من الخلايا من كل غدة تناسلية (خصية او مبيض) لتكوين الوعاء الناقل Vas deferens في الذكر وقناة المبيض الجانبية Lateral oviduct في الانثى ، وفي معظم الحشرات يتصل

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects

الوعائين الناقلين او قناتي المبيض الجانبيتين ليكونان قناة واحدة وسطية تسمى بالقناة القاذفة في الذكر وبالقناة المبيضية المشتركة في الانثى ، ويتم ذلك بواسطة انبعاج الطبقة الجرثومية الخارجية.

*** حركة الجنين داخل البيضة Blastokinesis**

- تمتاز اجنة الحشرات غير المجنحة والعديد من حشرات ناقصة التطور بصغر الحجم نسبيا مقارنة مع حجم البيضة وذلك خلال المراحل المبكرة.
- وتقوم اجنة هذة الحشرات بحركات كثيرة ومنتظمة ويطلق على مجمل الازاحات والدوران حول محور الجنين بـ Blastokinesis .
- يمكن تمييزحركة الجنين الى نوعين :

* الحركة الاولى تدعى Anatrepsis وهي عبارة عن حركة الجنين بعيدا عن القطب الخلفي للبيضة.

* وتدعى الحركة الثانية Katatrepsis وهي عبارة عن الحركة التي تعمل على حمل الجنين من السطح البطني الى السطح الظهري من البيضة.

- ينفصل الجنين عن قشرة البيضة وذلك بعد ان تتكون الطبقة الجرثومية ويحدث هذا الانفصال في كثير من الحيوانات اثناء نمو الجنين.

* ان الطبقة الجرثومية تنفصل عن خلايا الغلاف الخارجي Serosa وتكون الغلاف الداخلي Amnion وهذة احدى الطرق التي ينفصل بها الجنين عن قشرة البيضة بتكوين الاغلفة الجنينية.

* الطريقة الاخرى تتم بانفصال الجنين عن قشرة البيضة وذلك عن طريق اغشية الجنين الكايتينية التي تشبة جلود الانسلاخ حيث يتخلص الجنين من هذة الاغشية عند الانسلاخ وتحدث هذة الطريقة في أجنة الصرصر والحشرات ذات التطور الناقص.

* هناك طريقة اخرى تتلخص بأن الطبقة الجرثومية تنبعج وتغرق في المح في الاطوار المبكرة من النمو وقد تبقى في هذا الوضع حتى موعد فقس البيضة وقد تعود ألى السطح مرة ثانية ، وهذة الطريقة شائعة في مفصليات الارجل وتوجد في الكوليمبولا وذات الذنب الشعري وفي الرعاشات ومتجانسة الاجنحة.

تحدث هذة العملية في أن الجنين يبدأ نموة على سطح البيضة ثم ينقلب في داخل المح وذلك بدورانة حول محورة العرضي ويحمل الجنين اثناء دورانة جزءا من طبقة الادمة المتصل بالجنين داخل المح وتقفل الفتحة التي تؤدي الى التجويف الجنيني وذلك بعد الانتهاء من عملية الدوران ويصبح الجنين كلة محاط بجدار الجسم. ثم تظهر بوضوح الاغلفة الجنينية ويعود الجنين الى وضعة الطبيعي عن طريق عملية الدوران العكسية.

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects

* أن أسباب حركة الجنين العكسية داخل البيضة Blastokinesis هي :

- تعود لكي يجد الجنين الفراغ الذي ينمو فية اطرافة

- ولكي يتمكن الجنين من الابتعاد عن المناطق التي ترسبت فيها مخلفاتة اثناء نموة

- او اللجوء الى مناطق في البيضة يتوفر فيها الغذاء

- وقد يعود سبب حركة الجنين الى اسباب ميكانيكية وذلك لاستغلال الفراغ لكي ينمو بصورة اعتيادية.

تقسيم الجنين الى حلقات Segmentation of the Embryo

بعد الانتهاء من تكوين الشريط الجنيني يظهر على طول الجنين فواصل عرضية تقسمة الى ٢٠ حلقة وتجري عملية التقسيم هذة تدريجيا مبتدئة من الامام وحتى مؤخرة الجنين.

* في المراحل الاولى يظهر الجنين وكأنة مقسم الى منطقتين وهي :

a . الاولى تعرف بمنطقة الرأس الاولي Primary head region أو تسمى Protocephalic region ، وتحتوي على ثلاث حلقات.

b. والثانية هي منطقة الجذع الاولي Primary trunk region او تسمى Protocormic region ، تتكون من ١٧ حلقة.

* باستمرار النمو تندمج الحلقات الثلاثة الاولى من الجذع الاولي وهي حلقة الفكوك العليا وحلقة الفكوك السفلى وحلقة الشفى السفلى مع حلقات الرأس الاولي ، ويتكّون من الثلاث حلقات التالية للجذع الاولي (اي الحلقات الرابعة والخامسة والسادسة) منطقة الصدر ، واما باقي حلقات الجذع الاولي فتكّون منطقة البطن.

* ينشأ على كل حلقة من حلقات الجنين بأستثناء الحلقة الجنينية الاولى والاخيرة زوج من الزوائد تعرف بزوائد الجنين ، والحلقة الجنينية الاولى Ocular segment المتكّونة من فصي الراس الاولي Protocephalic lobes لا تحمل زوائد لانها لا تعتبر حلقة حقيقة ويتكون منها الشفى العليا والعيون.

* تنشأ قرون الاستشعار من الزوج الاول من الزوائد الموجودة على الحلقة الرأسية الثانية.

* ومن زوائد الحلقة الرأسية الثالثة ينشأ الزوج الثاني من قرون الاستشعار الذي يكون صغيرا ويختفي بعد فترة وجيزة.

* في حين ان الزوائد الموجودة على الحلقات الرابعة والخامسة والسادسة من الرأس الاولي فتنمو لتكّون الفكوك العليا والفكوك السفلى والشفى السفلى على التوالي.

* اما الثلاثة ازواج التالية من زوائد الجنين فتنمو الى ارجل الصدر.

* اما زوائد حلقات البطن فتختفي جميعها قبل الفقس ما عدا الزوج الذي يكّون القرون الشرجية. في بعض الحشرات يبقى عدد حلقات البطن ثابت بعد الفقس وبدون نقصان ، وفي بعض الحشرات الاخرى فان ظاهرة أختفاء الحلقات البطنية تكون واضحة.

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects

الفترات الزمنية للنمو الجنيني Duration of embryonic development

يختلف الوقت اللازم لاتمام النمو الجنيني اختلافا كبيرا باختلاف انواع الحشرات وكذلك باختلاف الظروف البيئية (درجة الحرارة – الرطوبة البسبية – الضوء ..... وغيرها من العوامل) فمثلا تحتاج بيوض بعوض *Culex* ٣٠ ساعة بينما تحتاج بيوض حفار ساق الذرة ٨٢ ساعة وذلك عند تربية هذة البيوض على درجة حرارة ٣٠°م .

* وتتناقص فترة النمو الجنيني كلما زادت درجة الحرارة ، ولا يكتمل النمو الجنيني اذا زادت او انخفضت درجة الحرارة عن الحد الامثل.

* وكقاعدة عامة يجب أن تكتسب بيوض كل نوع من الحشرات على قدر ثابت من الدرجات الحرارية خلال أيام نمو الجنين بشرط أن تكون درجة الحرارة فوق الحد الأدنى للنمو الجنيني.

فمثلا تحتاج بيوض الجراد الصحراوي *Schistocerca* ٢٢٥ °م لاتمام نموها ، وتحسب هذة

+ الحد الادنى النظري للتطور ١٥°م وتطرح هذة الدرجة من درجة الحرارة التي تربى عليها البيوض وهي ٣٠ م فالناتج = ١٥ °م ويضرب بعدد الايام التي يتم فيها نمو الجنين على درجة ٣٠°م وهي = ١٥ يوم فتكون النتيجة ٢٢٥ °م ، بينما على درجة ٢٠ °م يكتمل النمو الجنيني في ٤٥ يوم فالنتيجة ٤٥ x (٢٠-١٥) = ٢٢٥ م°.

امتصاص الجنين للماء Absorption of water

للرطوبة تأثير هام على نمو البيض فكثير من الحشرات لا يتم نمو بيضها بدون توفر ألماء وفي حالة عدم توفر ألماء تلجأ البيوض الى السبات لبعض الوقت الى أن يتوفر الماء.

وقد لوحظ زيادة في حجم ووزن البيض لبعض الحشرات أثناء النمو الجنيني ويعود ذلك بامتصاص البيض للماء.

ووجد أن بيض أحد انواع الصراصر يمتص الرطوبة من السطح الداخلي لكيس البيض الذي يكون في البداية رطب ثم يجف قبل الفقس وتبقى نسبة الماء في كيس البيض ثابتة تقريبا اثناء النمو وذلك لتساوي معدل فقد الماء والمواد الصلبة ولكن تزداد نسبة الماء في البيض اثناء نموة ، وقد وجد ايضا أن بيض هذة الحشرات يغطى بأفراز زيتي يستخرج من كيوتكل الأم غالبا وعن طريق القنوات المسامية التنفسية في جدار كيس البيض تفقد الرطوبة القليلة وليس عن طريق جدار الكيس نفسة.

ووجد عند أكل الصرصر الامريكي لغلاف الكيس فأن البيض الذي في داخلة يعجز عن الفقس مما يدل على أن جدار كيس البيض يلعب دورا مهما في حماية البيض من الجفاف وامدادة بالرطوبة اللازمة لنمو.

النمو الجنيني في الحشرات Embryonic development in insects

ويتوقف معدل امتصاص ألماء وطول فترة حدوث الامتصاص السريع للماء على درجة الحرارة ، فقد وجد في بيض حشرة *Popillia* أن معدل امتصاص الماء ونمو الجنين يزداد ان بأرتفاع درجة حرارة من ١٠- ٢٥ °م .

وتلعب درجة الرطوبة النسبية في الجو دورا مهما في قدرة الجنين على امتصاص الرطوبة ، فقد وجد أن درجة الرطوبة النسبية العالية (٩٢%) يسبب أنتفاخ كل البيض بينما البيض الحديث الوضع ينكمش في ألثلاثة أيام ألاولى من عمرة. ويمتص البيض الحديث الوضع قليلا من ألماء على درجة رطوبة ٩٨% ولكنها لا تكون كافية لحياة الجنين أذ لا تلبث البيضة أن تنكمش ولكنها تأخذ فترة أطول مما تأخذها على درجة ٩٢% أما في حالة الرطوبة النسبية ١٠٠% فان كل البيض الحديث يمتص الرطوبة ويفقس.

ومن التغيرات المهمة الاخرى التي تحدث اثناء النمو الجنيني هو التغير في المحتوى المائي للبيض فمن البديهي أن يفقد الماء من البيضة اثناء تطورها ، ولو أن هناك حالات شاذة في بيوض حشرات رتبة مستقيمة الاجنحة التي يزداد بها المحتوى المائي والسبب يعود بأن الماء الموجود داخل البيضة غير كاف لأتمام العمليات الحيوية ولذلك تلجأ البيضة الى أخذ ألماء من ألمحيط ألمتواجدة فيها.